



Universidad de Guayaquil

**FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

VÍAS

**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y
ENSAYO CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VÍA A
LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTÓN GUAYAQUIL.**

AUTOR: ROGGER STEVEN UREÑA PIEDRA

TUTOR: ING. DAVID STAY COELLO, MSc.

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2022

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme guiado en mi vida.

A mis padres, Víctor y Mónica, por el apoyo incondicional durante todo el proceso académico, por inculcarme valores y haber depositado su confianza en mí, gratitud eterna.

A mis familiares, por los consejos y motivaciones en momentos complicados.

A mis mentores, por sus enseñanzas y experiencias contadas, los llevare siempre presente.

A las personas en quien confié, por estar presente en todo momento.

Rogger Steven Ureña Piedra

Dedicatoria

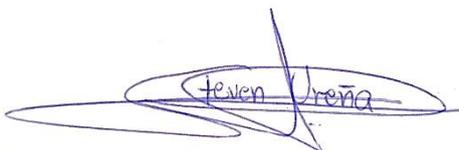
Este logro va dedicado a mis padres, por haber depositado confianza, paciencia, esfuerzo y sacrificio, en toda mi etapa universitaria. A mis tíos, por brindarme el apoyo necesario en toda la etapa estudiantil. A mis familiares, a mis amigos de infancia.

Rogger Steven Ureña Piedra

Declaración Expresa

Artículo XI.- del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este trabajo de titulación corresponden exclusivamente al autor y al Patrimonio Intelectual de la Universidad de Guayaquil.

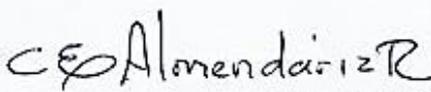


ROGGER STEVEN UREÑA PIEDRA

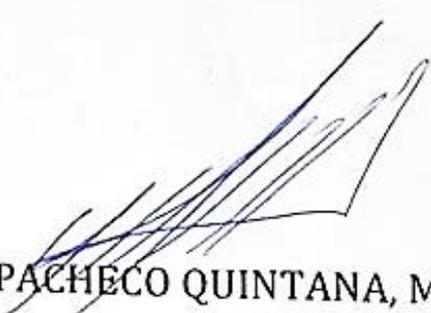
C.I: 0705393452

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

ING. JORGE JOSE ARROYO OROZCO, M.Sc.
Presidente de Tribunal



ING. CHRISTIAN ALMENDARIZ RODRIGUEZ, MSc.
Miembro de Tribunal



ING. GUILLERMO PACHECO QUINTANA, MSc.
Miembro de Tribunal



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE- TUTOR DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

**FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

Guayaquil, 21 de septiembre del 2022

**Ingeniero
Guillermo Pacheco Quintana, MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -**

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y ENSAYO CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VÍA A LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTÓN GUAYAQUIL.” del estudiante **ROGGER STEVEN UREÑA PIEDRA**, indicando que ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**DAVID OMAR
STAY COELLO**

Ing. David Stay Coello M.Sc
C.C.: 0907795108
FECHA: 21 de septiembre del 2022



ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 ESCUELA/CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Yo **David Omar Stay Coello**, habiendo sido nombrado tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **ROGGER STEVEN UREÑA PIEDRA C.C: 0705393452**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de: INGENIERO CIVIL.

Se informa que el trabajo de titulación: “**ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y ENSAYO CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VÍA A LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTÓN GUAYAQUIL.**”, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio Turnitin quedando el 9% de coincidencia.

Submission date: 20-Sep-2022 11:11PM (UTC-0500)

Submission ID: 1905135670

File name: URE_A_STEVEN_TRABAJO_TITULACION_VIAS_SEPTIEMBRE_2022_5.docx (3.68M)

Word count: 9197

Character count: 47387

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y
 ENSAYO CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VÍA
 A LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTÓN GUAYAQUIL

ORIGINALITY REPORT

9%

SIMILARITY INDEX

9%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS



Firmado electrónicamente por:

**DAVID OMAR
 STAY COELLO**

Ing. David Stay Coello M.Sc

C.C.: 0907795108

FECHA: 21 de septiembre del 2022



ANEXO VIII- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Guayaquil, 22 de septiembre de 2022

Ingeniero

Guillermo Pacheco Quintana, MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL- FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del trabajo de Titulación **ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y ENSAYO DE CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VIA A LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTON GUAYAQUIL** de los estudiantes **ROGGER STEVEN URENA PIEDRA**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 26 palabras.

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que los estudiantes **ROGGER STEVEN URENA PIEDRA** están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.



ESTADO AUTENTICADO POR:
GINO FERNANDO
FLOR CHAVEZ

Ing. Gino Flor Chávez

C.C. 130755414-5

FECHA: 22/09/2022

**DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA
OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

CARRERA: INGENIERA CIVIL

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADEMICOS

Yo, Rogger Steven Ureña Piedra con C.I. No. 0705393452 certifico que el contenido desarrollado en este trabajo de titulación, cuyo título es **Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y ensayo CBR en laboratorio para subrasante en la vía a la costa sector Daular del cantón Guayaquil** es de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al artículo 114 del CÓDIGO ORGANICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACION, autorizamos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.



ROGGER STEVEN UREÑA PIEDRA

C.I: 0705393452

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1	Introducción	1
1.2	Situación Problemática	2
1.3	Objetivos	2
1.3.1	Objetivo General.	2
1.3.2	Objetivos Específicos.	2
1.4	Delimitación del Tema	3
1.5	Justificación	3
1.6	Ubicación del Proyecto	3

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1	Antecedentes.....	5
2.1.1	Antecedentes Internacionales.	5
2.1.2	Antecedentes Nacionales.....	8
2.2	Bases Teórico-Científicas	10
2.2.1	Gráfico Cuantil Cuantil (QQ-Plot).	11
2.2.2	Prueba Shapiro-Wilk.	11
2.2.3	Correlación de Spearman.....	12

2.3	Definición de Términos Básicos.....	13
2.3.1	Límites de Atterberg.....	13
2.3.2	Granulometría.....	15
2.3.3	Clasificación de Suelos.....	16
2.3.4	Compactación de Suelos.....	22
2.3.5	Relación de Soporte de California- CBR.....	24
2.3.6	CBR in Situ.....	25

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1	Tipo de Estudio.....	26
3.2	Población, Muestra y Muestreo.....	26
3.2.1	Población.....	26
3.2.2	Muestra.....	26
3.2.3	Muestreo.....	27
3.3	Métodos, Técnicas e Instrumentos.....	28
3.3.1	Límites de Atterberg.....	28
3.3.2	Análisis Granulométrico Por Tamizado.....	31
3.3.3	Proctor Modificado.....	33
3.3.4	Relación de Soporte de California – CBR.....	34
3.3.5	Relación de Soporte de California – CBR in Situ.....	36
3.3.6	Métodos Estadísticos para Correlacionar Variables.....	38

3.4	Plan de Procesamiento y Análisis	39
3.4.1	Plan de procesamiento.....	39
3.4.2	Plan de análisis de información.....	40

CAPÍTULO IV

Desarrollo del Tema

4.2.1	Parámetros Estadísticos.	43
4.2.2	Elaboración de Gráficos QQ-Plot.	44
4.2.3	Elaboración de la Prueba de Shapiro-Wilk.	47
4.2.4	Correlación entre Variables Mediante el Método de Spearman.....	51

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1	Conclusiones	55
5.2	Recomendaciones	57

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Ubicación de la Vía en Estudio.	4
Ilustración 2: Grafico QQ-Plot, Comportamiento Rectilíneo.....	11
Ilustración 3: Límites de Plasticidad.	14
Ilustración 4: Curva de la Distribución Granulométrica.....	16
Ilustración 5: Gráfica de Plasticidad.	20
Ilustración 6: Ensayo de CBR in Situ.....	25
Ilustración 7: Ubicación de los Ensayos CBR Realizados in Situ.	28
Ilustración 8: Ensayo Límite Líquido.....	30
Ilustración 9: Ensayo Límite Plástico.....	31
Ilustración 10: Tamices para Ensayo Granulométrico.	32
Ilustración 11: Ensayo Proctor Modificado.	34
Ilustración 12: Lectura del Hinchamiento a Muestras del CBR de Laboratorio.	36
Ilustración 13: Equipos para Ensayo de CBR in Situ.....	37
Ilustración 14: Diagrama QQ-Plot para CBR in Situ 0,1".	45
Ilustración 15: Diagrama QQ-Plot para CBR de laboratorio 0,1".	46
Ilustración 16: Distribución Simétrica, Forma de Campana.	53
Ilustración 17: Diagrama de Correlación entre Variables.....	53

Índice de Tablas

Tabla 1: Coordenadas de la Vía de Estudio.	4
Tabla 2: Grado de Correlación según el Coeficiente de Spearman.	13
Tabla 3: Abertura de Tamaños de Tamices Estándar.....	15
Tabla 4: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).	19
Tabla 5: Sistema de Clasificación de Suelos AASHTO.	21
Tabla 6: Comparaciones entre Proctor Estándar y Proctor Modificado.....	23
Tabla 7: Relación de Esfuerzo Unitario con Penetración.....	24
Tabla 8: Sistema de Clasificación de Suelos en Base a los CBR.	25
Tabla 9: Coordenadas del Ensayo CBR in Situ en el Sistema WGS-84.	27
Tabla 10: Resumen de los Valores Obtenidos en Sitio y en Laboratorio.	42
Tabla 11: Parámetros Estadísticos.....	43
Tabla 12: Distribución Normal Inversa, para CBR in Situ 0,1".	44
Tabla 13: Distribución Normal Inversa, para CBR de Laboratorio 0,1".	45
Tabla 14: Parámetros del Coeficiente Shapiro-Wilk para CBR in Situ.	47
Tabla 15: Parámetros del Estadístico de Prueba para CBR in Situ.	48
Tabla 16: Parámetros del Coeficiente Shapiro-Wilk para CBR de Laboratorio.	49
Tabla 17: Parámetros del Estadístico de Prueba para CBR de Laboratorio.	50
Tabla 18: Rangos de la Variable Dependiente e Independiente.	51



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Título Del Trabajo De Titulación: ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ENSAYO CBR IN SITU Y ENSAYO CBR EN LABORATORIO PARA SUBRASANTE EN LA VÍA A LA COSTA SECTOR DAULAR DEL CANTÓN GUAYAQUIL.

Autor: Rogger Steven Ureña Piedra

Tutor: Ing. David Stay Coello, MSc.

RESUMEN

El presente trabajo de tipo descriptivo y explicativo establece un análisis comparativo entre el ensayo de CBR in situ y el ensayo de CBR en laboratorio para la subrasante, en el sector Daular del cantón Guayaquil. Para aquello se obtuvo los valores del CBR en campo mediante perforaciones, identificando las condiciones de la subrasante, además de los valores de CBR cuando son compactados y ensayados en laboratorio bajo condiciones controladas de humedad y compactación, con la finalidad de obtener una correlación entre la variable dependiente y la variable independiente. Mediante parámetros y métodos estadísticos, como los diagramas de qq-plot y la prueba de Shapiro-Wilk, se evaluaron los valores de las variables cuantitativas, para determinar si presentan una distribución normal. Como resultado se obtuvo que las variables no cumplen con el criterio de normalidad, por lo que se aplicó métodos estadísticos no paramétricos, coeficiente de correlación de Spearman.

PALABRAS CLAVES: SUBRASANTE, PERFORACIÓN, COMPACTACIÓN, NORMALIDAD, CORRELACIÓN.



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Title Of The Degree Project: **COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CBR ON-SITE TEST AND CBR LABORATORY TEST FOR SUBGRADE ON THE ROAD TO THE COAST, DAULAR SECTOR OF THE CANTON OF GUAYAQUIL.**

Author: Rogger Steven Ureña Piedra

Advisor: Ing. David Stay Coello, MSc

ABSTRACT

This explanatory and descriptive work establishes a comparative analysis between the CBR test on site and the CBR test in the laboratory for the subgrade in Daular sector of the Canton of Guayaquil, for this the values of the field were obtained by drilling, identifying the conditions of the subgrade, in addition to the CBR values when they are compacted and tested in the laboratory under Using statistical parameters and methods such as the qq-plot diagrams and the Shapiro-wilk test, the values of the quantitative variables were evaluated to determine if they have a normal distribution. As a result, it was obtained that the variables do not meet the normality criterion, so statistical methods were applied not for metric, SPEARMAN correlation coefficient.

KEY WORDS: SUBGRADE, DRILLING, COMPACTION, NORMALITY, CORRELATION.

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1 Introducción

Este proyecto investigó las propiedades del material subrasante del proyecto vial entre la comuna Daular y el sitio las Mercedes con una extensión de aproximadamente 7 km, en el sector Daular, cantón Guayaquil, provincia del Guayas.

Los estudios para diseño de pavimentos de las carreteras tienen como uno de los parámetros fundamentales la capacidad de soporte, este parámetro puede determinarse en laboratorio con el ensayo del módulo resiliente; sin embargo, se utiliza también correlaciones a partir del ensayo CBR, para determinar el módulo resiliente. Los métodos para determinar el CBR comprenden el ensayo en campo y en laboratorio por lo que se considera necesario hacer un análisis comparativo entre los valores obtenidos cuando se realizan ensayos de CBR en sitio y de CBR en laboratorio.

Como resultado final se pretende obtener correlaciones mediante métodos estadísticos entre los valores adquiridos en el ensayo de campo y los ensayos de laboratorio basados principalmente en las propiedades físicas y mecánicas del material de subrasante.

1.2 Situación Problemática

En el cantón Guayaquil existen parroquias rurales como Daular, las Mercedes que tienen producción agrícola y requieren de una vialidad que permita una movilidad hacia los distintos centros de servicio, de consumo, entre las principales razones para dotar a este sector de una carretera durable y diseñada basados en materiales que servirán de soporte a la estructura de pavimento, como es el caso de la subrasante.

La caracterización de la subrasante debe considerar las características físicas y mecánicas del terreno, mediante investigación geotécnica; sin embargo. Se desconoce la relación entre los valores de CBR del sitio con respecto a los valores del CBR de laboratorio. Por ello, el siguiente trabajo de titulación realiza un estudio comparativo mediante análisis estadísticos entre valores obtenidos en campo y los valores obtenidos mediante ensayos de laboratorio del material de la subrasante en la vía entre la comuna Daular y el sitio las Mercedes.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

Desarrollar un estudio comparativo entre el ensayo del CBR in situ con el ensayo de CBR de laboratorio en la subrasante del proyecto vial entre la comuna Daular y el sitio las Mercedes. Mediante un análisis de resultados de ensayos, a fin de obtener una correlación estadística entre ellos.

1.3.2 Objetivos Específicos.

Determinar los valores del CBR en el sitio, por medio del ensayo de penetración en campo, identificando las condiciones de la subrasante.

Determinar los valores de CBR del suelo remoldeado, cuando son compactados y ensayados en laboratorio, bajo condiciones controladas de humedad y compactación.

Identificar la relación entre los valores del CBR en el sitio con los valores del CBR de laboratorio, mediante análisis estadísticos para establecer la dependencia entre las variables cuantitativas.

1.4 Delimitación del Tema

Mediante este trabajo de titulación se pretende obtener valores del CBR en campo y valores del CBR de laboratorio que permita compararlos y realizar correlaciones entre sí, mediante un análisis estadístico que determine las variables cuantitativas.

1.5 Justificación

La presente investigación tiene como propósito conocer la resistencia al esfuerzo de la subrasante utilizada para el diseño de estructuras de pavimentos, en base al método de ensayo de Relación de Soporte de California (CBR). El parámetro principal es la determinación del CBR en el sitio y del CBR de laboratorio, que permita identificar la resistencia con la que el suelo se opone al ser perforado por un pistón.

Para poder realizar la clasificación de los diferentes tipos de suelos, será fundamental la obtención de los límites de consistencia y ensayos granulométricos. El ensayo de compactación será necesario para obtener el contenido óptimo de humedad, lo cual permitirá comparar con el contenido natural de humedad.

1.6 Ubicación del Proyecto

El proyecto vial enfocado en el análisis comparativo entre los ensayos del CBR en campo y del CBR de laboratorio en la subrasante, se encuentra ubicado en la vía a la costa entre la comuna Daular y el sitio las Mercedes con una extensión de

aproximadamente 7 km, se encuentra referenciado bajo coordenadas UTM, en el sector Daular, cantón Guayaquil, provincia del Guayas.



Ilustración 1: Ubicación de la vía en estudio.

Fuente: (Google Earth, 2021).

Tabla 1: Coordenadas de la vía de estudio.

COORDENADAS UTM			
TRAMO	Inicio	N 9746501	E 599566
	Fin	N 9742420	E 595635

Elaborado por: Steven Ureña.

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales.

Según los autores Llanos Andrés y Reyes Shirley (2017), con su investigación “Estudio comparativo entre los ensayos (CBR) de laboratorio y Penetración Dinámica de Cono (PDC)”, en la provincia de Chiclayo (Perú), tienen por objetivo analizar la confiabilidad entre la prueba PDC ejecutada en sitio y en el ensayo CBR realizado en laboratorio para la subrasante, considerando los estándares de la normativa vigente, mediante la obtención de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, con la finalidad de correlacionar los valores del PDC con los del CBR.

Realizaron estadística descriptiva mediante métodos cuantitativos, donde obtuvieron valores máximos y mínimos, coeficiente de Pearson, desviación estándar, análisis de regresión lineal y otros métodos estadísticos. Obteniendo dos ecuaciones, la primera para suelos arenosos con presencia de limos (SM).

$$\text{CBR lab} = 0,313(\text{N PDC})^3 - 5,149(\text{N PDC})^2 + 25,226(\text{N PDC}) - 16,98.$$

Con un coeficiente de correlación $(R)^2 = 1,99\%$ de confianza; la segunda ecuación para suelos: Arcillosos con presencia de arena de baja plasticidad (CL) y Arcilla limosa con presencia de arena de baja plasticidad (CL-ML).

$$\text{CBR lab} = -0.743(\text{N PDC})^3 + 21,661(\text{N PDC})^2 - 208,630(\text{N PDC}) + 667,29.$$

Con un coeficiente de correlación $(R)^2 = 0,9765$. El porcentaje de confianza es 97,65%.

El artículo de Hubert Eduardo Injante, Lima (2012) se titula “Resistencia de subrasante usando PDC”. El objetivo principal de este trabajo es interpretar, caracterizar y analizar la confiabilidad del valor CBR in situ del subsuelo, minimizando

los costos operativos del uso de PDC. También impone pruebas de campo de los valores CBR, en cuyo caso el cumplimiento del proyecto CBR es obligatorio. La implementación con métodos tradicionales requiere tiempo y la disponibilidad inmediata del laboratorio. Otra opción es utilizar costosos equipos para mediciones in situ.

El estudio concluye con el estadístico del coeficiente de correlación, donde cuanto más cerca está el R^2 de la unidad, mayor es la coincidencia de la tendencia, por lo que la ecuación resultante produce un coeficiente de correlación bastante fuerte, es decir, el mínimo valor $R^2 = 0,8939$ y mayor valor $R^2 = 0,9847$. Así comprobar la mejor tendencia, comprobar entre varias curvas posibles y observar el coeficiente de correlación, el resultado que da el máximo R^2 es la mejor correlación, es decir, como ecuación o respuesta válida.

Según Beskid Jan y Martínez Ricardo (2004) "Análisis comparativo con los resultados del ensayo (CBR) de laboratorio y el penetrómetro dinámico" considero 20 de cuatro pruebas de materiales realizados en Maracaibo. Realizaron el ensayo de penetración a cada muestra, en cada sitio recolectaron una muestra inalterada, que utilizaron para determinar el valor de CBR en laboratorio. El objetivo principal fue comparar los resultados obtenidos con el (CBR) y el (PDC). También presenta un método para realizar pruebas de penetración dinámica en el laboratorio y sustracción de muestras para ensayos de CBR en laboratorio.

Esta investigación ha desarrollado un método para probar muestras inalteradas en el laboratorio, lo cual es muy beneficioso porque representa condiciones de campo de laboratorio confiables para determinar estimaciones reales de CBR en el campo.

Luego de construir el gráfico de correlación y un diagrama de correlación en función de los números de golpes para perforar 10 cm y los valores de CBR, mediante un

análisis estadístico el autor aplicó regresión lineal y obtuvo la siguiente ecuación en función de las dos variables:

$$\text{No. de golpes / 10 cm} = -0,0004\text{CBR}_3 + 0,0922\text{CBR}_2 - 0,0337\text{CBR} + 6,115.$$

$R^2 = 0,7$ dado por esta ecuación se considera un resultado insatisfactorio porque proporciona un gran margen de error para usar el de CBR inferiores y superiores a 50 puede producir resultados más fiables (con menos errores). Los valores CBR superiores a 50 en la curva se descartaron porque este método no es adecuado a valores de CBR muy altos.

Según Quispe, Arequipa (2012) "El (PDC) Penetrómetro Dinámico de Cono son de uso repetido en muchos países y existen diversos estudios en este campo". El estudio utilizó suelos puzolánicos para analizar la capacidad de soporte del suelo para ayudar a mejorar la evidencia necesaria para la formulación e investigación del diseño de carreteras.

Por esta razón, dado que el CBR es una prueba importante para cualquier programa, la importancia de explorar una prueba alternativa que sea auténtica, fácil de usar y que consuma menos tiempo que su uso (DCP), se determinó la relación entre la capacidad portante del suelo y la penetración dinámica, mediante la correlación entre los ensayos de CBR de laboratorio y el Penetrómetro de Cono Dinámico (PCD) mencionando que el DCP como medidor CBR ofrece una gran ventaja en términos de facilidad de prueba y la cantidad de tiempo requerido para obtener resultados.

Las correlaciones obtenidas en este trabajo sirvieron para el estudio de los suelos puzolánicos ubicado en el sector del Cerro Colorado, donde se obtuvo interpretando la ecuación de correlación entre el DCP y el CBR como:

$$\text{CBR} = -15,78 * \text{Ln}(\text{DCP}) + 60,54.$$

El DCP y las ecuaciones relacionadas obtenidas en el estudio muestran que la herramienta es de gran ayuda en trabajos de ingeniería vial, monitoreo y control de calidad porque consume menos tiempo y es más fácil de operar. Por esta razón, dado que el CBR es una prueba importante para cualquier programa, el laboratorio reconoce la importancia de explorar una prueba alternativa que sea real, fácil de usar y que tome menos tiempo que usarla.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

El estudio del autor Angamarca (2013) titulado “Determinación de CBR natural y de laboratorio a suelos finos mediante su correlación con el DCP en la obtención de la capacidad portante para subrasante, en la estructura de pavimentos flexibles en la ciudad de Quito” se fundamenta principalmente este trabajo de investigación sobre el crecimiento y mantenimiento de las relaciones del suelos en el área metropolitana de Quito y su posterior aplicación en el diseño de pavimentos flexibles en vías importantes para la ciudad.

El objetivo fue comparar los datos de referencia del DCP con los valores del sitio y de laboratorio. Manifestando una comparación similar entre lo logrado y los especificado en la norma demostrando que es confiable.

Dado que la resistencia de la subrasante es uno de los estudios fundamentales en el diseño de carreteras, se consideró apropiado investigar las correlaciones realizadas en laboratorio entre el CBR para suelos finos y el DCP, para obtener fuentes confiables. Los resultados del CBR al 95% obtenidos en el DCP en campo oscilaron entre 3% y 50%.

Finalmente, se creó la siguiente ecuación $CBR=292/DCP^{1.12}$ para la correlación entre cada penetración por golpe, donde este estudio concluyó que la correlación existente entre CBR en sitio con DCP y el CBR determinado de muestras inalteradas,

indica que no hay diferencia. Por lo tanto, el estudio se ratifica para trabajos en la ciudad de Quito.

En ese sentido, Paucar (2012) menciona que la capacidad portante de la subrasante se determinó correlacionando la prueba del PDC en sitio con los valores del CBR de laboratorio en la vía Riobamba-Alausí y el ensayo CBR en muestras no expuestas. La capacidad de carga de la subrasante se puede obtener correlacionando la prueba PDC del espécimen no perturbado con el CBR del espécimen perturbado. La superficie está sujeta a cargas variables, por lo que cuando el vehículo aplica su carga a la estructura del pavimento, la superficie se deforma.

Los resultados obtenidos en el estudio determinaron que utilizando el proceso de infiltración en sitio y ecuaciones de correlación propuestas para suelos arenosos con presencia de limos (SM), se definió la siguiente ecuación:

$$\text{CBR} = 0,24\text{PDC}^3 - 3,22\text{PDC}^2 + 13,20\text{PDC} - 3,15.$$

Para limos inorgánicos (ML) se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{CBR} = 0,10\text{PDC}^2 - 1,60\text{PDC} + 18,82.$$

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,23 y se concluyó que tanto las ecuaciones como los resultados obtenidos están optimizados en tiempo y recursos para determinar la capacidad portante del suelo.

Por otra parte, Ortega Katya y Villafuerte Luis (2015) con su estudio “evaluación estructural del material de pavimento flexible del tipo limo arenoso” recomienda un estudio estructural y económico de los 15 kilómetros de pavimento flexible en la vía Chimba-Cayambe, para lograr una estructura óptima en el diseño del pavimento, que determina los espesores la base, subbase y capa asfáltica.

La implementación del ensayo de campo CBR, Cono Dinámico de Penetración y CBR en laboratorio permitirá determinar los valores necesarios para realizar

investigaciones relacionadas con estructuras de pavimento, para realizar una evaluación del revestimiento del fondo, que será fundamental para evitar los desplazamientos y fracturas de la debido a los efectos de consolidación.

El método DCP no determinó la correlación entre la variable CBR en sitio y CBR por el método DCP, ya que mostró una correlación negativa débil. Demostrando que las variables se encuentran relacionadas linealmente.

Finalmente, tenemos a Portilla y Pillajo (2001). En este trabajo se han realizado estudios teóricos y prácticos de suelo, empezando con pruebas de campo y de laboratorio. La obtención de correlaciones simples entre estas propiedades con métodos estadísticos conocidos es también la base de este estudio, y el diseño local del pavimento será la aplicación de los resultados obtenidos. Adicional, se proporciona el uso de una prueba de evaluación de suelo simple, como la penetración de cono dinámico, que detalla los conceptos y aplicaciones clave.

De esta manera, intentaremos contrastar varios conceptos nuevos y tradicionales en la investigación del suelo y contribuir empíricamente al desarrollo de la construcción de carreteras. Se determinó una correlación directa débil entre el CBR de laboratorio y el DCP en sitio, obteniendo un 12% como coeficiente de correlación. En general, los valores obtenidos por correlación son muy cercanos a los obtenidos en las pruebas. Una forma efectiva de obtener una correlación entre estos dos parámetros es realizar pruebas en condiciones similares.

2.2 Bases Teórico-Científicas

El propósito de la presente investigación es aplicar un análisis estadístico mediante la correlación entre una variable dependiente y otra independiente. Previo a esto, se debe determinar la normalidad que exista en cada una de las variables a ser analizadas, utilizando el método que más se ajuste a los datos obtenidos tanto en sitio

como en laboratorio, con la finalidad de verificar si la data de valores pertenece a una distribución normal o a una distribución no normal. Esto conlleva a que si la data de valores pertenece a una distribución normal se pueden aplicar métodos estadísticos paramétricos, caso contrario se deben aplicar métodos estadísticos no paramétricos.

2.2.1 Gráfico Cuantil Cuantil (QQ-Plot).

Una gráfica QQ-plot es un estadístico normal que permite relacionar la distribución empírica de una data de valores con la distribución normal. Por lo tanto, encontrar la normalidad en un conjunto de datos se considera una técnica grafica.

La construcción de la gráfica está determinada por los cuantiles normales estándar para aceptar el supuesto de normalidad de los datos, siempre que los puntos de la gráfica sean lo suficientemente lineal.

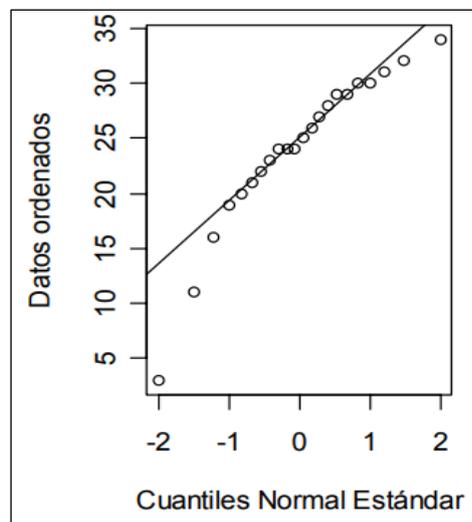


Ilustración 2: Grafico QQ-Plot, comportamiento rectilíneo.

Fuente: (Kelmansky, 2008).

2.2.2 Prueba Shapiro-Wilk.

La prueba de Shapiro-Wilk determina si un parámetro de datos sigue una distribución normal, identificando los procesos estadísticos apropiados para el análisis de datos, comparando suposiciones de normalidad en base a las hipótesis planteadas.

Se aplica Shapiro-Wilk cuando magnitud de la muestra a muestra es menor o igual a 50 datos. El método ordena las muestras del valor más bajo al más alto para obtener un nuevo vector de muestra. Se descarta la hipótesis nula cuando el coeficiente de Shapiro-Wilk (W) es menor al valor crítico.

El coeficiente estadístico de Shapiro-Wilk (W), se lo obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i (X_{mayor} - X_{menor}))^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Donde:

α_i = Valor crítico, obtenido de la tabla de Shapiro-Wilk.

X_{mayor} = Datos ordenados de mayor a menor, de acuerdo a los pares obtenidos.

X_{menor} = Datos ordenados de menor a mayor, de acuerdo a los pares obtenidos.

X_i = Valores de la muestra ordenados de manera ascendente.

\bar{X} = Media aritmética.

2.2.3 Correlación de Spearman.

La correlación de Spearman es un método estadístico no paramétrico que tiene como objetivo probar la fuerza de la relación entre dos variables cuantitativas.

El coeficiente de Spearman dimensiona linealmente el rango, el orden de cada variable y compara esos rangos, y puede determinar qué tan dependientes o independientes son dos variables. El coeficiente se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

d = diferencia entre las variables x - y .

n= número de datos.

Las puntuaciones del coeficiente de Spearman oscilan entre -1,0 hasta +1,0, donde los valores cercanos a +1,0 indican una fuerte relación negativa, y si el valor es 0,0, significa que no hay correlación.

Tabla 2: Grado de correlación según el coeficiente de Spearman.

RANGO	RELACIÓN
-0,91 a -1,00	Correlación negativa perfecta
-0,76 a -0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,51 a -0,75	Correlación negativa considerable
-0,11 a -0,50	Correlación negativa media
-0,01 a -0,10	Correlación negativa débil
0,00	No existe correlación
+0,01 a +0,10	Correlación positiva débil
+0,11 a +0,50	Correlación positiva media
+0,51 a +0,75	Correlación positiva considerable
+0,76 a +0,90	Correlación positiva muy fuerte
+0,91 a +1,00	Correlación positiva perfecta

Fuente: (Mondragón, 2014).

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Límites de Atterberg.

Es la relación entre las partículas del suelo y la resistencia a fuerzas externas, lo que conlleva a la deformación de su estructura.

La plasticidad en la arcilla es indirecta debido a que no es permanente. La arcilla parece un ladrillo sólido cuando esta seca y una suspensión semilíquida cuando está bien húmeda.

Dependiendo de su contenido de agua, los suelos sensibles a la plasticidad pueden expresarse en los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg:

Estado sólido. - El volumen del suelo no cambia durante el proceso de secado.

Estado semisólido. – El suelo tiene una apariencia sólida, pero se reduce el volumen a medida que se seca.

Estado plástico. – Las propiedades del suelo son plásticas y su estructura puede modificarse sin agrietarse.

Estado líquido. – Las propiedades del suelo tienen la apariencia de sólidos en suspensión con cero resistencia al corte.

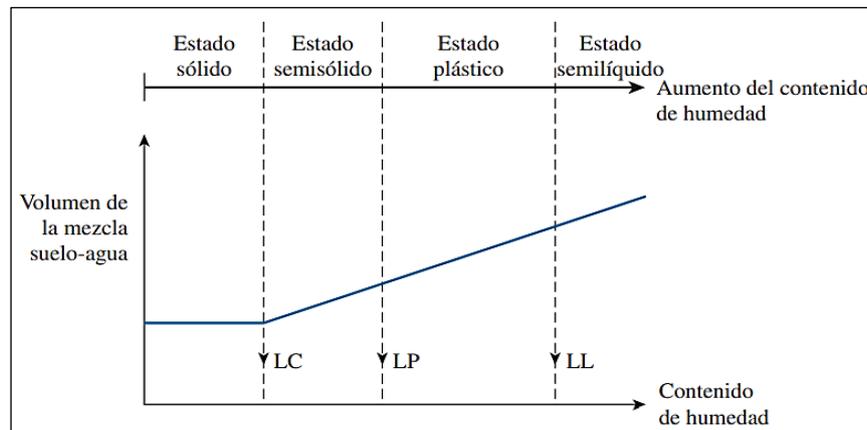


Ilustración 3: Límites de Plasticidad.

Fuente (Das, 2012).

Límites de plasticidad se definen como:

Límite líquido. – Cuando la resistencia del suelo alcanza los 25 gr/cm², es el límite entre el estado líquido y plástico del suelo.

Límite plástico. – Frontera entre el estado plástico y semisólido.

Límite de contracción. – Frontera entre sólido y semisólido.

2.3.1.1 Límite Líquido.

Es el contenido de humedad del suelo al cual sus partículas pasan de un estado plástico a un estado líquido, esto determina la copa de Casagrande en la que pasa el contenido de humedad de la muestra a través de una ranura de 12,7 mm 25 veces. (Das, 2012)

El contenido de humedad relativo al peso de la muestra seca se expresa como:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso de la muestra seca}} * 100$$

La curva de escurrimiento relaciona el contenido óptimo de humedad, que está representada por una escala natural y el número de golpes, representada por una escala logarítmica.

2.3.1.2 Límite Plástico.

Este es el contenido mínimo de humedad donde el suelo se grieta al formar rollos con un diámetro de 3,18mm.

El límite es el porcentaje de contenido de humedad en una muestra de suelo seco.

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso seco de la muestra}} * 100$$

2.3.1.3 Índice de Plasticidad.

Diferencia entre el estado líquido de un suelo y el estado plástico.

$$\text{Índice plástico} = \text{Límite líquido} - \text{Límite plástico.}$$

2.3.2 Granulometría.

El tamaño de las partículas varía de muchas maneras. Para asegurar una clasificación adecuada del suelo, se debe saber el tamaño de sus partículas. (Das, 2012)

El tamaño de las partículas del suelo implica descomponer y determinar el tamaño y su composición para clasificar el suelo grueso o para verificar que cumpla con las especificaciones. (Terreros & Moreno, 2015)

Tabla 3: Abertura de tamaños de tamices estándar.

TAMIZ	ABERTURA (mm)
3"	76,2
2"	50,8
1 1/2"	38,1
1"	25,4
3/4"	19,1
1/2"	12,7

3/8"	9,52
1/4"	6,35
No 4	4,76
No 10	2,00
No 40	0,42
No 200	0,075

Fuente: (Terreros & Moreno, 2015).

Para construir una curva de distribución granulométrica de partículas para los materiales gruesos y finos, se correlaciona el porcentaje de partículas obtenido por el análisis granulométrico de tamices.

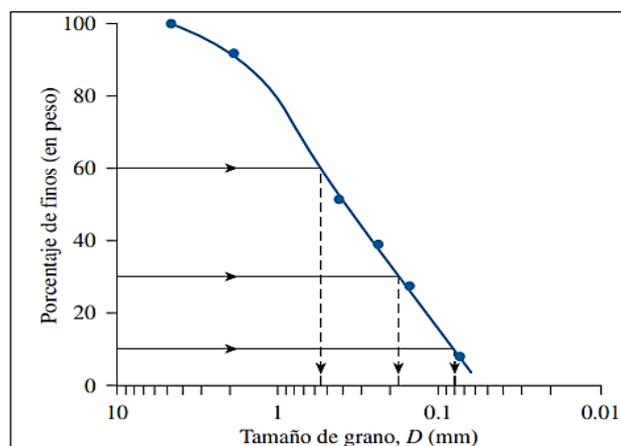


Ilustración 4: Curva de la distribución granulométrica.

Fuente: (Das, 2012).

2.3.3 Clasificación de Suelos.

La clasificación del suelo se divide en grupos y subgrupos en función de las propiedades comunes del suelo, tales como el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la asociación americana de oficiales de carreteras estatales y transportes (AASHTO).

2.3.3.1 Clasificación de Suelos S.U.C.S.

Este método a través del tamiz No 200, separa el material grueso de las partículas finas. Se considera un suelo grueso cuando más del 50% del material retenido en el

tamiz No 200 se considera suelo grueso y cuando más del 50% de sus partículas de material que pasan el tamiz No 200, es suelo fino.

Para clasificar el suelo grueso, esta muestra debe pasar por el tamiz No 4, para que sea considerado como arena o grava. Si más del 50% del material pasa por el tamiz No 4, se considera arena y si queda retenido más del 50% de material el tamiz No 4 se considera grava. En este análisis, tenemos tres condiciones para determinar qué tipo de suelo es:

Si el tamiz No 200 es menor al 5% de material, se obtiene tanto el coeficiente de uniformidad como el coeficiente de curvatura.

Para Arenas:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6 \quad y \quad 1 \leq Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} \leq 3$$

Si estas dos condiciones se cumplen, estamos en presencia de una arena bien graduada (SW), caso contrario de una arena mal graduada (SP).

Para Gravas:

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4 \quad y \quad 1 \leq Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}} \leq 3$$

Si estas dos condiciones cumplen, estamos en presencia de una grava bien graduada (GW), caso contrario de una grava mal graduada (GP).

Si el tamiz No 200 se encuentra entre el 5% y el 12% del material, esta condición genera doble nomenclatura, la primera se obtiene calculando el coeficiente de uniformidad como el coeficiente de curvatura (tal como se calculó en el primer punto), y la segunda nomenclatura se obtiene desde la carta de plasticidad de Casagrande, donde pueden ser limos o arcillas, sus combinaciones son: arena limosa (SM), o arena arcillosa (SC), grava limosa (GM) o grava arcillosa (GC).

Si el tamiz No 200 es más del 12% de material, se obtiene a partir de la carta de plasticidad, donde pueden ser limos o arcillas, tales como en el punto número dos.

Los limos inorgánicos se denotan con el símbolo M, las arcillas inorgánicas con el símbolo C y los limos y arcillas orgánicas se denotan con el símbolo O. Los tres suelos se dividen en dos, según su contenido líquido. Si es menos del 50% de compresibilidad baja o media, agregue el símbolo L, a los grupos ML, CL y OL. Para suelos finos con límite líquido superior al 50%, alta compresibilidad, se añade la letra H (MH, CH y OH). (Terreros & Moreno, 2015)

Limos inorgánicos, ML comprende el área debajo de la línea A, LL es menor al 50% y IP es menor que 4, MH corresponde al área debajo de la línea A, LL es mayor al 50%. (Terreros & Moreno, 2015)

Un suelo fino ubicado en la línea A con un IP de 4 a 7 se considera un caso límite y se le agrega una doble designación: CL-ML.

Los grupos OL y OH están cerca de la línea A y tienen la misma área que los grupos ML y MH.

Tabla 4: Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Divisiones Mayores		Símbolo de Grupo	Nombres Típicos	Criterios de clasificación para Suelos granulares		
Suelos de Grano grueso (más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° .4)	Gravas Limpias (pocos o ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezcladas gravosas, pocos o ningún fino	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = 1 < \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} < 3$	
			GP	Gravas pobremente graduadas, mezclas grava - arena, pocos o ningún fino		No cumplir todos los requisitos de graduación para GW
		Gravas Limpias (pocos o ningún fino)	GM	Gravas limosas, mezcla grava arena limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$, se considera de frontera y se considera doble símbolo
			GC	Gravas arcillosas, mezcla grava - arena - arcillosa	Límites de Atterberg por encima de la línea A o $I_p > 7$	
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° .4)	Arenas Limpias (Poco o ningún fino)	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = 1 < \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}} < 3$	
			SP	Arenas pobremente graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino		No cumplir todos los requisitos de graduación para SW
		Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$, se considera de frontera, se considera doble símbolo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	Límites de Atterberg por encima de la línea A o $I_p > 7$	
	Suelos de Granular (más del 50% del material pasa el tamiz N° 200)	Limos y arcillas (Límite líquido $WL < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad	1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. 2.-Dependiendo del porcentaje de fino(fracción menor que el tamiz N°200) puede clasificarse como: Menos del 5% - GW, GP, SW, SP Mas del 12% - GM, GC, SM, SC de 5%a 12% - Casos de frente que requieren doble símbolo	
			CL	Arcillas inorgánicos de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras		
OL			Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad			
Limos y arcillas (Límite líquido $WL < 50$)		MH	Limos inorgánicos, suelos limosos arenosos finos, suelos elásticos			
		CH	Arcillas inorgánicos de alta plasticidad, arcillas grasas			
		OL	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos			
Suelos altamente orgánicos		PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos			

Fuente: (Bowles, 1981).

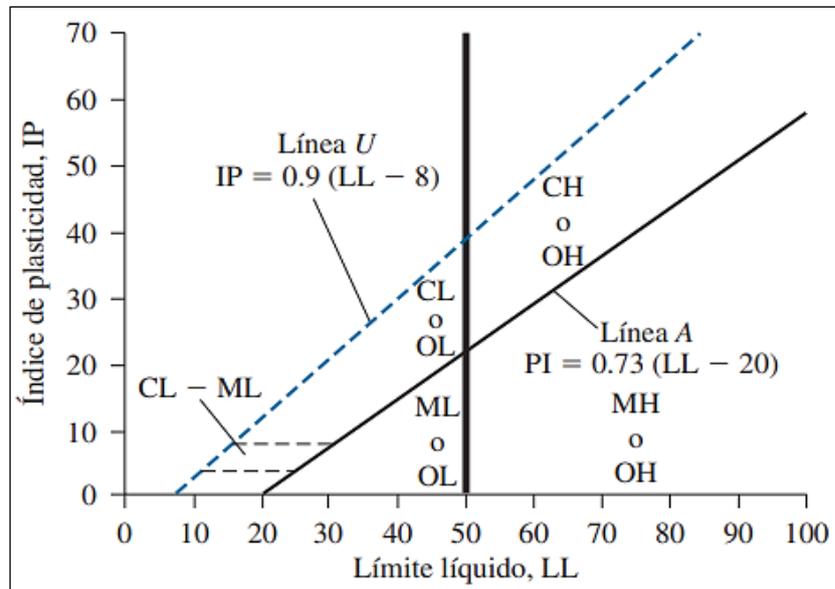


Ilustración 5: Gráfica de plasticidad.

Fuente: (Das, 2012).

2.3.3.2 Clasificación de Suelos A.A.S.H.T.O.

El sistema clasifica los suelos en ocho categorías principales, A-1 a A-8, según su distribución de tamaño de partículas, límite líquido e índice de plasticidad. Los suelos pertenecientes a los grupos A-1, A-2 y A-3 son de partículas gruesas, mientras que los otros grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 son partículas de grano fino. (Das, 2012)

Tabla 5: Sistema de clasificación de suelos AASHTO.

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx						
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la capa	Excelente a buena						
Clasificación general	Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-4	A-5	A-6	A-7			
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10							
Malla núm. 40							
Malla núm. 200	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín			
Para la fracción que pasa Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín			
Índice de plasticidad (IP)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín			
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos				
Calificación subrasante	Regular a malo						

^aSi $IP \leq LL - 30$, la clasificación es A-7-5.

^bSi $IP > LL - 30$, la clasificación es A-7-6.

Fuente: (Das, 2012).

2.3.3.2.1 Índice de Grupo.

La clasificación de un suelo para los diferentes grupos está basada en su grado de plasticidad y el porcentaje de finos que pasa a través del tamiz No 200.

El índice de grupo suele ser de 0 a 4 para suelos granulares, de 8 a 12 para limos y de 11 a 20 o más para arcillas.

Si el índice de grupo es superior a 20 para una capa subrasante, será deficiente.

La ecuación para encontrar el índice de grupo es:

$$IG = (F_{200} - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F_{200} - 15)(IP - 10).$$

donde:

F_{200} = material que pasa por el tamiz No 200.

LL= límite líquido.

IP= índice plástico.

2.3.4 Compactación de Suelos.

Es el proceso de aumentar artificialmente su densidad seca por procesos mecánicos basados en el aumento de su resistencia y reducción de la capacidad de deformación, reducción de vacíos, compresibilidad y permeabilidad. (Terreros & Moreno, 2015)

El proceso de compactación está en función del tamaño de las partículas del suelo, del método de compactación, la humedad y la energía de compactación.

El suelo se somete a diferentes procesos de compactación, la densidad será mayor, lo que resultará en un aumento de la energía de compactación.

La energía de compactación está en función del número de golpes, número de capas, peso del instrumento compactador y la altura de caída, y es inversamente proporcional al volumen del molde.

La energía de compactación se expresa por:

$$E_c = \frac{W * h * N * n}{V}$$

Donde:

V = volumen del molde.

W = peso del martillo.

H = altura de caída.

N = número de capas.

n = número de golpes por capa.

2.3.4.1 Pruebas de Compactación.

Hay varias formas de replicar las condiciones de compactación dadas en laboratorio con las condiciones de compactación propuestas en sitio.

Las pruebas de Proctor se pueden realizar con dos sistemas: estándar y modificado, cada sistema tiene sus propios derivados: A, B, C y D. El modificado se usa cuando se requiera de mayor esfuerzo de compactación.

Para el presente estudio investigativo, se usó el Proctor modificado, método C.

Tabla 6: Comparaciones entre Proctor Estándar y Proctor Modificado.

MÉTODO	STANDARD AASHTO T-99				MODIFICADO AASHTO T-180			
	A	B	C	D	A	B	C	D
Material	Pasa tamiz No 4		Pasa tamiz 3/4"		Pasa tamiz No 4		Pasa tamiz 3/4"	
Altura de molde	4"	6"	4"	6"	4"	6"	4"	6"
Martillo	5,5 Libras				10 Libras			
Altura de caída	12"				18"			
No. de capas	3	3	3	3	5	5	5	5
No. de golpes por capa	25	56	25	56	25	56	25	56
Energía de compactación (Lb*pie/pie ³)	12.375	12.317	12.375	12.317	56.250	55.986	56.250	55.986

Fuente: (Terreros & Moreno, 2015).

Las pruebas de compactación se utilizan para determinar la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo.

2.3.5 Relación de Soporte de California- CBR.

Este ensayo determina el índice de resistencia del suelo frente al esfuerzo cortante, midiendo la resistencia al esfuerzo cortante del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad. Representada mediante la siguiente ecuación.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en la muestra patrón}} * 100$$

El comportamiento del suelo depende de su grado de variación, tamaño de partículas y propiedades físicas.

El ensayo Relación de Soporte de California, evalúa las condiciones del suelo para subrasante, subbase y base.

La resistencia a la penetración de la piedra triturada a la expansión del pistón es:

Tabla 7: Relación de esfuerzo unitario con penetración.

Penetración		Esfuerzo unitario patrón	
		Esfuerzo unitario	Penetración
cm	plg	Lb/plg ²	Kg/cm ²
0,254	0,1	1000	70
0,508	0,2	1500	105
0,762	0,3	1900	133
1,016	0,4	2300	161
1,27	0,5	2600	189

Fuente: (Terrerros & Moreno, 2015).

Los valores del CBR están basados en una relación de carga de penetración de 0.1" (2,54mm).

A continuación, se da a conocer los valores de CBR, de acuerdo a su clasificación general, los usos para el tipo de suelo basados los dos sistemas de clasificación.

Tabla 8: Sistema de clasificación de suelos en base a los CBR.

No. CBR	Clasificación General	Usos	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN	
			Unificado	AASHTO
0 a 3	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 a 7	Pobre a regular	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 a 20	Regular	sub-base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7
20 a 50	Bueno	Base, sub-base	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Fuente: (Bowles, 1981).

2.3.6 CBR in Situ.

Se realiza este ensayo en el sitio para verificar los valores obtenidos en el laboratorio. Se emplea un gato hidráulico para la aplicación de las cargas, este equipo se coloca en el extremo del vehículo (camión tanque, remolque, etc.) y se va registrando las penetraciones del pistón.

Se toman medidas de densidad y humedad del suelo, cerca del sitio donde se realizaron las pruebas.



Ilustración 6: Ensayo de CBR in situ.

Elaborado por: Steven Ureña.

