



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

AUTOR: Diego Alejandro Núñez Núñez

TUTORA: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg

AMBATO – ECUADOR

febrero - 2024

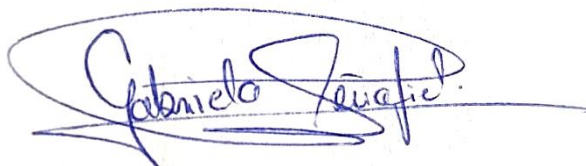
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del presente Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILIN Y COCHAPAMBA, CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el señor Diego Alejandro Núñez Núñez, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805286687, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su tutor
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes
- Esta concluido en su totalidad

Ambato, febrero 2024



.....
Ing. Lourdes Gabriela Peñañiel Valla, Mg

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diego Alejandro Núñez Núñez, con C.I. 1805286687, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILIN Y COCHAPAMBA, CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo

Ambato, febrero 2024



.....
Diego Alejandro Núñez Núñez

C.I. 1805286687

AUTOR

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2024



.....
Diego Alejandro Núñez Núñez

C.I. 1805286687

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Diego Alejandro Núñez Núñez, de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILIN Y COCHAPAMBA, CANTON SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



.....
Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Galo Wilfrido Núñez Aldaz, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación se lo dedico a Dios y a mis padres Alexandra Nuñez y Vicente Nuñez, que son quienes me han acompañado y apoyado en cada momento de mi vida, y son mi razón de ser

A mis hermanos Joel y Xavier por su cariño y apoyo incondicional, y el deseo de superación que me han transmitido.

Núñez Núñez Diego Alejandro

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia porque cada momento me han apoyado incondicionalmente no solo en el tema académico sino pelosamente en el día a día.

A todas mis amistades, mis amigos dentro y fuera de la carrera ya que nos hemos apoyado hasta el último momento para terminar nuestras debidas carreras.

A mis docentes de cada nivel superado ya que transmitieron los conocimientos necesarios para ser un buen ingeniero civil.

A mi tutor por guiarme en el proceso del desarrollo de mi trabajo de titulación.

Núñez Núñez Diego Alejandro

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DEL AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.2. Objetivos	5
1.2.1. Objetivo General	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1 Materiales	6
2.2 Métodos	7
2.2.1.1 Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio para determinar propiedades índices y mecánicas	7
2.2.1.2 Fase 2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas	14
2.2.1.3 Fase 3: Diseño de pavimento flexible	18
2.2.1.3.1 Cálculo del TPDA.	18
2.2.1.3.2 Cálculo del Tráfico futuro	19

2.2.1.3.3 Diseño de pavimento flexible.....	20
CAPÍTULO III.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1. Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio para determinar propiedades índice y mecánicas.....	28
3.1.1 Análisis y discusión de los resultados de la fase 1	31
3.2. Fase2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas.....	32
3.2.1 Análisis y discusión de los resultados de la fase 2	63
3.3. Fase 3: Diseño de pavimento flexible	63
3.3.1 Análisis y discusión de resultados de la fase 3.....	92
3.4. Verificación de hipótesis.....	93
CAPÍTULO IV.....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.1. Conclusiones	94
4.2. Recomendaciones.....	95
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Tabla de cálculo para correlación lineal múltiple	14
Tabla 2:Tabla de cálculo para correlación potencial.....	16
Tabla 3:Tabla de cálculo para correlación exponencial.....	17
Tabla 4: Porcentaje de la treintava hora en función del sector	19
Tabla 5:Tasa de crecimiento anual vehicular.....	20
Tabla 6: Nivel de confiabilidad.....	22

Tabla 7: Desviación estándar normal de acuerdo con el nivel de confiabilidad de la vía.....	23
Tabla 8: Nomenclatura, descripción y unidad de ensayos realizados.....	28
Tabla 9: Resultados de los ensayos para determinar las propiedades índices.....	29
Tabla 10: Resultados de propiedades mecánicas obtenidas.....	30
Tabla 11: Resumen de correlaciones obtenidas.	32
Tabla 12: Conteo vehicular por cada día 12h.....	64
Tabla 13: Conteo vehicular de la hora pico	65
Tabla 14: Factor k de la treintava hora en función de la zona	65
Tabla 15: TPDA actual calculado	67
Tabla 16: Resumen del tráfico aproximado.	70
Tabla 17: Periodo de diseño en función del tipo de carretera.	71
Tabla 18: Tasa de crecimiento anual vehicular.....	71
Tabla 19: Resumen por año del tráfico futuro hasta el año 2043.....	73
Tabla 20: Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.....	74
Tabla 21: Factor de distribución W18% por carril.....	74
Tabla 22: Número de ejes equivalentes hasta el año 2043.....	76
Tabla 23: Nivel de confiabilidad de la vía.	76
Tabla 24: Desviación estándar normal en función de la confiabilidad.	77
Tabla 25: Desviación estándar global en función del tipo de pavimento.	78
Tabla 26: Módulo elástico de la carpeta asfáltica en función del coeficiente a1	80
Tabla 27: Valor de a2 en función del CBR.....	81
Tabla 28: Valor de a3 de acuerdo con el CBR.....	83
Tabla 29: Calidad de drenaje.	84
Tabla 30: Coeficiente de drenaje.....	84
Tabla 31: Espesores mínimos de capa	85
Tabla 32: Resumen de datos para el diseño de pavimento flexible con CBR de laboratorio.	85
Tabla 33: Detalle de espesores para pavimento flexible.....	88
Tabla 34: Resumen de datos para el diseño de pavimento flexible con CBR de correlación.....	90
Tabla 35: Estructura del pavimento	92

Tabla 36: Comparación de espesores del pavimento por CBR de laboratorio y por correlación.....	92
--	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:Realización de pozo a cielo abierto	8
Ilustración 2:Ensayo DCP in situ	8
Ilustración 3: Ensayo de cono y arena in situ.....	9
Ilustración 4:Contenido de humedad de muestra alertada	10
Ilustración 5:Realización del ensayo de granulometría	10
Ilustración 6:Picnómetro con suelo sumergido	11
Ilustración 7: Mezcla para ensayo de límite líquido	12
Ilustración 8:Rollos para límite plástico	12
Ilustración 9: Compactación de Proctor modificado tipo B.....	13
Ilustración 10: Ensayo CBR.....	14
Ilustración 11: Tipo de vía en función del tráfico futuro	21
Ilustración 12: Periodo de diseño en función del tipo de carretera	21
Ilustración 13: Factor de daño de cada vehículo.....	22
Ilustración 14: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a1.....	25
Ilustración 15: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a1.....	25
Ilustración 16: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a3.....	26
Ilustración 17: Calidad de drenaje para el diseño	26
Ilustración 18: Coeficiente de drenaje.....	27
Ilustración 19: Interfaz software AASHTO 93	27
Ilustración 20: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a1	79
Ilustración 21: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a2.....	81
Ilustración 22: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a3.....	82
Ilustración 23: Comportamiento de precipitaciones estación hidrológica M0004 Rumipamba-Salcedo	83
Ilustración 24: Cálculo de SN con CBR de laboratorio.....	86
Ilustración 25: Cálculo del SN con CBR de correlación	89

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad en el cantón Saquisilí la base de datos correspondiente a propiedades índice y mecánicas del suelo es corto, además cuenta con varias vías lastradas que requieren ser asfaltadas. Con la finalidad de encontrar ecuaciones de correlación y realizar un prediseño de pavimento flexible en beneficio de las parroquias del cantón Saquisilí y de sectores con suelos de similares características.