CAPÍTULO III

Marco Metodológico

3.1 Tipo de Estudio

Se ha planteado una investigación de tipo descriptivo y explicativo. En el contexto descriptivo se analiza cada una de las variables para determinar sus medidas de comportamiento de distribución normal, como una forma de describirla en el contexto de esta investigación. Es explicativa porque el análisis estadístico busca determinar la relación entre dos variables aleatorias correspondiente a los datos y características del fenómeno de estudio.

3.2 Población, Muestra y Muestreo

3.2.1 Población.

La zona donde se implementa el proyecto se encuentra en el sector Daular de Guayaquil, con mayor exactitud en el sector de las Mercedes, ubicado en la misma comuna. La comuna Daular tiene una superficie aproximada de 893,51m², posee un clima tropical que oscila entre los 22°C – 34°C, dependiendo de la época del año. La población de la comuna es de aproximadamente 800 familias.

Para la investigación se considera como población los registros de ensayos de campo y de laboratorio que en conjunto constituyen en 40 datos.

3.2.2 Muestra.

El número de muestras obtenidas es de 20, las muestras se toman del suelo natural y en secciones de corte a ambos lados de la carretera para eliminar la capa vegetal.

Se obtuvo una muestra intencional para el estudio, la cual selecciono datos de CBR de laboratorio y CBR de sitio, los datos analizados son 40 resultados de ensayos, 20 de CBR en laboratorio y 20 de CBR en sitio.

3.2.3 Muestreo.

En la presente investigación se analizan todos los valores representados en la muestra por lo que no se diseña un muestreo; sin embargo, en el siguiente cuadro se detallan las ubicaciones de las perforaciones realizadas en sitio, además del material obtenido para la realización de todos los ensayos en laboratorio.

Tabla 9: Coordenadas del ensayo CBR in situ en el sistema WGS-84.

Perforación No.	Este	Norte
1	597231	9742966
2	597176	9743049
3	597015	9743141
4	596762	9743144
5	597297	9743864
6	597452	9743767
7	597512	9743739
8	598444	9745033
9	598371	9745137
10	599579	9745451
11	600328	9745474
12	600652	9745760
13	599864	9744370
14	599709	9744128
15	599480	9744164
16	599146	9744541
17	599391	9743886
18	599221	9743137
19	599204	9743277
20	598904	9743375

Elaborado por: Steven Ureña.

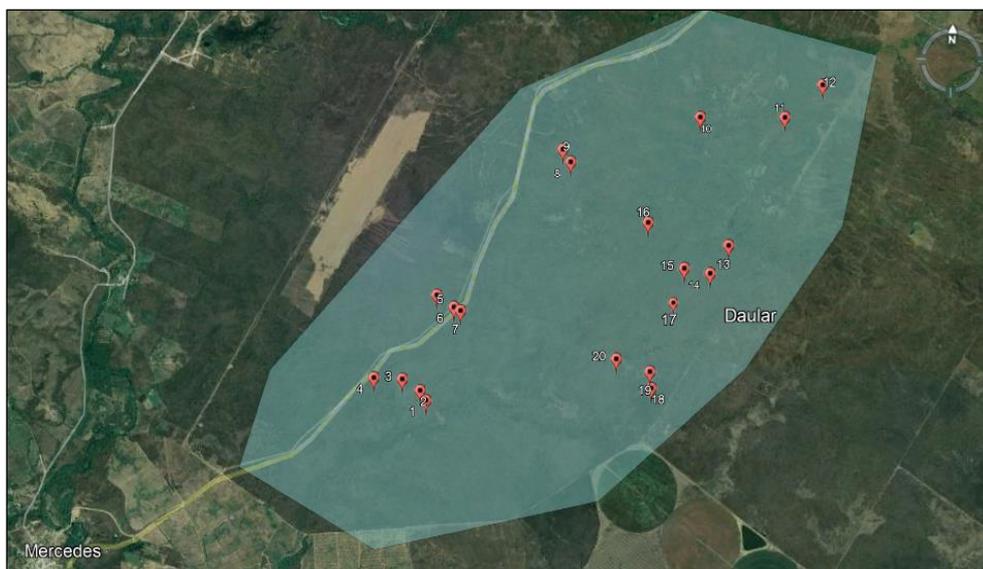


Ilustración 7: Ubicación de los ensayos CBR realizados in situ.

Fuente: (Google Earth, 2021).

3.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos

3.3.1 Límites de Atterberg.

3.3.1.1 Límite Líquido.

Este ensayo se lo realizó basado en la norma AASHTO T-89-90 y ASTM D 4318.

Instrumentos:

- Instrumento de Casagrande.
- Calibrador para instrumento de Casagrande.
- Pipeta con agua destilada.
- Tamiz N°40.
- Espátula.
- Acanaladores.
- Recipientes.
- Envase plástico para homogenizar el material.
- Balanza.

Procedimiento

Se toma una muestra de aproximadamente 50 gr., al material que pasa por el tamiz N°40.

Colocar las muestras en recipientes de plástico, de 15 a 20 c.c. agua y mezclar la muestra hasta obtener una masa homogénea. Continuar agregando agua en cantidades variables de 1 a 3 c.c., mezclando con una espátula después de cada adición.

Cuando se tenga una masa pareja y firme, poner una pequeña porción uniforme de masa sobre la copa, se usa una espátula para remover el material hasta que la superficie este homogénea, dejando no más de 1 cm de muestra en la copa, retirando el exceso. Dibujar un canal en el eje de la copa y el acanalador para dividir la muestra en dos partes iguales a lo largo del canal.

Al girar la manija, la copa de Casagrande sube y baja a dos revoluciones por segundo hasta que la muestra del canal se conecta a una longitud de $\frac{1}{2}$ pulgada. Registrar el número de golpes en el momento en que las muestras se hayan unido.

Tomar la muestra aproximadamente perpendicular al ancho de la espátula, perpendicular al canal y colocarla en un recipiente. Pesar el recipiente con su contenido y registrar el peso. Luego se lleva la muestra al horno a temperatura constante 110°C por 24h y luego se toma su peso.

Homogenizar quitando el exceso de material de la copa y agregándolo a la masa. La copa y el acanalador deben lavarse y secarse para antes de continuar con el siguiente punto.

Este proceso se repite 3 veces, agregando una mínima cantidad de agua para alcanzar una resistencia blanda en cada punto a realizar.



Ilustración 8: Ensayo límite líquido.

Elaborado por: Steven Ureña.

3.3.1.2 Límite Plástico.

Este ensayo se lo realizó basado en la norma AASHTO T-89-90 y ASTM D 4318.

Instrumentos:

- Vidrio esmerilado para amasado y elaboración de hebras para limite plástico.
- Espátula.
- Recipientes.
- Envase plástico.
- Balanza con sensibilidad de 0,01 gr.

Procedimiento

Tomar aproximadamente una muestra de 8gr., previamente humectada en base a las normas AASHTO T-89.

Se amasa la muestra en la superficie del vidrio, hasta lograr formar un rollo uniforme.

Cuando el rollo tenga 3mm de diámetro, dividirlo en 6 u 8 partes y amasar hasta darle forma ovalada.

La forma en que se descomponen las muestras depende del tipo de suelo; en algunos suelos se parten en varios pedazos, mientras que en otros forman una capa tubular que comienza a partirse por los extremos hasta llegar al centro y disgregarse en varios fragmentos. Cuando la arcilla se acerca al límite plástico, se endurece y se rompe en varios pedazos de 6 a 9 mm de largo.

Los fragmentos de la línea de fractura se recogen y se recogen en un recipiente. Pesar la muestra en el recipiente y registrar el valor. Posteriormente, la muestra se seca en el horno a 110°C.



Ilustración 9: Ensayo límite plástico.

Elaborado por: Steven Ureña.

3.3.2 Análisis Granulométrico Por Tamizado.

Este ensayo se lo realizó basado en la norma AASHTO T-88-70 y ASTM D422-63.

Instrumentos:

- Balanza de 0.1 gr. de sensibilidad.
- Horno.
- Tamices:



Ilustración 10: Tamices para ensayo granulométrico.

Elaborado por: Steven Ureña.

Análisis con Lavado (vía húmeda)

Procedimiento

Se pone la muestra en una vasija con agua y se deja remojar por un periodo de 2 a 12 horas, dependiendo del tipo de suelos, con la finalidad de que el material se desintegre.

Vaciar el contenido del recipiente por el tamiz No. 200, lavando bien el material para que todo el material fino pase por el tamiz. El material retenido se traslada a un recipiente donde se lava el tamiz con agua destilada, se coloca en un horno y cuando se seca se registra su peso.

Se coloca el juego de tamices desde el No. 3/8 en la parte superior hasta la No. 200 en la parte inferior.

Se vierte la muestra en los tamices, se agita todo el juego de tamices, horizontalmente con movimientos de rotación y verticalmente ejerciendo golpes.

Se separa cada tamiz vaciando la fracción de suelo que ha sido retenida en ella vaciándola en un papel limpio. Las partículas que se han quedado atrapadas en la rejilla de las mallas, no es conveniente forjarlas a pasar a través de ella.

Se pesa la fracción de la muestra retenida en cada uno de los tamices, se registra el valor del peso de la muestra por cada malla.

3.3.3 Proctor Modificado.

Este ensayo se lo realizó basado en la norma AASHTO T-180.

Instrumentos:

- Tamiz No. 3/4.
- Martillo compactador de 10 libras con caída de 18 pulgadas.
- Cilindros o moldes, con base y collar.
- Bandejas metálicas.
- Regla metálica.

Procedimiento

Se esparce el material traído del sitio y se deja secar al ambiente, se tamiza por la malla $\frac{3}{4}$.

Dividir el material en cuatro partes iguales, cada muestra con un peso de 25000 gramos.

Tomar la primera parte del material y agregar agua hasta formar una masa homogénea, luego dividirla en cinco partes iguales, en función del Proctor modificado método elegido (C).

Se compacta la porción de material con el martillo, ejecutando 25 golpes por cada capa. Cabe señalar que cada capa compactada debe tener aprox. 1 pulgada de espesor.

Una vez compactada las cinco capas, se procede a retirar el collar, y a enrasar con la ayuda de la regla metálica, luego se pesan los moldes con el suelo compactado para poder determinar más tarde la densidad húmeda.

Retirar la muestra del material compactado, con la finalidad de obtener el contenido de humedad.

Siguiendo el mismo proceso para todas las muestras restantes de 2500 gramos, el contenido de humedad aumentara hasta alcanzar la máxima densidad seca y la humedad óptima.



Ilustración 11: Ensayo Proctor Modificado.

Elaborado por: Steven Ureña.

3.3.4 Relación de Soporte de California – CBR.

Esta prueba se lo realizó de acuerdo con la norma ASTM D-1883.

Instrumentos:

- Prensa hidráulica.
- Molde cilíndrico metálico.
- Base del molde.
- Collar.
- Disco espaciador.
- Papel filtro del diámetro del disco espaciador.

- Aparato medidor de expansión, conformado por un trípode que lleva un dial de aproximación 0.025mm (0.001”).
- Sobrecargas (pesas).
- Placa perforada con vástago.
- Enrasador.
- Dos diales.
- Horno.
- Una balanza de 20 kg de capacidad y otra de 100 gr de capacidad.

Procedimiento

Se toma 3 muestras de material, cada muestra con un peso de 5kg correspondiente a cada molde CBR, con un total de 15kg de material para la ejecución del ensayo.

Se tomó la primera muestra, se adicionó contenido de humedad óptimo (obtenido de la prueba Proctor modificado), se homogenizó la muestra y se dividió en 5 partes, siendo cada parte compactada con 12 golpes.

Después de 5 capas, se retiró el collar y se recortó la muestra superficialmente.

El molde se desmontó y se volvió a montar en sentido contrario, se quitaron los espaciadores, se colocó papel filtro y se registró su peso.

La energía de compactación se controlará con 25 golpes para la segunda muestra por cada capa y 55 golpes para la tercera muestra por cada capa.

Colocar una placa perforada con varillas en la superficie de cada muestra invertida y colocar una sobrecarga o peso (mayor o igual a 4,54 kg) sobre ella.

Colocar el trípode con la escala o dial en el molde, ajustarlo en la placa, anotar la lectura y retirar el trípode, para luego ser sumergido en agua.

Se sumergen los 3 moldes en una piscina para el efecto de la inmersión de los moldes en agua.

Dejar que el molde se sature completamente durante 4 días. Al cuarto día, colocar el trípode con el día y registrar su lectura. Obteniendo así la diferencia entre la lectura antes y después de sumergir.

Después del periodo de inmersión, retirar el molde de la piscina, verter el agua del molde, con la finalidad de que el molde se escurra durante 15 minutos. Retirar la sobrecarga, las placas y el papel de filtro y registrar su peso.

Colocar el peso en la muestra.

Colocar el molde en la prensa y ajustar el pistón de perforación, el dial de presión y de deformación.

Cargar el pistón de penetración a velocidad constante de 0.05 pulgadas por minuto.

Finalmente, desmontar el cilindro, tomar una muestra de la capa superior para calcular su porcentaje de humedad.



Ilustración 12: Lectura del hinchamiento a muestras del CBR de laboratorio.

Elaborado por: Steven Ureña.

3.3.5 Relación de Soporte de California – CBR in Situ.

Instrumentos:

- Gato hidráulico.
- Anillos de carga.

- Pistón perforante.
- Dial.
- Sobrecarga.
- Volqueta de 3 ejes (V3A) con un peso máximo de 27 toneladas.



Ilustración 13: Equipos para ensayo de CBR in situ.

Elaborado por: Steven Ureña.

Procedimiento

Preparar la superficie a medir, eliminar el material suelto del terreno y verificar que el área sea homogénea.

La volqueta se coloca de manera que la viga este en la superficie de prueba y el gato hidráulico por debajo de la viga.

Ubicar el gato hidráulico y conectar el anillo y comprobar los niveles.

Colocar una placa de 4,5 kg debajo del pistón de perforación para que el pistón descienda por el orificio central.

Fijar la arandela al pistón.

Nivelar en cero los diales.

Carga al pistón perforador a una velocidad de aprox. 1,3 mm por minuto. Registrar la lectura del anillo de carga para cada paso de penetración desde 0,64 mm hasta 12,70 mm de profundidad.

3.3.6 Métodos Estadísticos para Correlacionar Variables.

Los métodos usados para correlacionar la variable dependiente con la variable independiente, se detallan a continuación.

3.3.6.1 QQ-Plot.

Procedimiento:

- Ordenar los valores de las variables a correlacionar de forma ascendente (X_i).
- Construir un valor i , que va desde $i=1$, hasta $i=20$ (número total de muestras para una variable).

• Construir la probabilidad j . Como el número de muestras es mayor a 10, entonces $a = \frac{1}{2}$, por lo tanto, $j = \frac{1-\frac{1}{2}}{n}$.

- Calcular los cuantiles Y_i .
- Construir un diagrama de dispersión con los valores de (Y_i, X_i).

3.3.6.2 Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk.

Procedimiento:

- Plantear la hipótesis nula y la hipótesis alterna.
- Ordenar los valores de las variables a correlacionar de forma ascendente (X_i).
- Obtener la media aritmética \bar{X} .
- Obtener los pares en función del número de muestras.
- Tomar el valor del coeficiente α_i de las tablas de Shapiro-Wilk.
- Calcular los rangos de las muestras para X_i mayor y X_i menor.
- Calcular el coeficiente de Shapiro-Wilk.

- Obtener el nivel de significación para contraste de Shapiro-Wilk.
- Evaluar la regla de decisión.

3.3.6.3 Coeficiente de Correlación de Spearman.

Procedimiento:

- Calcular el rango (x), a las 20 muestras de la variable independiente, CBR in situ.
- Calcular el rango (y), a las 20 muestras de la variable dependiente, CBR de laboratorio.
- Restar los rangos (x-y) a cada una de las muestras.
- Elevar al cuadrado el resultado de cada muestra y generar la sumatoria total.
- Calcular el coeficiente de Spearman.
- Elaborar un diagrama de dispersión.
- Plantear pruebas de hipótesis.
- Calcular el valor correspondiente al estadístico de prueba (t).
- Obtener el valor crítico.
- Evaluar el criterio de decisión y la relación de correlación.

3.4 Plan de Procesamiento y Análisis

3.4.1 Plan de procesamiento.

Realizar pruebas de CBR en sitio según coordenadas previamente establecidas en la comuna Daular.

Por cada penetración realizada en sitio, obtener una muestra de aproximadamente 25 kg, las cuales serán analizadas en laboratorio.

A cada muestra de suelo se le realizara ensayo de contenido de humedad, límites de Atterberg, granulometría, Proctor modificado y CBR, basados en la normativa vigente.

Tabular los valores.

Elaborar tablas y gráficos que muestren la relación entre la variable de CBR en sitio y la variable CBR de laboratorio, para la presentación de resultados.

3.4.2 Plan de análisis de información.

Mediante un análisis estadístico evaluar las variables dependientes e independientes (CBR de laboratorio y CBR en sitio) respectivamente, para saber si cumplen o no con el criterio de normalidad.

Realizar gráficos “QQ-plot” entre las variables, con la finalidad de observar mediante los diagramas, si las muestras siguen un patrón lineal, para saber si existe normalidad o no.

Aplicar la prueba de Shapiro-Wilk, para afirmar de manera exacta mediante el coeficiente (W), si existe o no una distribución normal.

Calcular el coeficiente de Spearman (ρ), para saber si las variables están correlacionadas entre sí.

CAPÍTULO IV

Desarrollo del Tema

Para ejecutar la correlación entre los valores de las variables de CBR en sitio y CBR de laboratorio, fue necesario realizar un análisis estadístico entre ambas variables. Previo a la ejecución del análisis estadístico, se realizaron 20 penetraciones en distintos puntos de la comuna Daular a nivel de subrasante, con la finalidad de obtener los valores del CBR in situ. Una vez realizado el ensayo en sitio, se procedió a recolectar por cada penetración una muestra de suelo, con el propósito de analizarlas en laboratorio.

A cada muestra de suelo se le realizaron ensayos de laboratorio, con la finalidad de: caracterizar el comportamiento de los suelos mediante los límites de consistencia, clasificar el suelo según SUCS y AASHTO, obtener el porcentaje de humedad y la densidad seca máxima en base al ensayo Proctor modificado, conocer los valores de CBR en base a las densidades y penetraciones realizadas en laboratorio.

Una vez obtenidos los datos de CBR in sitio y CBR de laboratorio, se procedió a realizar gráficos de cuantil cuantil y Shapiro-Wilk, para verificar si las variables tenían normalidad, en nuestro caso las variables no cumplían con el criterio de normalidad, debido a esto se aplicó el método de correlación de Spearman, prueba estadística no paramétrica, con la finalidad de saber si existe o no correlación lineal entre ambas variables.

4.1 Parámetros Físicos y Mecánicos Obtenidos en Laboratorio y en Sitio.

Se proporciona una tabla resumen basada en los resultados obtenidos en los ensayos realizados tanto en sitio como en laboratorio.

Tabla 10: Resumen de los valores obtenidos en sitio y en laboratorio.

Muestras	Contenido de Humedad	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad	Clasificación de Suelos		Proctor Modificado		CBR de laboratorio		CBR in situ	
					SUCS	AASHTO	Contenido Óptimo de Humedad	Densidad Seca Máxima Kg/m ³	0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
1	5,01%	23,82%	8,62%	15,21%	SC	A-6(1)	9,29%	1987	12,50	11,00	9,25	10,71
2	2,43%	31,68%	14,33%	17,35%	GC	A-2-6(0)	8,02%	2092	15,40	15,60	13,80	15,25
3	1,70%	21,86%	10,10%	11,76%	GC	A-2-6(0)	7,97%	2095	23,00	25,00	13,10	15,90
4	1,87%	28,60%	9,55%	19,05%	GC	A-2-6(0)	7,93%	2096	22,20	22,00	11,20	14,40
5	9,71%	46,52%	18,23%	28,29%	CL	A-7-6(17)	15,90%	1756	2,54	2,78	8,02	7,90
6	6,35%	54,61%	16,74%	37,86%	CH	A-7-6(15)	13,56%	1813	1,54	1,54	7,79	8,76
7	9,75%	56,12%	25,91%	30,21%	CH	A-7-6(21)	15,62%	1753	3,00	1,65	9,30	8,80
8	3,54%	37,10%	15,57%	21,53%	CH	A-6(4)	12,53%	1901	8,50	7,40	10,88	12,01
9	8,63%	38,44%	15,08%	23,36%	CL	A-6(12)	11,52%	1876	7,50	6,60	8,60	8,55
10	8,84%	52,66%	17,38%	35,28%	CH	A-7-6(23)	18,21%	1683	2,10	1,90	8,60	10,30
11	7,48%	50,56%	17,36%	33,20%	CH	A-7-6(28)	18,83%	1687	2,52	2,30	8,09	8,98
12	3,25%	34,12%	15,36%	18,76%	SC	A-6(3)	10,70%	1952	12,00	10,00	10,23	11,14
13	7,21%	50,40%	18,40%	31,99%	CH	A-7-6(14)	18,41%	1601	8,00	6,90	9,45	9,76
14	8,53%	61,09%	17,70%	43,39%	CH	A-7-6(28)	14,75%	1739	8,20	6,90	9,25	9,85
15	5,36%	34,76%	15,22%	19,54%	CL	A-6(7)	11,02%	1894	8,20	7,00	8,21	8,33
16	7,38%	50,05%	26,81%	23,24%	CH	A-7-6(14)	13,55%	1819	8,00	6,80	9,58	10,71
17	5,61%	31,89%	16,92%	14,97%	CL	A-6(4)	12,11%	1857	8,00	6,90	8,51	8,25
18	10,29%	44,94%	26,95%	17,99%	CL	A-7-6(16)	16,50%	1673	2,35	2,10	7,96	7,68
19	8,89%	54,74%	28,42%	26,33%	CH	A-7-6(23)	13,23%	1823	3,60	3,00	9,60	10,10
20	9,76%	56,91%	26,94%	29,97%	CH	A-7-6(26)	17,18%	1682	2,60	2,40	7,98	8,12

Elaborado por: Steven Ureña.

4.2 Análisis Estadístico

Se procede a verificar si las variables de CBR in situ y CBR en laboratorio presentan una distribución normal, mediante parámetros estadísticos, método QQ-Plot y Shapiro-Wilk.

4.2.1 Parámetros Estadísticos.

Tabla 11: Parámetros estadísticos.

No. Muestras	CBR in situ 0,1"	CBR de laboratorio 0,1"
1	9,25	12,50
2	13,80	15,40
3	13,10	23,00
4	11,20	22,20
5	8,02	2,54
6	7,79	1,54
7	9,30	3,00
8	10,88	8,50
9	8,60	7,50
10	8,60	2,10
11	8,09	2,52
12	10,23	12,00
13	9,45	8,00
14	9,25	8,20
15	8,21	8,20
16	9,58	8,00
17	8,51	8,00
18	7,96	2,35
19	9,60	3,60
20	7,98	2,60
Media	9,47	8,09
Moda	9,25	8,00
Mediana	9,25	8,00
Desviación Estándar	1,67	6,32
Curtosis	1,74	1,01
Asimetría	1,46	1,21
Coeficiente Variabilidad	18%	78%

Máximo	13,80	23,00
Mínimo	7,79	1,54
Rango	6,01	21,46
Valores MAX y MIN de acuerdo a una Distribución Normal	14,48	27,06
	4,46	-10,88

Elaborado por: Steven Ureña.

4.2.2 Elaboración de Gráficos QQ-Plot.

A continuación, se analizan las muestras de CBR en sitio.

Tabla 12: Distribución normal inversa, para CBR in situ 0,1”.

CBR in Situ (Xi)	No. Muestras (i)	(j)	Dist. Normal Estándar Inversa (Yi)
7,79	1	0,03	-1,96
7,96	2	0,08	-1,44
7,98	3	0,13	-1,15
8,02	4	0,18	-0,93
8,09	5	0,23	-0,76
8,21	6	0,28	-0,60
8,51	7	0,33	-0,45
8,60	8	0,38	-0,32
8,60	9	0,43	-0,19
9,25	10	0,48	-0,06
9,25	11	0,53	0,06
9,30	12	0,58	0,19
9,45	13	0,63	0,32
9,58	14	0,68	0,45
9,60	15	0,73	0,60
10,23	16	0,78	0,76
10,88	17	0,83	0,93
11,20	18	0,88	1,15
13,10	19	0,93	1,44
13,80	20	0,98	1,96

Elaborado por: Steven Ureña.

Planteamiento de la hipótesis nula y alterna.

H₀= Si las muestras en el diagrama de dispersión siguen y se encuentran cerca de la línea de tendencia, los valores de CBR in situ 0,1" presentan una distribución normal.

H₁= Si las muestras en el diagrama de dispersión siguen y se encuentran cerca de la línea de tendencia, los valores de CBR in situ 0,1" No presentan una distribución normal.

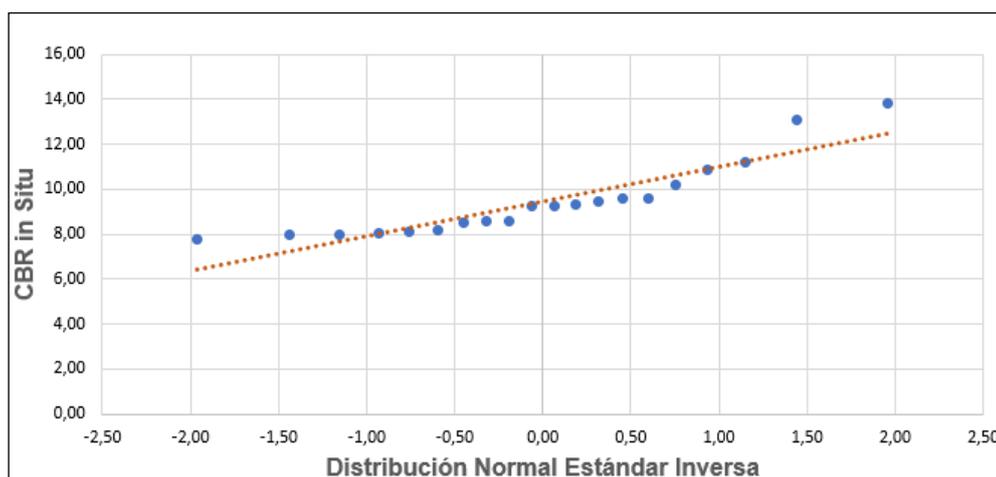


Ilustración 14: Diagrama QQ-Plot para CBR in situ 0,1".

Elaborado por: Steven Ureña.

Mediante el diagrama de dispersión para las muestras de CBR in situ para 0,1" de penetración, se observó que la data sigue una distribución normal, por lo que, **se acepta la hipótesis nula.**

A continuación, se analizan las muestras de CBR de laboratorio.

Tabla 13: Distribución normal inversa, para CBR de laboratorio 0,1".

CBR de Laboratorio (Xi)	No. Muestras (i)	(j)	Dist. Normal Estándar Inversa (Yi)
1,54	1	0,03	-1,96
2,10	2	0,08	-1,44
2,35	3	0,13	-1,15
2,52	4	0,18	-0,93
2,55	5	0,23	-0,76

2,60	6	0,28	-0,60
3,00	7	0,33	-0,45
3,60	8	0,38	-0,32
7,50	9	0,43	-0,19
8,00	10	0,48	-0,06
8,00	11	0,53	0,06
8,00	12	0,58	0,19
8,20	13	0,63	0,32
8,20	14	0,68	0,45
8,50	15	0,73	0,60
12,00	16	0,78	0,76
12,50	17	0,83	0,93
15,40	18	0,88	1,15
22,20	19	0,93	1,44
23,00	20	0,98	1,96

Elaborado por: Steven Ureña.

Planteamiento de la hipótesis nula y alterna.

H₀= Si las muestras en el diagrama de dispersión siguen y se encuentran cerca de la línea de tendencia, los valores de CBR de laboratorio 0,1" presentan una distribución normal.

H₁= Si las muestras en el diagrama de dispersión siguen y se encuentran cerca de la línea de tendencia, los valores de CBR laboratorio 0,1" No presentan una distribución normal.

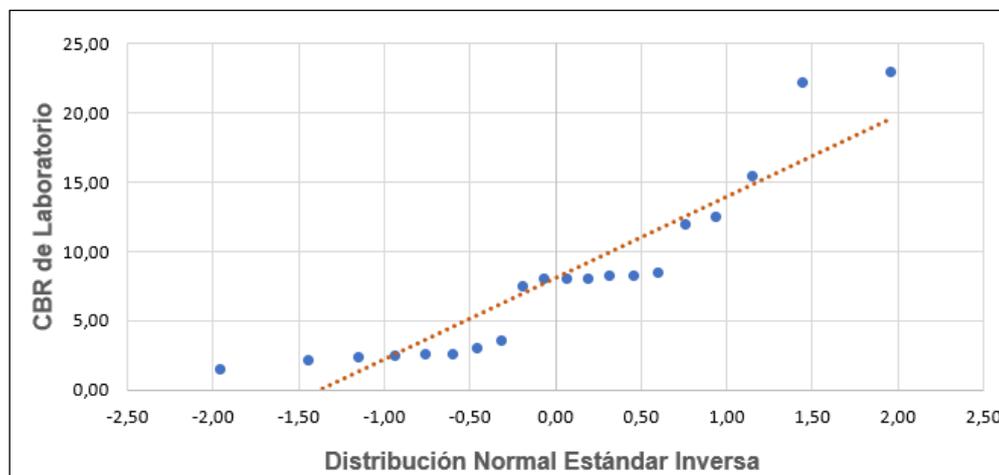


Ilustración 15: Diagrama QQ-Plot para CBR de laboratorio 0,1".

Elaborado por: Steven Ureña.

Mediante el diagrama de dispersión para las muestras de CBR de laboratorio para 0,1" de penetración, se observa que los valores No siguen una distribución normal, por ende, **se descarta la hipótesis nula.**

4.2.3 Elaboración de la Prueba de Shapiro-Wilk.

Debido a que el método de QQ-Plot no brinda las garantías exactas para saber si las variables siguen o no una distribución normal, ya que se analiza mediante gráficos, se procede a la ejecución de la prueba de Shapiro-Wilk, con la finalidad de saber de manera exacta, si nuestras variables tienen normalidad.

Prueba de Shapiro-Wilk para muestras de CBR in situ 0,1".

Planteamiento de la hipótesis nula y alterna.

H₀= Las muestras de CBR in situ a 0,1" de penetración, presentan una distribución normal.

H₁= Las muestras de CBR in situ a 0,1" de penetración, No presentan una distribución normal.

Establecer porcentajes para niveles de confianza y de significancia.

Nc= 95%.

Ns= 5%.

Tablas basadas en la obtención del coeficiente de Shapiro-Wilk.

Tabla 14: Parámetros para el coeficiente Shapiro-Wilk para CBR in situ.

i	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	7,79	-1,68	2,82
2	7,96	-1,51	2,28
3	7,98	-1,49	2,22
4	8,02	-1,45	2,10
5	8,09	-1,38	1,90
6	8,21	-1,26	1,59
7	8,51	-0,96	0,92
8	8,60	-0,87	0,76

9	8,60	-0,87	0,76
10	9,25	-0,22	0,05
11	9,25	-0,22	0,05
12	9,30	-0,17	0,03
13	9,45	-0,02	0,00
14	9,58	0,11	0,01
15	9,60	0,13	0,02
16	10,23	0,76	0,58
17	10,88	1,41	1,99
18	11,20	1,73	2,99
19	13,10	3,63	13,18
20	13,80	4,33	18,75
SUMATORIA			52,99
MEDIA ARITMÉTICA			9,47

Elaborado por: Steven Ureña.

Tabla 15: Parámetros del estadístico de prueba para CBR in situ.

Pruebas	α_i	Xmay	Xmen	(Xmay – Xmen)	$\alpha_i * (Xmay – Xmen)$
1	0,47	13,80	7,79	6,01	2,85
2	0,32	13,10	7,96	5,14	1,65
3	0,26	11,20	7,98	3,22	0,83
4	0,21	10,88	8,02	2,86	0,60
5	0,17	10,23	8,09	2,14	0,36
6	0,13	9,60	8,21	1,39	0,19
7	0,10	9,58	8,51	1,07	0,11
8	0,07	9,45	8,60	0,85	0,06
9	0,04	9,30	8,60	0,70	0,03
10	0,01	9,25	9,25	0,00	0,00
Sumatoria					6,66

Elaborado por: Steven Ureña.

Cálculo del coeficiente estadístico de prueba Shapiro-Wilk (W).

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i (X_{mayor} - X_{menor}))^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$W = \frac{(6,66)^2}{52,99}$$

$$W = 0,837$$

Obtención del Valor Crítico (V_c).

$V_c = 0,905$. Valor obtenido de las tablas de Shapiro-Wilk, en base al nivel de significancia (5%) y al número de muestras (20).

Toma de decisión.

Si, $W < V_c$. H_0 se rechaza.

Si, $W > V_c$. H_0 se acepta.

$W (0,837) < V_c (0,905)$. **Ho se rechaza.** Se concluye que las muestras de la variable CBR in situ **no** siguen una distribución normal.

Prueba de Shapiro-Wilk para muestras CBR de laboratorio 0,1”.

Planteamiento de la hipótesis nula y alterna.

Ho= Las muestras CBR de laboratorio a 0,1” de penetración, presentan una distribución normal.

H1= Las muestras CBR de laboratorio a 0,1” de penetración, No presentan una distribución normal.

Establecer porcentajes para niveles de confianza y de significancia.

$N_c = 95\%$.

$N_s = 5\%$.

Tablas basadas en la obtención del coeficiente de Shapiro-Wilk.

Tabla 16: Parámetros del coeficiente Shapiro-Wilk para CBR de laboratorio.

i	X_i	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	1,54	-6,55	42,87
2	2,10	-5,99	35,85
3	2,35	-5,74	32,92
4	2,52	-5,57	31,00
5	2,55	-5,54	30,72
6	2,60	-5,49	30,12
7	3,00	-5,09	25,89
8	3,60	-4,49	20,14
9	7,50	-0,59	0,35

10	8,00	-0,09	0,01
11	8,00	-0,09	0,01
12	8,00	-0,09	0,01
13	8,20	0,11	0,01
14	8,20	0,11	0,01
15	8,50	0,41	0,17
16	12,00	3,91	15,31
17	12,50	4,41	19,47
18	15,40	7,31	53,47
19	22,20	14,11	199,16
20	23,00	14,91	222,38
SUMATORIA			759,85
MEDIA			8,09

Elaborado por: Steven Ureña.

Tabla 17: Parámetros del estadístico de prueba para CBR de laboratorio.

Pruebas	α_i	Xmay	Xmen	(Xmay – Xmen)	$\alpha_i * (Xmay – Xmen)$
1	0,47	23,00	1,54	21,46	10,16
2	0,32	22,20	2,10	20,10	6,45
3	0,26	15,40	2,35	13,05	3,35
4	0,21	12,50	2,52	9,98	2,08
5	0,17	12,00	2,55	9,46	1,59
6	0,13	8,50	2,60	5,90	0,79
7	0,10	8,20	3,00	5,20	0,53
8	0,07	8,20	3,60	4,60	0,33
9	0,04	8,00	7,50	0,50	0,02
10	0,01	8,00	8,00	0,00	0,00
				Sumatoria	25,30

Elaborado por: Steven Ureña.

Cálculo del coeficiente estadístico de prueba Shapiro-Wilk (W).

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (\alpha_i (X_{mayor} - X_{menor}))^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

$$W = \frac{(25,30)^2}{759,85}$$

$$W = 0,842$$

Obtención del Valor Crítico (V_c).

$V_c = 0,905$. Valor obtenido de las tablas de Shapiro-Wilk, en base al nivel de significancia (5%) y al número de muestras (20).

Toma de decisión.

Si, $W < V_c$. H_0 se rechaza.

Si, $W > V_c$. H_0 se acepta.

$W (0,842) < V_c (0,905)$. **Ho se rechaza.** Se concluye que las muestras de la variable CBR in situ **no** siguen una distribución normal.

4.2.4 Correlación entre Variables Mediante el Método de Spearman.

La tendencia de las variables analizadas no cumple con el criterio de normalidad, se optó por un método estadístico no paramétrico, Spearman.

Tabla 18: Rangos de la variable dependiente e independiente.

No. Muestras	CBR in situ 0,1" (X)	CBR lab. 0,1" (Y)	Rango (x)	Rango (y)	d	d ²
1	9,25	12,50	10,50	17,00	6,50	42,25
2	13,80	15,40	20,00	18,00	-2,00	4,00
3	13,10	23,00	19,00	20,00	1,00	1,00
4	11,20	22,20	18,00	19,00	1,00	1,00
5	8,02	2,55	4,00	5,00	1,00	1,00
6	7,79	1,54	1,00	1,00	0,00	0,00
7	9,30	3,00	12,00	7,00	-5,00	25,00
8	10,88	8,50	17,00	15,00	-2,00	4,00
9	8,60	7,50	8,50	9,00	0,50	0,25
10	8,60	2,10	8,50	2,00	-6,50	42,25
11	8,09	2,52	5,00	4,00	-1,00	1,00
12	10,23	12,00	16,00	16,00	0,00	0,00
13	9,45	8,00	13,00	11,00	-2,00	4,00
14	9,25	8,20	10,50	13,50	3,00	9,00
15	8,21	8,20	6,00	13,50	7,50	56,25

16	9,58	8,00	14,00	11,00	-3,00	9,00
17	8,51	8,00	7,00	11,00	4,00	16,00
18	7,96	2,35	2,00	3,00	1,00	1,00
19	9,60	3,60	15,00	8,00	-7,00	49,00
20	7,98	2,60	3,00	6,00	3,00	9,00
Suma						275,00

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del coeficiente de Spearman.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$\rho = 1 - \frac{6 * 275}{20(20^2 - 1)}$$

$$\rho = 0,793$$

Planteamiento de la hipótesis nula y alterna.

H₀= $\rho = 0$. No existe correlación lineal.

H₁= $\rho \neq 0$. Existe correlación lineal.

Cálculo del coeficiente estadístico de prueba.

$$t = \frac{\rho}{\sqrt{\frac{1 - \rho^2}{n - 2}}}$$

$$t = \frac{0,793}{\sqrt{\frac{1 - 0,793^2}{20 - 2}}}$$

$$t = 5,527$$

Cálculo del valor crítico.

Obtenemos el valor crítico mediante el inverso de dos colas de la distribución t student, en Excel (INV.T.2C). En función del porcentaje de significancia 5% y los grados de libertad 18.

V_c= 2,10.

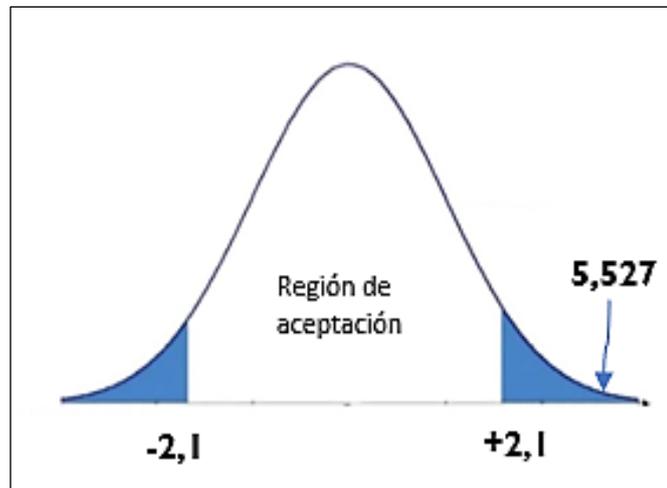


Ilustración 16: Distribución simétrica, forma de campana.

Elaborado por: Steven Ureña.

Criterio de decisión.

La hipótesis nula se rechaza, debido a que el estadístico de prueba es mayor que el valor crítico. Por lo tanto, existe correlación lineal.

A continuación, se presenta el diagrama de correlación entre la variable dependiente y la variable independiente, además de la ecuación y su coeficiente de determinación.

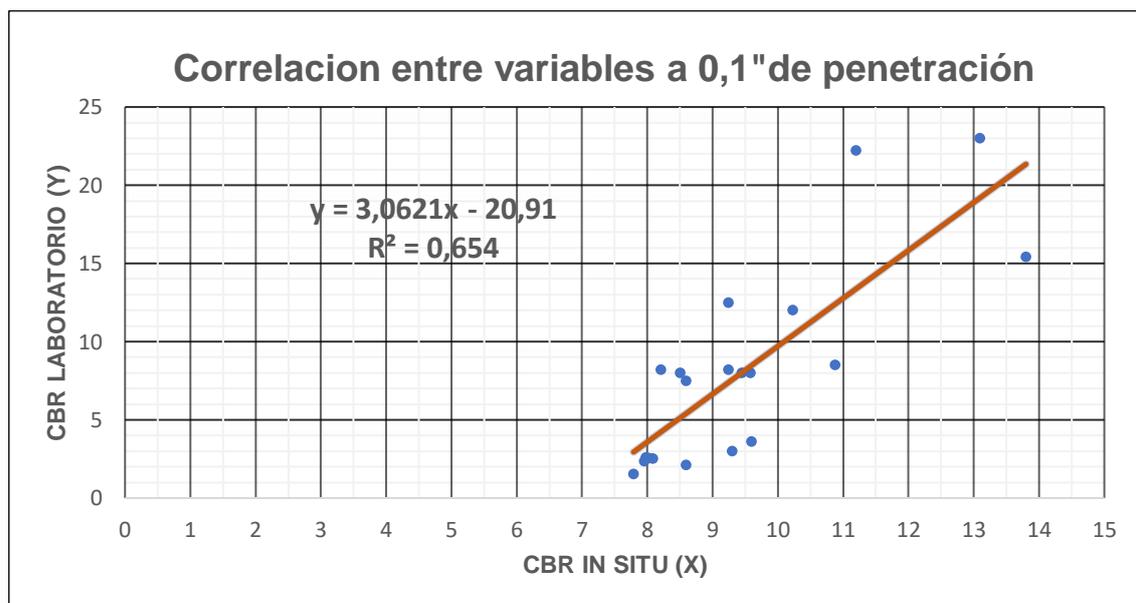


Ilustración 17: Diagrama de correlación entre variables.

Elaborado por: Steven Ureña.

Como resultado de la correlación se consiguió un coeficiente de Spearman de **0,793**, demostrando que existe una relación de correlación positiva muy fuerte según el rango de valores del coeficiente de Spearman.

En función de las dos variables analizadas, se obtuvo la siguiente ecuación lineal. $y = 3,0621x - 20,91$. En términos de la variable dependiente e independiente se tiene la siguiente ecuación en función del CBR in situ y CBR de laboratorio.

$$\mathbf{CBR_{Laboratorio} = 3,0621 * CBR_{In Situ} - 20,91.}$$

Con un coeficiente de determinación del **65.40%**.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

De acuerdo a la clasificación de suelos SUCS se obtuvo 15 muestras pertenecientes a suelo fino, de las cuales 5 son arcillas inorgánicas de baja plasticidad y 10 son arcillas inorgánicas de alta plasticidad. Las otras 5 muestras fueron de suelo grueso, entre ellas, 3 muestras de grava arcillosa y 2 de arenas arcillosa.

Los valores de CBR in situ oscilan entre el 7% y el 14% con una penetración de 0,1 pulgadas, según la clasificación general indica que es un suelo bueno para subrasante y un suelo regular si se lo desea usar como base.

Los valores de CBR de laboratorio a una penetración de 0,1 pulgadas indican que el suelo grueso se puede utilizar como subrasante e incluso como subbase, ya que se encuentran en un rango bueno para subrasante y regular a bueno para base. Para los suelos finos, equivale a un suelo pobre para ser usado como subrasante, lo que implica mejorar ese tipo de suelo.

Dentro de los parámetros estadísticos básicos para la evaluación de la existencia del criterio de normalidad, se obtuvo la media, mediana y moda, para 0,1" de penetración, tanto para los valores de sitio (9,47-9,25-9,25) como de laboratorio (8,09-8,00-8,00) respectivamente, concluyendo que no existe normalidad ya que los valores deben ser iguales. Se determinó la curtosis, dando como resultado 1,745 para sitio y 1,001 para laboratorio, concluyendo que los valores se encuentran dispersos; para que exista distribución normal los valores deben ser igual a 3,00 en nuestro estudio son menores que 3,00. Se obtuvo el valor de máximo y mínimo para sitio (13,80-7,79) y para laboratorio (23,00-1,54), donde fueron comparados con el valor máximo y mínimo calculado para una distribución normal, donde se determinó (14,48-4,46) para

sitio y (27,06-10,88) para laboratorio, concluyendo que los valores son diferentes por lo que una vez no existe normalidad.

Mediante los gráficos de QQ-Plot se observó que los valores de CBR in situ siguen la línea de tendencia por lo tanto existe una distribución normal, mientras que para los valores de CBR de laboratorio los valores se encuentran dispersos por lo que estos datos no siguen una distribución normal.

Como último parámetro estadístico para la evaluación de normalidad se obtuvo la prueba de Shapiro-Wilk, con la finalidad de obtener un valor exacto entre las variables estudiadas. Donde si el coeficiente de Shapiro-Wilk es menor al valor crítico, según la hipótesis planteada los valores no siguen una distribución normal, por lo que se obtuvo un coeficiente de 0,838 y un valor crítico de 0,905 para sitio. Para laboratorio se obtuvo un coeficiente de 0,842 y un valor crítico de 0,905, demostrando así que el coeficiente de Shapiro-Wilk fue menor al valor crítico, por lo que se concluye de manera exacta que los datos tanto para CBR in situ y CBR de laboratorio no siguen una distribución normal.

Debido a que los valores de las variables estudiadas no siguen una distribución normal, se aplicó un método estadístico no paramétrico para correlacionar las variables, el coeficiente de Spearman. Donde se correlacionó la variable de CBR in situ y la variable de CBR de laboratorio para la penetración de 0,1 pulgadas, concluyendo que, si existe correlación lineal, en función de las hipótesis planteadas, con un porcentaje de aceptación del **79.32%** según el método de Spearman, dando una correlación positiva muy fuerte. Con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.6539$ y una ecuación de correlación: **$CBR_{Laboratorio} = 3.0621 * CBR_{In Situ} - 20.91$** .

5.2 Recomendaciones

Se recomienda utilizar esta ecuación como estimación de CBR de diseño, para suelos de estas características, con una humedad comprendida entre el 1% y 10%.

Se recomienda que para poder efectuar correlaciones entre una variable dependiente y otra independiente, se necesitaba conocer si los valores siguen una distribución normal, con la finalidad de saber que parámetros o métodos estadísticos aplicar.

Bibliografía

- Bowles, J. E. (1981). *Manual de Laboratorio de suelos en Ingeniería Civil*. Naucalpan de Juárez: McGraw-Hill.
- Castillo, S., & Lozano, E. (2007). QQ-Plot Normal. Los puntos de posición gráfica. *Ini Inv*, 2:a9, 1-20.
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (Septima ed.). Santa Fe: CENGAGE Learning.
- Flores, C., & Flores, K. (2021). PRUEBAS PARA COMPROBAR LA NORMALIDAD DE DATOS EN PROCESOS PRODUCTIVOS. *Ciencias Sociales y Humanísticas*, 84-88.
- Google Earth. (2021). *Google Earth*.
- Kelmansky, D. M. (2008). *ANÁLISIS DE DATOS*.
- Martínez, M., & Marí, M. (s.f.). *Parámetros Estadísticos de Posición, Dispersión y Forma*. Valencia.
- Mondragón, M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de intervención de fisioterapia. *Movimiento Científico*, 98-102.
- Terreros, C., & Moreno, V. (2015). *Mecánica de Suelos Laboratorio*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Villacorta, F. L. (2002). *NUEVA GUÍA DE DISEÑO MECANÍSTICA-EMPÍRICA PARA ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO*. Costa Rica.