Dentro del área de estudio se encuentran una vía correspondiente a la parroquia Chantilín, una vía en la parroquia Saquisilí y finalmente una vía en la parroquia Cochapamba. Se realizaron en total 12 calicatas del área de estudio, primero se procedió a realizar in situ el ensayo DCP y Cono de arena, posteriormente se extrajo 50 kilogramos de muestra de suelo de cada calicata para ensayar en laboratorio y determinar las propiedades índice y mecánicas en base a normas AASHTO, ASTM y SUCS, de los cuales se derivaron 29 correlaciones obtenidas con un grado de confiabilidad mayor al 50 por ciento; como resultado se diseñó el paquete estructural de pavimento para una nueva vía de la parroquia Chantilín con CBR de laboratorio obteniendo espesores de 7 cm para carpeta asfáltica, 10 cm de capa base y 11 cm de capa subbase; por otro lado, con CBR por correlación se obtuvo espesores de 7 cm para carpeta asfáltica, 11 cm de capa base y 12 cm de capa subbase.

Finalmente, el prediseño de pavimento será en beneficio de los habitantes y aledaños de la parroquia Chantilín.

Palabras clave: Pavimentos, Correlación, Propiedades del suelo, CBR, Vías, Ingeniería Civil

ABSTRACT

Currently, in the Saquisilí canton, the database corresponding to index and mechanical properties of the soil is short, and it also has several ballasted roads that require paving. In order to find preparation equations and carry out a pre-design of flexible pavement for the benefit of the parishes of the Saquisilí canton and sectors with soils with similar characteristics.

Within the study area there is a road corresponding to the Chantilín parish, a road in the Saquisilí parish and finally a road in the Cochapamba parish. A total of 12 pits were carried out in the study area. First, the DCP and Sand Cone tests were carried out in situ. Subsequently, 50 kilograms of soil sample was extracted from each pit to be tested in the laboratory and determine the index and mechanical properties. based on AASHTO, ASTM and SUCS standards, from which 29 correlations were derived, obtained with a degree of reliability greater than 50 percent; As a result, the structural pavement package was designed for a new road in the Chantilín parish with laboratory CBR, obtaining thicknesses of 7 cm for asphalt layer, 10 cm of base layer and 11 cm of subbase layer; On the other hand, with CBR to improve, thicknesses of 7 cm for asphalt layer, 11 cm of base layer and 12 cm of subbase layer will be obtained.

Finally, the pavement predesign will benefit the inhabitants and surrounding areas of the Chantilín parish.

Keywords: Pavements, Soil property, Weighting, Roads, CBR, Civil Engineering

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Para entender la mecánica de suelos se necesita emplear leyes de física y ciencias naturales a los problemas que presenta el suelo como es las cargas impuestas, esta ciencia tradicional fue establecida por Karl Von Terzaghi siendo ésta la más apropiada por su simplicidad y la relación de la geometría interna de los poros y sus características mecánicas, Terzaghi en el año 1925 con varios estudios aclaró el comportamiento mecánico de medios porosos saturados (suelos, hormigón y rocas) para finalmente desarrollar la teoría de consolidación que se basa en la elasticidad del suelo y conocer el asentamiento por cargas aplicadas con el ensayo de consolidación. [1], [2]

Para el estudio de caracterización geotécnica de un suelo tropical laterico realizado en el año 2013 se tomaron muestras de campo alteradas de suelo para la caracterización física, química y mineralógica; para la caracterización mecánica y estructural se ocupó muestras inalteradas que se toman con tubo shelby y cajón. [3]

De acuerdo con L. Rucks y F. García (2004), para manifestar la consistencia de un suelo se debe conocer el contenido de humedad, las fuerzas físicas de cohesión y adhesión. Las propiedades índice del suelo relacionan el volumen y peso con los distintos componentes del suelo como: aire, agua y sólidos, para dar una idea del estado y naturaleza del suelo de una forma rápida y práctica. [4]

El ensayo de cono y arena consiste en determinar el valor de la densidad seca en el sitio, especialmente para suelos sin cohesión, arenas y gravas, ya que estos tipos de suelo presentan dificultad para la obtención de muestras inalteradas. Este ensayo se realiza después del ensayo Proctor para fijar las condiciones de humedad óptima. [5]