Anexos

Contenido de Humedad a las 20 muestras de suelo.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL							
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS							
CARRERA INGENIERÍA CIVIL							
DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE CONTENIDO DE HUMEDAD A CADA MUESTRA DE SUELO							
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio					
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra
SECTOR:		Daular			REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.
NORMA:		ASTM D 2216-71			FECHA:		25/10/2021
MUESTRA No.		1	2	3	4	5	6
RECIPIENTE No.		11	E39	A4	I	H	8
PESO EN GRAMOS	Recipiente + peso humedo	447,15	852,80	855,44	838,20	624,60	206,43
	Recipiente + peso seco	428,81	834,56	842,28	823,99	575,00	195,99
	Agua	18,34	18,24	13,16	14,21	49,60	10,44
	Peso Recipiente	63,00	83,20	67,20	64,00	64,00	31,70
	Peso seco	365,81	751,36	775,08	759,99	511,00	164,29
	Contenido de agua W	5,01%	2,43%	1,70%	1,87%	9,71%	6,35%
MUESTRA No.		7	8	9	10	11	12
RECIPIENTE No.		EF	WF	P4	Y8	1000	G4
PESO EN GRAMOS	Recipiente + peso humedo	210,72	240,83	194,51	203,54	170,91	188,38
	Recipiente + peso seco	195,35	233,85	181,36	189,95	161,08	183,43
	Agua	15,37	6,98	13,15	13,59	9,83	4,95
	Recipiente	37,70	36,55	28,90	36,20	29,70	31,00
	Peso seco	157,65	197,30	152,46	153,75	131,38	152,43
	Contenido de agua W	9,75%	3,54%	8,63%	8,84%	7,48%	3,25%
MUESTRA No.		13	14	15	16	17	18
RECIPIENTE No.		Y	10	16	61	R	100
PESO EN GRAMOS	Recipiente + peso humedo	206,00	212,00	265,24	203,88	226,22	227,68
	Recipiente + peso seco	194,64	197,59	253,67	192,36	215,78	209,91
	Agua	11,36	14,41	11,57	11,52	10,44	17,77
	Recipiente	37,10	28,60	37,80	36,30	29,60	37,14
	Peso seco	157,54	168,99	215,87	156,06	186,18	172,77
	Contenido de agua W	7,21%	8,53%	5,36%	7,38%	5,61%	10,29%
MUESTRA No.		19	20				
RECIPIENTE No.		700	TN				
PESO EN GRAMOS	Recipiente + peso humedo	196,89	154,91				
	Recipiente + peso seco	183,88	143,82				
	Agua	13,01	11,09				
	Recipiente	37,50	30,20				
	Peso seco	146,38	113,62				
	Contenido de agua W	8,89%	9,76%				

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 1.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio

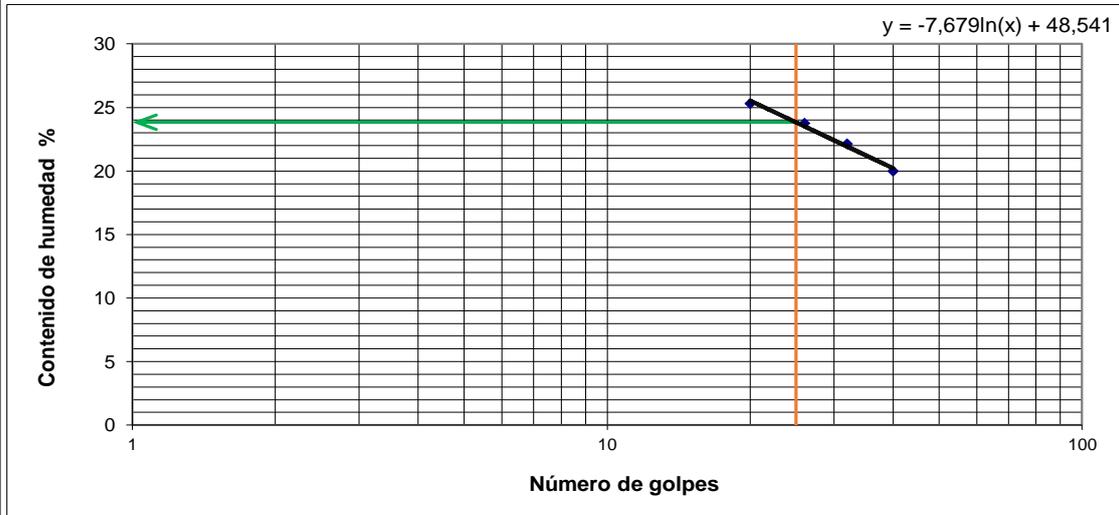
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil **ENSAYADO POR:** Sr. Rogger Steven Ureña Piedra

SECTOR: Daular **REVISADO POR:** Ing. David Stay Coello MS.c.

MUESTRA: 1 **FECHA:** 8/11/2021

NORMA: ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		A	4	115	L	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	26,79	28,60	27,78	30,19	
	Recipiente + Peso seco	23,60	25,22	24,74	27,66	
	Agua	Ww	3,19	3,38	3,04	2,53
	Recipiente		11,00	11,00	11,00	15,00
	Peso Seco	Ws	12,60	14,22	13,74	12,66
Contenido de Humedad (%)		W	25,3	23,77	22,13	19,98
Número de Golpes			20	26	32	40



LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		9	A6	19	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	15,86	16,00	15,91	
	Recipiente + Peso seco	14,92	15,06	15,00	
	Agua	Ww	0,94	0,94	0,91
	Recipiente		4,20	4,20	4,20
	Peso Seco	Ws	10,72	10,86	10,8
Contenido de Humedad		W	8,77	8,66	8,43

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

$W_L = 23,82 \%$

$W_P = 8,62 \%$

$I_P = 15,21 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 2.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		2		FECHA: 8/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		1	G	22	25	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	26,61	27,66	25,92	25,67	
	Recipiente + Peso seco	22,77	23,81	22,55	22,59	
	Agua	Ww	3,84	3,85	3,37	3,08
	Recipiente		11,30	11,40	11,00	11,10
	Peso Seco	Ws	11,47	12,41	11,55	11,49
Contenido de Humedad (%)		W	33,5	31,02	29,18	26,81
Número de Golpes			20	28	34	40

$y = -9,359\ln(x) + 61,808$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		2	6	22	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	15,84	15,77	15,85	
	Recipiente + Peso seco	14,61	14,58	14,64	
	Agua	Ww	1,23	1,19	1,21
	Recipiente		6,20	6,20	6,10
	Peso Seco	Ws	8,41	8,38	8,54
Contenido de Humedad		W	14,63	14,20	14,17

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

$W_L = 31,68 \%$

$W_P = 14,33 \%$

$I_p = 17,35 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 3.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		3		FECHA: 8/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		P7	A10	8	7	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	30,31	30,68	27,80	30,67	
	Recipiente + Peso seco	26,76	27,12	24,86	27,43	
	Agua	Ww	3,55	3,56	2,94	3,24
	Recipiente		11,30	11,00	11,00	11,30
	Peso Seco	Ws	15,46	16,12	13,86	16,13
Contenido de Humedad (%)		W	23,0	22,08	21,21	20,09
Número de Golpes		17	25	32	40	

Contenido de humedad %

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		22	8	17	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	12,10	11,97	11,98	
	Recipiente + Peso seco	11,37	11,26	11,26	
	Agua	Ww	0,73	0,71	0,72
	Recipiente		4,20	4,20	4,10
	Peso Seco	Ws	7,17	7,06	7,16
Contenido de Humedad		W	10,18	10,06	10,06

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

W_L = 21,86 %

W_P = 10,10 %

I_P = 11,76 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 4.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL																	
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA																	
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio																
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra														
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.														
MUESTRA:	4	FECHA:	9/11/2021														
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90																
LÍMITE LÍQUIDO																	
PASO No.		1	2	3	4												
Recipiente No.		Z	9	10	A14												
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		29,04	28,93	26,35	28,10											
	Recipiente + Peso seco		24,92	24,87	22,99	24,51											
	Agua	Ww	4,12	4,06	3,36	3,59											
	Recipiente		11,40	11,00	11,00	11,40											
	Peso Seco	Ws	13,52	13,87	11,99	13,11											
Contenido de Humedad (%)		W	30,5	29,27	28,02	27,38											
Número de Golpes			15	21	29	35											
$y = -3,676\ln(x) + 40,437$																	
LÍMITE PLÁSTICO																	
PASO No.		1	2	3													
Recipiente No.		H	4	A2													
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		11,23	11,21	11,49												
	Recipiente + Peso seco		10,60	10,63	10,84												
	Agua	Ww	0,63	0,58	0,65												
	Recipiente		4,20	4,20	4,20												
	Peso Seco	Ws	6,40	6,43	6,64												
Contenido de Humedad		W	9,84	9,02	9,79												
Observaciones:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad																
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Simbolo de la carta de Plasticidad <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto; text-align: center;"> CL </div> </div>		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">$W_L =$</td> <td style="width: 15%;">28,60</td> <td style="width: 15%;">%</td> <td style="width: 55%;"></td> </tr> <tr> <td>$W_P =$</td> <td>9,55</td> <td>%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$I_P =$</td> <td>19,05</td> <td>%</td> <td></td> </tr> </table>				$W_L =$	28,60	%		$W_P =$	9,55	%		$I_P =$	19,05	%	
$W_L =$	28,60	%															
$W_P =$	9,55	%															
$I_P =$	19,05	%															

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 5.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL					
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS					
CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.		
MUESTRA:	5	FECHA:	9/11/2021		
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90				

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		12	TH	4E	R	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	24,04	29,53	28,12	25,53	
	Recipiente + Peso seco	19,56	24,96	22,72	21,10	
	Agua	Ww	4,48	4,57	5,40	4,43
	Recipiente		11,00	15,80	11,20	11,00
	Peso Seco	Ws	8,56	9,16	11,52	10,10
Contenido de Humedad (%)		W	52,3	49,89	46,88	43,86
Número de Golpes			13	19	25	31

$y = -9,651\ln(x) + 77,586$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		21	9	25	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	12,42	12,09	12,34	
	Recipiente + Peso seco	11,45	11,18	11,39	
	Agua	Ww	0,97	0,91	0,95
	Recipiente		6,15	6,20	6,15
	Peso Seco	Ws	5,30	4,98	5,24
Contenido de Humedad		W	18,30	18,27	18,13

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

$W_L = 46,52 \%$

$W_P = 18,23 \%$

$I_P = 28,29 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 6.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL															
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA															
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio														
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra												
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.												
MUESTRA:	6	FECHA:	9/11/2021												
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90														
LÍMITE LÍQUIDO															
PASO No.		1	2	3	4										
Recipiente No.		A0	1	V	50										
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	31,45	28,15	26,50	29,25										
	Recipiente + Peso seco	25,42	23,23	22,27	24,27										
	Agua	Ww	6,03	4,92	4,23	4,98									
	Recipiente		14,70	14,00	13,80	13,40									
	Peso Seco	Ws	10,72	9,23	8,47	10,87									
Contenido de Humedad (%)		W	56,3	53,30	49,94	45,81									
Número de Golpes			22	28	34	40									
$y = -17,19\ln(x) + 109,94$															
LÍMITE PLÁSTICO															
PASO No.		1	2	3											
Recipiente No.		4	XX	18											
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,57	10,13	10,17											
	Recipiente + Peso seco	9,65	9,25	9,35											
	Agua	Ww	0,92	0,88	0,82										
	Recipiente		4,20	4,20	4,20										
	Peso Seco	Ws	5,45	5,05	5,15										
Contenido de Humedad		W	16,88	17,43	15,92										
Observaciones:	Arcilla inorgánica de alta plasticidad														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Simbolo de la carta de Plasticidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">CH</td> </tr> </table>		Simbolo de la carta de Plasticidad	CH	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_L =$</td> <td style="padding: 5px;">54,61</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_P =$</td> <td style="padding: 5px;">16,74</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I_P =$</td> <td style="padding: 5px;">37,86</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> </table>			$W_L =$	54,61	%	$W_P =$	16,74	%	$I_P =$	37,86	%
Simbolo de la carta de Plasticidad															
CH															
$W_L =$	54,61	%													
$W_P =$	16,74	%													
$I_P =$	37,86	%													

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 7.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA				
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio			
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:	7	FECHA:	10/11/2021	
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		K	13	K9	2H	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	31,28	29,33	32,28	30,67	
	Recipiente + Peso seco	24,85	23,58	26,37	24,67	
	Agua	W_w	6,43	5,75	5,91	6,00
	Recipiente		13,70	13,40	15,70	13,60
	Peso Seco	W_s	11,15	10,18	10,67	11,07
Contenido de Humedad (%)		W	57,7	56,48	55,39	54,20
Número de Golpes			15	24	33	41

$$y = -3,351\ln(x) + 66,906$$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		1	27	10	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,84	10,96	10,89	
	Recipiente + Peso seco	9,89	9,96	9,92	
	Agua	W_w	0,95	1,00	0,97
	Recipiente		6,20	6,10	6,20
	Peso Seco	W_s	3,69	3,86	3,72
Contenido de Humedad		W	25,75	25,91	26,08

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

W_L = 56,12 %

W_P = 25,91 %

I_P = 30,21 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 8.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.				
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.		
MUESTRA:	8	FECHA:	10/11/2021		
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90				

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		E2	L	41	100	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		31,00	31,60	25,80	29,66
	Recipiente + Peso seco		25,87	26,55	22,53	25,57
	Agua	Ww	5,13	5,05	3,27	4,09
	Recipiente		13,20	13,45	13,50	13,80
	Peso Seco		Ws	12,67	13,10	9,03
Contenido de Humedad (%)		W	40,5	38,55	36,21	34,75
Número de Golpes		13	21	29	37	

$y = -5,558\ln(x) + 54,991$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		1	13	18	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		10,26	10,08	10,43
	Recipiente + Peso seco		9,44	9,32	9,57
	Agua	Ww	0,82	0,76	0,86
	Recipiente		4,23	4,20	4,24
	Peso Seco		Ws	5,21	5,12
Contenido de Humedad		W	15,74	14,84	16,14

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CL

W_L = 37,10 %

W_P = 15,57 %

I_P = 21,53 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 9.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		9		FECHA: 10/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		20	L	41	100	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	26,28	31,60	25,80	29,66	
	Recipiente + Peso seco	22,33	26,55	22,53	25,57	
	Agua	Ww	3,95	5,05	3,27	4,09
	Recipiente		13,00	13,45	13,50	13,80
	Peso Seco	Ws	9,33	13,10	9,03	11,77
Contenido de Humedad (%)		W	42,3	38,55	36,21	34,75
Número de Golpes		16	24	32	40	

$y = -8,346\ln(x) + 65,305$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		A4	A1	20	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,32	10,48	10,51	
	Recipiente + Peso seco	9,52	9,64	9,70	
	Agua	Ww	0,80	0,84	0,81
	Recipiente		4,21	4,20	4,20
	Peso Seco	Ws	5,31	5,44	5,5
Contenido de Humedad		W	15,07	15,44	14,73

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CL

$W_L = 38,44 \%$

$W_P = 15,08 \%$

$I_P = 23,36 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 10.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL															
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA															
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.														
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra												
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.												
MUESTRA:	10	FECHA:	11/11/2021												
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90														
LÍMITE LÍQUIDO															
PASO No.		1	2	3	4										
Recipiente No.		B1	19	7	FX										
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		27,05	26,61	27,58	27,48									
	Recipiente + Peso seco		22,11	21,94	22,88	23,23									
	Agua	Ww	4,94	4,67	4,70	4,25									
	Recipiente		13,40	13,20	13,60	14,30									
	Peso Seco		8,71	8,74	9,28	8,93									
Contenido de Humedad (%)		W	56,7	53,43	50,65	47,59									
Número de Golpes		16	24	32	40										
$y = -9,78\ln(x) + 84,138$															
LÍMITE PLÁSTICO															
PASO No.		1	2	3											
Recipiente No.		H	A2	4											
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		10,58	10,51	10,56										
	Recipiente + Peso seco		9,61	9,58	9,64										
	Agua	Ww	0,97	0,93	0,92										
	Recipiente		4,20	4,20	4,20										
	Peso Seco		5,41	5,38	5,44										
Contenido de Humedad		W	17,93	17,29	16,91										
Observaciones:	Arcilla inorgánica de alta plasticidad														
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Simbolo de la carta de Plasticidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">CH</td> </tr> </table>		Simbolo de la carta de Plasticidad	CH	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_L =$</td> <td style="padding: 5px;">52,66</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_P =$</td> <td style="padding: 5px;">17,38</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I_P =$</td> <td style="padding: 5px;">35,28</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> </table>			$W_L =$	52,66	%	$W_P =$	17,38	%	$I_P =$	35,28	%
Simbolo de la carta de Plasticidad															
CH															
$W_L =$	52,66	%													
$W_P =$	17,38	%													
$I_P =$	35,28	%													

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 11.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL																
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA																
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.															
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra													
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.													
MUESTRA:	11	FECHA:	11/11/2021													
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90															
LÍMITE LÍQUIDO																
PASO No.		1	2	3	4											
Recipiente No.		B	R	AB	A2											
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	29,03	27,66	26,50	25,75											
	Recipiente + Peso seco	23,60	22,74	22,37	21,70											
	Agua	Ww	5,43	4,92	4,13	4,05										
	Recipiente		13,50	13,20	14,00	13,10										
	Peso Seco	Ws	10,10	9,54	8,37	8,60										
Contenido de Humedad (%)		W	53,8	51,57	49,34	47,09										
Número de Golpes		15	23	31	39											
$y = -6,883\ln(x) + 72,711$																
LÍMITE PLÁSTICO																
PASO No.		1	2	3												
Recipiente No.		2	9	6												
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,64	10,91	10,70												
	Recipiente + Peso seco	10,02	10,18	10,03												
	Agua	Ww	0,62	0,73	0,67											
	Recipiente		6,20	6,20	6,20											
	Peso Seco	Ws	3,82	3,98	3,83											
Contenido de Humedad		W	16,23	18,34	17,49											
Observaciones:	Arcilla inorgánica de alta plasticidad															
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Simbolo de la carta de Plasticidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">CH</td> </tr> </table>		Simbolo de la carta de Plasticidad	CH	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_L =$</td> <td style="padding: 5px;">50,56</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_P =$</td> <td style="padding: 5px;">17,36</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I_P =$</td> <td style="padding: 5px;">33,20</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> </table>				$W_L =$	50,56	%	$W_P =$	17,36	%	$I_P =$	33,20	%
Simbolo de la carta de Plasticidad																
CH																
$W_L =$	50,56	%														
$W_P =$	17,36	%														
$I_P =$	33,20	%														

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 12.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		12		FECHA: 11/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		A8	19	10	24	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		31,00	29,85	30,93	31,91
	Recipiente + Peso seco		26,36	25,53	26,73	27,18
	Agua	Ww	4,64	4,32	4,20	4,73
	Recipiente		13,70	13,40	14,60	13,10
	Peso Seco	Ws	12,66	12,13	12,13	14,08
Contenido de Humedad (%)		W	36,7	35,61	34,62	33,59
Número de Golpes		10	16	22	28	

$y = -2,916\ln(x) + 43,503$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		A6	22	8	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		10,16	10,14	10,10
	Recipiente + Peso seco		9,36	9,35	9,32
	Agua	Ww	0,80	0,79	0,78
	Recipiente		4,20	4,20	4,20
	Peso Seco	Ws	5,16	5,15	5,12
Contenido de Humedad		W	15,50	15,34	15,23

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CL

$W_L = 34,12 \%$

$W_P = 15,36 \%$

$I_P = 18,76 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 13.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.				
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.		
MUESTRA:	13	FECHA:	12/11/2021		
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90				

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		E	R	7X	TH	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	30,95	30,05	28,42	36,01	
	Recipiente + Peso seco	24,15	23,65	22,76	29,33	
	Agua	Ww	6,80	6,40	5,66	6,68
	Recipiente		11,10	11,00	11,40	15,80
	Peso Seco	Ws	13,05	12,65	11,36	13,53
Contenido de Humedad (%)		W	52,1	50,59	49,82	49,37
Número de Golpes			14	22	30	38

Contenido de humedad %

$y = -2,763\ln(x) + 59,293$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		6	P	12	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,06	10,13	10,20	
	Recipiente + Peso seco	9,13	9,19	9,32	
	Agua	Ww	0,93	0,94	0,88
	Recipiente		4,24	4,20	4,25
	Peso Seco	Ws	4,89	4,99	5,07
Contenido de Humedad		W	19,02	18,84	17,36

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

$W_L = 50,40 \%$

$W_P = 18,40 \%$

$I_P = 31,99 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 14.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA				
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:	14	FECHA:	12/11/2021	
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		F	4	X	P7	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	23,27	24,54	23,86	24,17	
	Recipiente + Peso seco	18,64	19,45	19,36	19,54	
	Agua	Ww	4,63	5,09	4,50	4,63
	Recipiente		11,20	11,00	11,60	11,30
	Peso Seco	Ws	7,44	8,45	7,76	8,24
Contenido de Humedad (%)		W	62,2	60,24	57,99	56,19
Número de Golpes			22	28	34	40

Contenido de humedad %

$y = -10,19\ln(x) + 93,891$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		25	21	24	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,11	10,00	10,20	
	Recipiente + Peso seco	9,55	9,39	9,58	
	Agua	Ww	0,56	0,61	0,62
	Recipiente		6,15	6,15	6,10
	Peso Seco	Ws	3,40	3,24	3,48
Contenido de Humedad		W	16,47	18,83	17,82

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CH

$W_L = 61,09 \%$

$W_P = 17,70 \%$

$I_P = 43,39 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 15.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		15		FECHA: 12/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		10	100	4E	P	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	27,89	28,27	29,38	27,35	
	Recipiente + Peso seco	23,36	23,74	24,77	23,51	
	Agua	Ww	4,53	4,53	4,61	3,84
	Recipiente		11,30	11,10	11,20	11,70
	Peso Seco	Ws	12,06	12,64	13,57	11,81
Contenido de Humedad (%)		W	37,6	35,84	33,97	32,51
Número de Golpes		14	22	30	36	

$y = -5,253\ln(x) + 51,669$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		A1	1	20	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,23	10,19	10,24	
	Recipiente + Peso seco	9,45	9,47	9,36	
	Agua	Ww	0,78	0,72	0,88
	Recipiente		4,23	4,20	4,20
	Peso Seco	Ws	5,22	5,27	5,16
Contenido de Humedad		W	14,94	13,66	17,05

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Simbolo de la carta de Plasticidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 2em;">CL</td> </tr> </table>	Simbolo de la carta de Plasticidad	CL	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>$W_L =$</td> <td>34,76</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>$W_P =$</td> <td>15,22</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>$I_P =$</td> <td>19,54</td> <td>%</td> </tr> </table>	$W_L =$	34,76	%	$W_P =$	15,22	%	$I_P =$	19,54	%
Simbolo de la carta de Plasticidad												
CL												
$W_L =$	34,76	%										
$W_P =$	15,22	%										
$I_P =$	19,54	%										

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 16.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL					
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS					
CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.			
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra	
SECTOR:		Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.	
MUESTRA:		16		FECHA: 12/11/2021	
NORMA:		ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90			

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		22	1B	8	17	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	28,55	25,05	27,64	26,49	
	Recipiente + Peso seco	22,54	20,38	22,12	21,47	
	Agua	Ww	6,01	4,67	5,52	5,02
	Recipiente		11,00	11,20	11,00	11,10
	Peso Seco	Ws	11,54	9,18	11,12	10,37
Contenido de Humedad (%)		W	52,1	50,87	49,64	48,41
Número de Golpes		14	21	29	37	

$y = -3,732\ln(x) + 62,065$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		1C	1	6	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,28	10,20	10,23	
	Recipiente + Peso seco	9,43	9,37	9,35	
	Agua	Ww	0,85	0,83	0,88
	Recipiente		6,20	6,20	6,20
	Peso Seco	Ws	3,23	3,17	3,15
Contenido de Humedad		W	26,32	26,18	27,94

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CH

W_L = 50,05 %

W_P = 26,81 %

I_P = 23,24 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 17.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL																
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS																
CARRERA INGENIERÍA CIVIL																
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA																
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.															
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra													
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.													
MUESTRA:	17	FECHA:	15/11/2021													
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90															
LÍMITE LÍQUIDO																
PASO No.		1	2	3	4											
Recipiente No.		7	6	z	12											
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	27,42	24,87	28,45	27,02											
	Recipiente + Peso seco	23,20	21,43	24,40	23,51											
	Agua	Ww	4,22	3,44	4,05	3,51										
	Recipiente		11,30	11,10	11,40	11,40										
	Peso Seco	Ws	11,90	10,33	13,00	12,11										
Contenido de Humedad (%)		W	35,5	33,30	31,15	28,98										
Número de Golpes		13	21	30	38											
$y = -5,9\ln(x) + 50,881$																
LÍMITE PLÁSTICO																
PASO No.		1	2	3												
Recipiente No.		13	A4	4												
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,79	10,46	10,08												
	Recipiente + Peso seco	9,83	9,54	9,25												
	Agua	Ww	0,96	0,92	0,83											
	Recipiente		4,20	4,21	4,20											
	Peso Seco	Ws	5,63	5,33	5,05											
Contenido de Humedad		W	17,05	17,26	16,44											
Observaciones:	Arcilla inorgánica de baja plasticidad															
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Simbolo de la carta de Plasticidad</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">CL</td> </tr> </table>		Simbolo de la carta de Plasticidad	CL	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_L =$</td> <td style="padding: 5px;">31,89</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$W_P =$</td> <td style="padding: 5px;">16,92</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I_P =$</td> <td style="padding: 5px;">14,97</td> <td style="padding: 5px;">%</td> </tr> </table>				$W_L =$	31,89	%	$W_P =$	16,92	%	$I_P =$	14,97	%
Simbolo de la carta de Plasticidad																
CL																
$W_L =$	31,89	%														
$W_P =$	16,92	%														
$I_P =$	14,97	%														

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 18.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL					
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS					
CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.				
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.		
MUESTRA:	18	FECHA:	15/11/2021		
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90				

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		115	1C	A	9X	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	26,39	28,56	27,81	27,14	
	Recipiente + Peso seco	21,39	23,08	22,60	22,41	
	Agua	W _w	5,00	5,48	5,21	4,73
	Recipiente		11,00	11,30	11,00	11,50
	Peso Seco	W _s	10,39	11,78	11,60	10,91
Contenido de Humedad (%)		W	48,1	46,52	44,91	43,35
Número de Golpes		11	19	27	35	

Contenido de humedad %

$y = -4,048\ln(x) + 58,068$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		A6	A2	4	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,44	10,43	10,34	
	Recipiente + Peso seco	9,13	9,11	9,02	
	Agua	W _w	1,31	1,32	1,32
	Recipiente		4,20	4,20	4,20
	Peso Seco	W _s	4,93	4,91	4,82
Contenido de Humedad		W	26,57	26,88	27,39

Observaciones: Arcilla inorgánica de baja plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CL

W_L = 44,94 %

W_P = 26,95 %

I_P = 17,99 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 19.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL			
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS			
CARRERA INGENIERÍA CIVIL			
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA			
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.		
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.
MUESTRA:	19	FECHA:	15/11/2021
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90		

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		15	G	17	10	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		28,60	28,66	28,16	24,75
	Recipiente + Peso seco		22,35	22,53	22,14	19,97
	Agua	Ww	6,25	6,13	6,02	4,78
	Recipiente		11,40	11,40	11,10	11,00
	Peso Seco		Ws	10,95	11,13	11,04
Contenido de Humedad (%)		W	57,1	55,08	54,53	53,29
Número de Golpes		13	21	29	37	

$y = -3,45\ln(x) + 65,849$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		7	18	H	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo		10,40	10,43	10,48
	Recipiente + Peso seco		9,01	9,08	9,08
	Agua	Ww	1,39	1,35	1,40
	Recipiente		4,20	4,20	4,20
	Peso Seco		Ws	4,81	4,88
Contenido de Humedad		W	28,90	27,66	28,69

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Símbolo de la carta de Plasticidad

CH

$W_L = 54,74 \%$

$W_P = 28,42 \%$

$I_P = 26,33 \%$

Elaborado por: Steven Ureña.

Límite Líquido y Límite Plástico a muestra 20.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA					
PROYECTO:	Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.				
UBICACIÓN:	Guayas, cantón Guayaquil	ENSAYADO POR:	Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR:	Daular	REVISADO POR:	Ing. David Stay Coello MS.c.		
MUESTRA:	20	FECHA:	15/11/2021		
NORMA:	ASTM D 4318 - AASHTO T89/T90				

LÍMITE LÍQUIDO						
PASO No.		1	2	3	4	
Recipiente No.		25	12	9	A14	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	25,90	25,61	24,45	31,02	
	Recipiente + Peso seco	20,06	20,15	19,82	24,53	
	Agua	Ww	5,84	5,46	4,63	6,49
	Recipiente		11,20	11,00	11,30	11,40
	Peso Seco	Ws	8,86	9,15	8,52	13,13
Contenido de Humedad (%)		W	65,9	59,67	54,34	49,43
Número de Golpes		14	22	30	38	

$y = -16,35\ln(x) + 109,54$

LÍMITE PLÁSTICO					
PASO No.		1	2	3	
Recipiente No.		18	6	2	
Peso en grs.	Recipiente + Peso húmedo	10,14	10,04	10,17	
	Recipiente + Peso seco	8,91	8,83	8,86	
	Agua	Ww	1,23	1,21	1,31
	Recipiente		4,24	4,24	4,20
	Peso Seco	Ws	4,67	4,59	4,66
Contenido de Humedad		W	26,34	26,36	28,11

Observaciones: Arcilla inorgánica de alta plasticidad

Simbolo de la carta de Plasticidad

CH

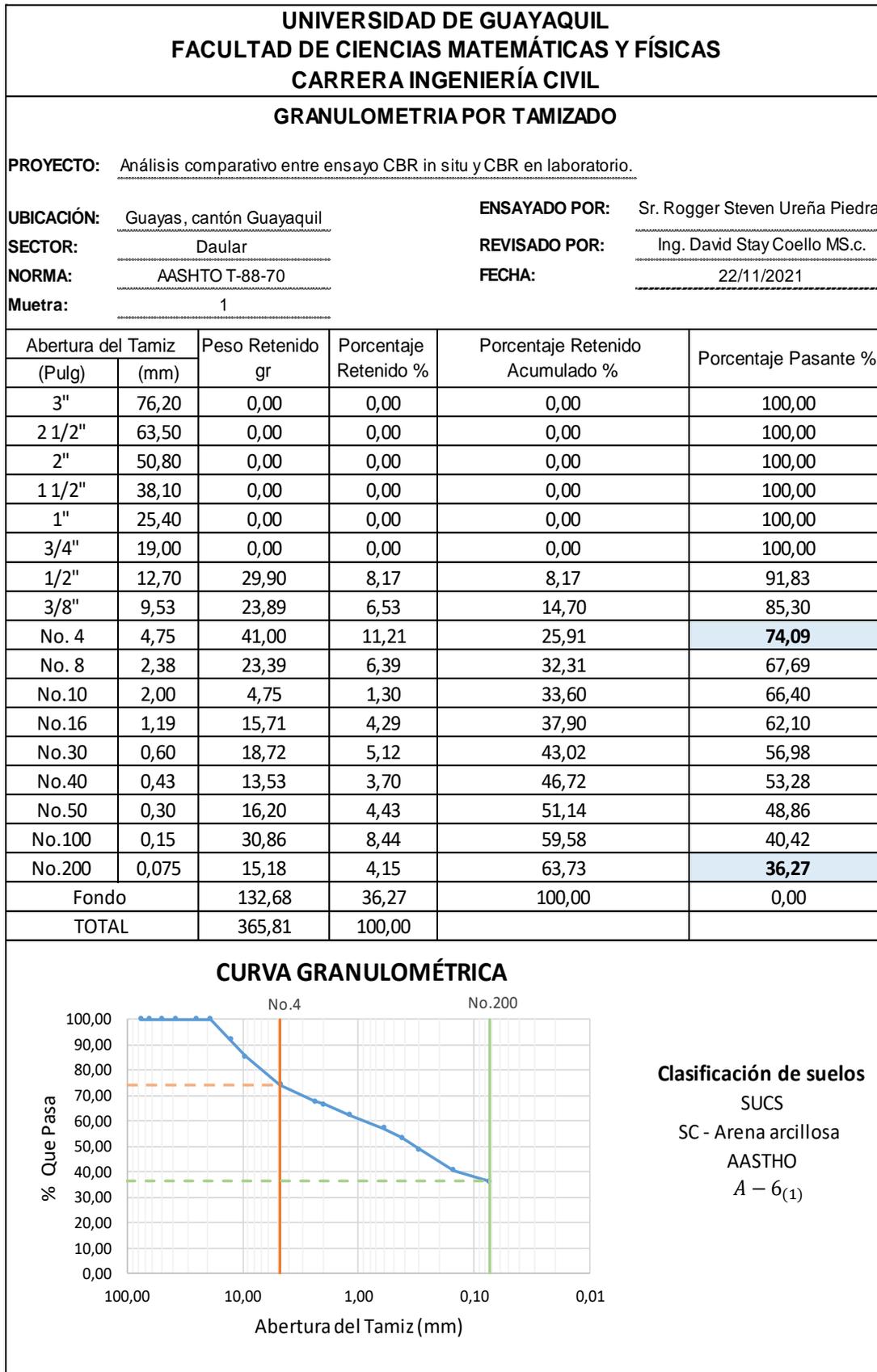
W_L = 56,91 %

W_P = 26,94 %

I_P = 29,97 %

Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 1.



Elaborado por: Steven Ureña.

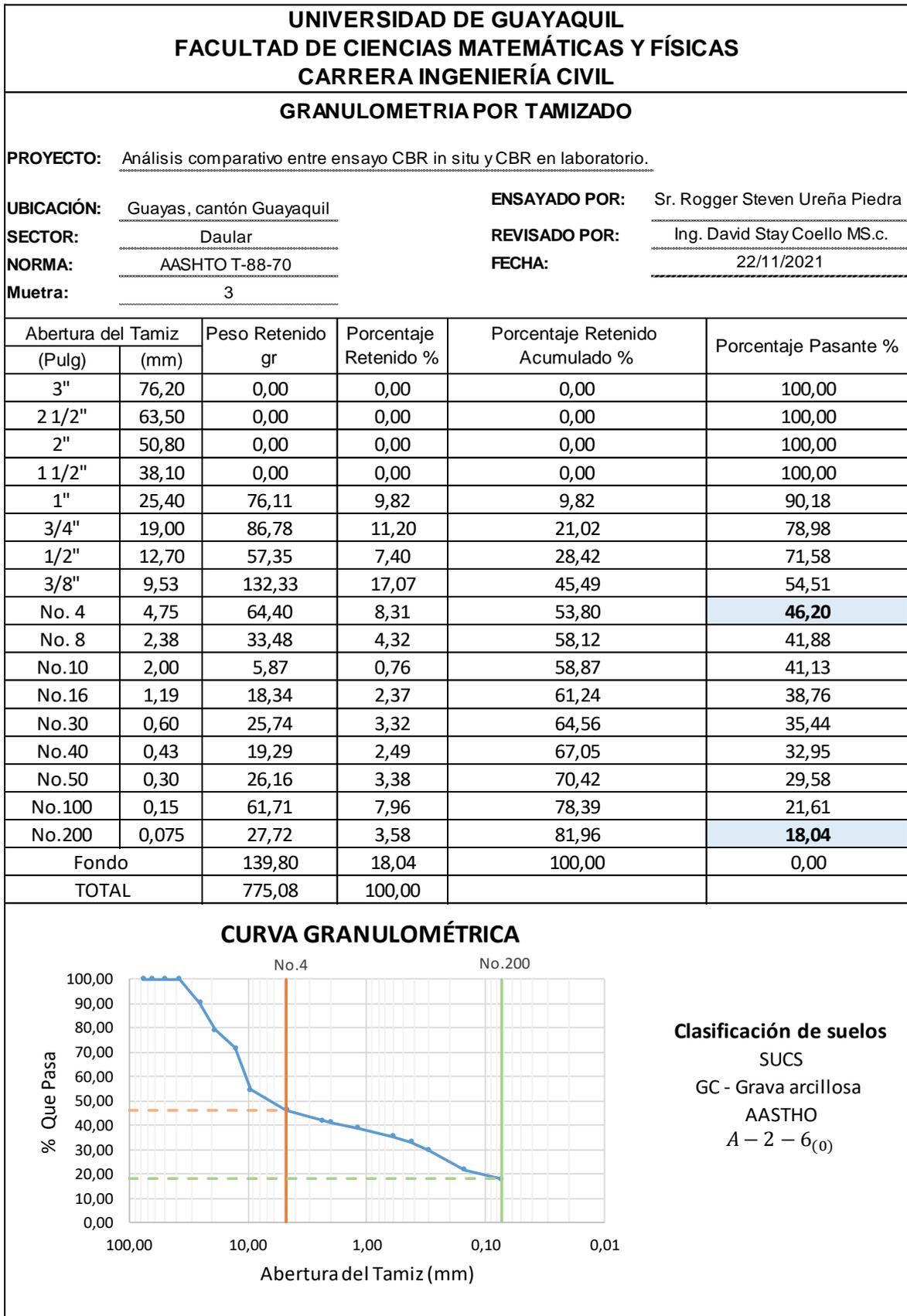
Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 2.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL					
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS					
CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil		ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra			
SECTOR: Daular		REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.			
NORMA: AASHTO T-88-70		FECHA: 22/11/2021			
Muestra: 2					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	83,26	11,08	11,08	88,92
3/4"	19,00	22,83	3,04	14,12	85,88
1/2"	12,70	28,69	3,82	17,94	82,06
3/8"	9,53	117,46	15,63	33,57	66,43
No. 4	4,75	124,77	16,61	50,18	49,82
No. 8	2,38	84,60	11,26	61,44	38,56
No.10	2,00	15,60	2,08	63,51	36,49
No.16	1,19	40,16	5,34	68,86	31,14
No.30	0,60	35,21	4,69	73,54	26,46
No.40	0,43	18,62	2,48	76,02	23,98
No.50	0,30	19,91	2,65	78,67	21,33
No.100	0,15	24,81	3,30	81,97	18,03
No.200	0,075	16,04	2,13	84,11	15,89
Fondo		119,40	15,89	100,00	0,00
TOTAL		751,36	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>Clasificación de suelos</p> <p>SUCS GC - Grava arcillosa</p> <p>AASTHO A - 2 - 6₍₀₎</p>

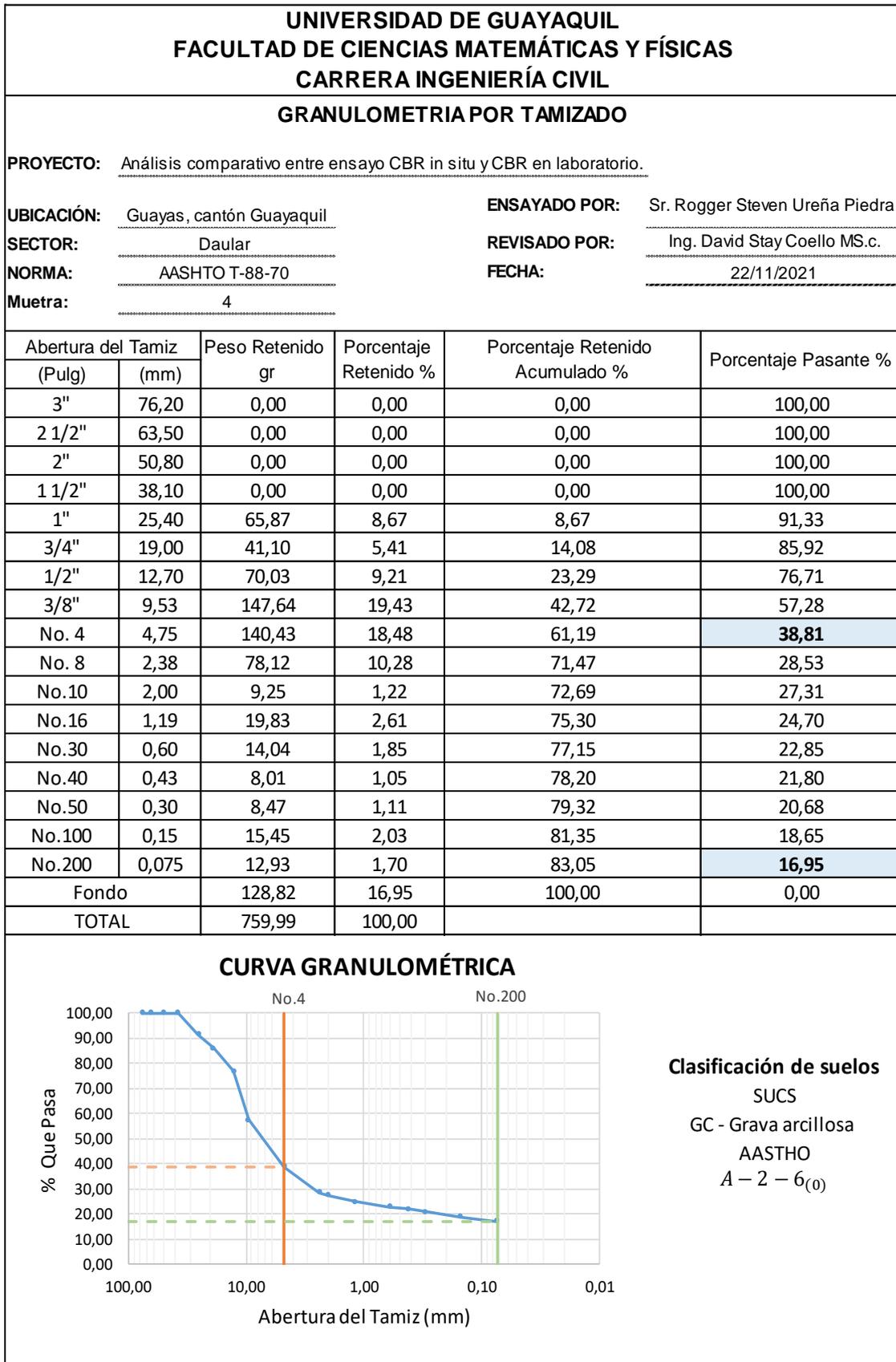
Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 3.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 4.



Elaborado por: Steven Ureña.

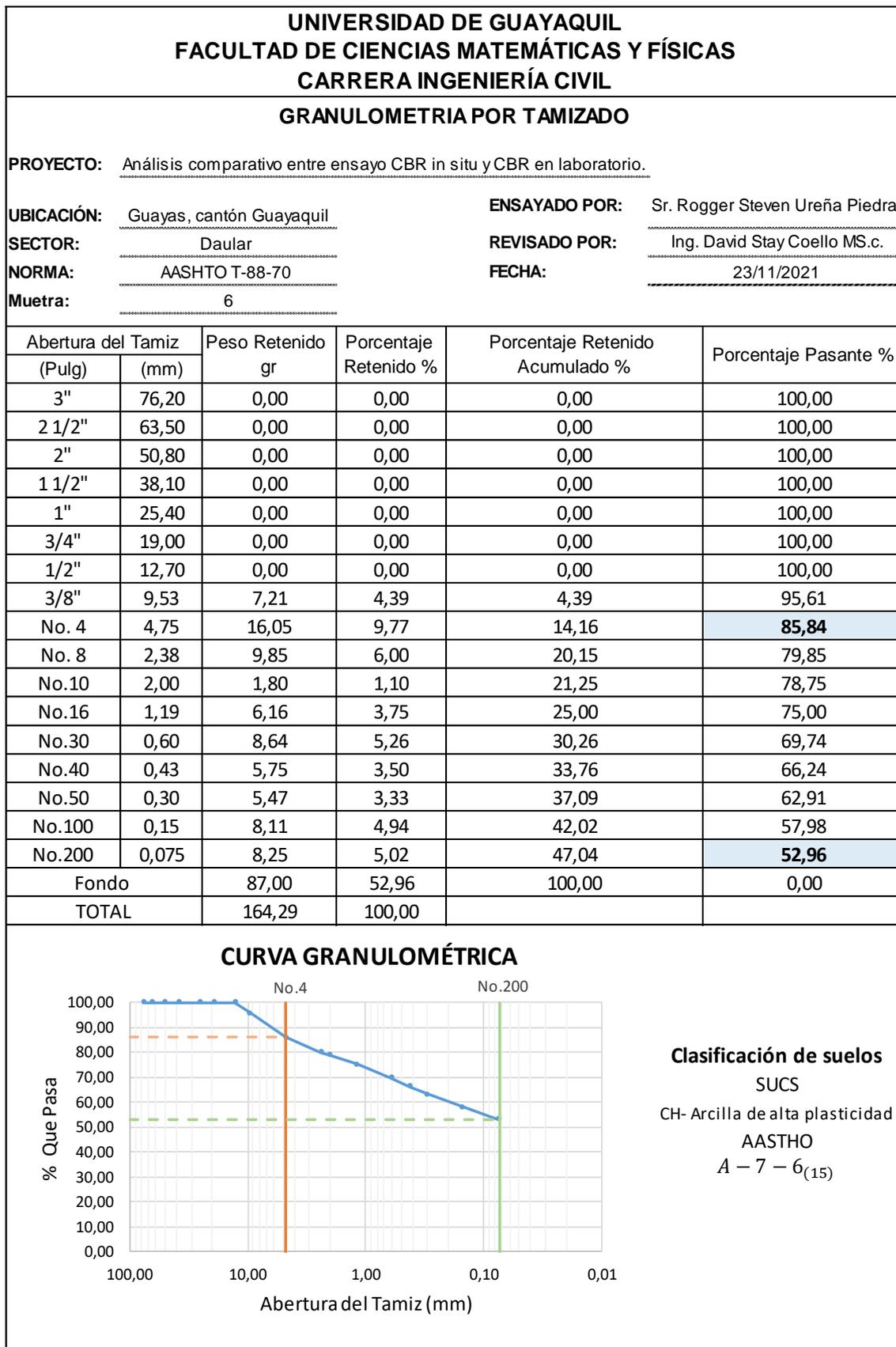
Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 5.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 23/11/2021		
Muestra: 5					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	36,32	7,11	7,11	92,89
3/8"	9,53	6,35	1,24	8,35	91,65
No. 4	4,75	15,64	3,06	11,41	88,59
No. 8	2,38	16,46	3,22	14,63	85,37
No.10	2,00	3,93	0,77	15,40	84,60
No.16	1,19	12,96	2,54	17,94	82,06
No.30	0,60	16,75	3,28	21,22	78,78
No.40	0,43	12,00	2,35	23,56	76,44
No.50	0,30	10,22	2,00	25,56	74,44
No.100	0,15	18,47	3,61	29,18	70,82
No.200	0,075	13,67	2,68	31,85	68,15
Fondo		348,23	68,15	100,00	0,00
TOTAL		511,00	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>Clasificación de suelos SUCS CL- Arcilla de baja plasticidad AASHTO A - 7 - 6₍₁₇₎</p>

Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 6.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 7.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: <u>Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.</u>					
UBICACIÓN: <u>Guayas, cantón Guayaquil</u>			ENSAYADO POR: <u>Sr. Rogger Steven Ureña Piedra</u>		
SECTOR: <u>Daular</u>			REVISADO POR: <u>Ing. David Stay Coello MS.c.</u>		
NORMA: <u>AASHTO T-88-70</u>			FECHA: <u>23/11/2021</u>		
Muestra: <u>7</u>					
Abertura del Tamiz (Pulg)	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	1,43	0,91	0,91	99,09
No. 4	4,75	5,42	3,44	4,35	95,65
No. 8	2,38	8,09	5,13	9,48	90,52
No.10	2,00	1,39	0,88	10,36	89,64
No.16	1,19	5,10	3,24	13,59	86,41
No.30	0,60	5,73	3,63	17,23	82,77
No.40	0,43	4,11	2,61	19,84	80,16
No.50	0,30	3,89	2,47	22,30	77,70
No.100	0,15	6,28	3,98	26,29	73,71
No.200	0,075	6,68	4,24	30,52	69,48
Fondo		109,53	69,48	100,00	0,00
TOTAL		157,65	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Clasificación de suelos
 SUCS
 CH- Arcilla de alta plasticidad
 AASTHO
 A - 2 - 6₍₂₁₎

Elaborado por: Steven Ureña.