La energía de compactación es una variable importante en este proceso de investigación y se puede calcular tanto en laboratorio como en campo, se puede cuantificar en valores absolutos con los valores de número de golpes por capa,

número de capas, peso del martillo, altura de caída del martillo y el volumen del molde. [6]

El ensayo preliminar para las propiedades mecánicas del suelo es Proctor que de acuerdo con Villalaz en el año 2004 consiste en la determinación del peso por el volumen del suelo compactado con varios contenidos de humedad, lo que da como resultado la humedad óptima de la muestra de suelo ensayada para llegar a su máxima compactación, los resultados de la prueba se lo representa en un gráfico en el que se detalla el contenido de humedad en el eje de las abscisas y la densidad seca en el eje de las ordenadas, es un ensayo indispensable en la construcción de vías. [7]

Por otra parte, el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) permite cuantificar la resistencia de un suelo expresándola en porcentaje, siendo el 100% el valor de CBR de un suelo que tiene alta resistencia. Para la realización del ensayo se deben tener condiciones controladas de contenido de humedad y densidad. Además, se puede obtener por medio de correlaciones en condiciones de humedad natural o saturado y se puede aplicar para cualquier tipo de suelo independientemente de su plasticidad [8]

Así mismo el ensayo DCP o conocido como ensayo de cono dinámico de penetración se lo realiza en el sitio de estudio, permite conocer la resistencia del suelo en función de la penetración de una punta cónica en el suelo, adicionalmente la energía de penetración influye en los resultados ya que a mayor masa menor sensibilidad del suelo compactado. [9]

Los límites de Atterberg pueden caracterizar el estado de consistencia del suelo al momento de relacionar el contenido de humedad de agua y el grado de plasticidad, se puede establecer una identificación rápida del suelo y su calidad según la cantidad de agregados finos de la muestra. Los límites son los siguientes: Límite Plástico (LP%), Índice de Plasticidad (IP), Índice de Liquidez (IL), Límite Líquido (LL%) y Límite de contracción. [7]

El pavimento flexible está conformado por una carpeta bituminosa, su principal función es la disminución de las deformaciones como cambios volumétricos en la

capa subrasante, en el componente económico es el mejor en comparación a otros tipos de pavimentos. [10]

El método AASHTO 93 para la determinación de espesores de pavimento flexible es desarrollado en Estados Unidos y es ampliamente usado en la actualidad. Se obtiene un número estructural ya sea por una ecuación o por ocupar ábacos normados de confiabilidad, serviciabilidad, tránsito y desviación estándar. [11]

A finales del siglo XX, en Arabia Saudita Tala Al-Refeai investigador de la Universidad King Saud, expone la investigación que el valor de ensayo DCP puede predecir el valor de CBR mediante correlaciones, el resultado fue que independientemente de la humedad natural, densidad y zona del suelo estudiado, efectivamente hay una relación de DCP y CBR, un análisis de regresión fue ocupado para realizar las correlaciones, ocupando softwares informáticos como SPSS. El resultado del coeficiente de determinación R^2 fluctúa entre 0.81 y 0.93 por lo que según el investigador mencionado existe alta relación para precisar el CBR por medio del DCP tanto para suelos arenosos, grava o arcillosos. [12]

El Dr. Kumar (2014) manifestó un modelo matemático múltiple lineal por medio de métodos estadísticos para determinar el valor de CBR utilizando resultados de laboratorio como: límites de Atterberg, granulometría, densidad máxima, permeabilidad y contenido de humedad. [13]

Sandoval Eimar (2019), presenta una investigación en Colombia donde la correlación de CBR sirve como una alternativa efectiva para encontrar el valor indicado sin necesidad de realizar pruebas de laboratorio, ahorrando así recursos económicos, Se estudiaron 38 muestras en suelos con mucho limo, mucha arcilla y poca ductilidad. Se identificaron dos correlaciones en las muestras no variadas, que fueron aplicables a cualquier suelo independientemente de su contenido de humedad, Suavidad y consistencia. Se encuentra que los elementos R^2 se consideran en un rango aceptable entre 0,67 y 0,83) para aplicar la determinación del valor CBR.[8]