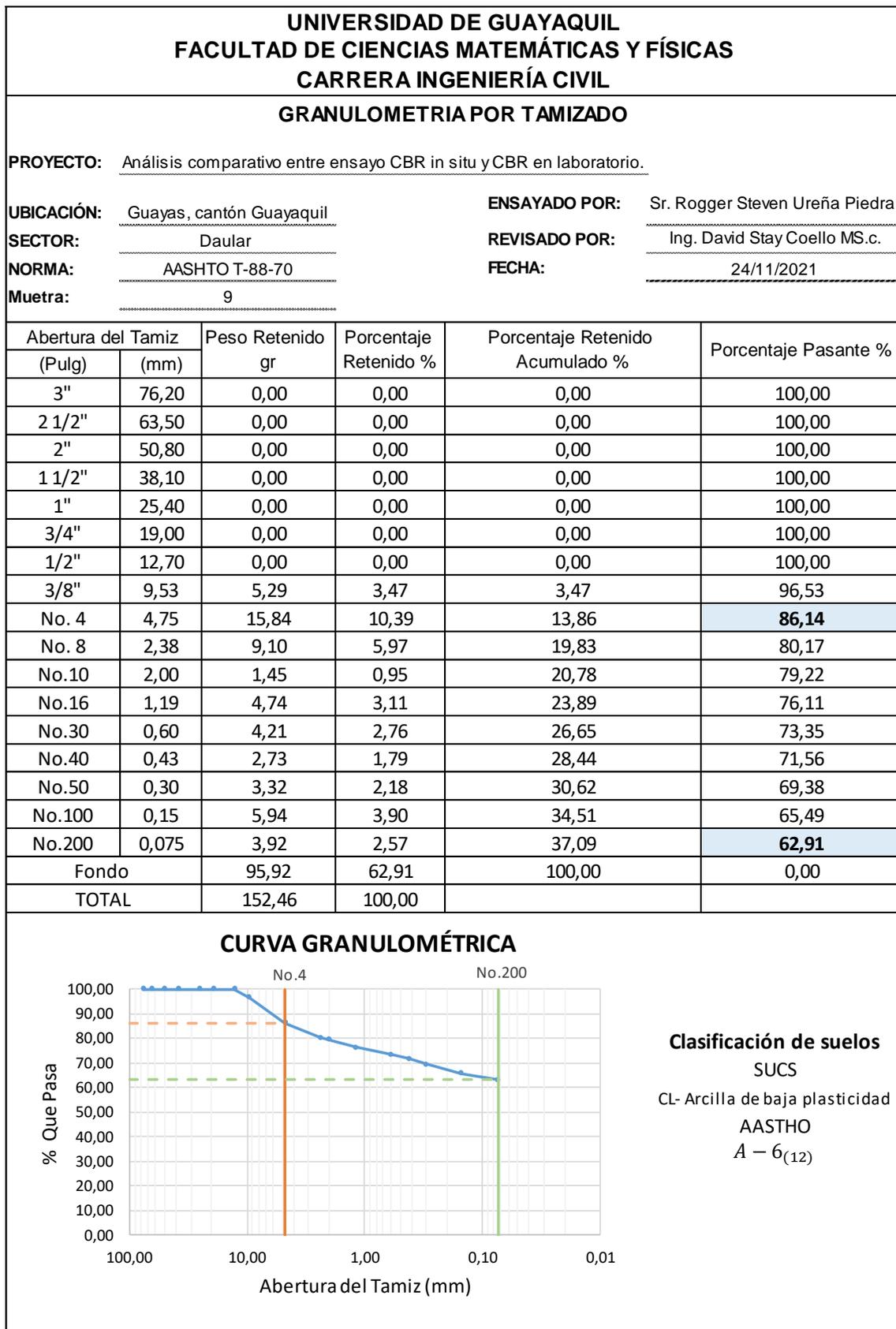
Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 8.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 23/11/2021		
Muestra: 8					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	5,28	2,68	2,68	97,32
No. 4	4,75	14,18	7,19	9,86	90,14
No. 8	2,38	22,98	11,65	21,51	78,49
No.10	2,00	5,20	2,64	24,15	75,85
No.16	1,19	19,63	9,95	34,10	65,90
No.30	0,60	18,68	9,47	43,56	56,44
No.40	0,43	8,50	4,31	47,87	52,13
No.50	0,30	8,04	4,08	51,95	48,05
No.100	0,15	8,80	4,46	56,41	43,59
No.200	0,075	5,83	2,95	59,36	40,64
Fondo		80,18	40,64	100,00	0,00
TOTAL		197,30	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>Clasificación de suelos</p> <p>SUCS CH- Arcilla de alta plasticidad</p> <p>AASTHO A – 6₍₄₎</p>

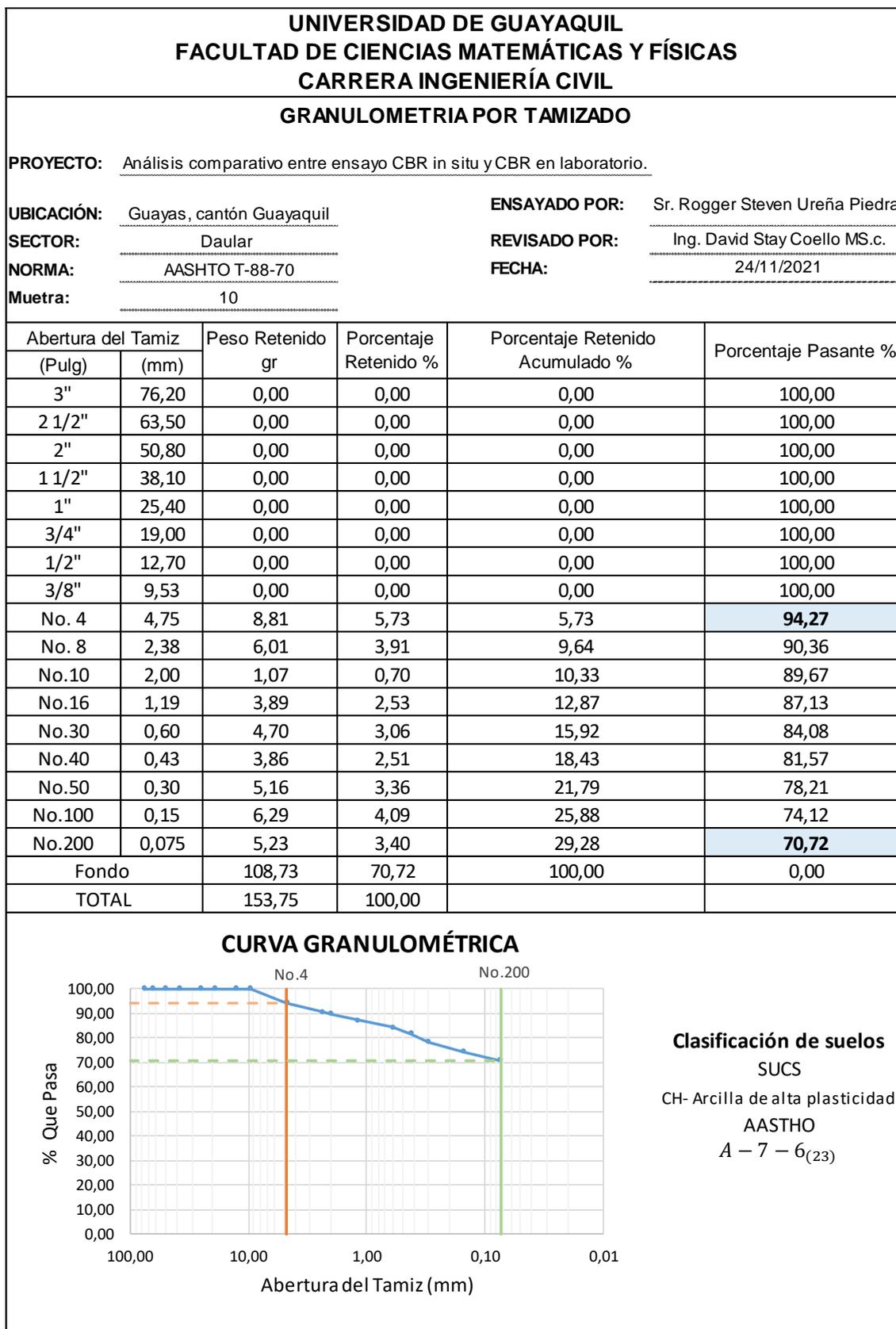
Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 9.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 10.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 11.

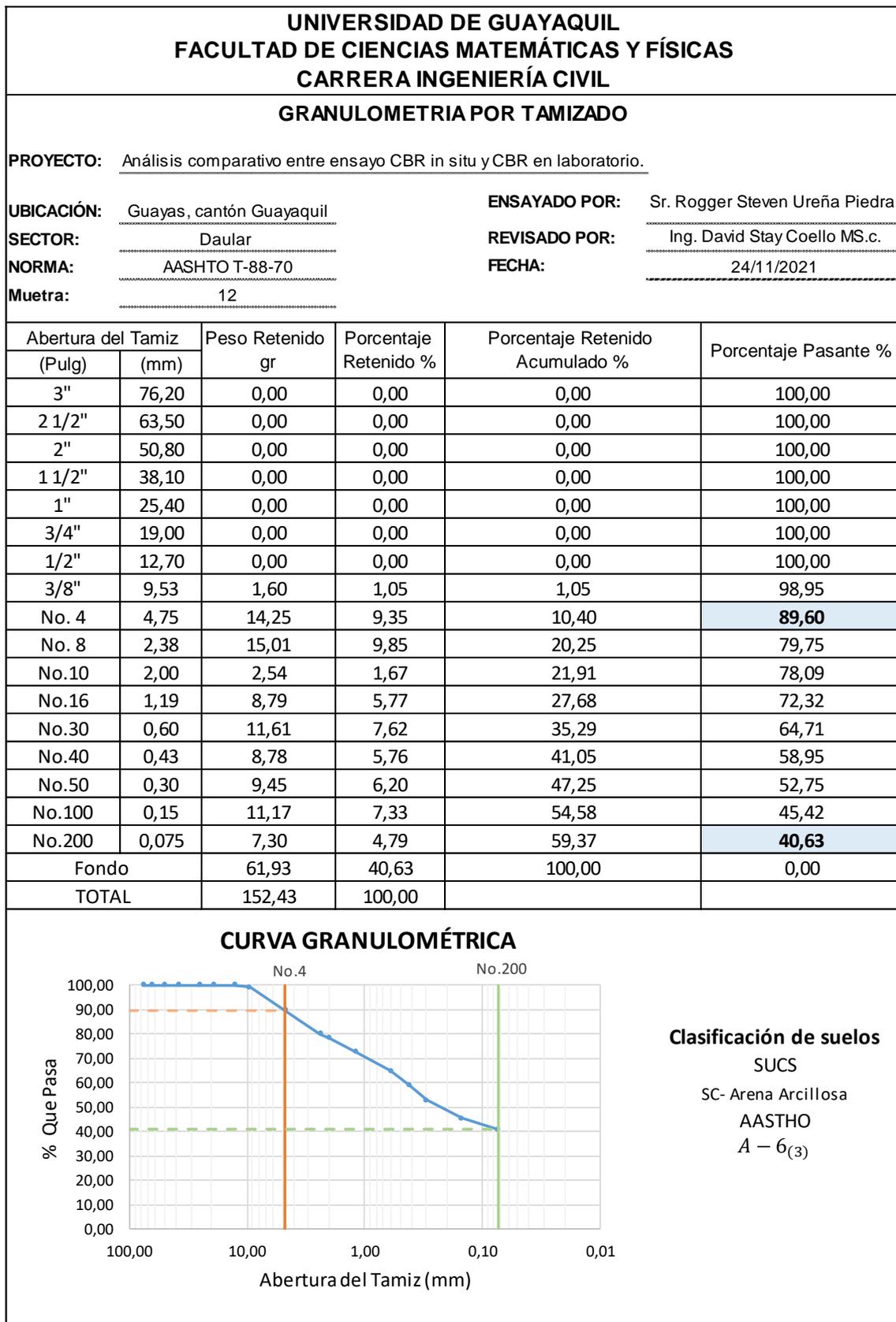
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL</p>					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 24/11/2021		
Muestra: 11					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00
No. 4	4,75	1,76	1,34	1,34	98,66
No. 8	2,38	2,31	1,76	3,10	96,90
No.10	2,00	0,27	0,21	3,30	96,70
No.16	1,19	1,05	0,80	4,10	95,90
No.30	0,60	2,05	1,56	5,66	94,34
No.40	0,43	2,45	1,86	7,53	92,47
No.50	0,30	3,52	2,68	10,21	89,79
No.100	0,15	4,91	3,74	13,94	86,06
No.200	0,075	2,40	1,83	15,77	84,23
Fondo		110,66	84,23	100,00	0,00
TOTAL		131,38	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Clasificación de suelos
 SUCS
 CH- Arcilla de alta plasticidad
 AASTHO
 A - 7 - 6₍₂₈₎

Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 12.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 13.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 14.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL</p>					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 25/11/2021		
Muestra: 14					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	6,01	3,56	3,56	96,44
No. 4	4,75	12,77	7,56	11,11	88,89
No. 8	2,38	13,80	8,17	19,28	80,72
No.10	2,00	2,18	1,29	20,57	79,43
No.16	1,19	3,73	2,21	22,78	77,22
No.30	0,60	2,47	1,46	24,24	75,76
No.40	0,43	1,56	0,92	25,16	74,84
No.50	0,30	1,84	1,09	26,25	73,75
No.100	0,15	4,27	2,53	28,78	71,22
No.200	0,075	5,36	3,17	31,95	68,05
Fondo		115,00	68,05	100,00	0,00
TOTAL		168,99	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>Clasificación de suelos SUCS CH- Arcilla de alta plasticidad AASTHO A - 7 - 6₍₂₈₎</p>

Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 15.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 25/11/2021		
Muestra: 15					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	4,76	2,21	2,21	97,79
No. 4	4,75	10,74	4,98	7,18	92,82
No. 8	2,38	11,65	5,40	12,58	87,42
No.10	2,00	2,49	1,15	13,73	86,27
No.16	1,19	8,05	3,73	17,46	82,54
No.30	0,60	9,05	4,19	21,65	78,35
No.40	0,43	5,12	2,37	24,02	75,98
No.50	0,30	6,98	3,23	27,26	72,74
No.100	0,15	26,11	12,10	39,35	60,65
No.200	0,075	16,88	7,82	47,17	52,83
Fondo		114,04	52,83	100,00	0,00
TOTAL		215,87	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Clasificación de suelos
 SUCS
 CL- Arcilla de baja plasticidad
 AASTHO
 A - 6₍₇₎

Elaborado por: Steven Ureña

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 16.

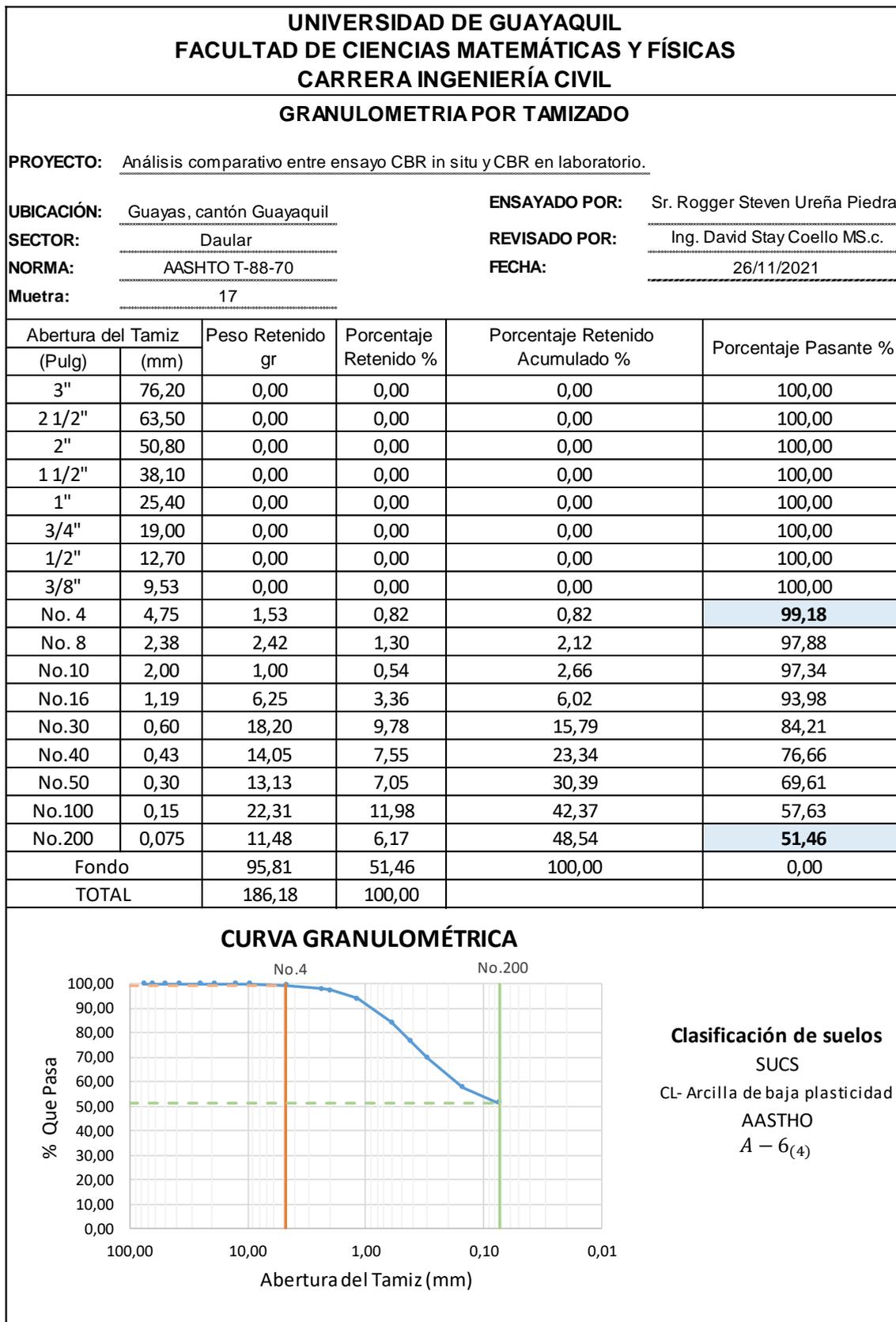
<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL</p>					
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 25/11/2021		
Muestra: 16					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	6,22	3,99	3,99	96,01
No. 4	4,75	10,10	6,47	10,46	89,54
No. 8	2,38	6,70	4,29	14,75	85,25
No.10	2,00	0,88	0,56	15,31	84,69
No.16	1,19	3,39	2,17	17,49	82,51
No.30	0,60	6,57	4,21	21,70	78,30
No.40	0,43	6,14	3,93	25,63	74,37
No.50	0,30	5,25	3,36	29,00	71,00
No.100	0,15	5,35	3,43	32,42	67,58
No.200	0,075	4,42	2,83	35,26	64,74
Fondo		101,04	64,74	100,00	0,00
TOTAL		156,06	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA

Clasificación de suelos
 SUCS
 CH- Arcilla de alta plasticidad
 AASTHO
 A – 7 – 6₍₁₄₎

Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 17.



Elaborado por: Steven Ureña.

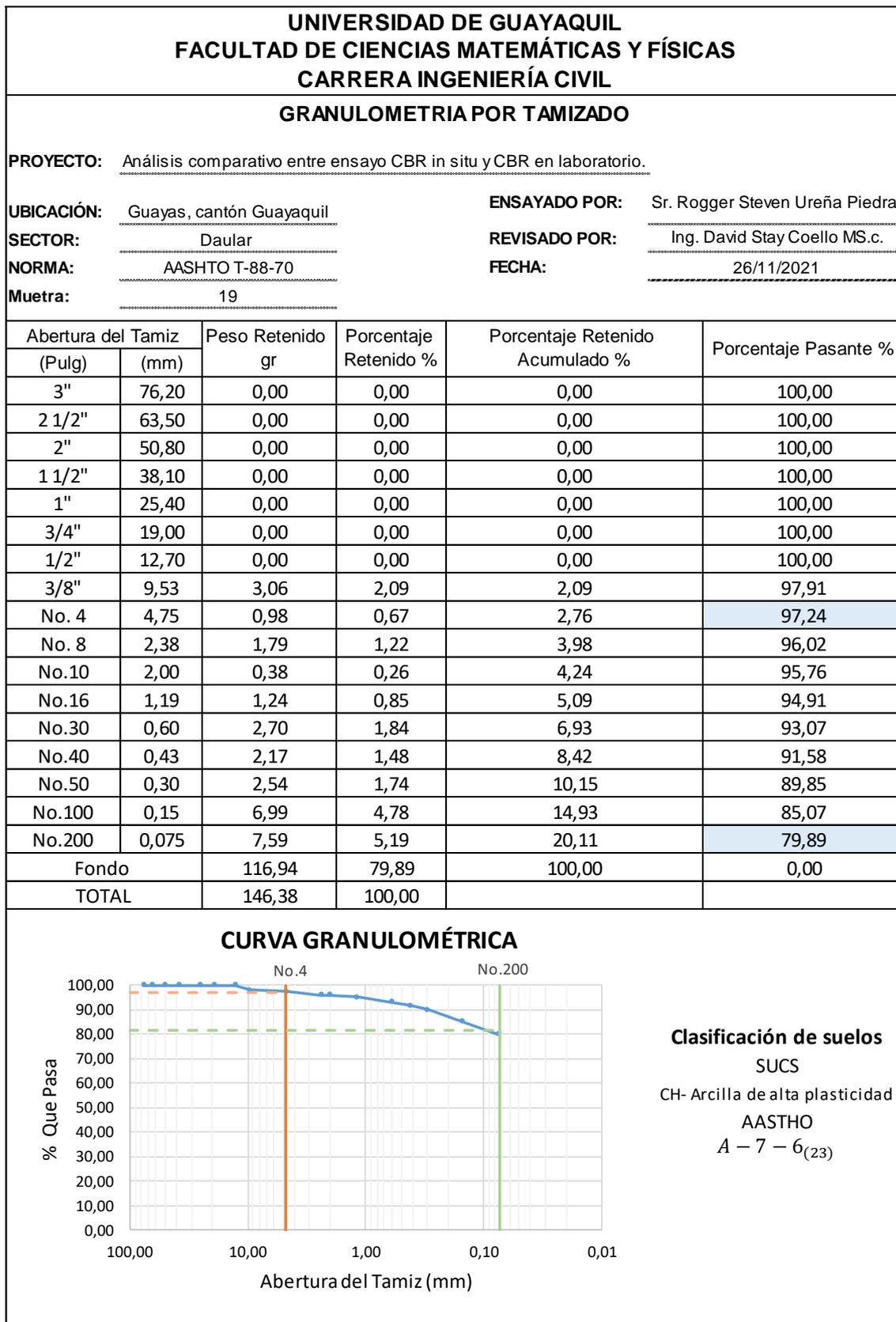
Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 18.

<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL</p>					
<p style="text-align: center;">GRANULOMETRIA POR TAMIZADO</p>					
PROYECTO: Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y CBR en laboratorio.					
UBICACIÓN: Guayas, cantón Guayaquil			ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra		
SECTOR: Daular			REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.		
NORMA: AASHTO T-88-70			FECHA: 26/11/2021		
Muestra: 18					
Abertura del Tamiz (Pulg)	(mm)	Peso Retenido gr	Porcentaje Retenido %	Porcentaje Retenido Acumulado %	Porcentaje Pasante %
3"	76,20	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	1,19	0,69	0,69	99,31
No. 4	4,75	3,84	2,22	2,91	97,09
No. 8	2,38	4,18	2,42	5,33	94,67
No.10	2,00	0,78	0,45	5,78	94,22
No.16	1,19	2,84	1,64	7,43	92,57
No.30	0,60	2,72	1,57	9,00	91,00
No.40	0,43	1,89	1,09	10,09	89,91
No.50	0,30	2,47	1,43	11,52	88,48
No.100	0,15	6,52	3,77	15,30	84,70
No.200	0,075	5,87	3,40	18,70	81,30
Fondo		140,47	81,30	100,00	0,00
TOTAL		172,77	100,00		

CURVA GRANULOMÉTRICA	
	<p>Clasificación de suelos SUCS CL- Arcilla de baja plasticidad AASTHO A - 7 - 6₍₁₆₎</p>

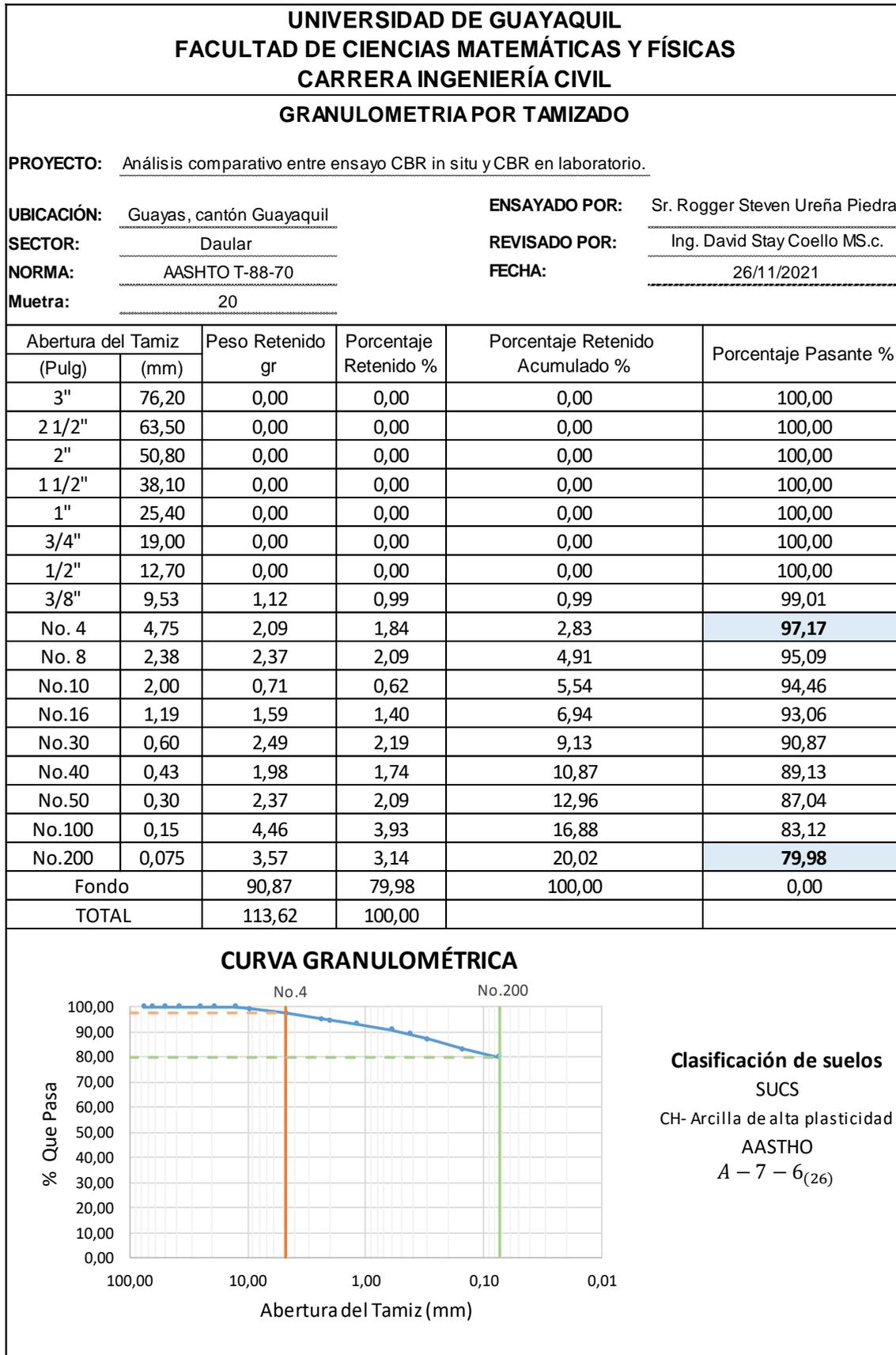
Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 19.



Elaborado por: Steven Ureña.

Granulometría por tamizado, clasificación SUCS y AASTHO a muestra 20.



Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 1.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		1				FECHA:		1/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³											
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg											
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25											
NÚMERO DE CAPAS:		5											
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	XXX	398,0	385,00	36,53	13,00	348,47	3,73	6,217	1,817	1,037	1,752	1856	
70	K	231,0	220,00	36,94	11,00	183,06	6,01	6,342	1,942	1,060	1,832	1941	
140	PX	789,0	725,03	36,50	63,97	688,53	9,29	6,450	2,050	1,093	1,876	1987	
210	AI	256,0	231,00	31,20	25,00	199,80	12,51	6,415	2,015	1,125	1,791	1897	
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>3,73</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>9,29</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1987</u> kg/m³</p>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 2.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		2				FECHA:		1/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³											
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg											
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25											
NÚMERO DE CAPAS:		5											
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	P	478,0	464,88	46,00	13,12	418,88	3,13	6,256	1,856	1,031	1,800	1906	
70	W	380,0	361,48	31,50	18,52	329,98	5,61	6,381	1,981	1,056	1,876	1987	
140	H	431,0	401,77	37,34	29,23	364,43	8,02	6,533	2,133	1,080	1,975	2092	
210	X'	293,0	268,82	36,70	24,18	232,12	10,42	6,507	2,107	1,104	1,908	2021	
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>3,13</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>8,02</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>2092</u> kg/m³</p>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 3.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		3				FECHA:		2/12/2021				
NORMA:		AASHTO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944		m ³				
PESO DEL CILINDRO:						4,400		kg				
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25						
NÚMERO DE CAPAS:						5						
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	5ZZ	460,5	449,29	38,90	11,21	410,39	2,73	6,261	1,861	1,027	1,812	1919
70	55	391,0	374,04	34,40	16,96	339,64	4,99	6,386	1,986	1,050	1,892	2004
140	900	438,5	408,83	36,77	29,67	372,06	7,97	6,535	2,135	1,080	1,977	2095
210	XPP	292,5	268,06	37,40	24,44	230,66	10,60	6,504	2,104	1,106	1,902	2015
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>2,73</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>7,97</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>2095</u> kg/m³</p> </div> </div>												

Elaborado por: Steven Ureña

Proctor Modificado a muestra 4.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		4				FECHA:		2/12/2021				
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944 m ³						
PESO DEL CILINDRO:						4,400 kg						
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25						
NÚMERO DE CAPAS:						5						
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	RF	445,0	432,70	31,80	12,30	400,90	3,07	6,235	1,835	1,031	1,780	1886
70	29	402,8	386,60	37,30	16,20	349,30	4,64	6,360	1,960	1,046	1,873	1984
140	MX	446,0	415,89	36,20	30,11	379,69	7,93	6,536	2,136	1,079	1,979	2096
210	P7	292,0	267,30	38,10	24,70	229,20	10,78	6,501	2,101	1,108	1,897	2009
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>3,07</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>7,93</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>2096</u> kg/m³</p> </div> </div>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 5.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		5				FECHA:		3/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944 m ³							
PESO DEL CILINDRO:						4,400 kg							
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25							
NÚMERO DE CAPAS:						5							
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	x'	235,0	226,09	36,70	8,91	189,39	4,70	6,040	1,640	1,047	1,566	1659	
100	px	423,0	381,26	36,50	41,74	344,76	12,11	6,219	1,819	1,121	1,623	1719	
200	5z	365,0	319,90	36,30	45,10	283,60	15,90	6,321	1,921	1,159	1,657	1756	
300	5	300,0	254,74	31,60	45,26	223,14	20,28	6,270	1,870	1,203	1,555	1647	
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>4,70</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>15,90</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1756</u> kg/m³</p>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 6.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		6				FECHA:		6/12/2021				
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944 m ³						
PESO DEL CILINDRO:						4,400 kg						
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25						
NÚMERO DE CAPAS:						5						
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	ai	241,0	225,02	31,20	15,98	193,82	8,24	6,066	1,666	1,082	1,539	1630
80	pi	478,0	435,60	46,00	42,40	389,60	10,88	6,191	1,791	1,109	1,615	1711
160	h	305,0	273,04	37,40	31,96	235,64	13,56	6,344	1,944	1,136	1,712	1813
240	w	294,0	260,00	31,50	34,00	228,50	14,88	6,340	1,940	1,149	1,689	1789
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> </div> <div style="width: 50%;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>8,24</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>13,56</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1813</u> kg/m³</p> </div> </div>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 7.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		7				FECHA:		6/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³											
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg											
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25											
NÚMERO DE CAPAS:		5											
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	xxx	252,0	233,40	36,50	18,60	196,90	9,45	5,977	1,577	1,094	1,441	1526	
70	k	343,0	307,60	36,90	35,40	270,70	13,08	6,102	1,702	1,131	1,505	1594	
140	p-ph	385,0	340,60	46,50	44,40	294,10	15,10	6,234	1,834	1,151	1,593	1688	
210	3h	486,0	428,84	62,80	57,16	366,04	15,62	6,313	1,913	1,156	1,655	1753	
280	xd	405,0	347,50	46,70	57,50	300,80	19,12	6,262	1,862	1,191	1,563	1656	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> </div> <div style="width: 35%;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>9,45</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>15,62</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1753</u> kg/m³</p> </div> </div>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 8.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		8				FECHA:		7/12/2021				
NORMA:		AASHTO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	XP	272,0	259,30	31,60	12,70	227,70	5,58	6,196	1,796	1,056	1,701	1802
90	K	315,0	292,87	36,90	22,13	255,97	8,65	6,321	1,921	1,086	1,768	1873
180	XXX	314,0	283,09	36,50	30,91	246,59	12,53	6,419	2,019	1,125	1,794	1901
270	P7	339,0	297,60	38,10	41,40	259,50	15,95	6,361	1,961	1,160	1,691	1792
								CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:				
								<u>5,58</u> %				
								CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:				
								<u>12,53</u> %				
								DENSIDAD SECA MÁXIMA:				
								<u>1901</u> kg/m ³				

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 9.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		9				FECHA:		7/12/2021				
NORMA:		AASHTO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	5	252,0	240,20	31,40	11,80	208,80	5,65	6,095	1,695	1,057	1,604	1700
80	MX	374,0	349,70	34,70	24,30	315,00	7,71	6,220	1,820	1,077	1,690	1790
160	5Z	364,0	330,24	37,20	33,76	293,04	11,52	6,375	1,975	1,115	1,771	1876
240	RF	324,5	285,96	33,20	38,54	252,76	15,25	6,285	1,885	1,152	1,636	1733

Densidad Kg/m³

Contenido de Humedad %

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:
5,65 %

CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD:
11,52 %

DENSIDAD SECA MÁXIMA:
1876 kg/m³

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 10.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		10				FECHA:		8/12/2021				
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944		m ³				
PESO DEL CILINDRO:						4,400		kg				
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25						
NÚMERO DE CAPAS:						5						
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	Ø	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + Ø/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	AI	271,0	245,80	31,20	25,20	214,60	11,74	6,017	1,617	1,117	1,447	1533
70	PX	363,0	321,30	36,50	41,70	284,80	14,64	6,142	1,742	1,146	1,520	1610
140	90	269,0	233,30	37,30	35,70	196,00	18,21	6,278	1,878	1,182	1,589	1683
210	P1	351,0	295,40	46,00	55,60	249,40	22,29	6,274	1,874	1,223	1,532	1623
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> </div> <div style="flex: 1;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>11,74</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>18,21</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1683</u> kg/m³</p> </div> </div>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 11.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra				
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.				
MUESTRA:		11				FECHA:		8/12/2021				
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944		m ³				
PESO DEL CILINDRO:						4,400		kg				
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25						
NÚMERO DE CAPAS:						5						
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	Y'	239,0	221,60	36,70	17,40	184,90	9,41	5,904	1,504	1,094	1,375	1456
80	H	317,0	286,00	37,80	31,00	248,20	12,49	6,029	1,629	1,125	1,448	1534
160	15	307,0	269,50	30,00	37,50	239,50	15,66	6,222	1,822	1,157	1,575	1669
240	CH	384,0	328,90	36,30	55,10	292,60	18,83	6,292	1,892	1,188	1,592	1687
320	3H	550,0	463,10	62,80	86,90	400,30	21,71	6,124	1,724	1,217	1,416	1501
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> </div> <div style="width: 35%;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>9,41</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>18,83</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1687</u> kg/m³</p> </div> </div>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 12.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		12				FECHA:		9/12/2021					
NORMA:		AASTHO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944		m ³					
PESO DEL CILINDRO:						4,400		kg					
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25							
NÚMERO DE CAPAS:						5							
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	29	261,0	254,70	37,30	6,30	217,40	2,90	6,192	1,792	1,029	1,742	1845	
90	2	540,0	506,20	63,00	33,80	443,20	7,63	6,317	1,917	1,076	1,781	1887	
180	III	271,0	247,70	30,00	23,30	217,70	10,70	6,440	2,040	1,107	1,843	1952	
270	MX	409,0	365,15	36,20	43,85	328,95	13,33	6,382	1,982	1,133	1,749	1853	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> </div> <div style="width: 35%;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>2,90</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>10,70</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1952</u> kg/m³</p> </div> </div>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 13.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL																									
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS																									
CARRERA INGENIERÍA CIVIL																									
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)																									
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA																									
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.																							
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra																	
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.																	
MUESTRA:		13				FECHA:		10/12/2021																	
NORMA:		AASHTO T-180																							
ESPECIFICACIONES																									
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³																							
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg																							
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25																							
NÚMERO DE CAPAS:		5																							
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	Ø	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + w/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA													
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³													
HN	PX	244,0	225,94	36,50	18,06	189,44	9,53	5,875	1,475	1,095	1,347	1427													
80	P-PH	290,0	261,08	46,50	28,92	214,58	13,48	6,000	1,600	1,135	1,410	1494													
160	W	321,0	279,02	31,50	41,98	247,52	16,96	6,149	1,749	1,170	1,495	1584													
240	XP	281,0	242,23	31,60	38,77	210,63	18,41	6,190	1,790	1,184	1,512	1601													
320	XM	334,0	275,70	37,60	58,30	238,10	24,49	6,167	1,767	1,245	1,419	1504													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <caption>Datos del Gráfico de Densidad vs Humedad</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (%)</th> <th>Densidad Kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9,53</td> <td>1427</td> </tr> <tr> <td>13,48</td> <td>1494</td> </tr> <tr> <td>16,96</td> <td>1584</td> </tr> <tr> <td>18,41</td> <td>1601</td> </tr> <tr> <td>24,49</td> <td>1504</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="width: 35%; padding-left: 20px;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: 9,53 %</p> <hr/> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: 18,41 %</p> <hr/> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: 1601 kg/m³</p> <hr/> </div> </div>														Contenido de Humedad (%)	Densidad Kg/m ³	9,53	1427	13,48	1494	16,96	1584	18,41	1601	24,49	1504
Contenido de Humedad (%)	Densidad Kg/m ³																								
9,53	1427																								
13,48	1494																								
16,96	1584																								
18,41	1601																								
24,49	1504																								

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 14.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		14				FECHA:		13/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:						0,000944 m ³							
PESO DEL CILINDRO:						4,400 kg							
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:						25							
NÚMERO DE CAPAS:						5							
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	K	258,0	242,60	34,05	15,40	208,55	7,38	6,036	1,636	1,074	1,523	1613	
80	5	302,6	276,97	41,70	25,63	235,27	10,89	6,160	1,760	1,109	1,587	1681	
160	P7	317,5	281,05	34,00	36,45	247,05	14,75	6,284	1,884	1,148	1,642	1739	
240	P	310,0	269,90	34,87	40,10	235,03	17,06	6,275	1,875	1,171	1,602	1697	
								<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>7,38</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>14,75</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1739</u> kg/m³</p>					

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 15.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil					ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra			
SECTOR:		Daular					REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.			
MUESTRA:		15					FECHA:		13/12/2021			
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	AI	218,0	208,30	31,20	9,70	177,10	5,48	6,098	1,698	1,055	1,610	1705
80	RF	362,0	336,80	31,80	25,20	305,00	8,26	6,223	1,823	1,083	1,684	1784
160	90	384,0	349,60	37,30	34,40	312,30	11,02	6,385	1,985	1,110	1,788	1894
240	5Z	375,0	331,40	36,30	43,60	295,10	14,77	6,298	1,898	1,148	1,654	1752
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>5,48</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>11,02</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1894</u> kg/m³</p>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 16.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		16				FECHA:		14/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:				0,000944 m ³									
PESO DEL CILINDRO:				4,400 kg									
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:				25									
NÚMERO DE CAPAS:				5									
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	XXX	265,0	251,00	32,80	14,00	218,20	6,42	6,116	1,716	1,064	1,613	1708	
80	PI	308,5	284,92	39,30	23,58	245,62	9,60	6,241	1,841	1,096	1,680	1779	
160	W	315,5	282,07	35,30	33,43	246,77	13,55	6,350	1,950	1,135	1,717	1819	
240	MX	324,5	283,60	34,49	40,90	249,11	16,42	6,318	1,918	1,164	1,648	1745	
CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>6,42 %</u>													
CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>13,55 %</u>													
DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1819 kg/m³</u>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 17.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil					ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular					REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		17					FECHA: 14/12/2021					
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	XP	286,0	272,10	31,60	13,90	240,50	5,78	6,092	1,692	1,058	1,600	1694
80	XM	386,0	362,60	37,60	23,40	325,00	7,20	6,217	1,817	1,072	1,695	1796
160	29	344,0	310,87	37,30	33,13	273,57	12,11	6,365	1,965	1,121	1,753	1857
240	III	274,0	240,50	30,00	33,50	210,50	15,91	6,270	1,870	1,159	1,613	1709
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>5,78</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>12,11</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1857</u> kg/m³</p>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 18.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL													
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS													
CARRERA INGENIERÍA CIVIL													
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)													
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA													
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.											
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil				ENSAYADO POR:		Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular				REVISADO POR:		Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		18				FECHA:		15/12/2021					
NORMA:		AASTHO T-180											
ESPECIFICACIONES													
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³											
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg											
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25											
NÚMERO DE CAPAS:		5											
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA	
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³	
HN	P-PH	368,0	336,80	46,49	31,20	290,31	10,75	6,006	1,606	1,107	1,450	1536	
80	PX	387,0	345,00	36,50	42,00	308,50	13,61	6,131	1,731	1,136	1,524	1614	
160	Y'	310,0	271,30	36,70	38,70	234,60	16,50	6,240	1,840	1,165	1,579	1673	
240	H	302,0	258,03	37,80	43,97	220,23	19,97	6,150	1,750	1,200	1,459	1545	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> </div> <div style="width: 50%;"> <p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>10,75</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>16,50</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1673</u> kg/m³</p> </div> </div>													

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 19.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil					ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular					REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		19					FECHA: 16/12/2021					
NORMA:		AASTHO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	15	239,0	224,80	30,00	14,20	194,80	7,29	6,107	1,707	1,073	1,591	1685
80	XD	580,5	532,34	46,65	48,16	485,69	9,92	6,232	1,832	1,099	1,667	1766
160	CH	488,0	436,40	46,30	51,60	390,10	13,23	6,349	1,949	1,132	1,721	1823
240	B	245,0	215,90	44,70	29,10	171,20	17,00	6,255	1,855	1,170	1,586	1680
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>7,29</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>13,23</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1823</u> kg/m³</p>												

Elaborado por: Steven Ureña.

Proctor Modificado a muestra 20.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL												
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS												
CARRERA INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO DE COMPACTACION (PROCTOR MODIFICADO)												
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA												
PROYECTO:		Análisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio.										
UBICACIÓN:		Guayas, cantón Guayaquil					ENSAYADO POR: Sr. Rogger Steven Ureña Piedra					
SECTOR:		Daular					REVISADO POR: Ing. David Stay Coello MS.c.					
MUESTRA:		20					FECHA: 16/12/2021					
NORMA:		AASHTO T-180										
ESPECIFICACIONES												
VOLUMEN DEL CILINDRO:		0,000944 m ³										
PESO DEL CILINDRO:		4,400 kg										
NÚMEROS DE GOLPES POR CAPA:		25										
NÚMERO DE CAPAS:		5										
CANTIDAD DE AGUA	RECIPIENTE	PESO TIERRA HÚMEDA + RECIPIENTE	PESO TIERRA SECA + RECIPIENTE	PESO DE RECIPIENTE	PESO DE AGUA	PESO SECO	ω	PESO TIERRA HÚMEDA + CILINDRO	PESO TIERRA HÚMEDA Wh	1 + ω/100	PESO TIERRA SECA	DENSIDAD SECA
cm ³	Nº	grs	grs	grs	grs	grs	%	kg	kg		kg	kg/m ³
HN	C	267,0	244,50	44,48	22,50	200,02	11,25	5,991	1,591	1,112	1,430	1515
80	N'	577,0	512,47	62,20	64,53	450,27	14,33	6,116	1,716	1,143	1,501	1590
160	5	342,0	296,50	31,60	45,50	264,90	17,18	6,261	1,861	1,172	1,588	1682
240	K	295,0	250,70	36,90	44,30	213,80	20,72	6,156	1,756	1,207	1,455	1541
<p>CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD: <u>11,25</u> %</p> <p>CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD: <u>17,18</u> %</p> <p>DENSIDAD SECA MÁXIMA: <u>1682</u> kg/m³</p>												

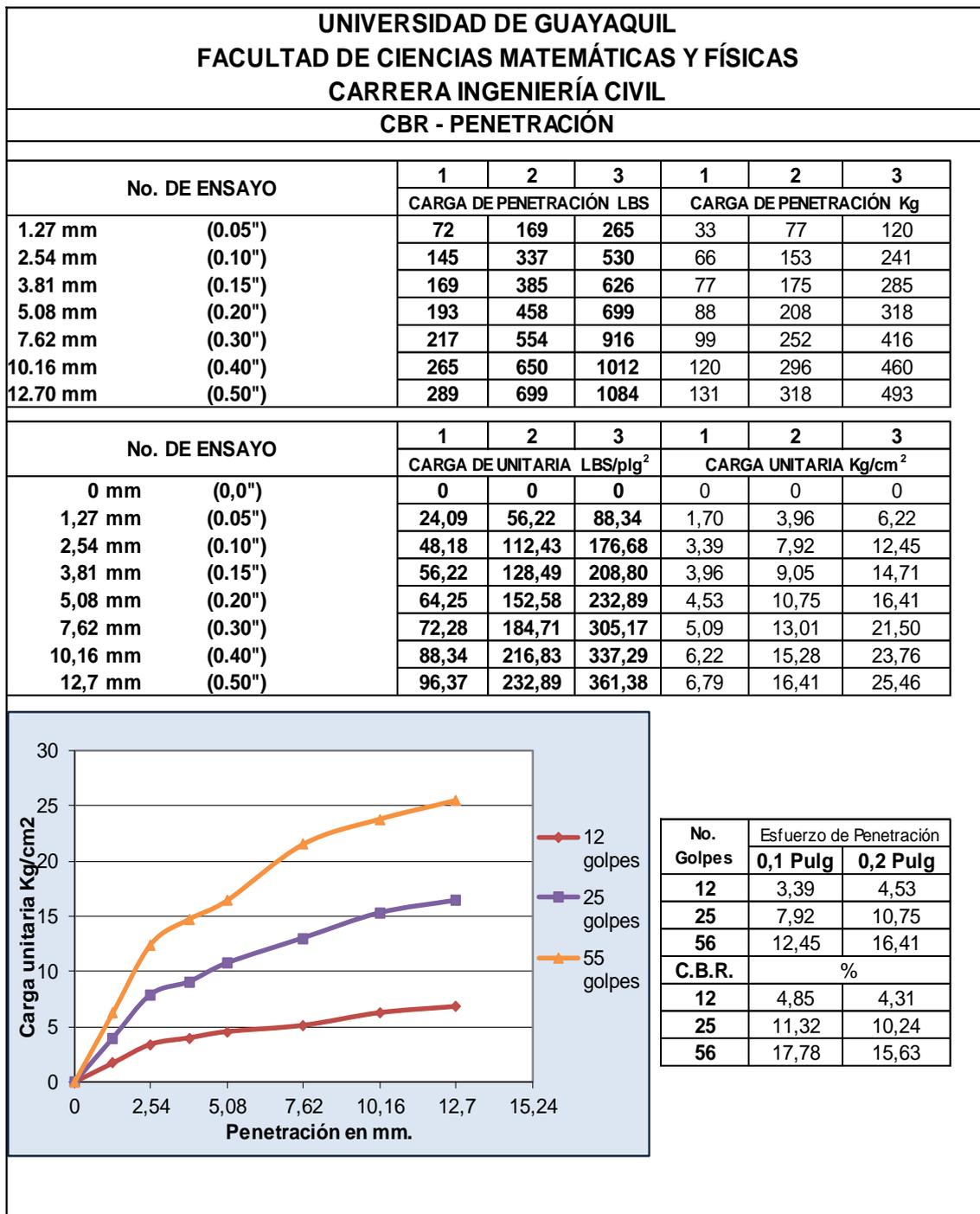
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 1.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	1	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	22/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	29	V	xxx
	Wh + Recipiente.	330	275	289
	Ws + Recipiente.	300,6	251,63	264,735
	Ww	29,4	23,4	24,3
	Wrecipiente	29,73	32,78	36,817
	Wseco	270,87	218,85	227,918
	W% (porcentaje de humedad)	10,854	10,679	10,646
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,010	11,439	11,950
Peso de Molde		6,495	6,705	7,044
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,515	4,734	4,906
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,073	4,277	4,434
Conetido de agua=	W%	10,854	10,679	10,646
Densidad Húmeda=	δh	1949	2044	2118
Densidad Seca=	δs	1759	1847	1914
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	AS	W	y´
	Wh + Recipiente.	250	277,935	290,97
	Ws + Recipiente.	219,15	243,017	253,88
	Ww	30,58	34,918	37,09
	Wrecipiente	37,3	36,307	29,6
	Wseco	181,85	206,71	224,29
	W% (porcentaje de humedad)	16,816	16,892	16,537
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,097	11,505	12,161
Peso de Molde		6,495	6,705	7,044
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,602	4,8	5,117
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,940	4,106	4,391
Conetido de agua=	W%	16,816	16,892	16,537
Densidad Húmeda=	δh	1987	2073	2209
Densidad Seca=	δs	1701	1773	1896
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		245,00	291,00	282,00
48 Horas		260,00	278,00	260,00
72 Horas		280,00	258,00	215,00
96 Horas		300,00	250,00	190,00
HINCHAMIENTO %		1,57	1,18	0,71
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1759	1847	1914

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR penetración muestra 1.



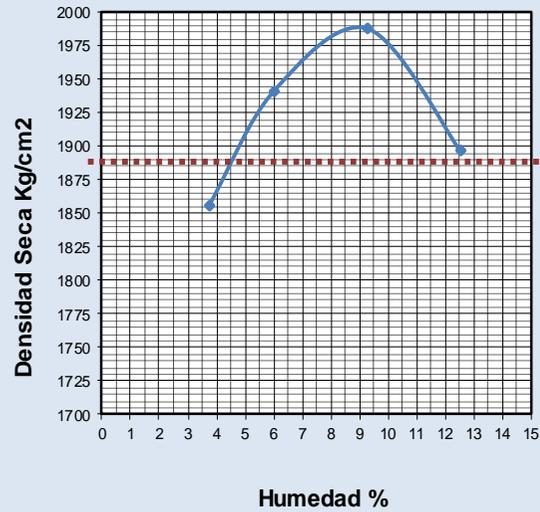
Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 1.

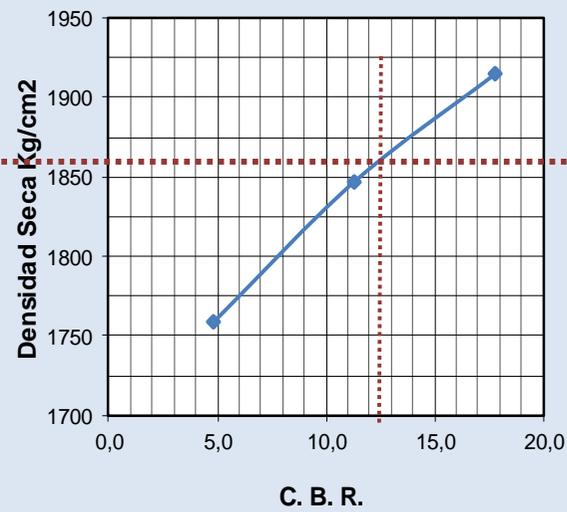
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

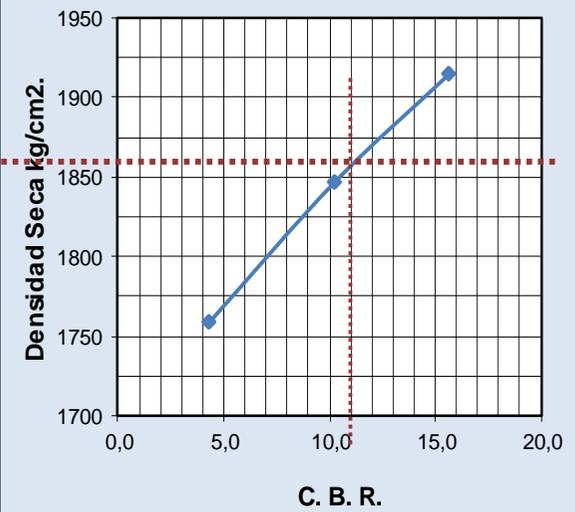
Proctor Modificado al 95 %



0,1" de Penetración



0,2" de Penetración



C. B. R. = 12,5 %

C. B. R. = 11 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 2.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	2	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	22/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	P7	L	90
	Wh + Recipiente.	280	273	275
	Ws + Recipiente.	261,69	255,14	257,44
	Ww	18,3	17,9	17,6
	Wrecipiente	38,1	37,1	37,3
	Wseco	223,59	218,04	220,14
W% (porcentaje de humedad)		8,189	8,191	7,977
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,978	12,142	13,124
Peso de Molde		7,042	7,123	7,813
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,936	5,019	5,311
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,562	4,639	4,919
Conetido de agua=	W%	8,189	8,191	7,977
Densidad Húmeda=	δh	2131	2167	2293
Densidad Seca=	δs	1970	2003	2124
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	AI	H	P-PH
	Wh + Recipiente.	217	255	243
	Ws + Recipiente.	197,34	233,52	223,28
	Ww	19,66	21,48	19,72
	Wrecipiente	31,2	44,2	46,5
	Wseco	166,14	189,32	176,79
W% (porcentaje de humedad)		11,833	11,346	11,154
Peso de Molde + Suelo Húmedo		12,099	12,245	13,188
Peso de Molde		7,042	7,123	7,813
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	5,057	5,122	5,375
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,522	4,600	4,836
Conetido de agua=	W%	11,833	11,346	11,154
Densidad Húmeda=	δh	2184	2212	2321
Densidad Seca=	δs	1952	1986	2088
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		182,00	174,00	169,00
48 Horas		186,00	177,00	186,00
72 Horas		194,00	182,00	191,00
96 Horas		196,00	186,00	178,00
HINCHAMIENTO %		0,76	0,68	0,61
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1970	2003	2124

Elaborado por: Steven Ureña.

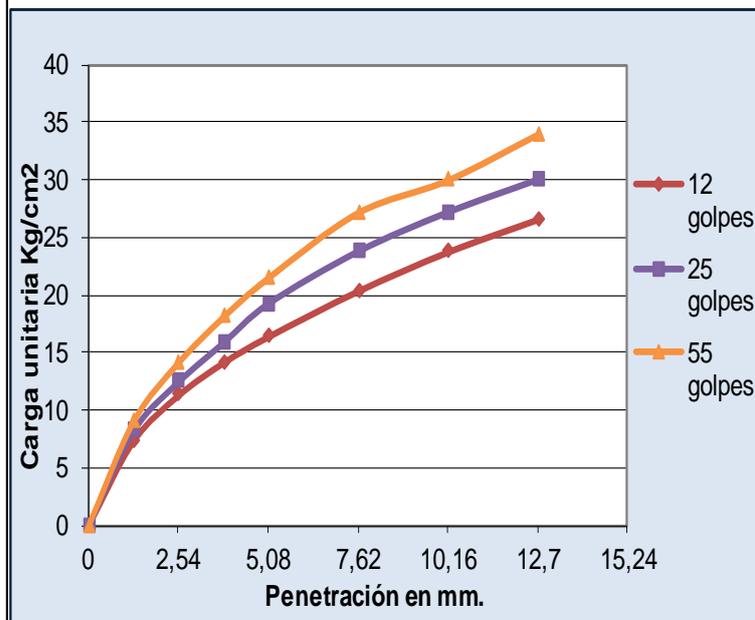
CBR penetración muestra 2.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	313	349	385	142	159	175
2.54 mm (0.10")	482	530	602	219	241	274
3.81 mm (0.15")	602	675	771	274	307	350
5.08 mm (0.20")	699	819	916	318	372	416
7.62 mm (0.30")	867	1012	1156	394	460	526
10.16 mm (0.40")	1012	1156	1277	460	526	580
12.70 mm (0.50")	1132	1277	1446	515	580	657

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	104,40	116,45	128,49	7,36	8,20	9,05
2,54 mm (0.10")	160,61	176,68	200,77	11,32	12,45	14,15
3,81 mm (0.15")	200,77	224,86	256,98	14,15	15,84	18,11
5,08 mm (0.20")	232,89	273,04	305,17	16,41	19,24	21,50
7,62 mm (0.30")	289,11	337,29	385,48	20,37	23,76	27,16
10,16 mm (0.40")	337,29	385,48	425,63	23,76	27,16	29,99
12,7 mm (0.50")	377,44	425,63	481,84	26,59	29,99	33,95



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	11,32	16,41
25	12,45	19,24
56	14,15	21,50
C.B.R.	%	
12	16,17	15,63
25	17,78	18,32
56	20,21	20,48

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 2.

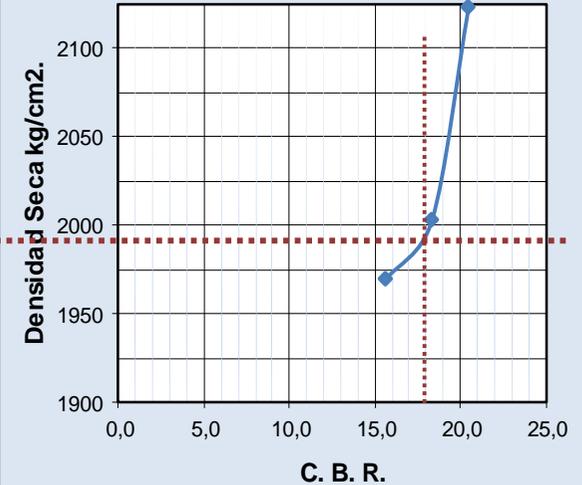
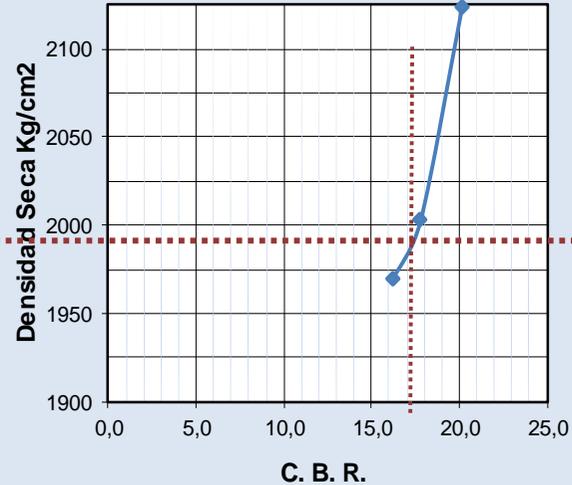
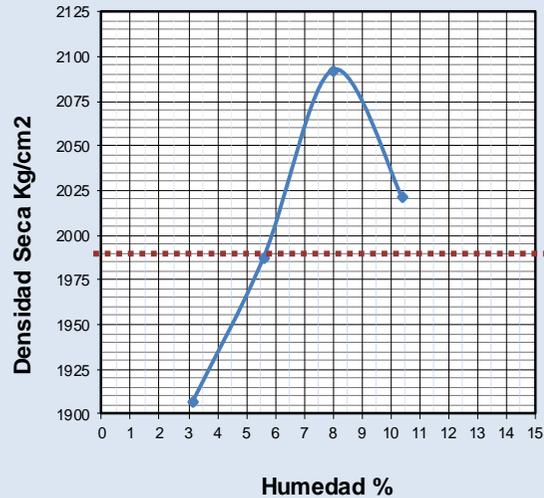
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 15,4 %

C. B. R. = 15,6 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 3.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	3	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	23/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSION				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	5Z	M	XM
	Wh + Recipiente.	300	294	297
	Ws + Recipiente.	280,85	274,50	277,5
	Ww	19,2	19,5	19,5
	Wrecipiente	34,9	35,3	36,4
	Wseco	245,95	239,2	241,1
	W% (porcentaje de humedad)	7,786	8,152	8,088
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,345	12,062	12,387
Peso de Molde		6,425	7,053	7,100
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,92	5,009	5,287
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,565	4,631	4,891
Conetido de agua=	W%	7,786	8,152	8,088
Densidad Húmeda=	δh	2124	2163	2283
Densidad Seca=	δs	1971	2000	2112
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	PI	W	20
	Wh + Recipiente.	253	268	252
	Ws + Recipiente.	228,85	243,86	229,71
	Ww	24,15	24,14	22,29
	Wrecipiente	33,88	37,7	38,1
	Wseco	194,97	206,16	191,66
	W% (porcentaje de humedad)	12,387	11,709	11,630
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,483	12,193	12,498
Peso de Molde		6,425	7,053	7,100
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	5,058	5,14	5,398
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,501	4,601	4,836
Conetido de agua=	W%	12,387	11,709	11,630
Densidad Húmeda=	δh	2184	2219	2331
Densidad Seca=	δs	1943	1987	2088
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		130,00	98,00	97,00
48 Horas		132,00	105,00	101,00
72 Horas		134,00	110,00	105,00
96 Horas		138,00	115,00	110,00
HINCHAMIENTO %		0,30	0,12	0,08
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1971	2000	2112

Elaborado por: Steven Ureña.

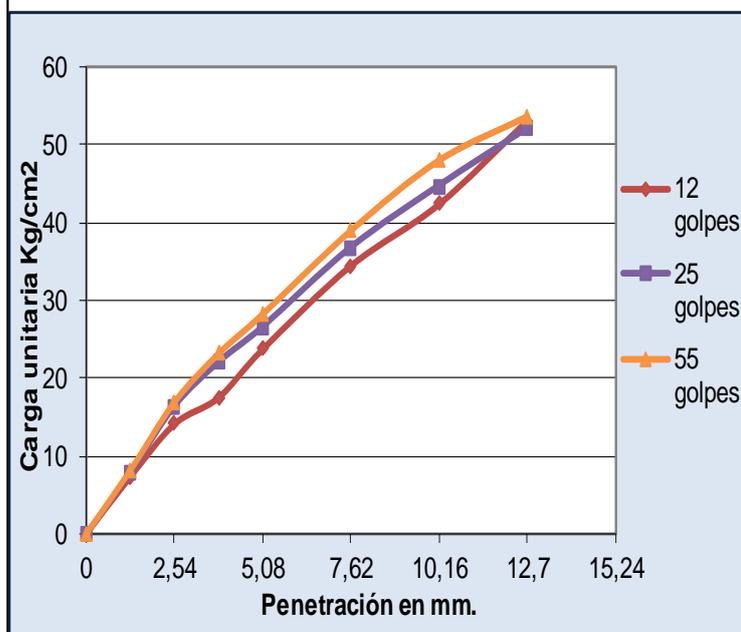
CBR penetración muestra 3.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	313	337	349	142	153	159
2.54 mm (0.10")	602	699	723	274	318	329
3.81 mm (0.15")	747	940	988	339	427	449
5.08 mm (0.20")	1012	1132	1205	460	515	548
7.62 mm (0.30")	1470	1566	1662	668	712	756
10.16 mm (0.40")	1807	1903	2048	821	865	931
12.70 mm (0.50")	2265	2216	2289	1029	1007	1040

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	104,40	112,43	116,45	7,36	7,92	8,20
2,54 mm (0.10")	200,77	232,89	240,92	14,15	16,41	16,97
3,81 mm (0.15")	248,95	313,20	329,26	17,54	22,07	23,20
5,08 mm (0.20")	337,29	377,44	401,54	23,76	26,59	28,29
7,62 mm (0.30")	489,87	522,00	554,12	34,52	36,78	39,04
10,16 mm (0.40")	602,31	634,43	682,61	42,44	44,70	48,10
12,7 mm (0.50")	754,89	738,83	762,92	53,19	52,06	53,75



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	14,15	23,76
25	16,41	26,59
56	16,97	28,29
C.B.R.	%	
12	20,21	22,63
25	23,44	25,33
56	24,25	26,94

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 3.

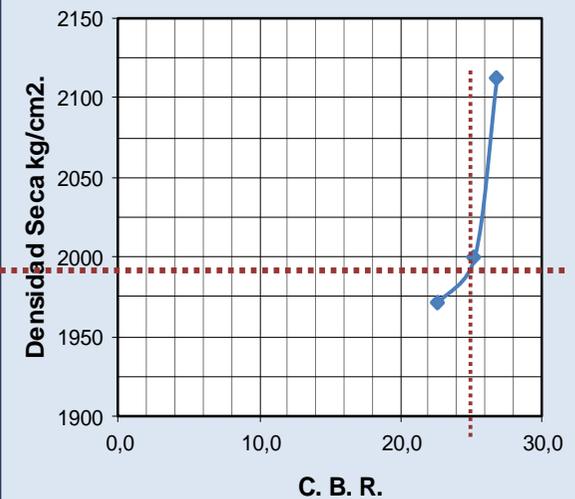
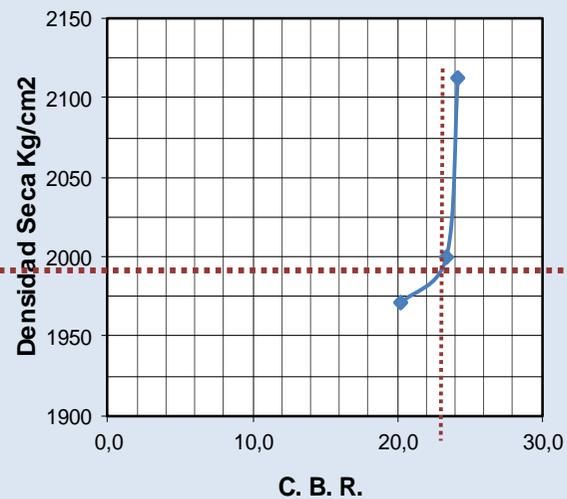
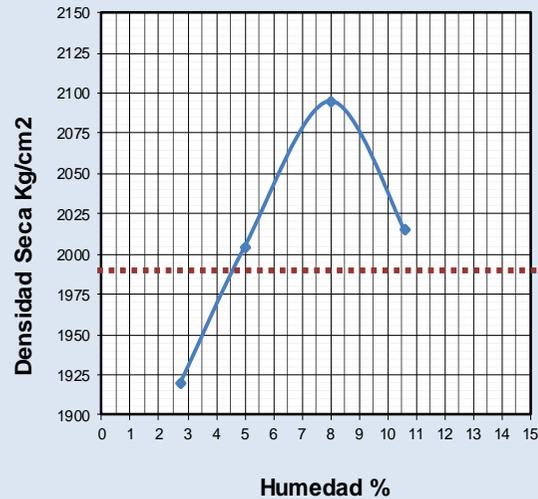
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 23 %

C. B. R. = 25 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 4.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	4	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	23/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSION				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	B	V	PX
	Wh + Recipiente.	325	322	319
	Ws + Recipiente.	300	296,00	292
	Ww	25,0	26,0	27,0
	Wrecipiente	31,7	33,5	36,5
	Wseco	268,3	262,5	255,5
	W% (porcentaje de humedad)	9,318	9,905	10,568
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,652	11,122	11,625
Peso de Molde		5,805	6,101	6,396
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,847	5,021	5,229
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,434	4,569	4,729
Conetido de agua=	W%	9,318	9,905	10,568
Densidad Húmeda=	δh	2093	2168	2258
Densidad Seca=	δs	1914	1973	2042
DESPUES DE LA INMERSION				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	WF	F	R
	Wh + Recipiente.	289,34	281	261
	Ws + Recipiente.	262,19	254,22	236,14
	Ww	27,15	26,78	24,86
	Wrecipiente	36,55	31,2	29,6
	Wseco	225,64	223,02	206,54
	W% (porcentaje de humedad)	12,032	12,008	12,036
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,502	10,960	11,392
Peso de Molde		5,805	6,101	6,396
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,697	4,859	4,996
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,193	4,338	4,459
Conetido de agua=	W%	12,032	12,008	12,036
Densidad Húmeda=	δh	2028	2098	2157
Densidad Seca=	δs	1810	1873	1925
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		120,00	122,00	105,00
48 Horas		150,00	135,00	115,00
72 Horas		160,00	148,00	125,00
96 Horas		175,00	155,00	135,00
HINCHAMIENTO %		0,59	0,43	0,28
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1914	1973	2042

Elaborado por: Steven Ureña.

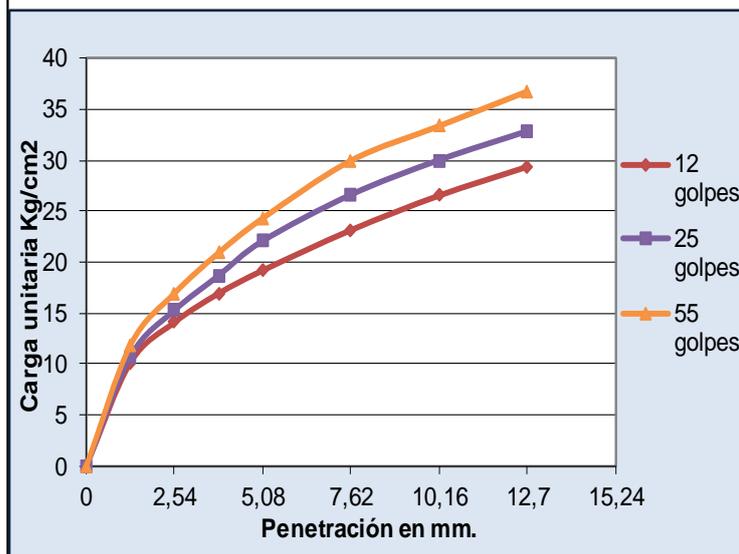
CBR penetración muestra 4.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	434	458	506	197	208	230
2.54 mm (0.10")	602	650	723	274	296	329
3.81 mm (0.15")	723	795	891	329	361	405
5.08 mm (0.20")	819	940	1036	372	427	471
7.62 mm (0.30")	988	1132	1277	449	515	580
10.16 mm (0.40")	1132	1277	1421	515	580	646
12.70 mm (0.50")	1253	1397	1566	569	635	712

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	144,55	152,58	168,65	10,18	10,75	11,88
2,54 mm (0.10")	200,77	216,83	240,92	14,15	15,28	16,97
3,81 mm (0.15")	240,92	265,01	297,14	16,97	18,67	20,94
5,08 mm (0.20")	273,04	313,20	345,32	19,24	22,07	24,33
7,62 mm (0.30")	329,26	377,44	425,63	23,20	26,59	29,99
10,16 mm (0.40")	377,44	425,63	473,81	26,59	29,99	33,38
12,7 mm (0.50")	417,60	465,78	522,00	29,42	32,82	36,78



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	14,15	19,24
25	15,28	22,07
56	16,97	24,33
C.B.R.	%	
12	20,21	18,32
25	21,82	21,02
56	24,25	23,17

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 4.

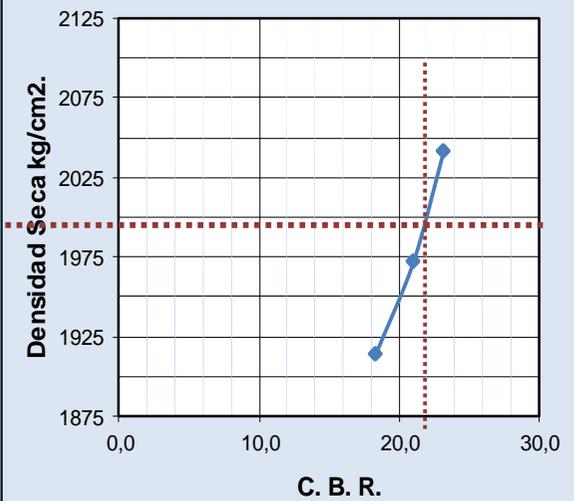
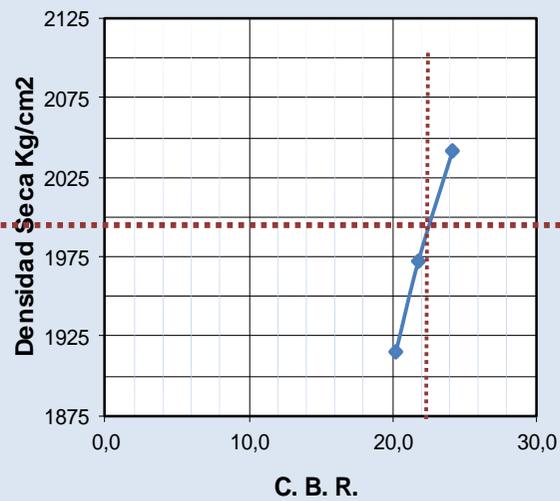
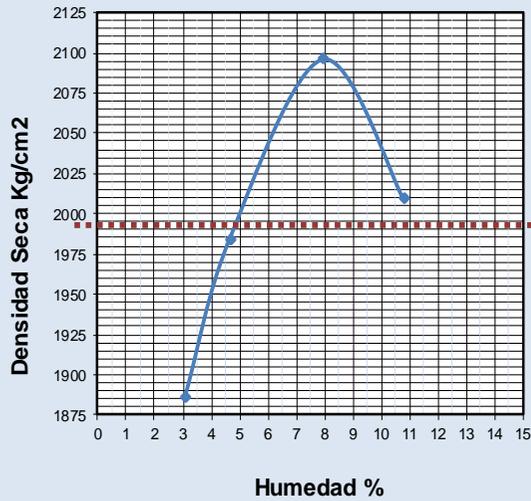
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 22,2 %

C. B. R. = 22 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 5.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	5	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	24/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	5Z	F	xxx
	Wh + Recipiente.	222	265	290
	Ws + Recipiente.	197	234,00	255
	Ww	25,0	31,0	35,0
	Wrecipiente	37,8	37,5	36,5
	Wseco	159,2	196,5	218,5
	W% (porcentaje de humedad)	15,704	15,776	16,018
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,882	10,652	10,408
Peso de Molde		6,554	6,142	5,684
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,328	4,51	4,724
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,741	3,895	4,072
Conetido de agua=	W%	15,704	15,776	16,018
Densidad Húmeda=	δh	1869	1947	2040
Densidad Seca=	δs	1615	1682	1758
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	5Z	V	G4
	Wh + Recipiente.	299	322	295
	Ws + Recipiente.	241,33	258	236,48
	Ww	57,67	64	58,52
	Wrecipiente	36,3	32,4	31,0
	Wseco	205,03	225,6	205,48
	W% (porcentaje de humedad)	28,128	28,369	28,480
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,245	11,014	10,735
Peso de Molde		6,554	6,142	5,684
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,691	4,872	5,051
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,661	3,795	3,931
Conetido de agua=	W%	28,128	28,369	28,480
Densidad Húmeda=	δh	2025	2104	2181
Densidad Seca=	δs	1581	1639	1697
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		265,00	280,00	356,00
48 Horas		490,00	445,00	371,00
72 Horas		680,00	558,00	388,00
96 Horas		1000,00	949,00	938,00
HINCHAMIENTO %		7,09	6,69	6,60
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1615	1682	1758

Elaborado por: Steven Ureña.

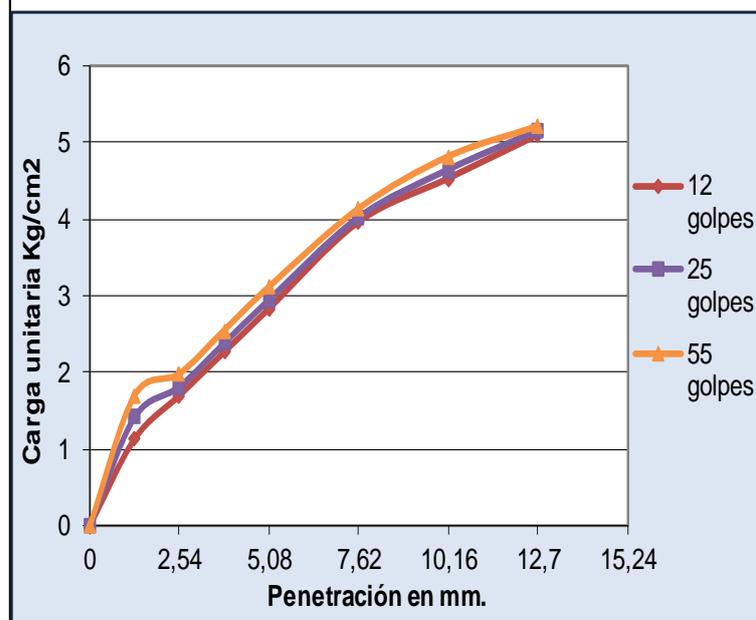
CBR penetración muestra 5.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	48	60	72	22	27	33
2.54 mm (0.10")	72	77	84	33	35	38
3.81 mm (0.15")	96	101	108	44	46	49
5.08 mm (0.20")	120	125	133	55	57	60
7.62 mm (0.30")	169	171	176	77	78	80
10.16 mm (0.40")	193	198	205	88	90	93
12.70 mm (0.50")	217	219	222	99	100	101

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	16,06	20,08	24,09	1,13	1,41	1,70
2,54 mm (0.10")	24,09	25,70	28,11	1,70	1,81	1,98
3,81 mm (0.15")	32,12	33,73	36,14	2,26	2,38	2,55
5,08 mm (0.20")	40,15	41,76	44,17	2,83	2,94	3,11
7,62 mm (0.30")	56,22	57,02	58,62	3,96	4,02	4,13
10,16 mm (0.40")	64,25	65,85	68,26	4,53	4,64	4,81
12,7 mm (0.50")	72,28	73,08	73,88	5,09	5,15	5,21



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,70	2,83
25	1,81	2,94
56	1,98	3,11
C.B.R.	%	
12	2,42	2,69
25	2,59	2,80
56	2,83	2,96

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 5.

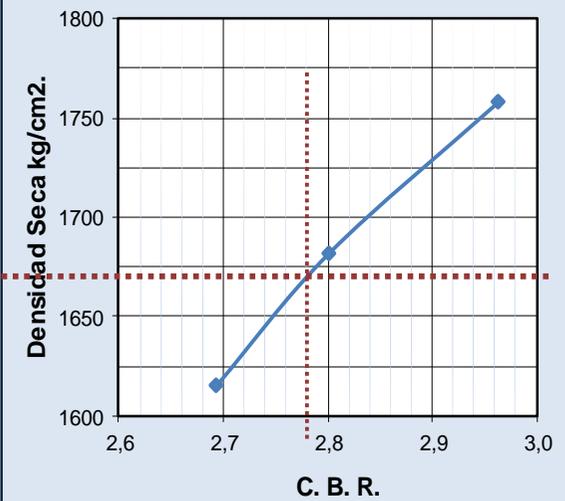
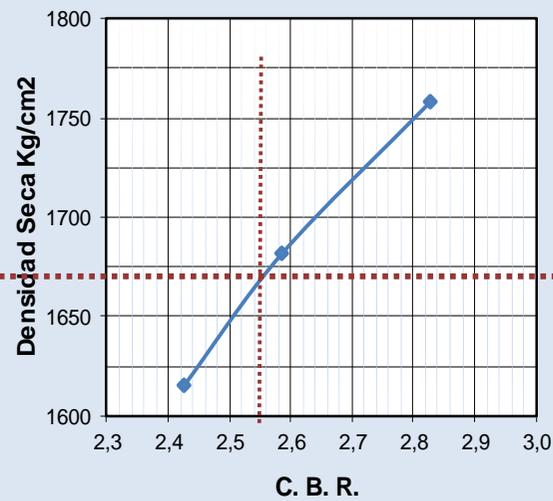
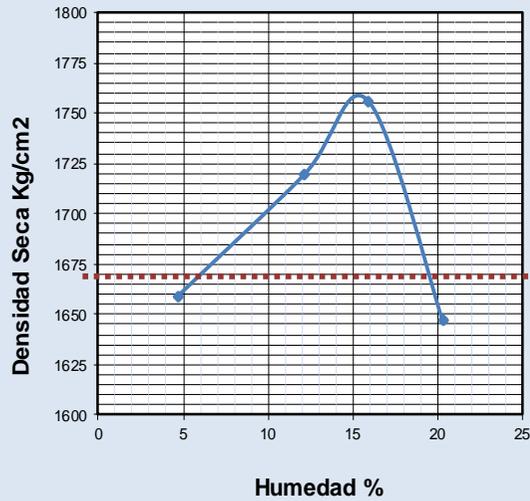
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 2,545 %

C. B. R. = 2,78 %

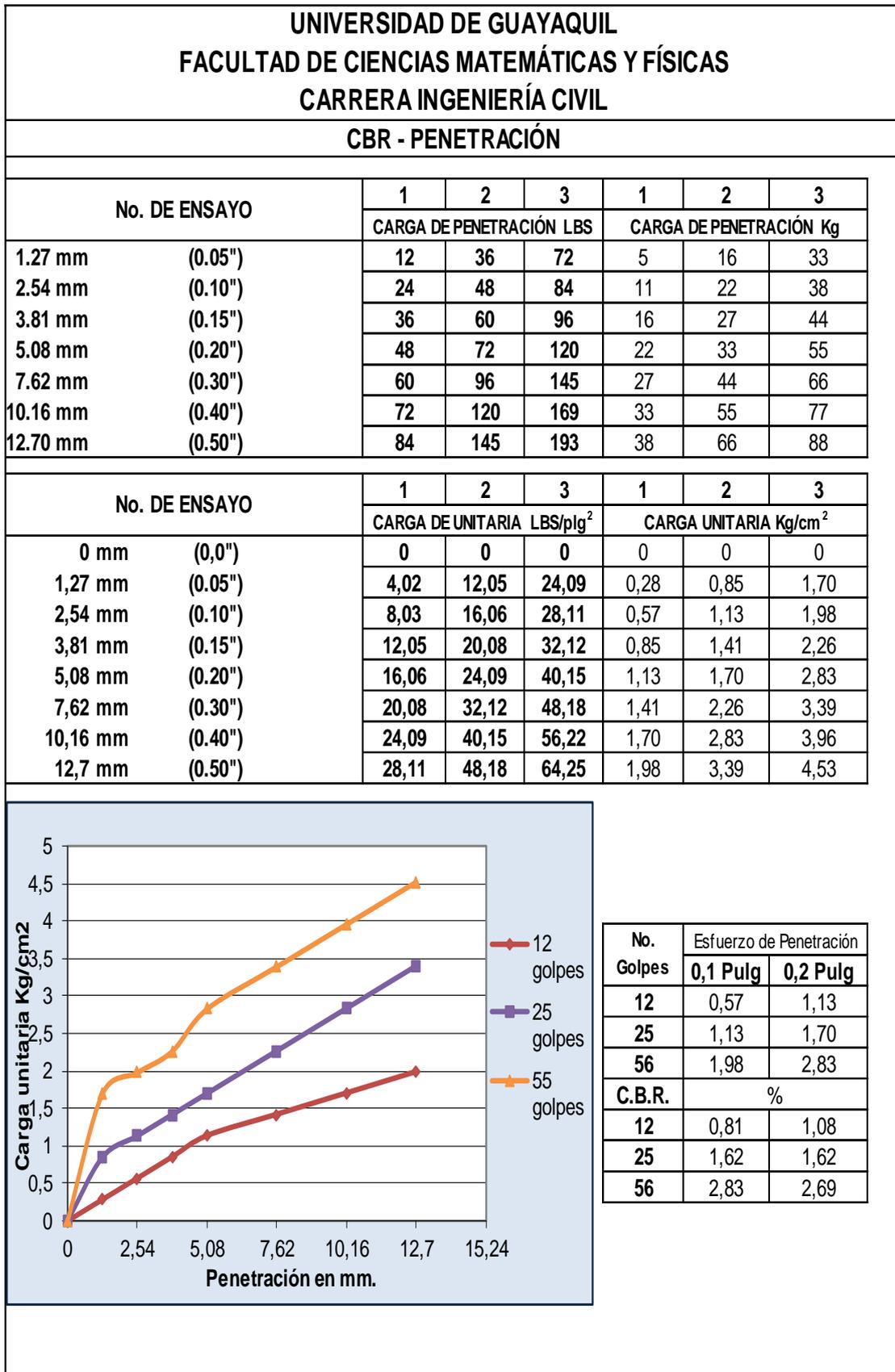
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 6.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	6	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	24/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	K	LK	Y'
	Wh + Recipiente.	260	280	269
	Ws + Recipiente.	233,68	251,48	241,41
	Ww	26,3	28,5	27,6
	Wrecipiente	36,94	37,1	36,7
	Wseco	196,74	214,38	204,71
	W% (porcentaje de humedad)	13,378	13,303	13,478
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,337	11,589	11,851
Peso de Molde		7,132	7,095	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,205	4,494	4,794
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,709	3,966	4,225
Conetido de agua=	W%	13,378	13,303	13,478
Densidad Húmeda=	δh	1816	1940	2070
Densidad Seca=	δs	1601	1713	1824
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	10F	M	y'
	Wh + Recipiente.	339	344	333
	Ws + Recipiente.	264,73	267,85	260,85
	Ww	74,27	76,15	72,15
	Wrecipiente	36,55	32,4	36,7
	Wseco	228,18	235,45	224,15
	W% (porcentaje de humedad)	32,549	32,342	32,188
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,852	11,930	12,003
Peso de Molde		7,132	7,095	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,72	4,835	4,946
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,561	3,653	3,742
Conetido de agua=	W%	32,549	32,342	32,188
Densidad Húmeda=	δh	2038	2088	2136
Densidad Seca=	δs	1538	1577	1616
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		938,00	680,00	439,00
48 Horas		990,00	820,00	650,00
72 Horas		1025,00	955,00	990,00
96 Horas		1126,00	1080,00	1050,00
HINCHAMIENTO %		8,08	7,72	7,48
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1601	1713	1824

Elaborado por: Steven Ureña

CBR penetración muestra 6.



Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 6.

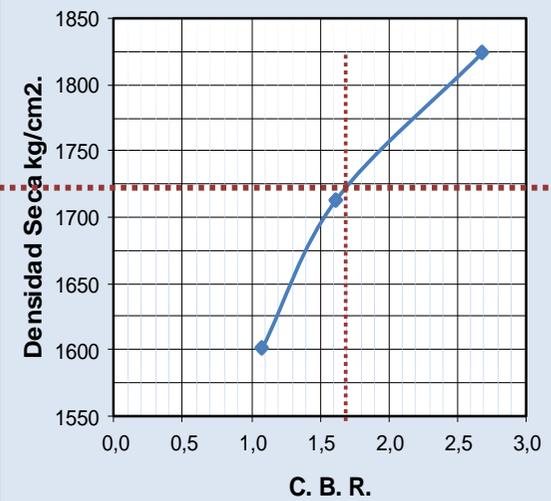
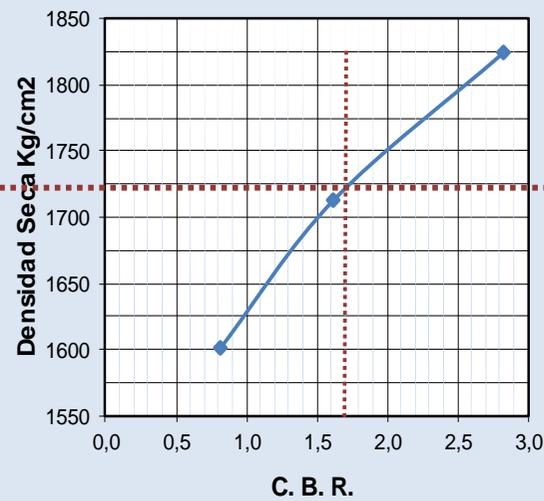
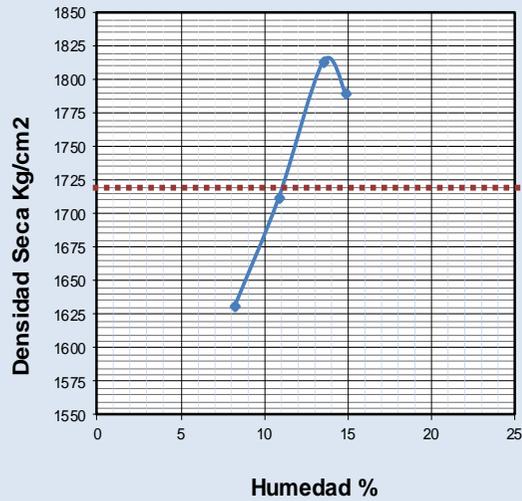
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 1,54 %

C. B. R. = 1,542 %

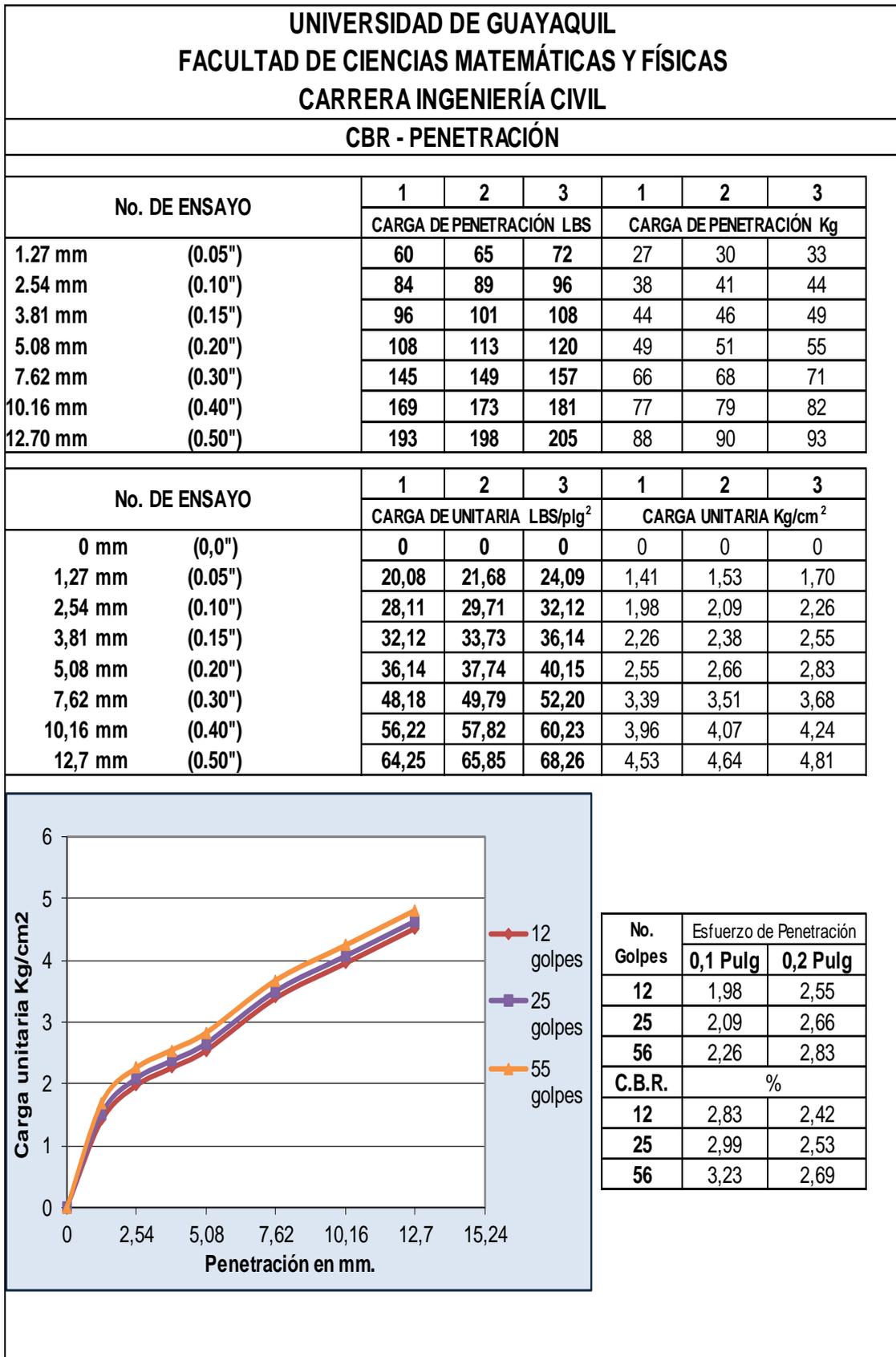
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 7.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	7	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	25/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	TN	L	100
	Wh + Recipiente.	268	255	228
	Ws + Recipiente.	236,2	225,35	202,2
	Ww	31,8	29,7	25,8
	Wrecipiente	30,2	37,1	37,14
	Wseco	206	188,25	165,06
	W% (porcentaje de humedad)	15,437	15,750	15,631
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9,930	11,324	11,432
Peso de Molde		5,807	6,894	6,624
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,123	4,43	4,808
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,572	3,827	4,158
Conetido de agua=	W%	15,437	15,750	15,631
Densidad Húmeda=	δ_h	1780	1913	2076
Densidad Seca=	δ_s	1542	1653	1795
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	R	C	5Z
	Wh + Recipiente.	311	316	289
	Ws + Recipiente.	236,84	241,36	222,42
	Ww	74,16	74,64	66,58
	Wrecipiente	29,6	32,5	36,3
	Wseco	207,24	208,86	186,12
	W% (porcentaje de humedad)	35,785	35,737	35,773
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,339	11,736	11,847
Peso de Molde		5,807	6,894	6,624
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,532	4,842	5,223
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,338	3,567	3,847
Conetido de agua=	W%	35,785	35,737	35,773
Densidad Húmeda=	δ_h	1957	2091	2255
Densidad Seca=	δ_s	1441	1540	1661
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		400,00	350,00	260,00
48 Horas		580,00	501,00	450,00
72 Horas		880,00	770,00	685,00
96 Horas		1009,00	980,00	935,00
HINCHAMIENTO %		7,16	6,93	6,57
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δ_s	1542	1653	1795

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR penetración muestra 7.



Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 7.

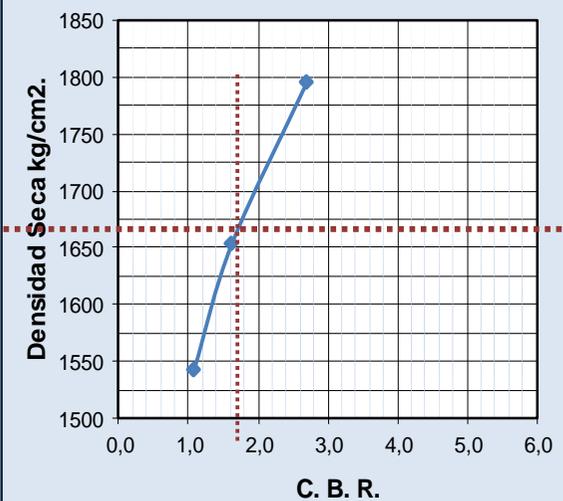
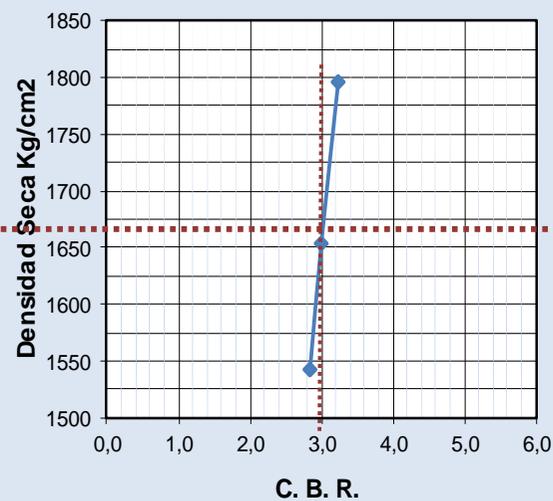
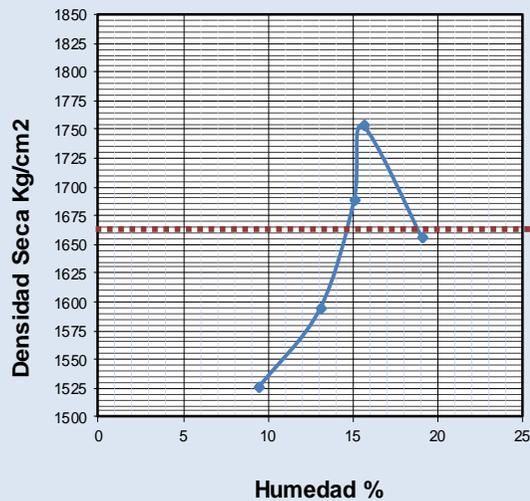
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 3,0%

C. B. R. = 1,65 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 8.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	8	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	25/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	R	XX	5Z
	Wh + Recipiente.	288	265	239
	Ws + Recipiente.	259,4	239,45	216,49
	Ww	28,6	25,6	22,5
	Wrecipiente	29,6	37,1	36,3
	Wseco	229,8	202,35	180,19
	W% (porcentaje de humedad)	12,446	12,627	12,492
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,105	11,728	11,540
Peso de Molde		6,614	6,985	6,545
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,491	4,743	4,995
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,994	4,211	4,440
Conetido de agua=	W%	12,446	12,627	12,492
Densidad Húmeda=	δh	1939	2048	2157
Densidad Seca=	δs	1724	1818	1917
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	100	W	TN
	Wh + Recipiente.	302	285	277
	Ws + Recipiente.	254,33	240,1	232,91
	Ww	47,67	44,9	44,09
	Wrecipiente	37,14	32,4	30,2
	Wseco	217,19	207,7	202,71
	W% (porcentaje de humedad)	21,949	21,618	21,750
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,368	11,896	11,695
Peso de Molde		6,614	6,985	6,545
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,754	4,911	5,15
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,898	4,038	4,230
Conetido de agua=	W%	21,949	21,618	21,750
Densidad Húmeda=	δh	2053	2120	2224
Densidad Seca=	δs	1683	1744	1826
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		180,00	165,00	145,00
48 Horas		350,00	325,00	300,00
72 Horas		450,00	400,00	380,00
96 Horas		501,00	480,00	450,00
HINCHAMIENTO %		3,16	2,99	2,76
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1724	1818	1917

Elaborado por: Steven Ureña.