En la ciudad de Sincelejo-Colombia en el año 2019 (Fernando Jove Wilches, Rodrigo G. Hernández Ávila and Jhon J. Feria Díaz) realizaron la investigación donde se estimó una ecuación entre el CBR y DCP para poder evaluar la subrasante

de una manera más rápida y económica, donde se tomaron muestras inalteradas de CBR y ensayo in situ de DCP para posteriormente realizar los diagramas de correlación y obtener 80 % y 85% por lo que las ecuaciones tenían una buena representación. [14]

Es importante destacar que, Araujo W (2014) Correlacionó datos del CBR en condición saturada con los siguientes parámetros: Contenido de grava, de arena, de limo, de arcilla, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, máxima densidad seca y contenido óptimo de humedad, fueron datos históricos del suelo de Piura entre el año 2004 y 2014 en los que se aplicó correlación múltiple y simple. Demostró que la correlación múltiple tiene mayor correlación que la simple por lo que ningún parámetro estudiado por sí solo es determinante para hallar el CBR. [15]

En Ecuador, Castillo J (2019) muestra un análisis integral a detalle de la correlación de CBR y DCP para el estudio geotécnico de la cimentación referente a la ampliación de la vía Portoviejo – Manta donde se obtuvieron por medio del método estadístico de regresión dos ecuaciones aceptables tanto para CBR 0.1”, 0.2” y DCP teniendo como resultado R^2 igual al 0,80 y en el segundo resultado se obtuvo un R^2 igual al 0,82 siendo estos muy cercanos al uno y permitiendo la correlación. Así mismo se realizó dos ecuaciones con el método de regresión múltiple para CBR 0.1”, 0.2” y DCP más sus parámetros físicos con resultados de la primera ecuación R^2 igual al 0,82 y en la segunda un R^2 igual al 0,86, por lo que cada estimación permitió la correlación. [16]

Para finalizar, las investigaciones en Colombia con la División de Ingeniería de Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transporte respecto a la caracterización del suelo se realizó una serie de experimentos en campo y de laboratorio en vías aleatorias a lo largo del país mencionado, se establecieron una serie de modelos matemáticos que correlacionan los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) realizado en laboratorio y el ensayo Penetración Dinámica de Cono (DCP) realizada 3 in situ, los suelos que se estudiaron comprendieron finos saturados con una correlación de $R = 0.93$, para el modelo aplicado (lineal por mínimo cuadrados) se consideró como una correlación aceptable. [17]

1.2.Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en suelos de las parroquias Saquisilí, Chantilín y Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades índice y mecánicas de 12 muestras representativas de los suelos de las parroquias Saquisilí, Chantilín y Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi, por medio del análisis de campo y laboratorio.
- Correlacionar el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de las muestras de suelos de las parroquias Saquisilí, Chantilín y Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi.
- Aplicar los resultados de correlación en el diseño de pavimento flexible para una vía, de las parroquias Saquisilí, Chantilín y Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

La presente investigación se dividió en 3 fases, a continuación, se detallan los materiales y la metodología ocupada.

2.1 Materiales

En primer lugar se realizó 3 ensayos en campo que son: pozo a cielo abierto con palas, picos, barras y un flexómetro marca Stanley para tomar las medidas exactas de acuerdo con la norma AASHTO T 87-70, después se realizó dentro de cada pozo el ensayo de cono dinámico de penetración con el único equipo DCP de acuerdo a la norma ASTM D6915-03, así mismo para cada pozo se realizó el ensayo de densidad en campo (método de cono y arena de Ottawa) de acuerdo con la norma AASHTO T191 con el equipo correspondiente cono, placa, cincel y una balanza.