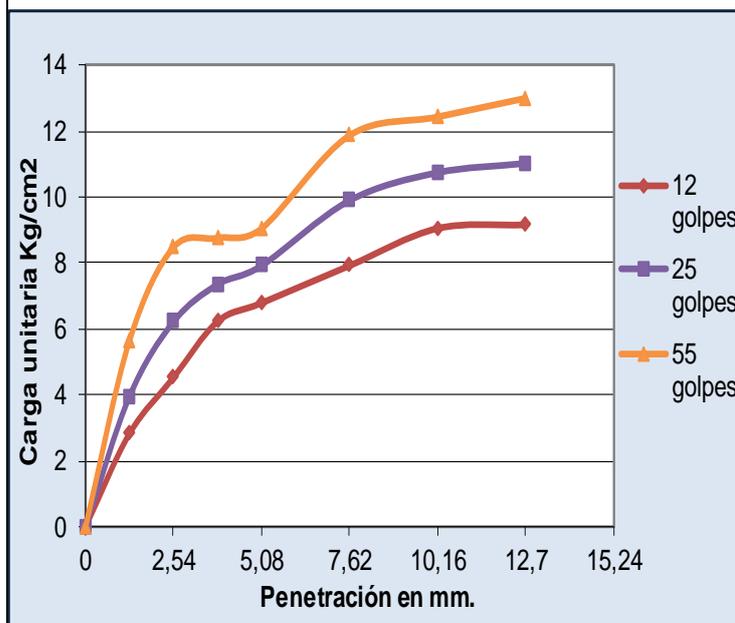
CBR penetración muestra 8.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm	(0.05")	120	169	241	55	77	110
2.54 mm	(0.10")	193	265	361	88	120	164
3.81 mm	(0.15")	265	313	373	120	142	170
5.08 mm	(0.20")	289	337	385	131	153	175
7.62 mm	(0.30")	337	422	506	153	192	230
10.16 mm	(0.40")	385	458	530	175	208	241
12.70 mm	(0.50")	390	470	554	177	214	252

No. DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
		CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm	(0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm	(0.05")	40,15	56,22	80,31	2,83	3,96	5,66
2,54 mm	(0.10")	64,25	88,34	120,46	4,53	6,22	8,49
3,81 mm	(0.15")	88,34	104,40	124,48	6,22	7,36	8,77
5,08 mm	(0.20")	96,37	112,43	128,49	6,79	7,92	9,05
7,62 mm	(0.30")	112,43	140,54	168,65	7,92	9,90	11,88
10,16 mm	(0.40")	128,49	152,58	176,68	9,05	10,75	12,45
12,7 mm	(0.50")	130,10	156,60	184,71	9,17	11,03	13,01



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	4,53	6,79
25	6,22	7,92
56	8,49	9,05
C.B.R.	%	
12	6,47	6,47
25	8,89	7,54
56	12,12	8,62

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 8.

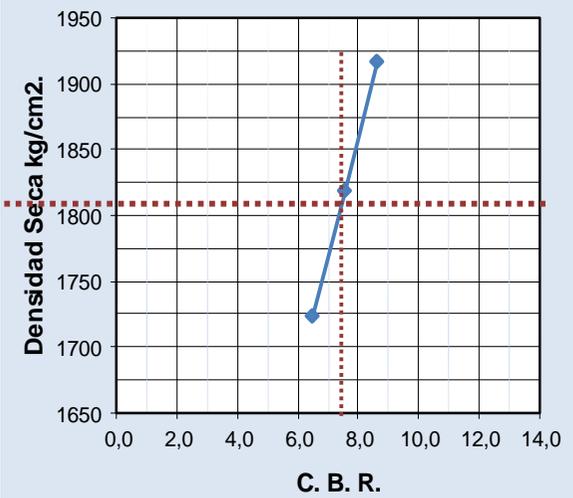
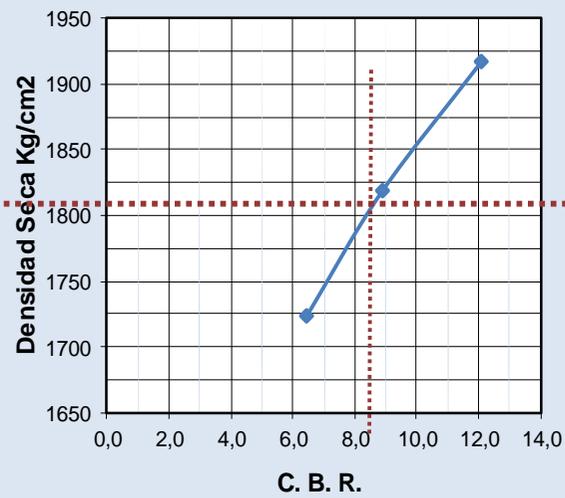
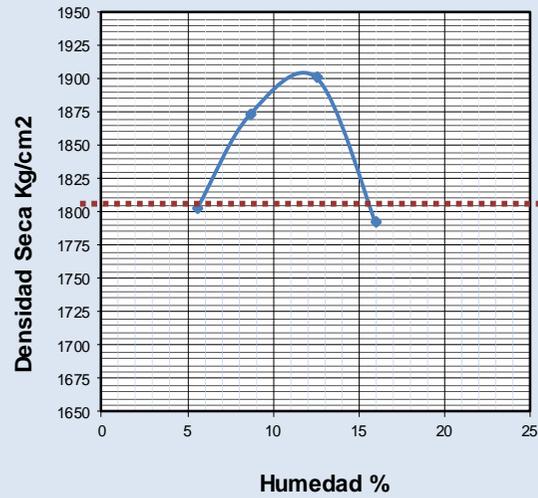
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 8,5 %

C. B. R. = 7,4 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 9.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	9	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	26/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	Y	V	K
	Wh + Recipiente.	276	309,5	298,5
	Ws + Recipiente.	250,65	280,70	270,5
	Ww	25,4	28,8	28,0
	Wrecipiente	33,6	34,15	35
	Wseco	217,05	246,55	235,5
	W% (porcentaje de humedad)	11,679	11,681	11,890
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,931	10,980	11,325
Peso de Molde		6,6185	6,371	6,419
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,313	4,6095	4,906
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,862	4,127	4,385
Conetido de agua=	W%	11,679	11,681	11,890
Densidad Húmeda=	δh	1862	1990	2118
Densidad Seca=	δs	1667	1782	1893
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	100	LK	MX
	Wh + Recipiente.	266	286	307
	Ws + Recipiente.	230,50	246,8	264,83
	Ww	35,5	39,2	42,17
	Wrecipiente	37,14	33,6	36,2
	Wseco	193,36	213,2	228,63
	W% (porcentaje de humedad)	18,360	18,386	18,445
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,236	11,084	11,492
Peso de Molde		6,6185	6,371	6,419
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,6175	4,7135	5,073
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,901	3,981	4,283
Conetido de agua=	W%	18,360	18,386	18,445
Densidad Húmeda=	δh	1994	2035	2190
Densidad Seca=	δs	1684	1719	1849
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		190,00	172,00	155,00
48 Horas		250,00	215,00	190,00
72 Horas		280,00	270,00	240,00
96 Horas		445,00	320,00	255,00
	HINCHAMIENTO %	2,72	1,73	1,22
C.B.R.		%	12 GOLPES	25 GOLPES
Densidad Seca.		δs	1667	1782
			56 GOLPES	1893

Elaborado por: Steven Ureña

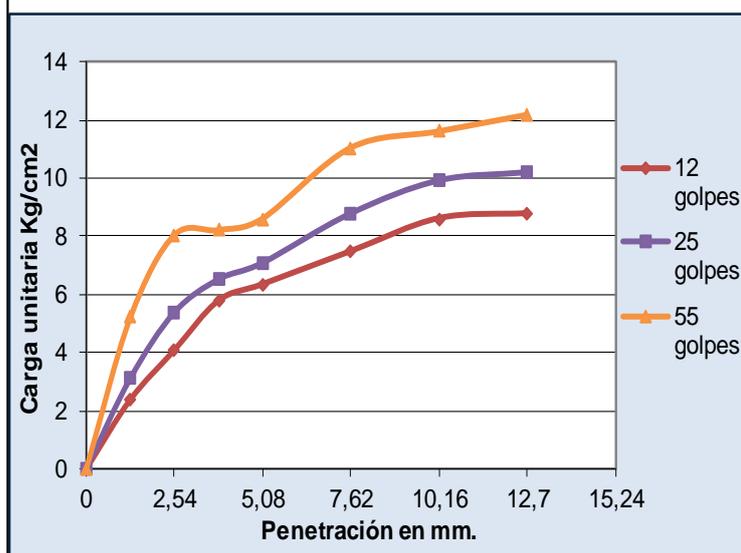
CBR penetración muestra 9.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
 FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
 CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	101	133	222	46	60	101
2.54 mm (0.10")	173	229	342	79	104	156
3.81 mm (0.15")	246	277	349	112	126	159
5.08 mm (0.20")	270	301	366	123	137	166
7.62 mm (0.30")	318	373	470	145	170	214
10.16 mm (0.40")	366	422	494	166	192	224
12.70 mm (0.50")	373	434	518	170	197	235

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	33,73	44,17	73,88	2,38	3,11	5,21
2,54 mm (0.10")	57,82	76,29	114,04	4,07	5,38	8,03
3,81 mm (0.15")	81,91	92,35	116,45	5,77	6,51	8,20
5,08 mm (0.20")	89,94	100,38	122,07	6,34	7,07	8,60
7,62 mm (0.30")	106,01	124,48	156,60	7,47	8,77	11,03
10,16 mm (0.40")	122,07	140,54	164,63	8,60	9,90	11,60
12,7 mm (0.50")	124,48	144,55	172,66	8,77	10,18	12,17



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	4,07	6,34
25	5,38	7,07
56	8,03	8,60
C.B.R.	%	
12	5,82	6,04
25	7,68	6,74
56	11,48	8,19

Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 9.

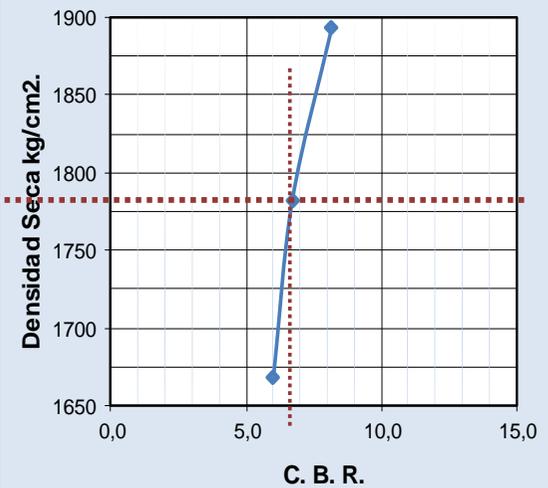
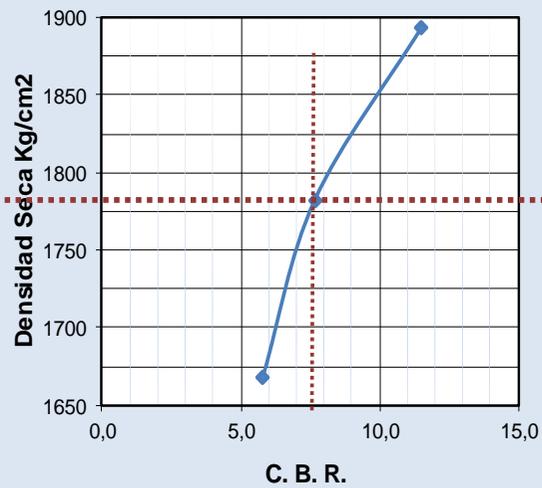
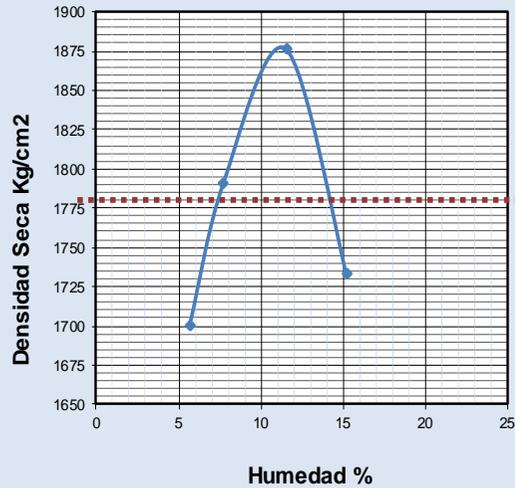
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 7,5 %

C. B. R. = 6,6 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 10.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	10	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	28/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	G4	L	AJ
	Wh + Recipiente.	261	276	235
	Ws + Recipiente.	225,3	239,25	203,43
	Ww	35,7	36,8	31,6
	Wrecipiente	31	37,1	31,2
	Wseco	194,3	202,15	172,23
W% (porcentaje de humedad)		18,374	18,180	18,330
Peso de Molde + Suelo Húmedo		9,400	11,403	11,012
Peso de Molde		5,696	7,123	6,391
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	3,704	4,28	4,621
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,129	3,622	3,905
Conetido de agua=	W%	18,374	18,180	18,330
Densidad Húmeda=	δh	1599	1848	1995
Densidad Seca=	δs	1351	1564	1686
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	5Z	D	9
	Wh + Recipiente.	285	287	208
	Ws + Recipiente.	212,25	213,44	155,88
	Ww	72,75	73,56	52,12
	Wrecipiente	36,3	34,8	29,5
	Wseco	175,95	178,64	126,38
W% (porcentaje de humedad)		41,347	41,178	41,241
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,081	11,855	11,320
Peso de Molde		5,696	7,123	6,391
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,385	4,732	4,929
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,102	3,352	3,490
Conetido de agua=	W%	41,347	41,178	41,241
Densidad Húmeda=	δh	1893	2043	2128
Densidad Seca=	δs	1340	1447	1507
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		880,00	650,00	540,00
48 Horas		960,00	990,00	1051,00
72 Horas		1360,00	1220,00	1140,00
96 Horas		1380,00	1325,00	1260,00
HINCHAMIENTO %		10,08	9,65	9,13
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1351	1564	1686

Elaborado por: Steven Ureña

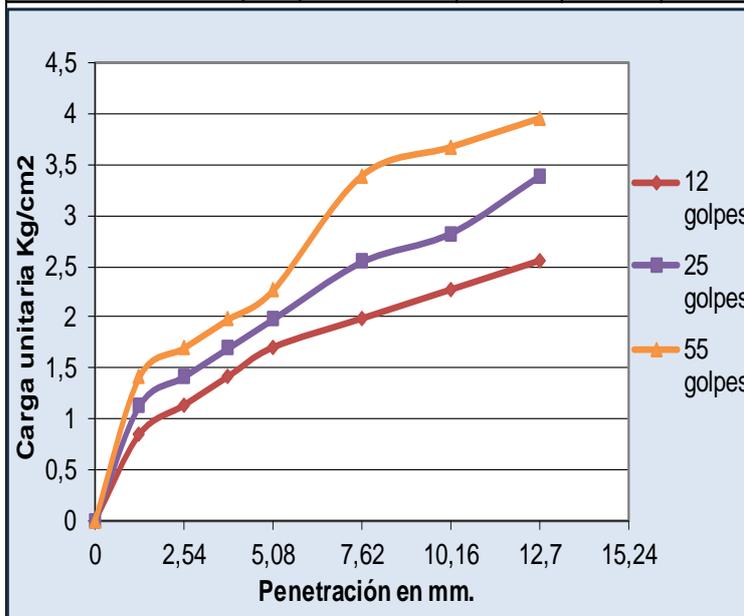
CBR penetración muestra 10.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	36	48	60	16	22	27
2.54 mm (0.10")	48	60	72	22	27	33
3.81 mm (0.15")	60	72	84	27	33	38
5.08 mm (0.20")	72	84	96	33	38	44
7.62 mm (0.30")	84	108	145	38	49	66
10.16 mm (0.40")	96	120	157	44	55	71
12.70 mm (0.50")	108	145	169	49	66	77

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	12,05	16,06	20,08	0,85	1,13	1,41
2,54 mm (0.10")	16,06	20,08	24,09	1,13	1,41	1,70
3,81 mm (0.15")	20,08	24,09	28,11	1,41	1,70	1,98
5,08 mm (0.20")	24,09	28,11	32,12	1,70	1,98	2,26
7,62 mm (0.30")	28,11	36,14	48,18	1,98	2,55	3,39
10,16 mm (0.40")	32,12	40,15	52,20	2,26	2,83	3,68
12,7 mm (0.50")	36,14	48,18	56,22	2,55	3,39	3,96



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,13	1,70
25	1,41	1,98
56	1,70	2,26
C.B.R.	%	
12	1,62	1,62
25	2,02	1,89
56	2,42	2,16

Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 10.

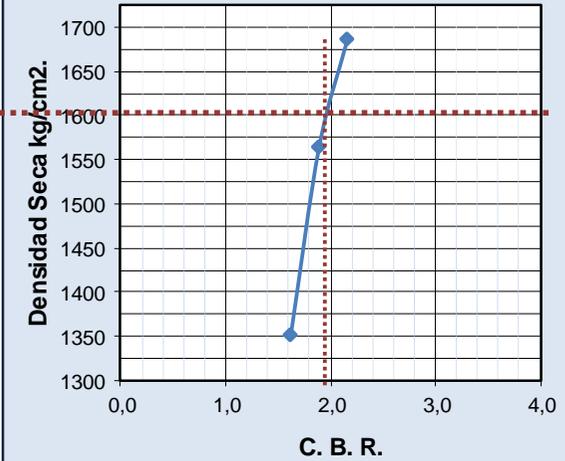
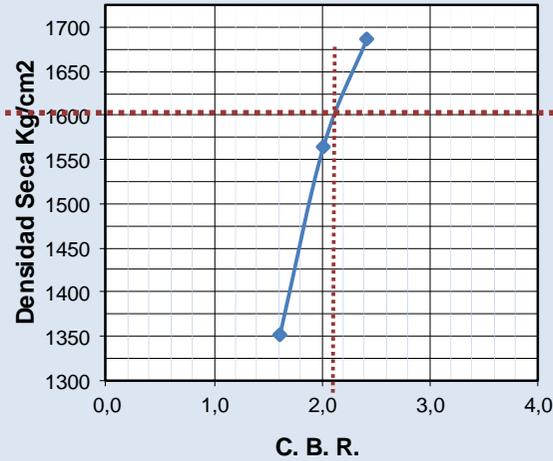
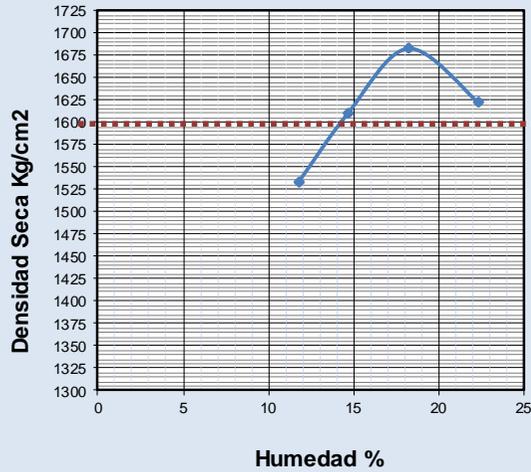
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 2,1 %

C. B. R. = 1,9 %

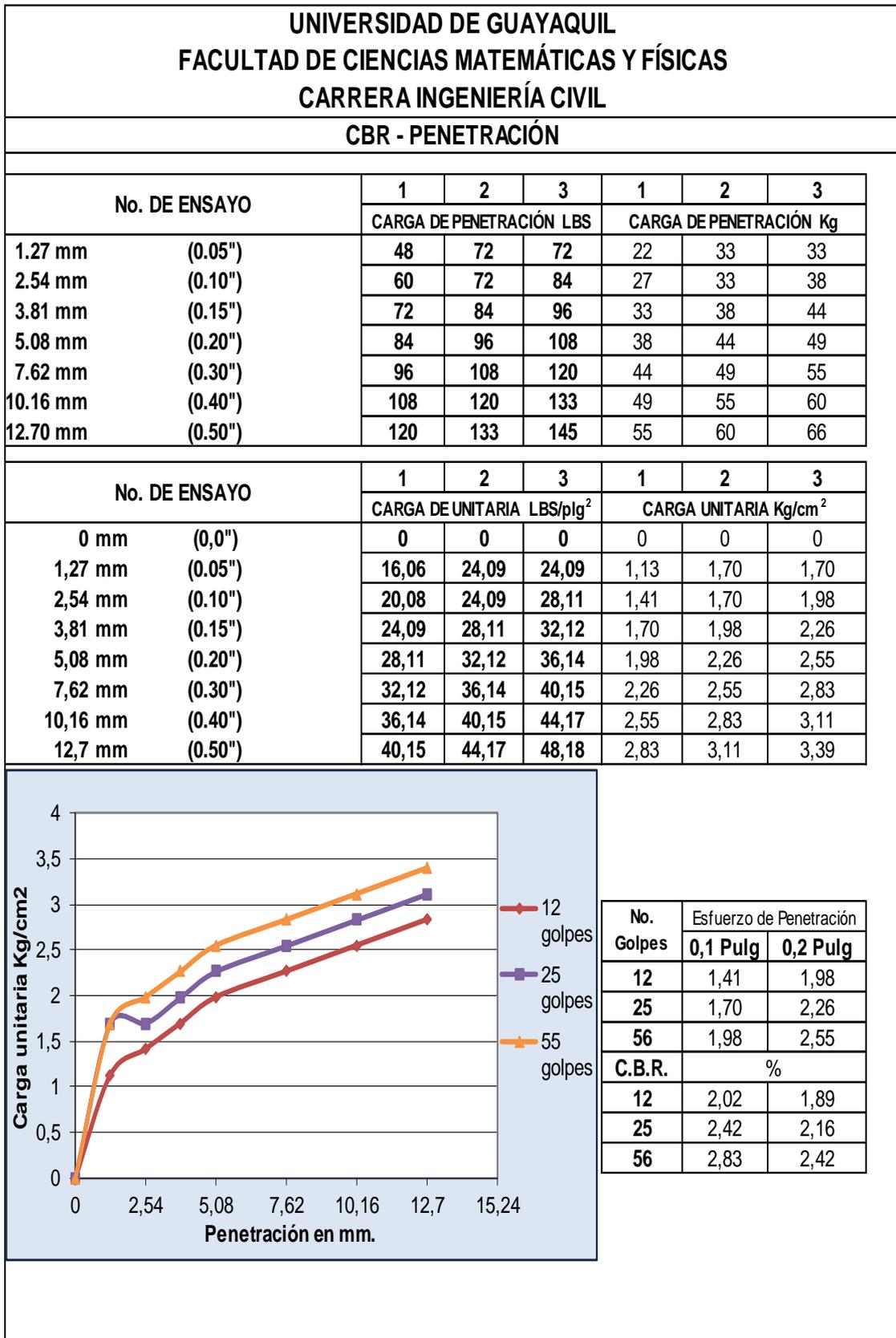
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 11.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	11	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	28/12/2021	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	P7	H	90
	Wh + Recipiente.	267	276	279
	Ws + Recipiente.	230,66	238,00	241,98
	Ww	36,3	38,0	37,0
	Wrecipiente	38,1	37,1	37,3
	Wseco	192,56	200,9	204,68
	W% (porcentaje de humedad)	18,872	18,915	18,087
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,965	11,296	11,695
Peso de Molde		7,132	7,095	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	3,833	4,201	4,638
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,224	3,533	3,928
Conetido de agua=	W%	18,872	18,915	18,087
Densidad Húmeda=	δh	1655	1814	2003
Densidad Seca=	δs	1392	1525	1696
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente Nº	AS	W	y'
	Wh + Recipiente.	294	299	191
	Ws + Recipiente.	218,12	220,14	145,12
	Ww	75,88	78,86	45,88
	Wrecipiente	37,84	32,4	36,7
	Wseco	180,28	187,74	108,42
	W% (porcentaje de humedad)	42,090	42,005	42,317
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,588	12,054	12,512
Peso de Molde		7,132	7,095	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,456	4,959	5,455
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,136	3,492	3,833
Conetido de agua=	W%	42,090	42,005	42,317
Densidad Húmeda=	δh	1924	2141	2355
Densidad Seca=	δs	1354	1508	1655
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		770,00	620,00	550,00
48 Horas		840,00	770,00	640,00
72 Horas		1250,00	1024,00	1110,00
96 Horas		1360,00	1285,00	1210,00
HINCHAMIENTO %		9,92	9,33	8,74
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1392	1525	1696

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR penetración muestra 11.



Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 11.

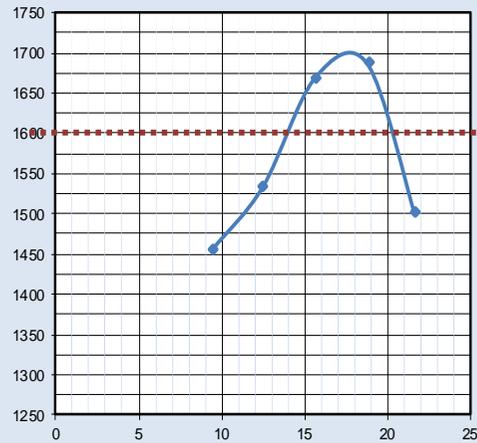
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

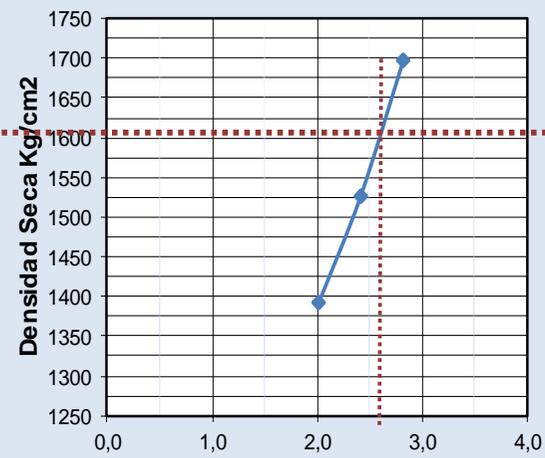
Proctor Modificado al 95 %

0,1 de Penetración

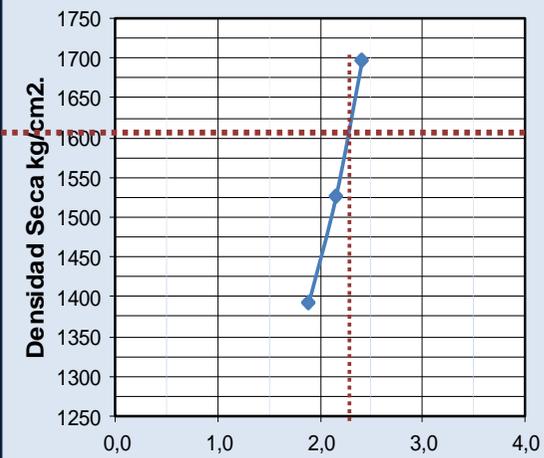
0,2 de Penetración



Humedad %



C. B. R.



C. B. R.

C. B. R. = 2,52 %

C. B. R. = 2,3 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 12.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	12	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	5/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSION				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	III	V	Y8
	Wh + Recipiente.	333	281	293
	Ws + Recipiente.	303,33	257,12	268,41
	Ww	29,7	23,9	24,6
	Wrecipiente	30	33,5	36,2
	Wseco	273,33	223,62	232,21
	W% (porcentaje de humedad)	10,855	10,679	10,590
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,110	11,689	12,247
Peso de Molde		6,554	6,852	7,142
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,556	4,837	5,105
Peso del Suelo Seco.	Ws	4,110	4,370	4,616
Conetido de agua=	W%	10,855	10,679	10,590
Densidad Húmeda=	δh	1967	2089	2204
Densidad Seca=	δs	1775	1887	1993
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	XM	L	15
	Wh + Recipiente.	252	284	295
	Ws + Recipiente.	220,93	248,32	257,35
	Ww	31,07	35,68	37,65
	Wrecipiente	37,6	37,1	30,0
	Wseco	183,33	211,22	227,35
	W% (porcentaje de humedad)	16,948	16,892	16,560
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,186	11,756	12,330
Peso de Molde		6,554	6,852	7,142
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,632	4,904	5,188
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,961	4,195	4,451
Conetido de agua=	W%	16,948	16,892	16,560
Densidad Húmeda=	δh	2000	2117	2240
Densidad Seca=	δs	1710	1811	1922
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		309,00	290,00	273,00
48 Horas		315,00	283,00	250,00
72 Horas		320,00	263,00	205,00
96 Horas		324,00	254,00	181,00
HINCHAMIENTO %		1,76	1,21	0,64
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1775	1887	1993

Elaborado por: Steven Ureña.

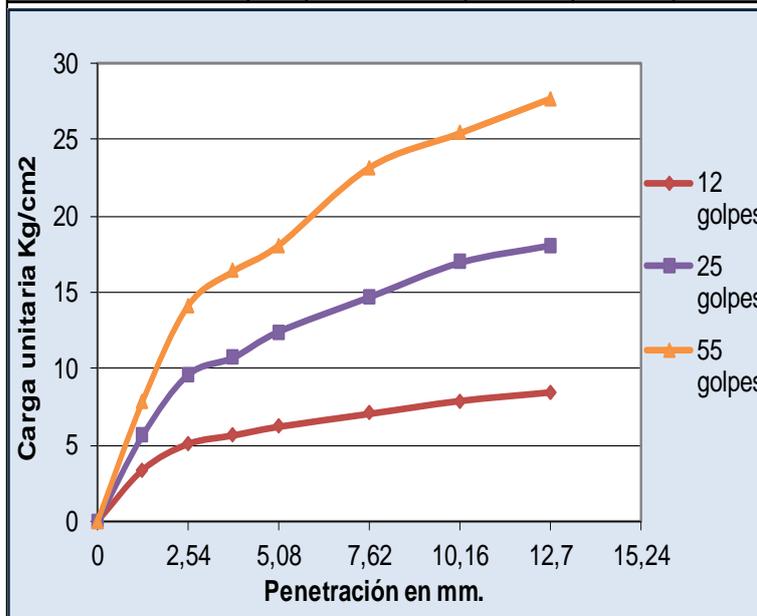
CBR penetración muestra 12.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	145	241	337	66	110	153
2.54 mm (0.10")	217	410	602	99	186	274
3.81 mm (0.15")	241	458	699	110	208	318
5.08 mm (0.20")	265	530	771	120	241	350
7.62 mm (0.30")	301	626	988	137	285	449
10.16 mm (0.40")	337	723	1084	153	329	493
12.70 mm (0.50")	361	771	1181	164	350	537

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	48,18	80,31	112,43	3,39	5,66	7,92
2,54 mm (0.10")	72,28	136,52	200,77	5,09	9,62	14,15
3,81 mm (0.15")	80,31	152,58	232,89	5,66	10,75	16,41
5,08 mm (0.20")	88,34	176,68	256,98	6,22	12,45	18,11
7,62 mm (0.30")	100,38	208,80	329,26	7,07	14,71	23,20
10,16 mm (0.40")	112,43	240,92	361,38	7,92	16,97	25,46
12,7 mm (0.50")	120,46	256,98	393,51	8,49	18,11	27,73



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	5,09	6,22
25	9,62	12,45
56	14,15	18,11
C.B.R.	%	
12	7,27	5,93
25	13,74	11,86
56	20,21	17,24

Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 12.

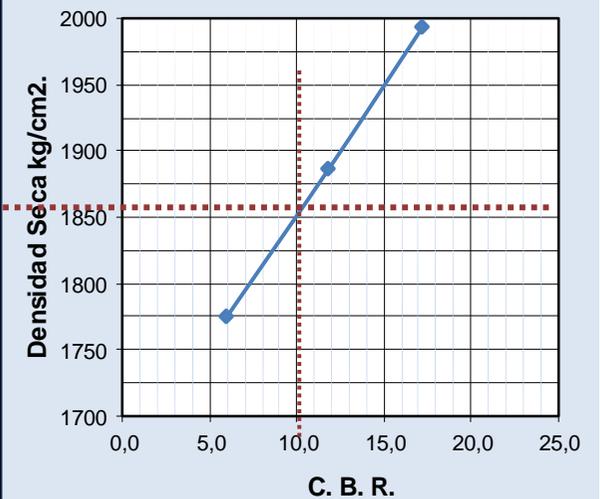
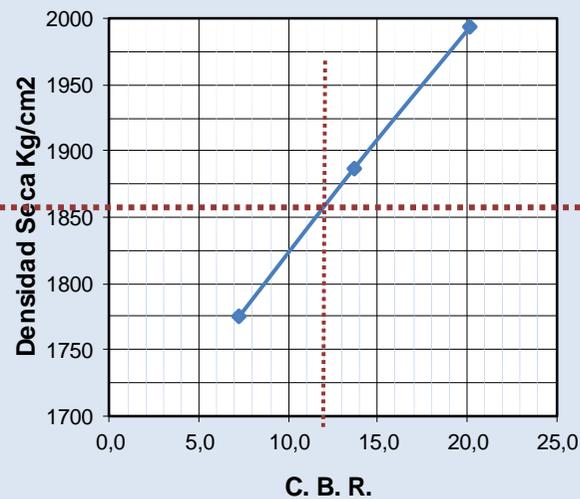
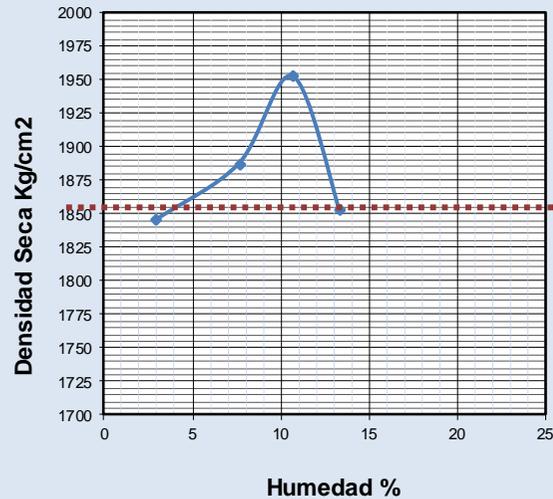
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 12 %

C. B. R. = 10,0%

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 13.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	13	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	5/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	P4	T	B
	Wh + Recipiente.	308	294	240
	Ws + Recipiente.	264,39	252,59	207,32
	Ww	43,6	41,4	32,7
	Wrecipiente	28,9	27,5	31,7
	Wseco	235,49	225,09	175,62
	W% (porcentaje de humedad)	18,519	18,397	18,608
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,944	11,240	10,387
Peso de Molde		7,043	6,982	5,805
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	3,901	4,258	4,582
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,291	3,596	3,863
Conetido de agua=	W%	18,519	18,397	18,608
Densidad Húmeda=	δ_h	1684	1839	1978
Densidad Seca=	δ_s	1421	1553	1668
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	H	M	AI
	Wh + Recipiente.	296	284	204
	Ws + Recipiente.	233,19	248,32	164,83
	Ww	62,81	35,68	39,17
	Wrecipiente	37,84	32,4	31,2
	Wseco	195,35	215,92	133,63
	W% (porcentaje de humedad)	32,153	16,525	29,312
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,332	11,114	10,652
Peso de Molde		7,043	6,982	5,805
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,289	4,132	4,847
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,245	3,546	3,748
Conetido de agua=	W%	32,153	16,525	29,312
Densidad Húmeda=	δ_h	1852	1784	2093
Densidad Seca=	δ_s	1401	1531	1618
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		350,00	310,00	290,00
48 Horas		555,00	500,00	480,00
72 Horas		572,00	550,00	510,00
96 Horas		580,00	574,00	570,00
HINCHAMIENTO %		3,78	3,73	3,70
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δ_s	1421	1553	1668

Elaborado por: Steven Ureña.

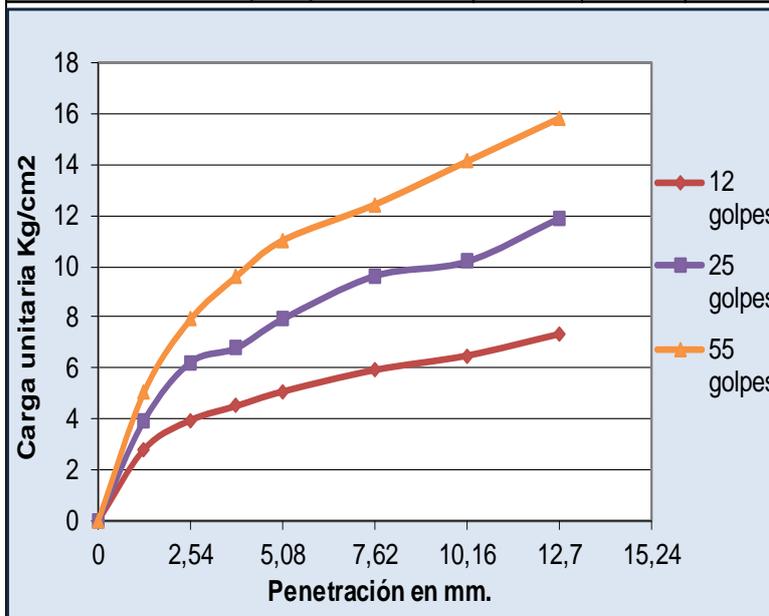
CBR penetración muestra 13.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	120	169	217	55	77	99
2.54 mm (0.10")	169	265	337	77	120	153
3.81 mm (0.15")	193	289	410	88	131	186
5.08 mm (0.20")	217	337	470	99	153	214
7.62 mm (0.30")	253	410	530	115	186	241
10.16 mm (0.40")	277	434	602	126	197	274
12.70 mm (0.50")	313	506	675	142	230	307

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	40,15	56,22	72,28	2,83	3,96	5,09
2,54 mm (0.10")	56,22	88,34	112,43	3,96	6,22	7,92
3,81 mm (0.15")	64,25	96,37	136,52	4,53	6,79	9,62
5,08 mm (0.20")	72,28	112,43	156,60	5,09	7,92	11,03
7,62 mm (0.30")	84,32	136,52	176,68	5,94	9,62	12,45
10,16 mm (0.40")	92,35	144,55	200,77	6,51	10,18	14,15
12,7 mm (0.50")	104,40	168,65	224,86	7,36	11,88	15,84



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	3,96	5,09
25	6,22	7,92
56	7,92	11,03
C.B.R.	%	
12	5,66	4,85
25	8,89	7,54
56	11,32	10,51

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 13.

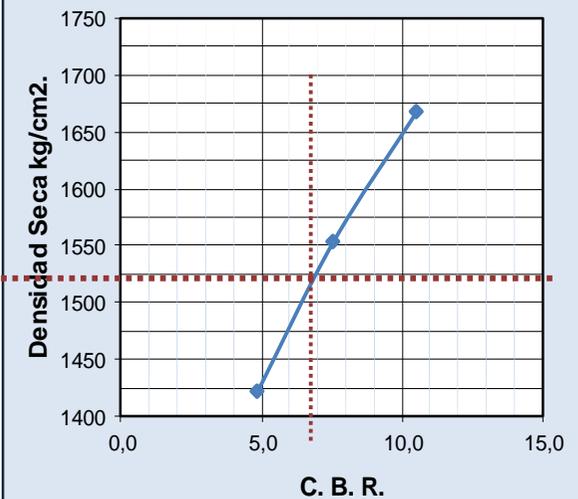
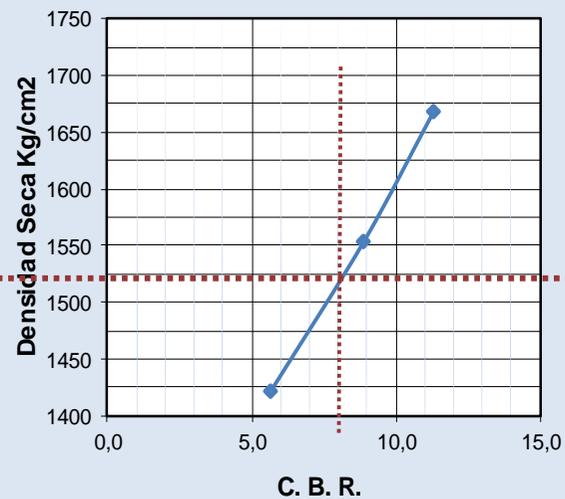
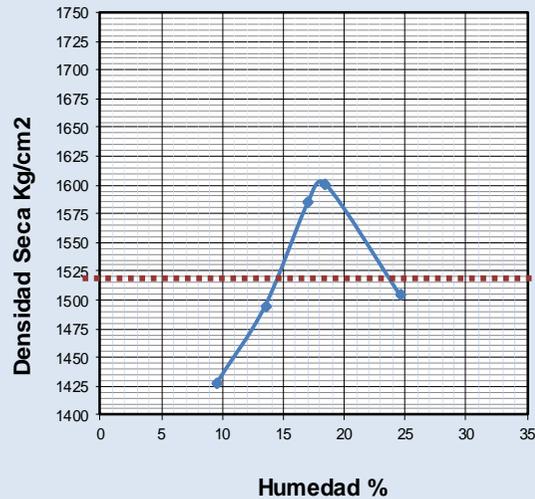
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 8 %

C. B. R. = 6,9%

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 14.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	14	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	10/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	5Z	M	XM
	Wh + Recipiente.	298	279,5	239,5
	Ws + Recipiente.	262	246,02	211,91
	Ww	36,0	33,5	27,6
	Wrecipiente	29,3	32,3	34
	Wseco	232,7	213,72	177,91
W% (porcentaje de humedad)		15,471	15,665	15,508
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,023	11,484	10,964
Peso de Molde		6,829	6,984	6,175
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,194	4,5	4,789
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,632	3,891	4,146
Conetido de agua=	W%	15,471	15,665	15,508
Densidad Húmeda=	δh	1811	1943	2068
Densidad Seca=	δs	1568	1680	1790
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	P-PH	10F	M
	Wh + Recipiente.	299	284,5	240,5
	Ws + Recipiente.	243,76	244,21	198,87
	Ww	55,24	40,29	41,63
	Wrecipiente	37,5	32,3	30,7
	Wseco	206,26	211,91	168,17
W% (porcentaje de humedad)		26,782	19,013	24,755
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,351	11,505	11,174
Peso de Molde		6,829	6,984	6,175
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,522	4,521	4,999
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,567	3,799	4,007
Conetido de agua=	W%	26,782	19,013	24,755
Densidad Húmeda=	δh	1953	1952	2158
Densidad Seca=	δs	1540	1640	1730
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		265,00	238,00	217,00
48 Horas		455,00	413,00	390,00
72 Horas		510,00	475,00	445,00
96 Horas		540,00	527,00	510,00
HINCHAMIENTO %		3,46	3,36	3,23
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1568	1680	1790

Elaborado por: Steven Ureña.

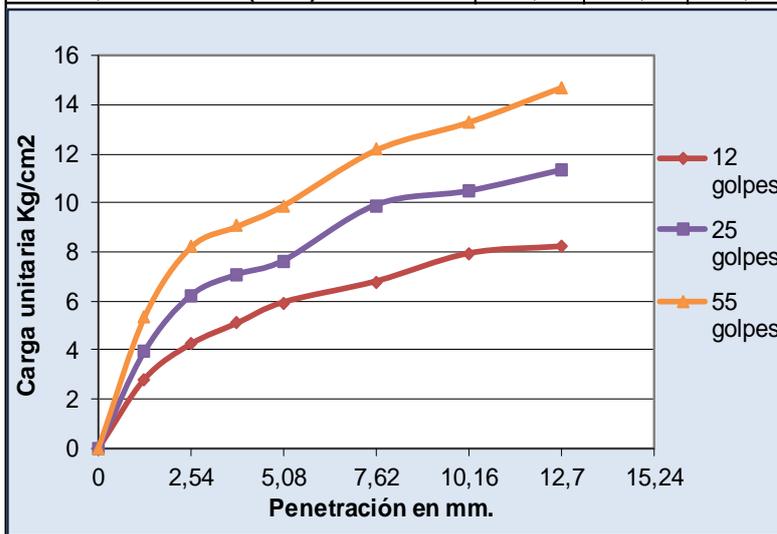
CBR penetración muestra 14.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	120	169	229	55	77	104
2.54 mm (0.10")	181	265	349	82	120	159
3.81 mm (0.15")	217	301	385	99	137	175
5.08 mm (0.20")	253	325	422	115	148	192
7.62 mm (0.30")	289	422	518	131	192	235
10.16 mm (0.40")	337	446	566	153	203	257
12.70 mm (0.50")	349	482	626	159	219	285

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	40,15	56,22	76,29	2,83	3,96	5,38
2,54 mm (0.10")	60,23	88,34	116,45	4,24	6,22	8,20
3,81 mm (0.15")	72,28	100,38	128,49	5,09	7,07	9,05
5,08 mm (0.20")	84,32	108,41	140,54	5,94	7,64	9,90
7,62 mm (0.30")	96,37	140,54	172,66	6,79	9,90	12,17
10,16 mm (0.40")	112,43	148,57	188,72	7,92	10,47	13,30
12,7 mm (0.50")	116,45	160,61	208,80	8,20	11,32	14,71



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	4,24	5,94
25	6,22	7,64
56	8,20	9,90
C.B.R.	%	
12	6,06	5,66
25	8,89	7,27
56	11,72	9,43

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 14.

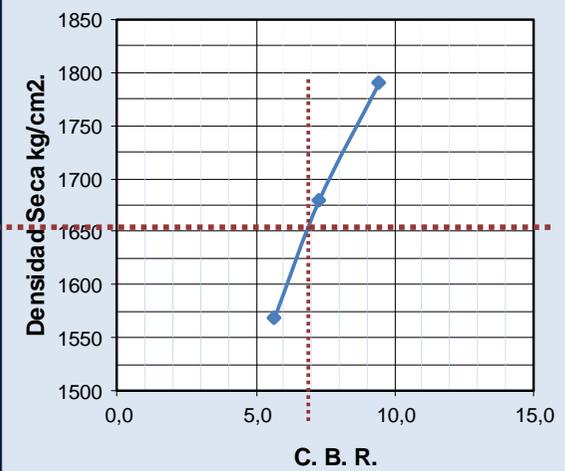
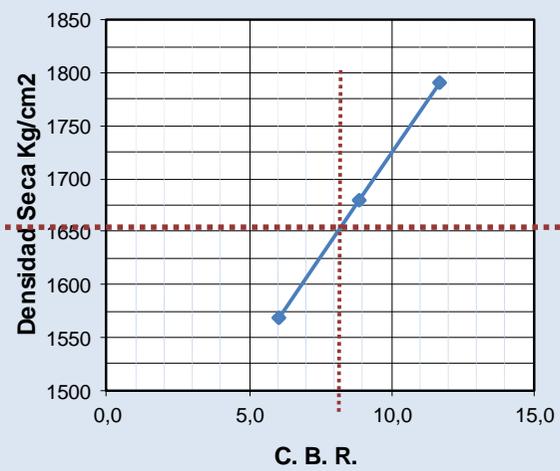
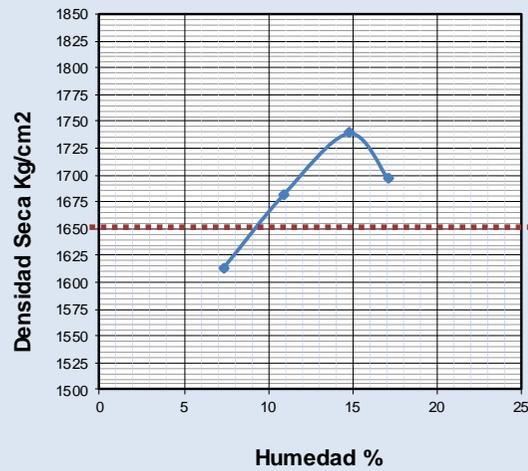
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 8,2 %

C. B. R. = 6,9 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 15.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	15	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	10/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	TN	L	V
	Wh + Recipiente.	270	315	302
	Ws + Recipiente.	245,88	287,12	275,12
	Ww	24,1	27,9	26,9
	Wrecipiente	30,2	37,1	35,1
	Wseco	215,68	250,02	240,02
	W% (porcentaje de humedad)	11,183	11,151	11,199
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,410	11,670	12,045
Peso de Molde		7,095	7,057	7,142
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,315	4,613	4,903
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,881	4,150	4,409
Conetido de agua=	W%	11,183	11,151	11,199
Densidad Húmeda=	δ_h	1863	1992	2117
Densidad Seca=	δ_s	1676	1792	1904
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	ML	C	5Z
	Wh + Recipiente.	258	283	305
	Ws + Recipiente.	225,12	245,36	265,12
	Ww	32,88	37,64	39,88
	Wrecipiente	37,8	32,5	36,3
	Wseco	187,32	212,86	228,82
	W% (porcentaje de humedad)	17,553	17,683	17,429
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,489	11,748	12,187
Peso de Molde		7,095	7,057	7,142
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,394	4,691	5,045
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,738	3,986	4,296
Conetido de agua=	W%	17,553	17,683	17,429
Densidad Húmeda=	δ_h	1897	2025	2178
Densidad Seca=	δ_s	1614	1721	1855
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		175,00	152,00	145,00
48 Horas		200,00	187,00	175,00
72 Horas		250,00	215,00	190,00
96 Horas		390,00	255,00	205,00
HINCHAMIENTO %		2,28	1,22	0,83
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δ_s	1676	1792	1904

Elaborado por: Steven Ureña

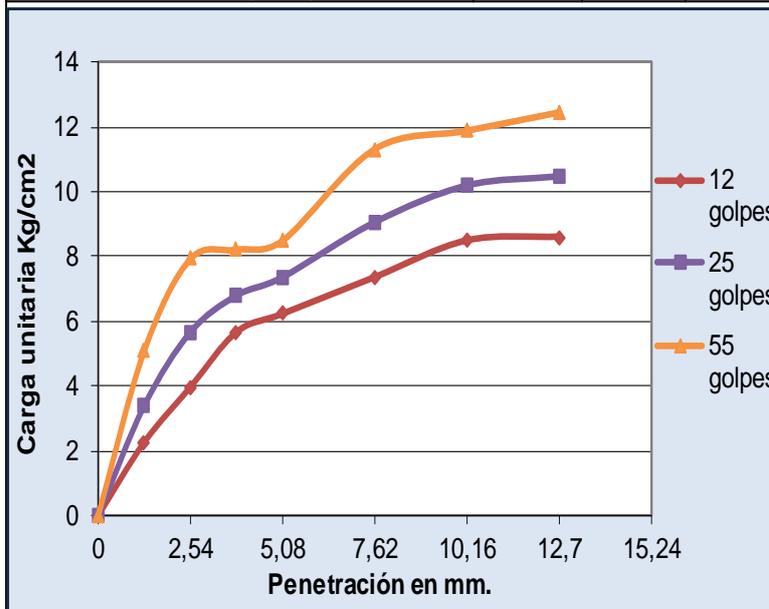
CBR penetración muestra 15.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	96	145	217	44	66	99
2.54 mm (0.10")	169	241	337	77	110	153
3.81 mm (0.15")	241	289	349	110	131	159
5.08 mm (0.20")	265	313	361	120	142	164
7.62 mm (0.30")	313	385	482	142	175	219
10.16 mm (0.40")	361	434	506	164	197	230
12.70 mm (0.50")	366	446	530	166	203	241

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	32,12	48,18	72,28	2,26	3,39	5,09
2,54 mm (0.10")	56,22	80,31	112,43	3,96	5,66	7,92
3,81 mm (0.15")	80,31	96,37	116,45	5,66	6,79	8,20
5,08 mm (0.20")	88,34	104,40	120,46	6,22	7,36	8,49
7,62 mm (0.30")	104,40	128,49	160,61	7,36	9,05	11,32
10,16 mm (0.40")	120,46	144,55	168,65	8,49	10,18	11,88
12,7 mm (0.50")	122,07	148,57	176,68	8,60	10,47	12,45



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	3,96	6,22
25	5,66	7,36
56	7,92	8,49
C.B.R.	%	
12	5,66	5,93
25	8,08	7,01
56	11,32	8,08

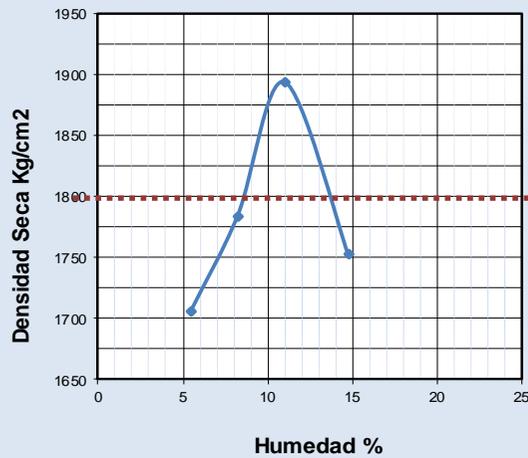
Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 15.

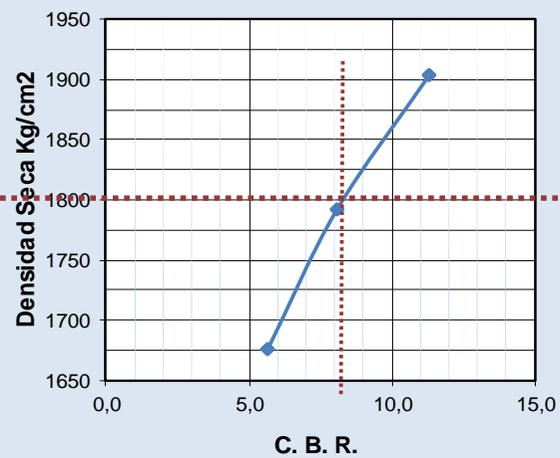
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

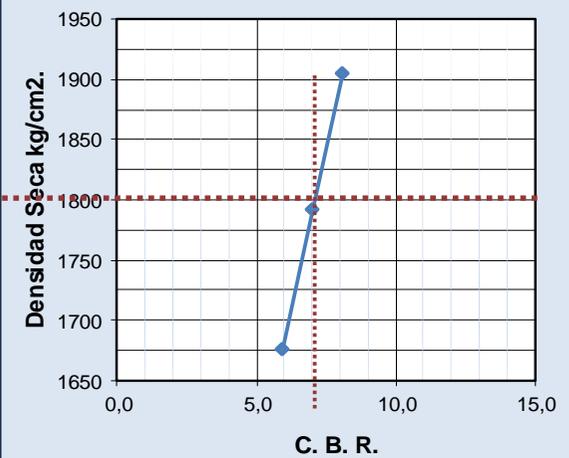
Proctor Modificado al 95 %



0,1" de Penetración



0,2" de Penetración



C. B. R. = 8,2 %

C. B. R. = 7 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 16.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
N°. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	16	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	11/1/2022	
N°. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
N°. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	5Z	BN	1000
	Wh + Recipiente.	293	272	238
	Ws + Recipiente.	260,8	242,73	213,5
	Ww	32,2	29,3	24,5
	Wrecipiente	29,5	34,7	35
	Wseco	231,3	208,03	178,5
	W% (porcentaje de humedad)	13,921	14,070	13,725
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,062	11,604	11,252
Peso de Molde		6,722	6,984	6,361
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,340	4,62	4,891
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,810	4,050	4,301
Conetido de agua=	W%	13,921	14,070	13,725
Densidad Húmeda=	δh	1874	1995	2112
Densidad Seca=	δs	1645	1749	1857
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
N°. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	100	W	TN
	Wh + Recipiente.	301	286	258,8
	Ws + Recipiente.	248,50	242	215
	Ww	52,5	44	43,8
	Wrecipiente	37,4	32,4	30,3
	Wseco	211,1	209,6	184,7
	W% (porcentaje de humedad)	24,870	20,992	23,714
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,361	11,701	11,435
Peso de Molde		6,722	6,984	6,361
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,639	4,717	5,074
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,715	3,899	4,101
Conetido de agua=	W%	24,870	20,992	23,714
Densidad Húmeda=	δh	2003	2037	2191
Densidad Seca=	δs	1604	1683	1771
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		222,00	200,00	180,00
48 Horas		400,00	369,00	345,00
72 Horas		480,00	440,00	410,00
96 Horas		520,00	500,00	480,00
HINCHAMIENTO %		3,31	3,15	2,99
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1645	1749	1857

Elaborado por: Steven Ureña.

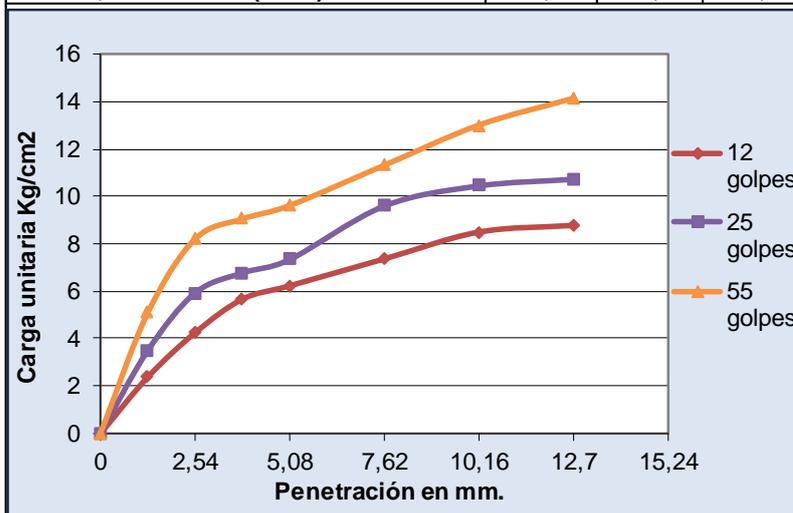
CBR penetración muestra 16.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	101	149	217	46	68	99
2.54 mm (0.10")	181	253	349	82	115	159
3.81 mm (0.15")	241	289	385	110	131	175
5.08 mm (0.20")	265	313	410	120	142	186
7.62 mm (0.30")	313	410	482	142	186	219
10.16 mm (0.40")	361	446	554	164	203	252
12.70 mm (0.50")	373	458	602	170	208	274

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	33,73	49,79	72,28	2,38	3,51	5,09
2,54 mm (0.10")	60,23	84,32	116,45	4,24	5,94	8,20
3,81 mm (0.15")	80,31	96,37	128,49	5,66	6,79	9,05
5,08 mm (0.20")	88,34	104,40	136,52	6,22	7,36	9,62
7,62 mm (0.30")	104,40	136,52	160,61	7,36	9,62	11,32
10,16 mm (0.40")	120,46	148,57	184,71	8,49	10,47	13,01
12,7 mm (0.50")	124,48	152,58	200,77	8,77	10,75	14,15



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	4,24	6,22
25	5,94	7,36
56	8,20	9,62
C.B.R.	%	
12	6,06	5,93
25	8,49	7,01
56	11,72	9,16

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 16.

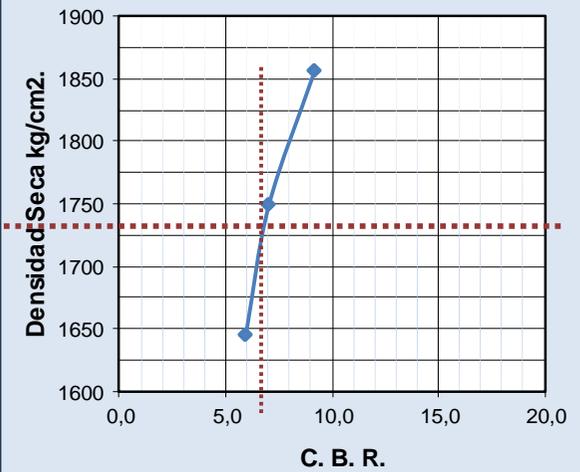
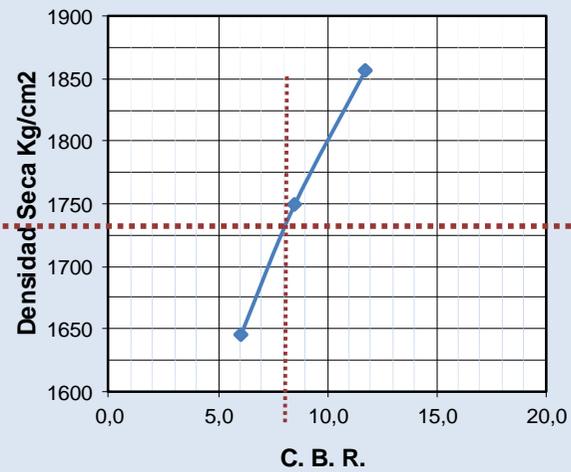
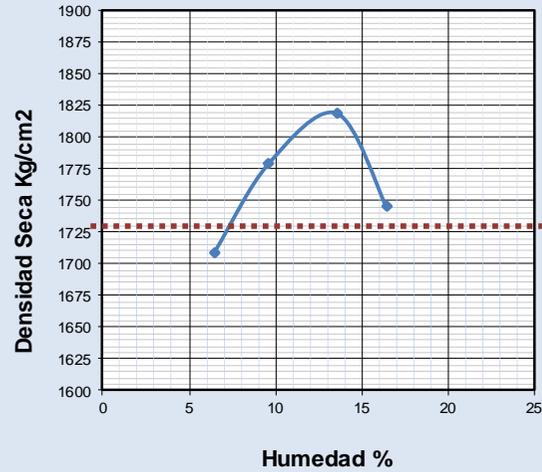
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 8 %

C. B. R. = 6,8 %

Elaborado por: Steven Ureña

CBR densidades a muestra 17.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	17	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	11/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	L	AJ	S
	Wh + Recipiente.	282	304	295
	Ws + Recipiente.	255,41	274,25	266,74
	Ww	26,6	29,8	28,3
	Wrecipiente	37,1	31,2	35,1
	Wseco	218,31	243,05	231,64
	W% (porcentaje de humedad)	12,180	12,240	12,200
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,452	10,289	10,606
Peso de Molde		6,142	5,684	5,696
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,310	4,605	4,91
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,842	4,103	4,376
Conetido de agua=	W%	12,180	12,240	12,200
Densidad Húmeda=	δh	1861	1988	2120
Densidad Seca=	δs	1659	1772	1890
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	5Z	D	MX
	Wh + Recipiente.	275	290	309
	Ws + Recipiente.	236,22	248,44	264,55
	Ww	38,78	41,56	44,45
	Wrecipiente	36,3	34,8	36,2
	Wseco	199,92	213,64	228,35
	W% (porcentaje de humedad)	19,398	19,453	19,466
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,512	10,422	10,797
Peso de Molde		6,142	5,684	5,696
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,37	4,738	5,101
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,660	3,966	4,270
Conetido de agua=	W%	19,398	19,453	19,466
Densidad Húmeda=	δh	1887	2046	2203
Densidad Seca=	δs	1580	1713	1844
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		220,00	193,00	165,00
48 Horas		280,00	244,00	205,00
72 Horas		360,00	322,00	286,00
96 Horas		495,00	381,00	305,00
HINCHAMIENTO %		3,11	2,21	1,61
C.B.R.		%	12 GOLPES	25 GOLPES
Densidad Seca.		δs	1659	1772
			1890	

Elaborado por: Steven Ureña

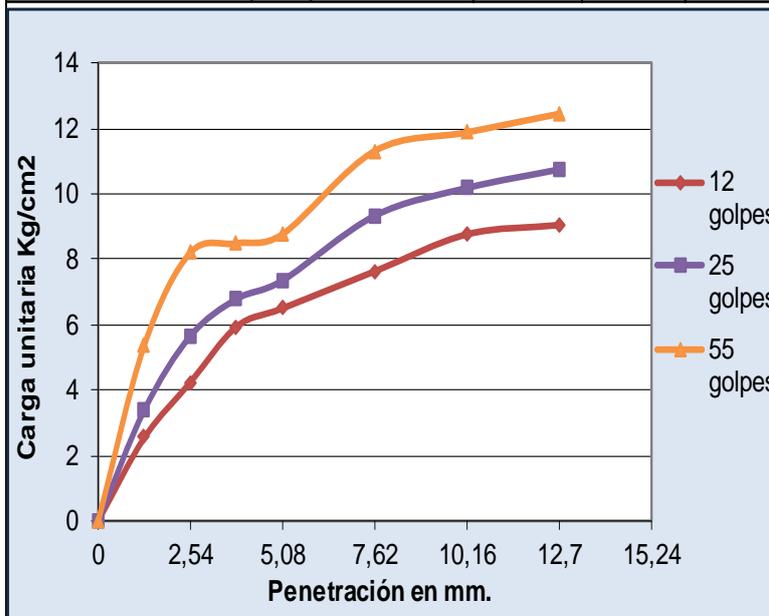
CBR penetración muestra 17.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	108	145	229	49	66	104
2.54 mm (0.10")	181	241	349	82	110	159
3.81 mm (0.15")	253	289	361	115	131	164
5.08 mm (0.20")	277	313	373	126	142	170
7.62 mm (0.30")	325	398	482	148	181	219
10.16 mm (0.40")	373	434	506	170	197	230
12.70 mm (0.50")	385	458	530	175	208	241

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	36,14	48,18	76,29	2,55	3,39	5,38
2,54 mm (0.10")	60,23	80,31	116,45	4,24	5,66	8,20
3,81 mm (0.15")	84,32	96,37	120,46	5,94	6,79	8,49
5,08 mm (0.20")	92,35	104,40	124,48	6,51	7,36	8,77
7,62 mm (0.30")	108,41	132,51	160,61	7,64	9,34	11,32
10,16 mm (0.40")	124,48	144,55	168,65	8,77	10,18	11,88
12,7 mm (0.50")	128,49	152,58	176,68	9,05	10,75	12,45



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	4,24	6,51
25	5,66	7,36
56	8,20	8,77
C.B.R.	%	
12	6,06	6,20
25	8,08	7,01
56	11,72	8,35

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 17.

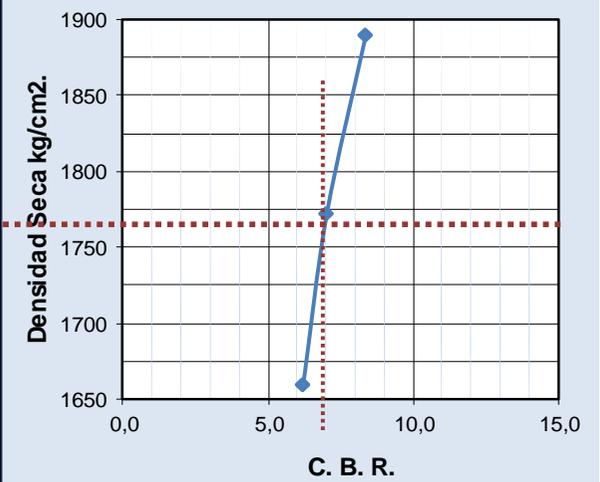
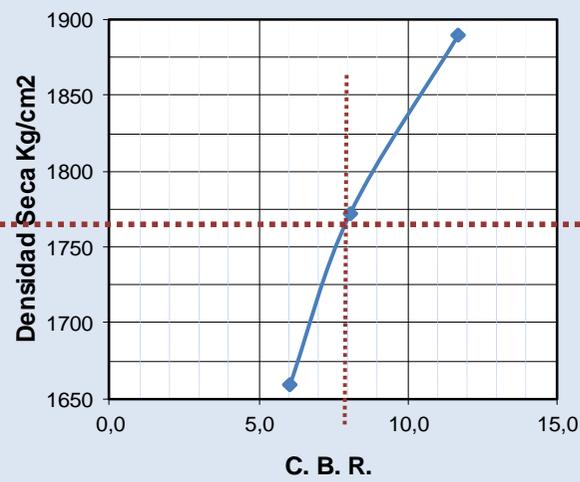
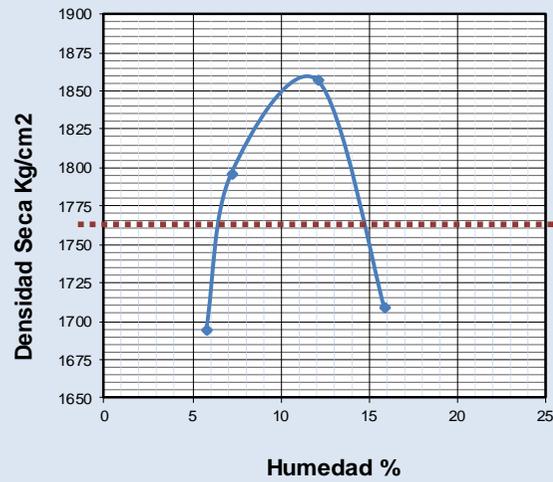
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 8 %

C. B. R. = 6,9 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 18.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	18	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	12/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	10F	M	y'
	Wh + Recipiente.	260	293	291
	Ws + Recipiente.	228,05	256,47	255,22
	Ww	32,0	36,5	35,8
	Wrecipiente	36,55	32,4	36,7
	Wseco	191,5	224,07	218,52
W% (porcentaje de humedad)		16,684	16,303	16,374
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,266	11,552	11,610
Peso de Molde		6,532	7,425	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	3,734	4,127	4,553
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,200	3,548	3,912
Conetido de agua=	W%	16,684	16,303	16,374
Densidad Húmeda=	δh	1612	1782	1966
Densidad Seca=	δs	1382	1532	1689
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	AS	AI	H
	Wh + Recipiente.	299	303	271
	Ws + Recipiente.	228,74	229,78	210,05
	Ww	70,26	73,22	60,95
	Wrecipiente	37,84	31,2	44,2
	Wseco	190,9	198,58	165,85
W% (porcentaje de humedad)		36,805	36,872	36,750
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,745	12,108	12,241
Peso de Molde		6,532	7,425	7,057
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,213	4,683	5,184
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,080	3,421	3,791
Conetido de agua=	W%	36,805	36,872	36,750
Densidad Húmeda=	δh	1819	2022	2238
Densidad Seca=	δs	1330	1477	1637
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		770,00	620,00	550,00
48 Horas		840,00	770,00	640,00
72 Horas		1250,00	1024,00	1110,00
96 Horas		1034,00	970,00	920,00
HINCHAMIENTO %		7,35	6,85	6,46
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δs	1382	1532	1689

Elaborado por: Steven Ureña

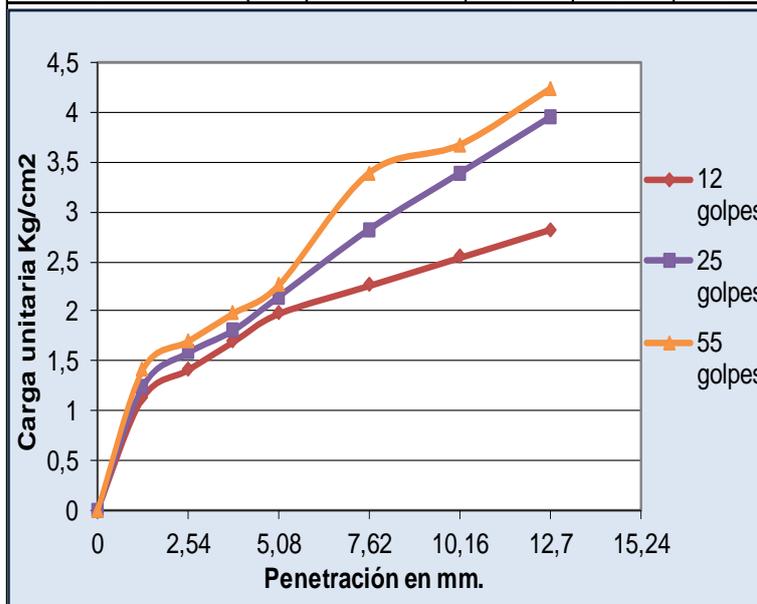
CBR penetración muestra 18.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	48	53	60	22	24	27
2.54 mm (0.10")	60	67	72	27	31	33
3.81 mm (0.15")	72	77	84	33	35	38
5.08 mm (0.20")	84	92	96	38	42	44
7.62 mm (0.30")	96	120	145	44	55	66
10.16 mm (0.40")	108	145	157	49	66	71
12.70 mm (0.50")	120	169	181	55	77	82

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	16,06	17,67	20,08	1,13	1,24	1,41
2,54 mm (0.10")	20,08	22,49	24,09	1,41	1,58	1,70
3,81 mm (0.15")	24,09	25,70	28,11	1,70	1,81	1,98
5,08 mm (0.20")	28,11	30,52	32,12	1,98	2,15	2,26
7,62 mm (0.30")	32,12	40,15	48,18	2,26	2,83	3,39
10,16 mm (0.40")	36,14	48,18	52,20	2,55	3,39	3,68
12,7 mm (0.50")	40,15	56,22	60,23	2,83	3,96	4,24



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,41	1,98
25	1,58	2,15
56	1,70	2,26
C.B.R.	%	
12	2,02	1,89
25	2,26	2,05
56	2,42	2,16

Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 18.

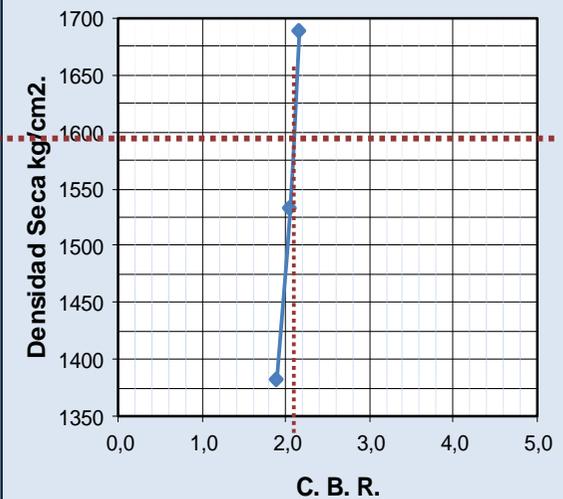
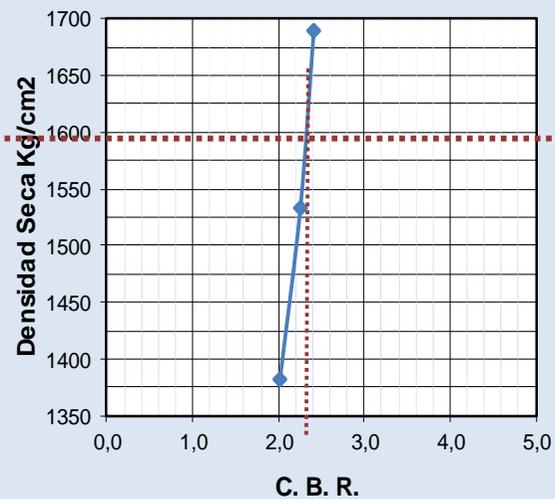
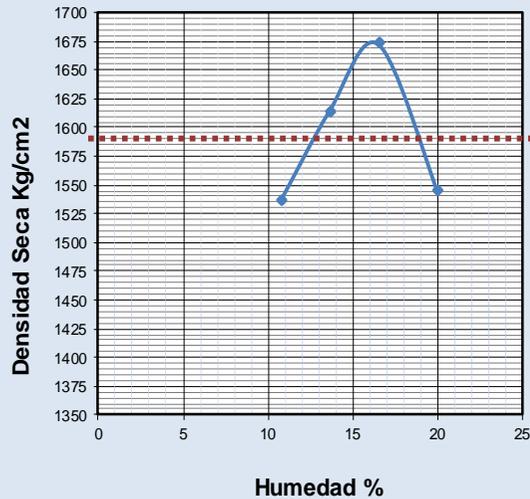
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 2,35 %

C. B. R. = 2,1%

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 19.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	19	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	13/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	TN	XX	X8
	Wh + Recipiente.	224	267	266
	Ws + Recipiente.	201,12	239,87	239,23
	Ww	22,9	27,1	26,8
	Wrecipiente	30,2	37,6	36,2
	Wseco	170,92	202,27	203,03
	W% (porcentaje de humedad)	13,386	13,413	13,185
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,881	11,528	11,425
Peso de Molde		6,620	6,985	6,595
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,261	4,543	4,83
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,758	4,006	4,267
Conetido de agua=	W%	13,386	13,413	13,185
Densidad Húmeda=	δ_h	1840	1962	2085
Densidad Seca=	δ_s	1623	1730	1843
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	P4	OP	K
	Wh + Recipiente.	248	275	240
	Ws + Recipiente.	198,65	220,15	193,87
	Ww	49,35	54,85	46,13
	Wrecipiente	28,9	32,4	35,9
	Wseco	169,75	187,75	157,93
	W% (porcentaje de humedad)	29,072	29,214	29,209
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,272	11,887	11,758
Peso de Molde		6,620	6,985	6,595
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,652	4,902	5,163
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,604	3,794	3,996
Conetido de agua=	W%	29,072	29,214	29,209
Densidad Húmeda=	δ_h	2009	2117	2229
Densidad Seca=	δ_s	1556	1638	1725
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		220,00	190,00	170,00
48 Horas		450,00	390,00	310,00
72 Horas		650,00	580,00	510,00
96 Horas		878,00	770,00	681,00
HINCHAMIENTO %		6,13	5,28	4,57
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δ_s	1623	1730	1843

Elaborado por: Steven Ureña

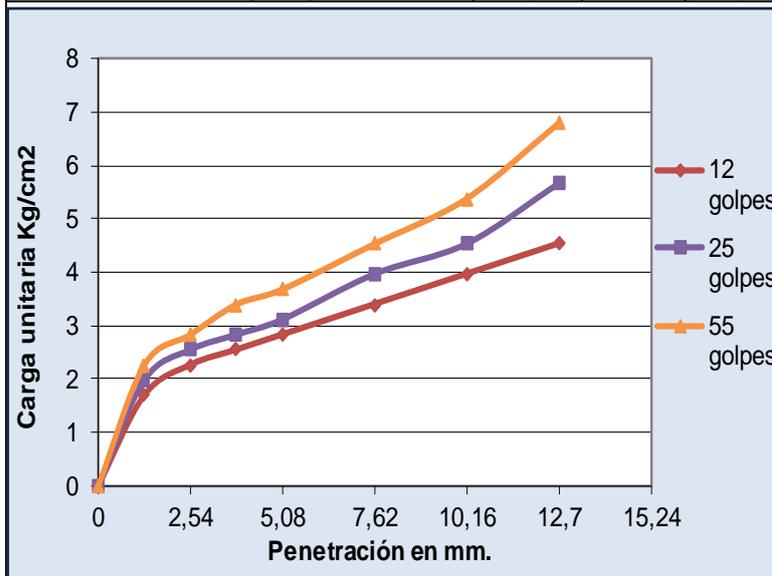
CBR penetración muestra 19.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	72	84	96	33	38	44
2.54 mm (0.10")	96	108	120	44	49	55
3.81 mm (0.15")	108	120	145	49	55	66
5.08 mm (0.20")	120	133	157	55	60	71
7.62 mm (0.30")	145	169	193	66	77	88
10.16 mm (0.40")	169	193	229	77	88	104
12.70 mm (0.50")	193	241	289	88	110	131

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	24,09	28,11	32,12	1,70	1,98	2,26
2,54 mm (0.10")	32,12	36,14	40,15	2,26	2,55	2,83
3,81 mm (0.15")	36,14	40,15	48,18	2,55	2,83	3,39
5,08 mm (0.20")	40,15	44,17	52,20	2,83	3,11	3,68
7,62 mm (0.30")	48,18	56,22	64,25	3,39	3,96	4,53
10,16 mm (0.40")	56,22	64,25	76,29	3,96	4,53	5,38
12,7 mm (0.50")	64,25	80,31	96,37	4,53	5,66	6,79



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	2,26	2,83
25	2,55	3,11
56	2,83	3,68
C.B.R.	%	
12	3,23	2,69
25	3,64	2,96
56	4,04	3,50

Elaborado por: Steven Ureña

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 19.

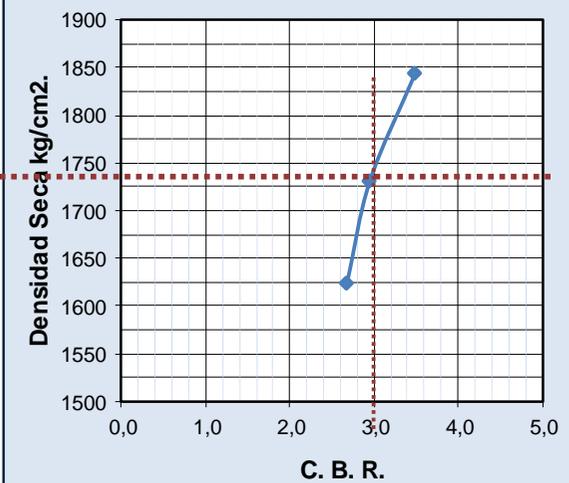
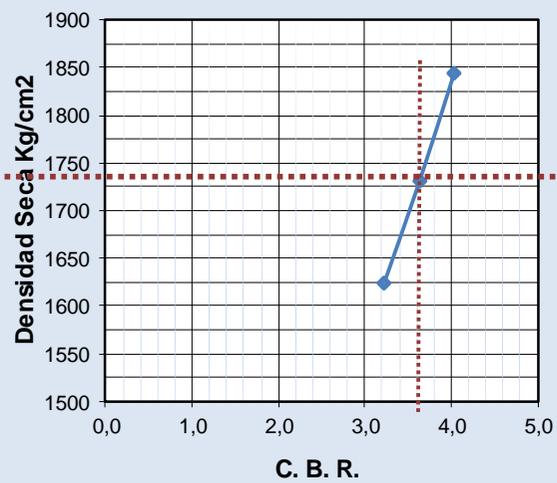
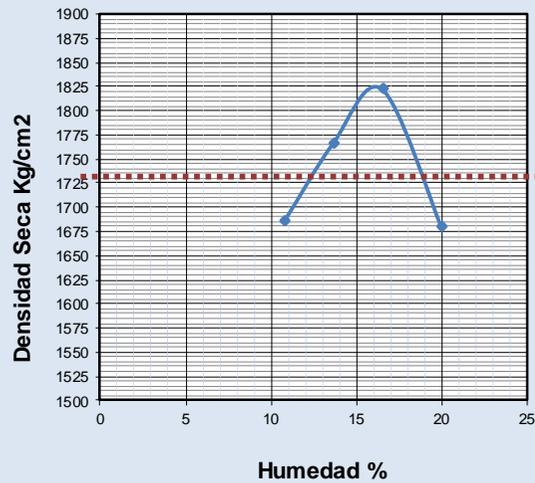
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración



C. B. R. = 3,6 %

C. B. R. = 3,0 %

Elaborado por: Steven Ureña.

CBR densidades a muestra 20.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL				
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS				
CARRERA INGENIERÍA CIVIL				
C.B.R. - DENSIDADES				
PROYECTO: Analisis comparativo entre ensayo CBR insitu y CBR en laboratorio				
Nº. DE CAPAS:	5	PROFUNDIDAD (m):	0,5	
VOLUMEN DEL MOLDE (m3):	0,002316	ALT. CAIDA (Pulg):	18	
PESO DEL MARTILLO (Lbs):	10	MUESTRA:	19	
NORMA:	ASTM D-1883	FECHA:	13/1/2022	
Nº. DE ENSAYO		1	2	3
ANTES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	AS	W	90
	Wh + Recipiente.	269	293	287
	Ws + Recipiente.	235,12	254,88	250,12
	Ww	33,9	38,1	36,9
	Wrecipiente	37,84	32,4	37,3
	Wseco	197,28	222,48	212,82
	W% (porcentaje de humedad)	17,174	17,134	17,329
Peso de Molde + Suelo Húmedo		10,812	9,875	11,718
Peso de Molde		7,057	5,696	7,123
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	3,755	4,179	4,595
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,205	3,568	3,916
Conetido de agua=	W%	17,174	17,134	17,329
Densidad Húmeda=	δ_h	1621	1804	1984
Densidad Seca=	δ_s	1384	1540	1691
DESPUES DE LA INMERSIÓN				
Nº. DE GOLPES POR CAPA		12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
HUMEDAD	Recipiente N°	100	W	M
	Wh + Recipiente.	277	320	299
	Ws + Recipiente.	210,55	240,22	225,01
	Ww	66,45	79,78	73,99
	Wrecipiente	37,14	32,4	32,4
	Wseco	173,41	207,82	192,61
	W% (porcentaje de humedad)	38,320	38,389	38,414
Peso de Molde + Suelo Húmedo		11,365	10,498	12,405
Peso de Molde		7,057	5,696	7,123
Peso del Suelo Húmedo.	Wh	4,308	4,802	5,282
Peso del Suelo Seco.	Ws	3,115	3,470	3,816
Conetido de agua=	W%	38,320	38,389	38,414
Densidad Húmeda=	δ_h	1860	2073	2281
Densidad Seca=	δ_s	1345	1498	1648
% DE HINCHAMIENTO				
LECTURA INICIAL		100,00	100,00	100,00
24 Horas		600,00	540,00	490,00
48 Horas		700,00	635,00	595,00
72 Horas		1005,00	980,00	970,00
96 Horas		1132,00	1071,00	1008,00
HINCHAMIENTO %		8,13	7,65	7,15
C.B.R.	%	12 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES
Densidad Seca.	δ_s	1384	1540	1691

Elaborado por: Steven Ureña.

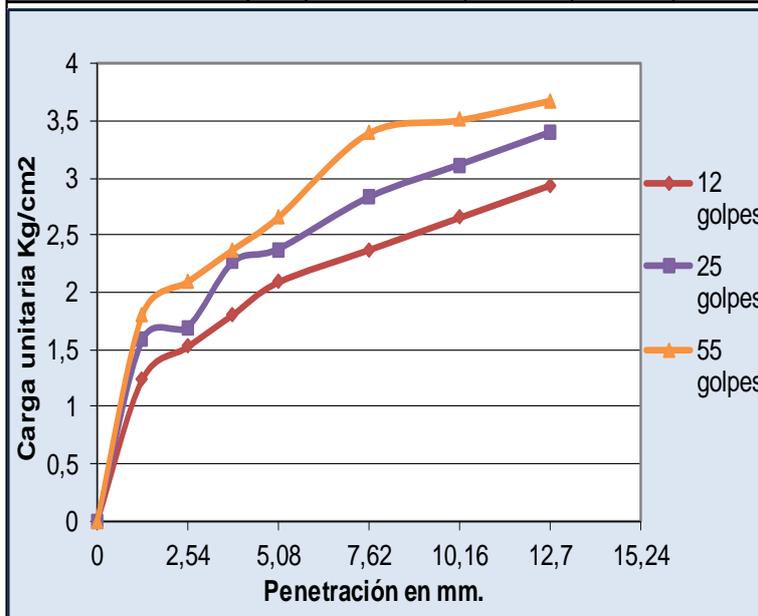
CBR penetración muestra 20.

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

CBR - PENETRACIÓN

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE PENETRACIÓN LBS			CARGA DE PENETRACIÓN Kg		
1.27 mm (0.05")	53	67	77	24	31	35
2.54 mm (0.10")	65	72	89	30	33	41
3.81 mm (0.15")	77	96	101	35	44	46
5.08 mm (0.20")	89	101	113	41	46	51
7.62 mm (0.30")	101	120	145	46	55	66
10.16 mm (0.40")	113	133	149	51	60	68
12.70 mm (0.50")	125	145	157	57	66	71

No. DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
	CARGA DE UNITARIA LBS/plg ²			CARGA UNITARIA Kg/cm ²		
0 mm (0,0")	0	0	0	0	0	0
1,27 mm (0.05")	17,67	22,49	25,70	1,24	1,58	1,81
2,54 mm (0.10")	21,68	24,09	29,71	1,53	1,70	2,09
3,81 mm (0.15")	25,70	32,12	33,73	1,81	2,26	2,38
5,08 mm (0.20")	29,71	33,73	37,74	2,09	2,38	2,66
7,62 mm (0.30")	33,73	40,15	48,18	2,38	2,83	3,39
10,16 mm (0.40")	37,74	44,17	49,79	2,66	3,11	3,51
12,7 mm (0.50")	41,76	48,18	52,20	2,94	3,39	3,68



No. Golpes	Esfuerzo de Penetración	
	0,1 Pulg	0,2 Pulg
12	1,53	2,09
25	1,70	2,38
56	2,09	2,66
C.B.R.	%	
12	2,18	1,99
25	2,42	2,26
56	2,99	2,53

Elaborado por: Steven Ureña.

Obtención del CBR para 0.1" y 0.2" de Penetración a muestra 20.

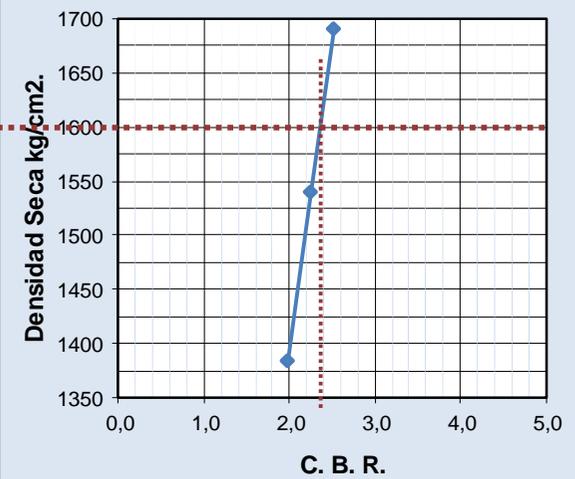
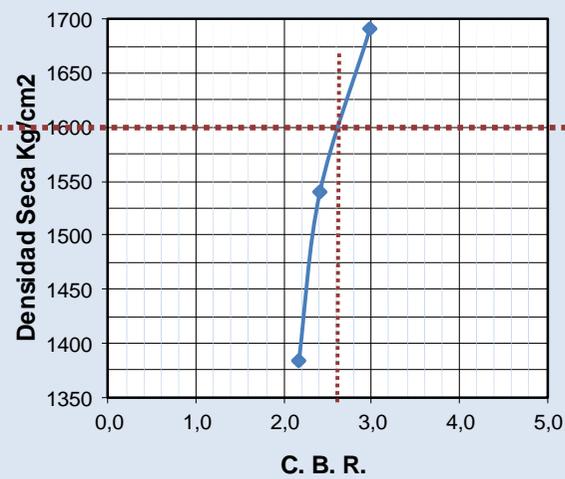
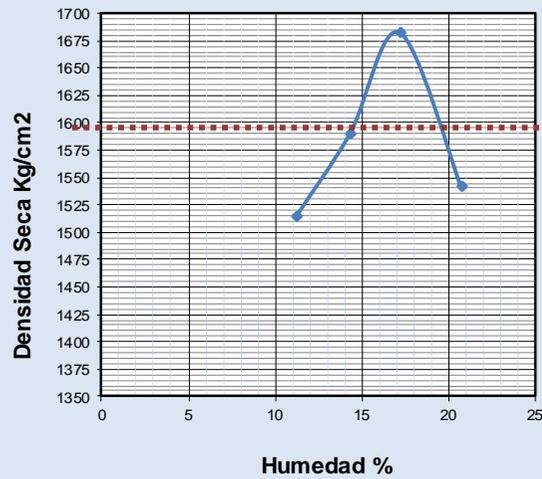
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

PROCTOR - C.B.R.

Proctor Modificado al 95 %

0,1" de Penetración

0,2" de Penetración

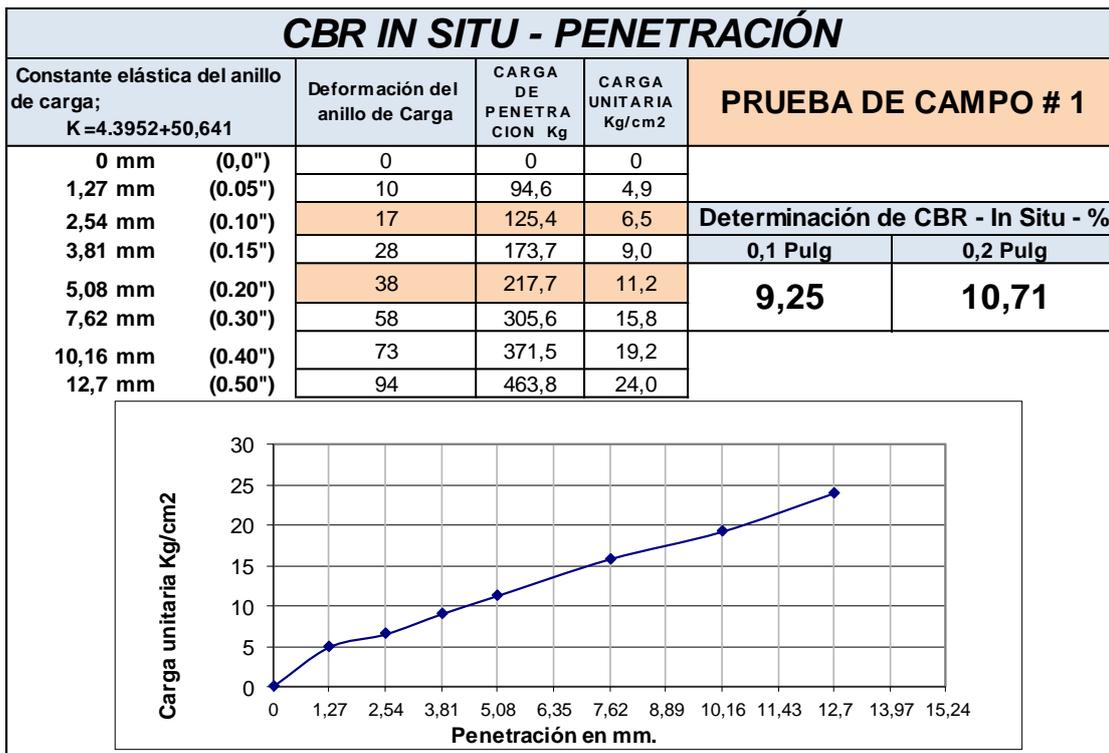


C. B. R. = 2,60 %

C. B. R. = 2,40%

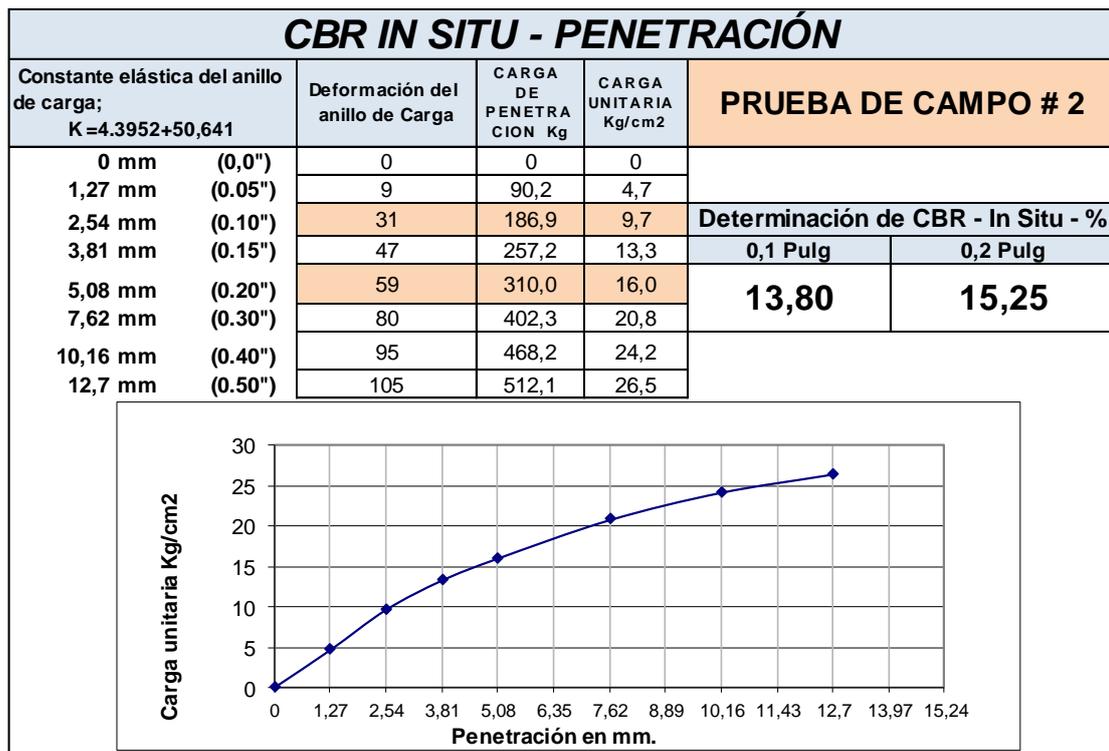
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 1.



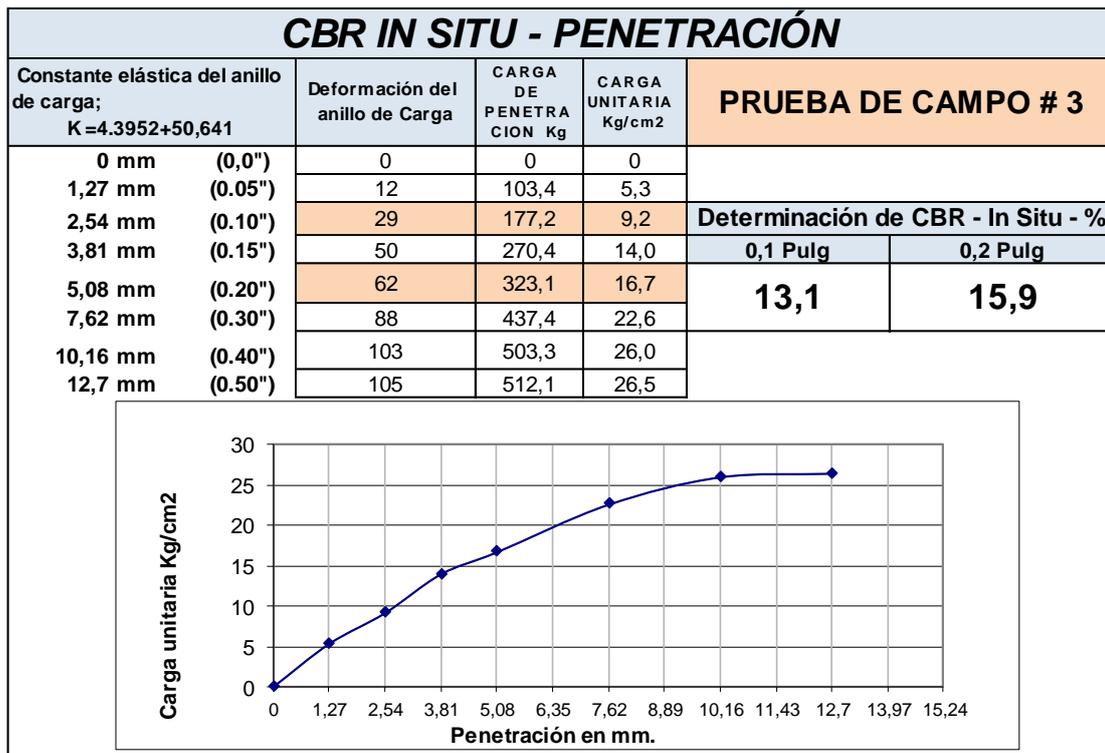
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 2.



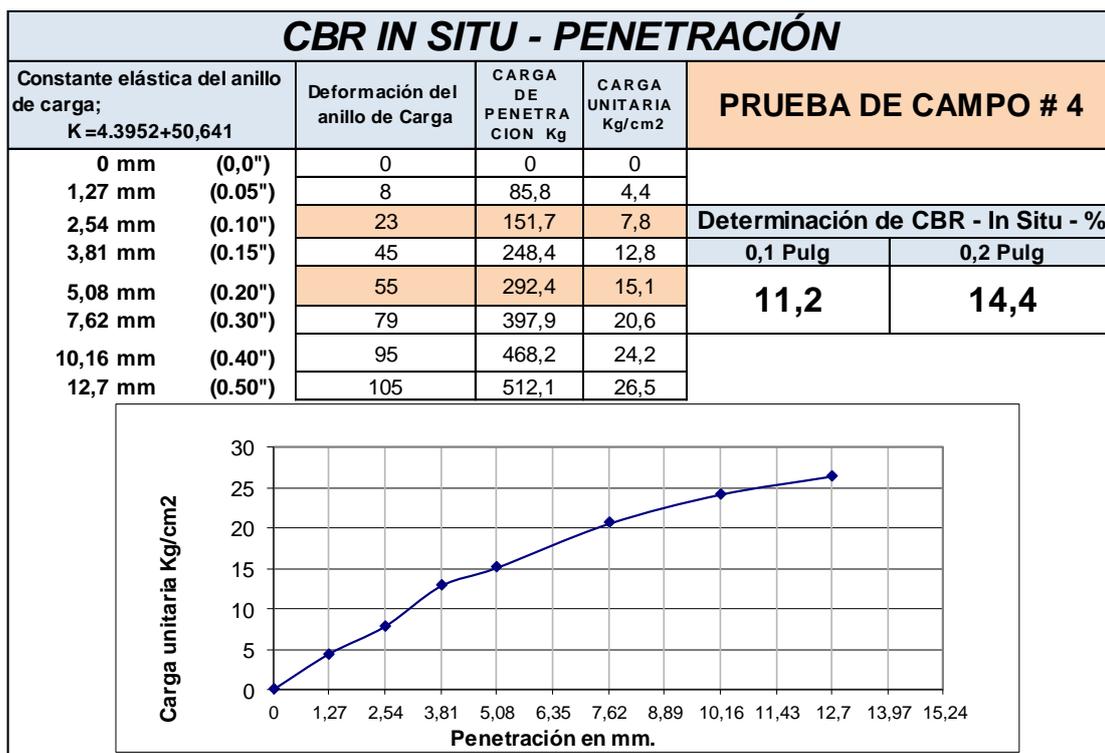
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 3.



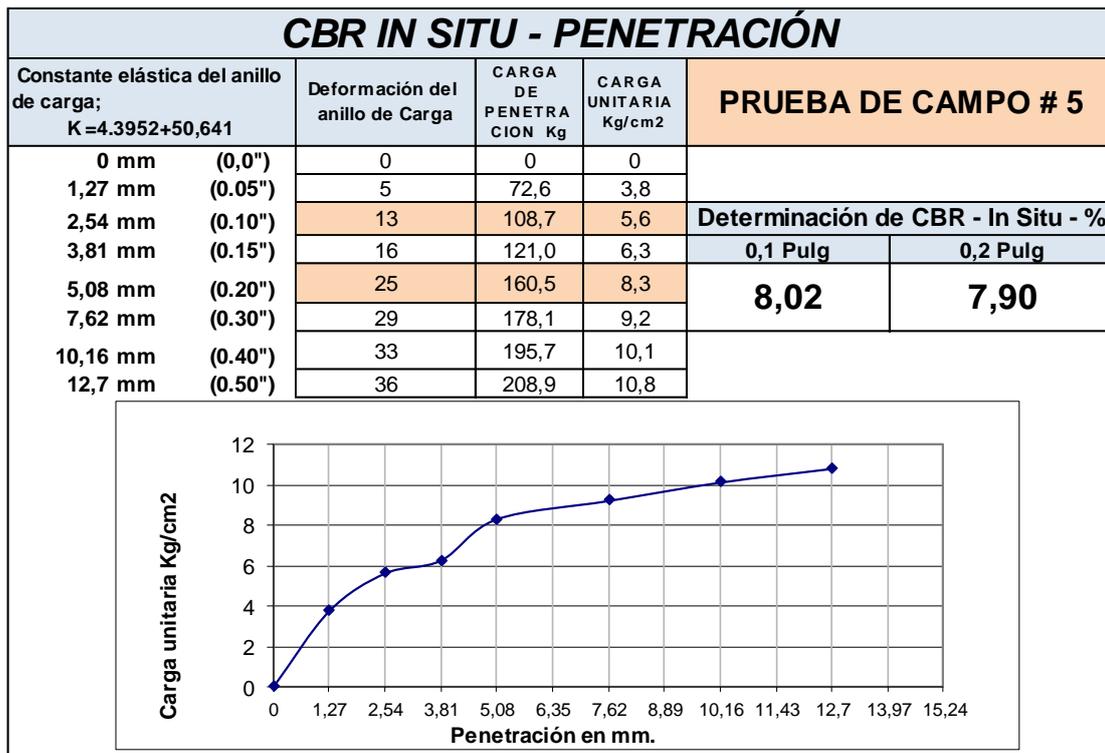
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 4.



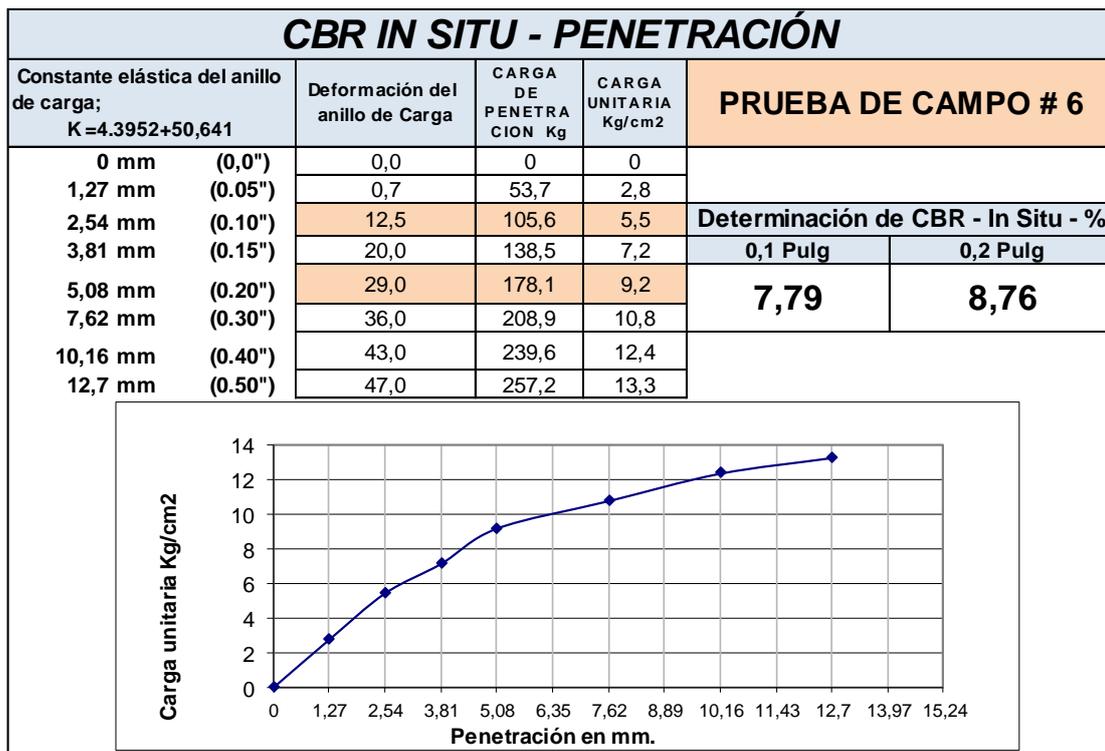
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 5.



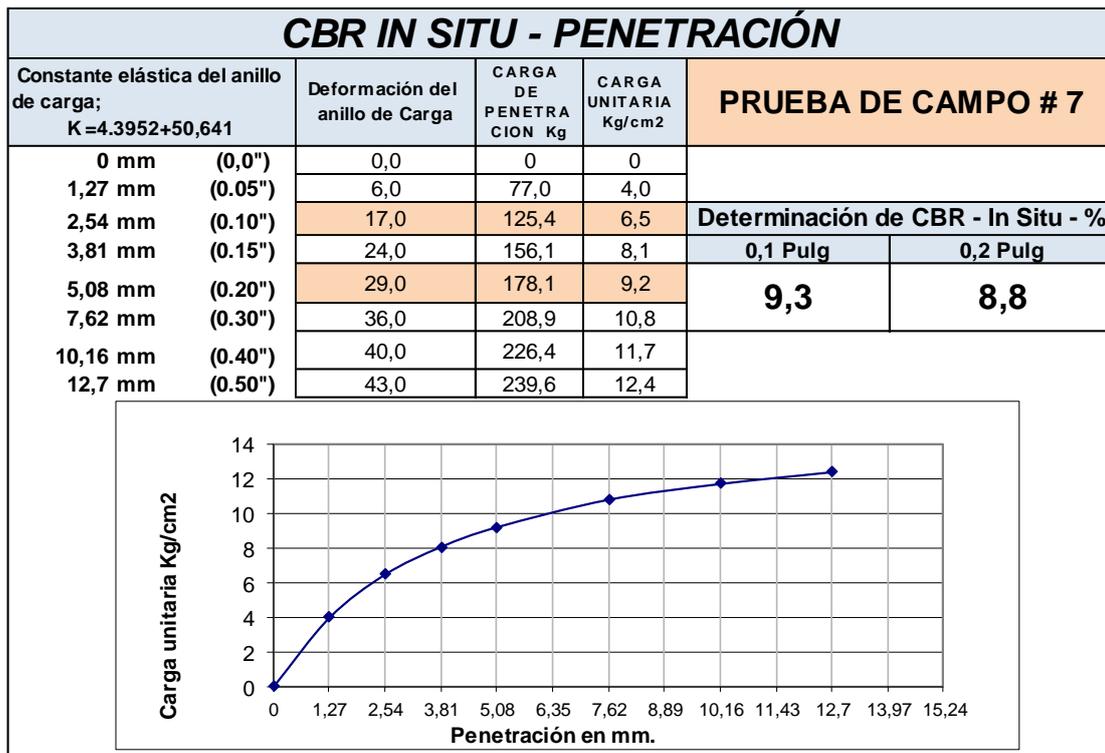
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 6.



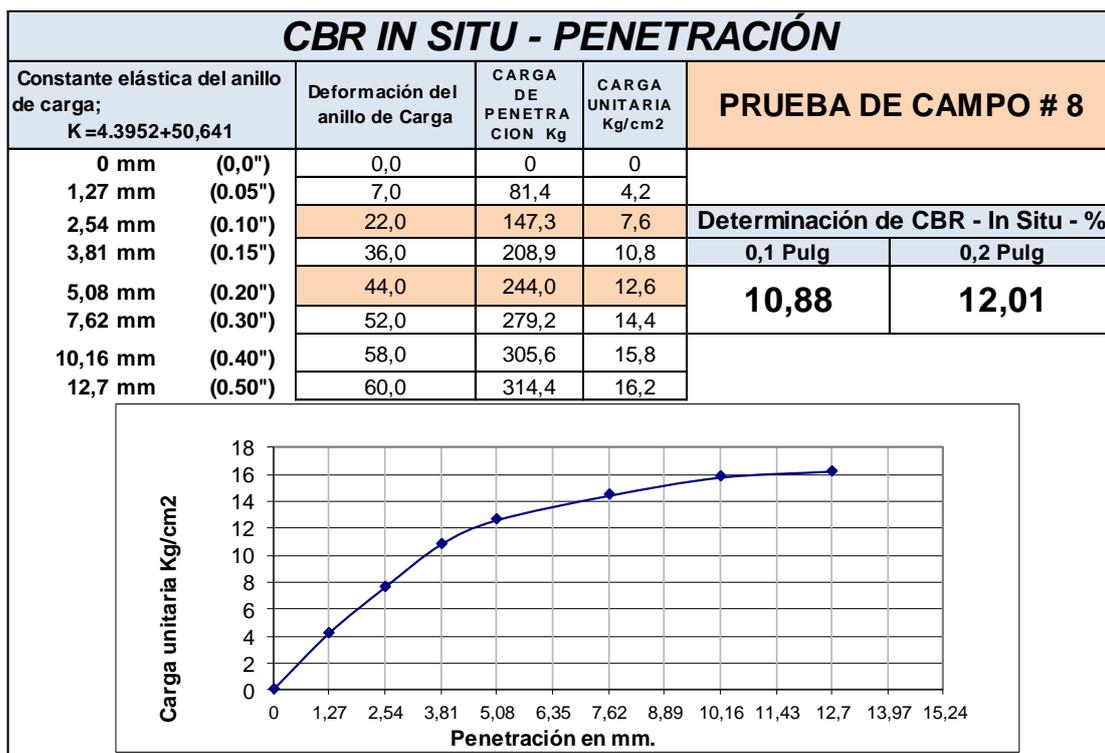
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 7.



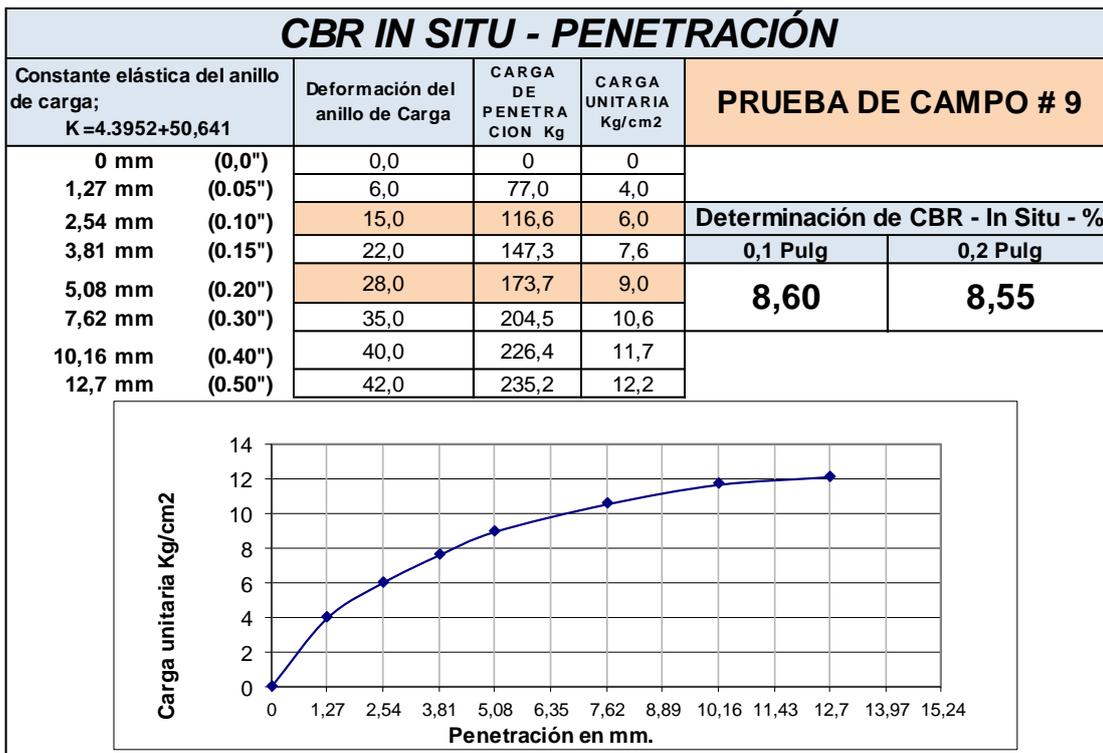
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 8.



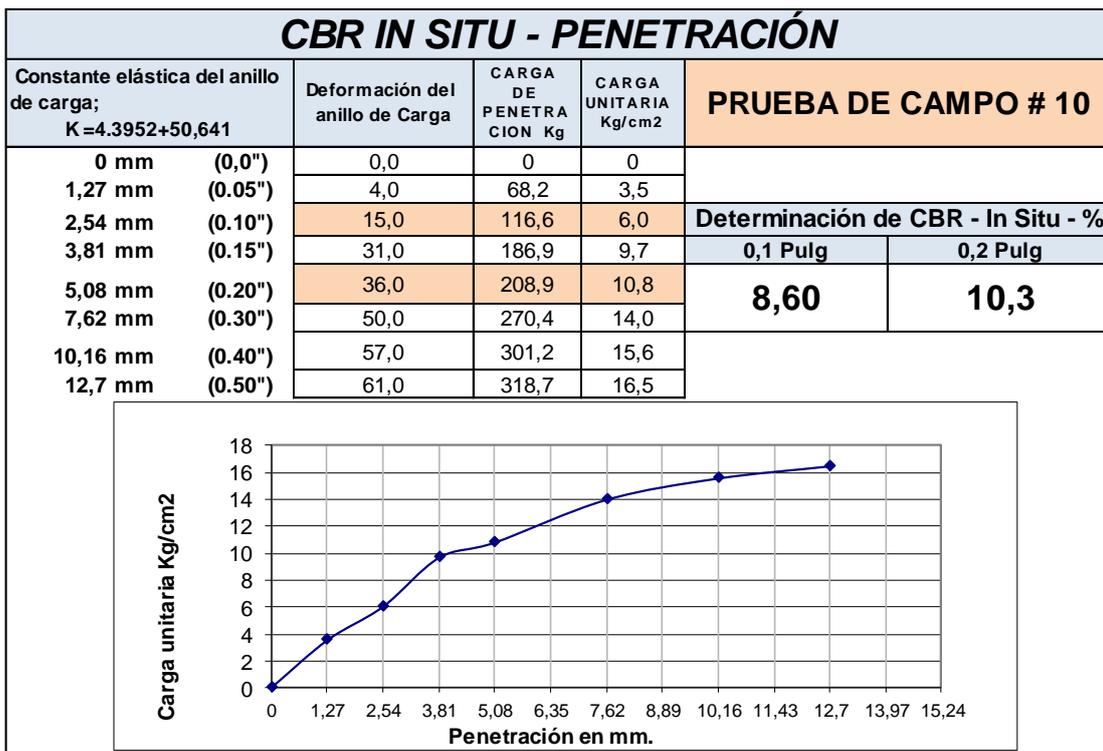
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 9.



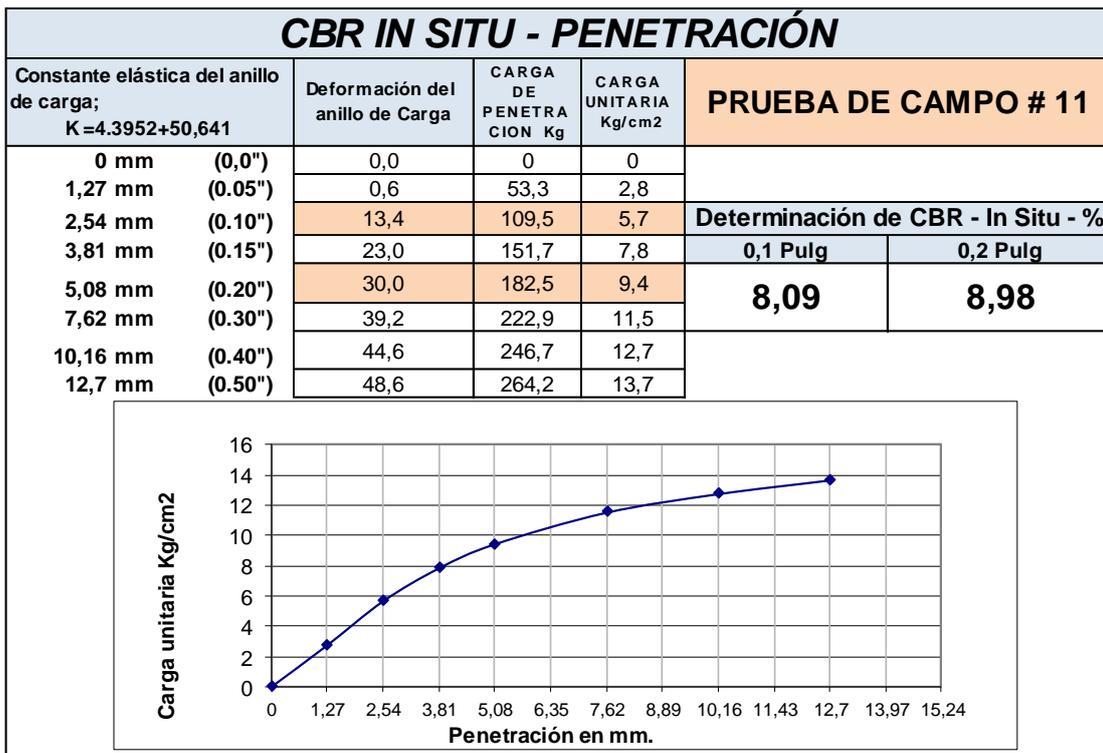
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 10.



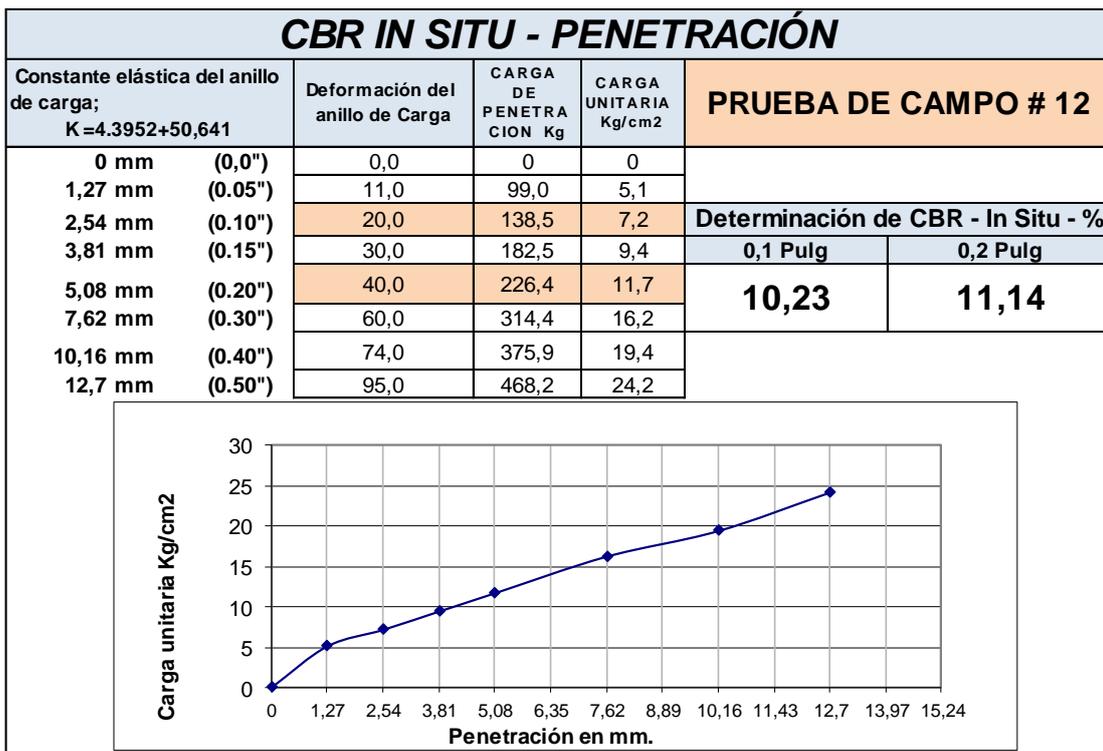
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 11.



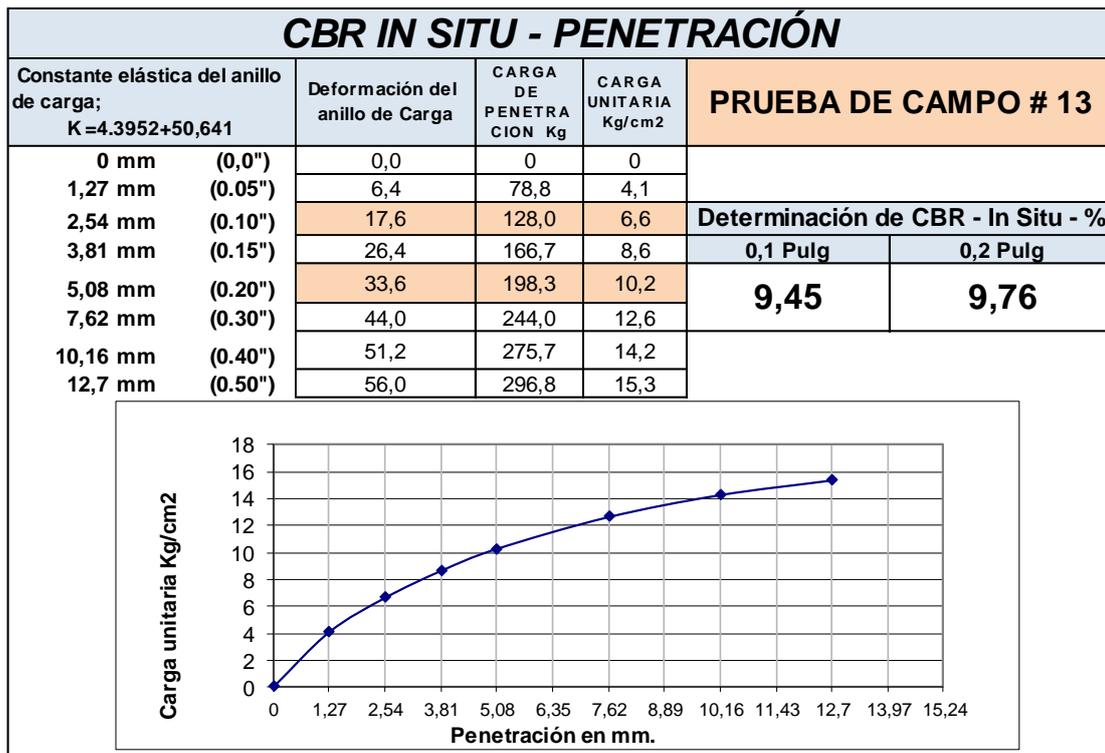
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 12.



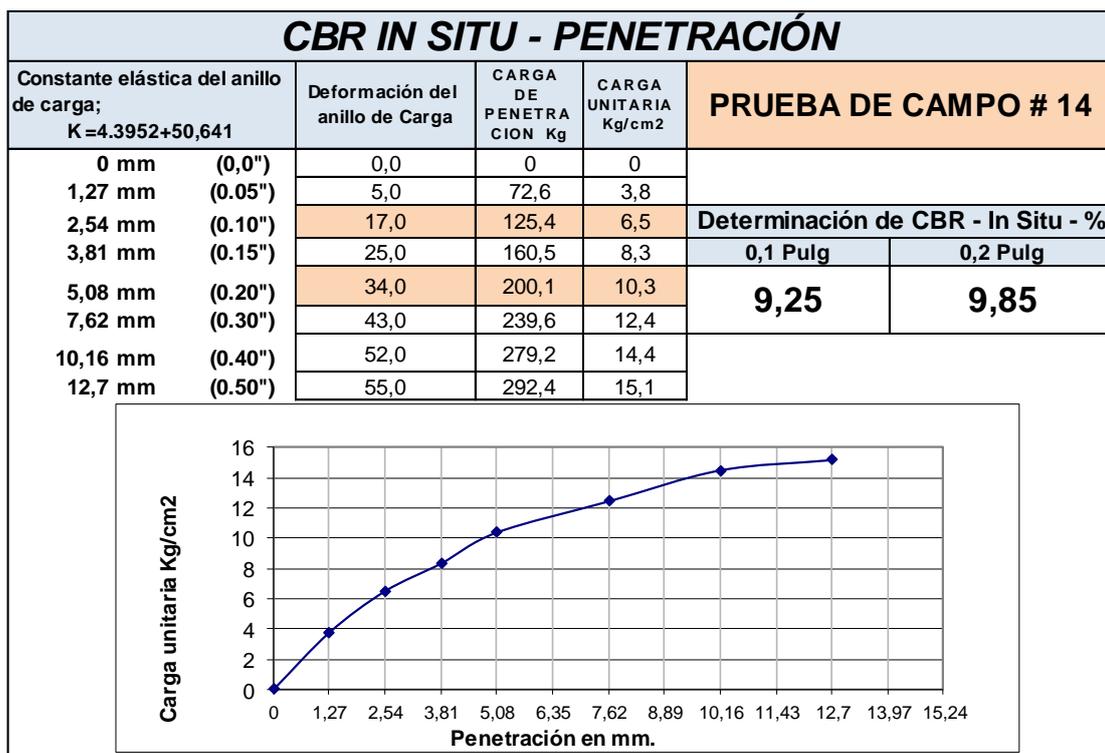
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 13.



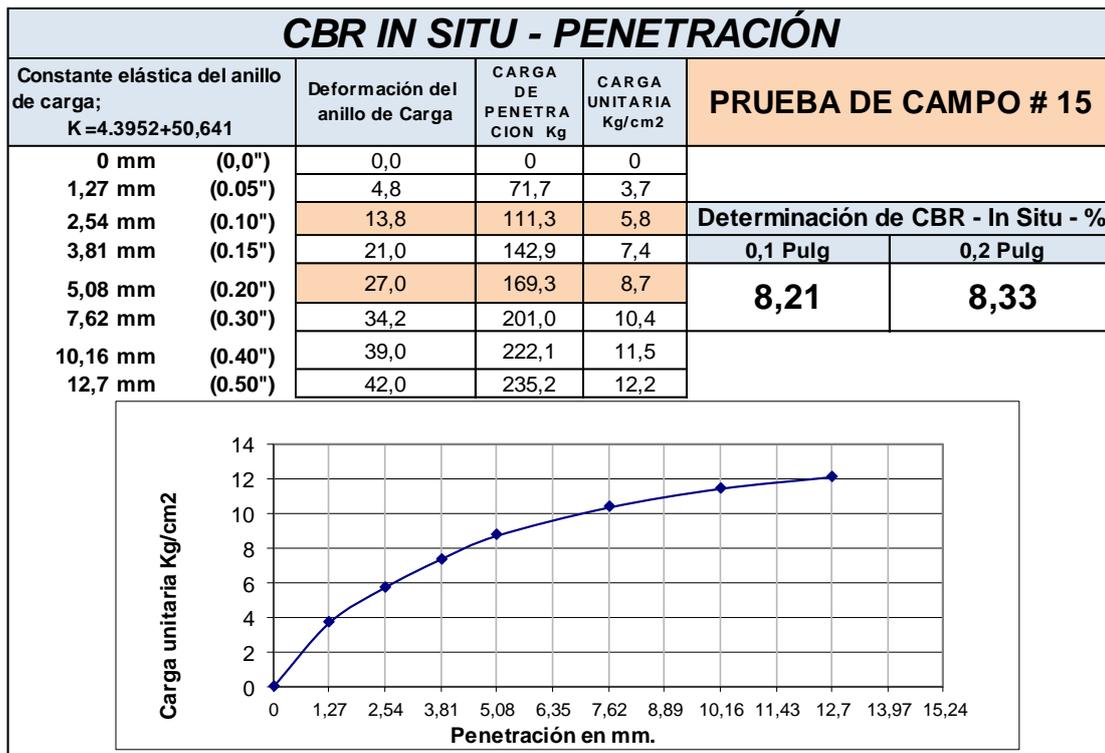
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 14.



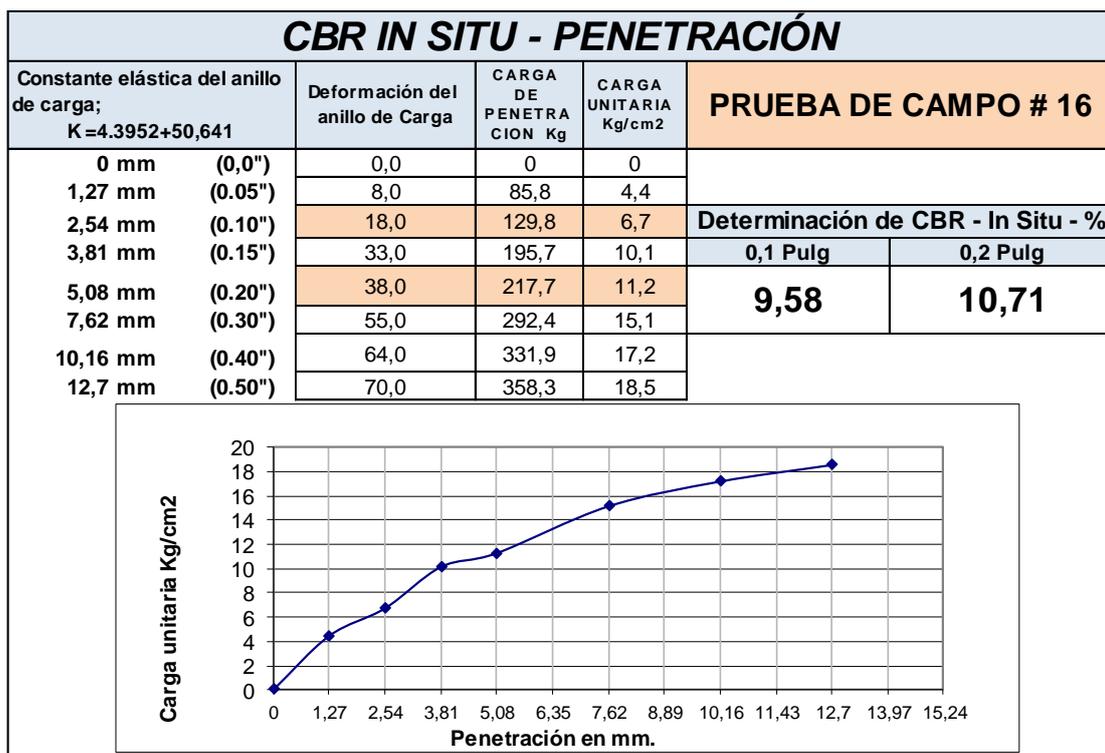
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 15.



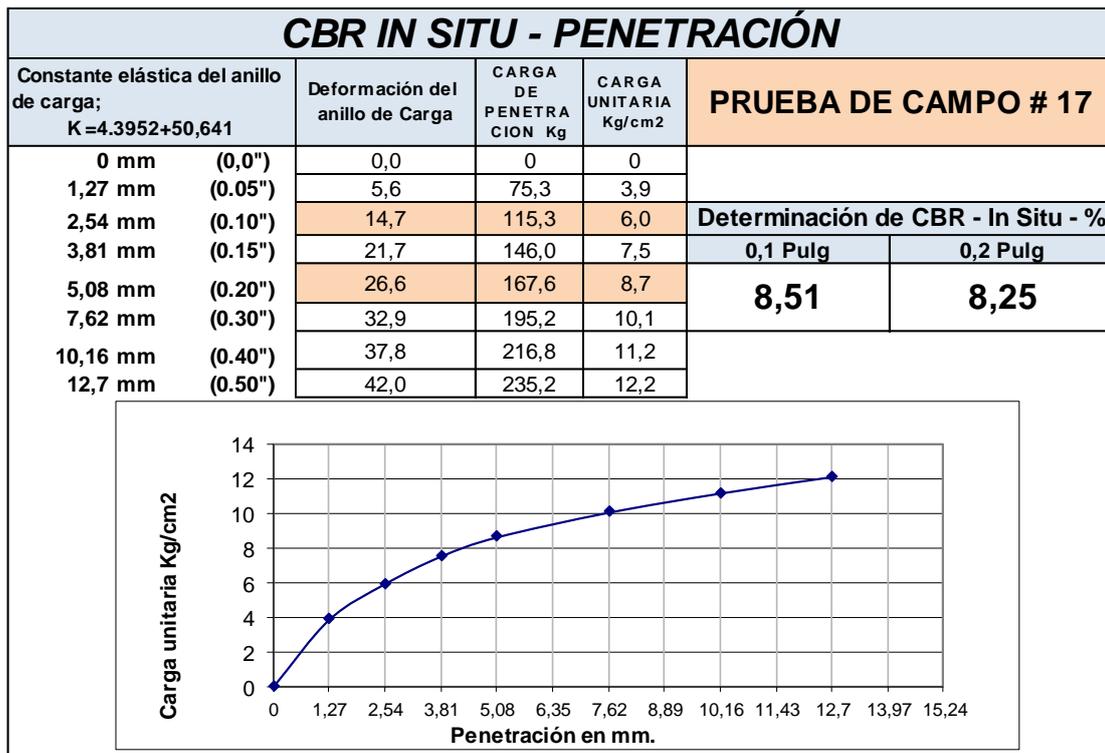
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 16.



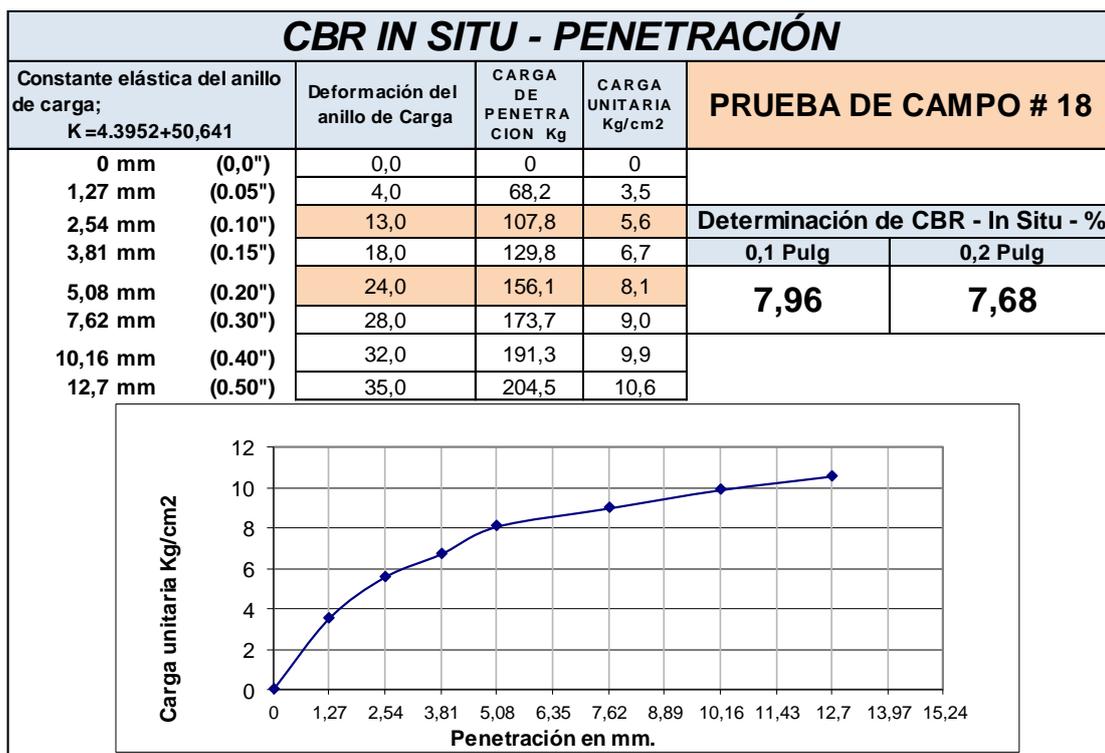
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 17.



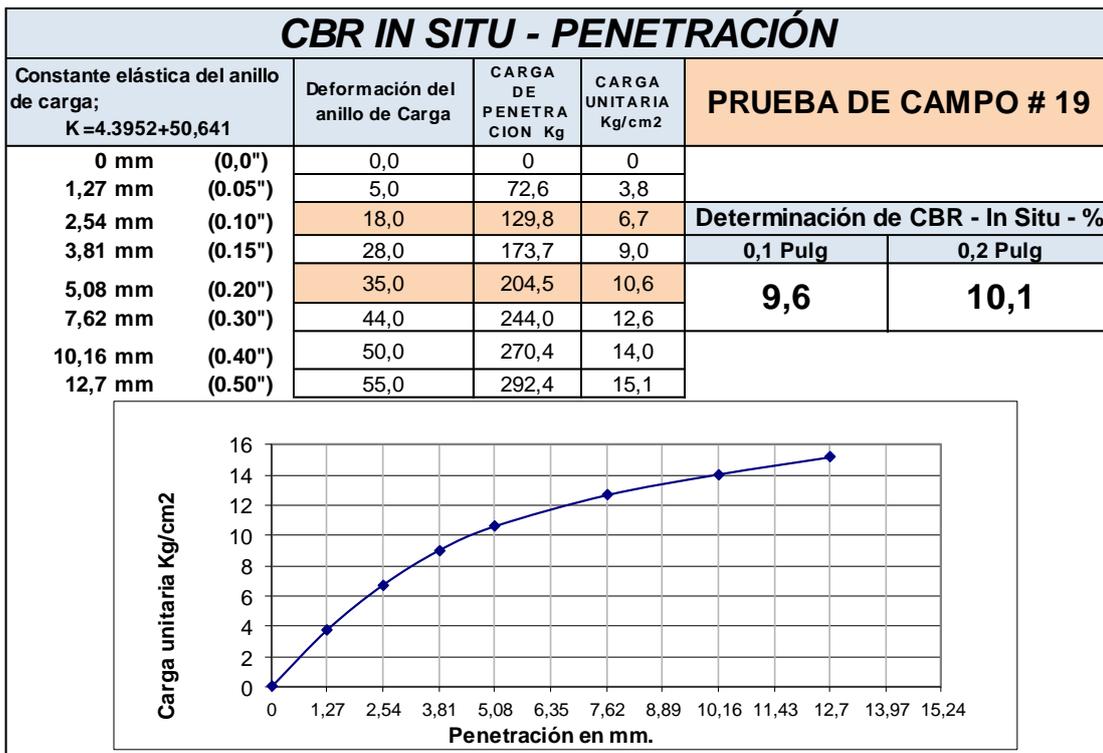
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 18.



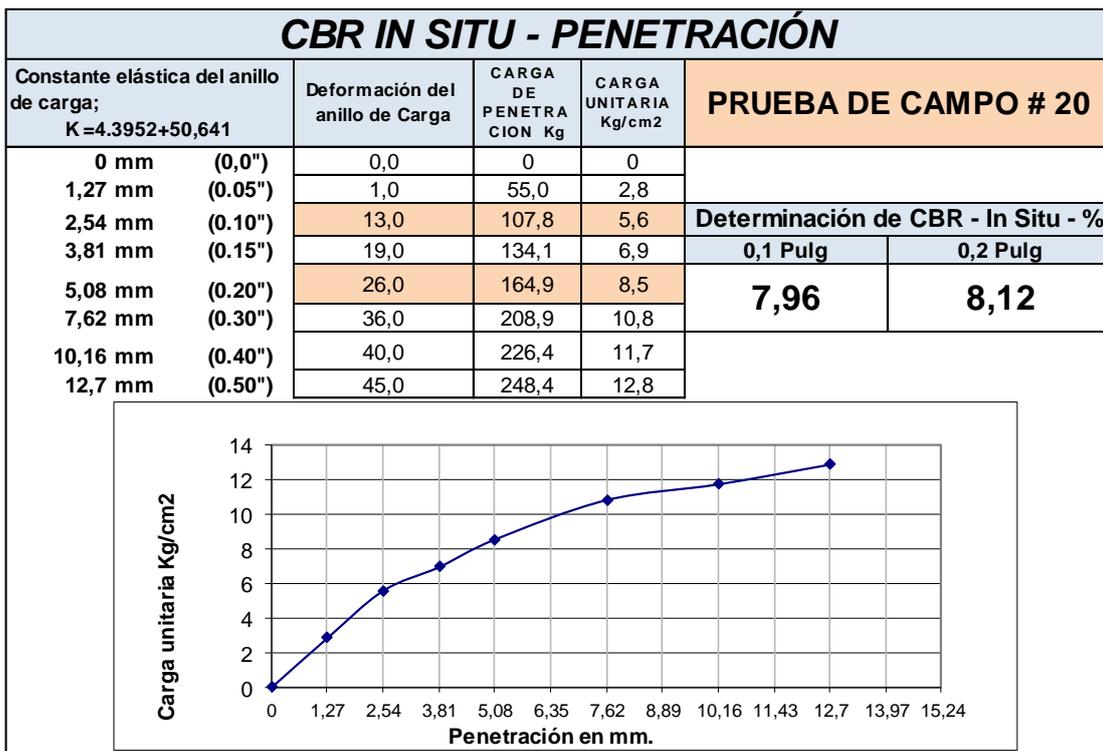
Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 19.



Elaborado por: Steven Ureña.

CBR in situ para muestra 20.



Elaborado por: Steven Ureña.

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO:

Análisis comparativo entre ensayo CBR in situ y ensayo CBR en laboratorio para subrasante en la vía a la costa sector Daular del cantón Guayaquil.

AUTOR/ES:

Ureña Piedra Rogger Steven

TUTOR:

Ing. David Stay Coello M.Sc.

REVISORES:

Ing. Gino Flores M.Sc.

INSTITUCIÓN:

Universidad de Guayaquil

FACULTAD:

Ciencias Matemáticas y Físicas

CARRERA:

Ingeniería Civil

FECHA DE PUBLICACIÓN:

Septiembre, 2022

No. DE PÁGS:

57

TÍTULO OBTENIDO:

Ingeniero Civil

ÁREAS TEMÁTICAS: Tecnología en el análisis del diseño vial, mediante el estudio del CBR para subrasante.

PALABRAS CLAVE: SUBRASANTE, PERFORACIÓN, COMPACTACIÓN, NORMALIDAD, CORRELACIÓN.

RESUMEN: El presente trabajo de tipo descriptivo y explicativo establece un análisis comparativo entre el ensayo de CBR in situ y el ensayo de CBR en laboratorio para la subrasante, en el sector Daular del cantón Guayaquil. Para aquello se obtuvo los valores del CBR en campo mediante perforaciones, identificando las condiciones de la subrasante, además de los valores de CBR cuando son compactados y ensayados en laboratorio bajo condiciones controladas de humedad y compactación, con la finalidad de obtener una correlación entre la variable dependiente y la variable independiente. Mediante parámetros y métodos estadísticos, como los diagramas de qq-plot y la prueba de Shapiro-Wilk, se evaluaron los valores de las variables cuantitativas, para determinar si presentan una distribución normal. Como resultado se obtuvo que las variables no cumplen con el criterio de normalidad, por lo que se aplicó métodos estadísticos no paramétricos, coeficiente de correlación de Spearman.

No. DE REGISTRO (en base de datos):

No. DE CLASIFICACIÓN:

DIRECCIÓN URL (tesis en la web):

ADJUNTO PDF:

SI

NO

CONTACTO CON AUTOR/ES

Teléfono: 0969600144

E-mail:

rogger.urenep@edu.ug.ec

CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:

Nombre: Secretaría de la Facultad

Teléfono: (03)2848487 Ext. 123

E-mail: fca@uta.edu.ec