Posteriormente en laboratorio se realizó ensayos de: granulometría con el equipo de tamices normados marca Humboldt y la tamizadora marca Controls todo realizado de acuerdo a la norma AASHTO T 88, posteriormente se realizó el ensayo de gravedad específica de sólidos con un picnómetro, embudo y termómetro todo de acuerdo a la norma AASHTO T 100, después se realizó el ensayo de límite líquido (copa de casa grande) de acuerdo con la normativa AASHTO T 89 ocupando copa de casagrande manual marca Humboldt y un acanalador, luego se ejecutó el ensayo límite plástico con un mortero y placa de vidrio de acuerdo con la norma AASHTO T 90, después se procedió con el ensayo Proctor modificado tipo B con un martillo de compactación y molde de 6 pulgadas todo realizado bajo la normativa AASHTO T 180, finalmente se ejecutó el ensayo CBR con la máquina MULTISPEED 34-V1172 de acuerdo a la norma AASHTO T 193.

2.2 Métodos

2.2.1 Fases de investigación

Para dar cumplimiento a los objetivos presentados en el trabajo de investigación, se aplicó tres fases investigativas: Investigación exploratoria de campo y experimental para la primera fase, para la segunda y tercera fase se ocupó investigación analítica.

2.2.1.1 Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio para determinar propiedades índices y mecánicas

En la fase 1 se realizó una investigación exploratoria de campo debido a que se identificaron los 12 lugares de donde se realizaron ensayos in situ como son: pozo a cielo abierto para recolectar muestras de 50 kilogramos, ensayo de DCP y densidad en campo (cono y arena de Ottawa).

Posteriormente en laboratorio se realizó una investigación experimental para determinar las propiedades índice y mecánicas de cada muestra.

A continuación, se detallan los ensayos realizados en campo y laboratorio para cada muestra:

- **Pozo a cielo abierto**

Se empezó retirando aproximadamente 15 cm de espesor del suelo correspondiente a capa vegetal para posteriormente empezar a cavar un cuadrado de 1.5m x 1.5m y 1 m de profundidad, finalmente se extrajeron 50 kg de suelo para ensayar en laboratorio.

Ilustración 1: Realización de pozo a cielo abierto



Fuente: El Autor

- **Ensayo DCP**

Al interior del pozo a cielo abierto con los materiales ya mencionados se realizó en 3 esquinas el ensayo DCP que consiste en medir en centímetros la penetración de un cono de masa definida.

Ilustración 2: Ensayo DCP in situ



Fuente: El Autor

- **Densidad de campo**

Previamente se realizó la calibración de Cono y arena, ya dentro del pozo a cielo abierto con los materiales ya mencionados para el ensayo de densidad de campo (cono y arena de Ottawa) se colocó la placa metálica para realizar una excavación de aproximadamente 15 cm, posteriormente se extrajo el suelo en una fundar, luego se llenó el hueco de excavación con arena de Ottawa y finalmente se tomaron los pesos respectivos de acuerdo con la norma AASHTO T191.

Ilustración 3: Ensayo de cono y arena in situ



Fuente: El Autor

- **Contenido de Humedad**

Se extrajo aproximadamente 500 gr de suelo alterado de cada pozo, al siguiente día se colocó las muestras en recipiente metálicos para ser ingresados al horno de laboratorio por 24 horas, tomando los pesos respectivos bajo la normativa ASTM D2216.

Ilustración 4: Contenido de humedad de muestra alertada



Fuente: El Autor

- **Granulometría**

Se realizó de acuerdo con la norma AASHTO T 88 2013, se colocan los tamices de arriba hacia abajo en orden de tamices N: 4,10,16,40,60,100,200 y con 1000 gr de muestra de suelo colocada en el tamiz 4 se procede a tamizar en la tamizadora automática, para pesar el suelo retenido en cada tamiz.

Ilustración 5: Realización del ensayo de granulometría



Fuente: El Autor

- **Gravedad específica**

Previamente se debe tener muestra de suelo que pasa el tamiz # 40, se empezó pesando 50 gramos de suelo, luego se llena el picnómetro con agua hasta la medida ya establecida para ser tomado el peso, posteriormente se retira aproximadamente 2/3 de agua para ser llenado con los 50 gr de suelo y se toma temperatura y peso, después se extrae el aire girando el picnómetro y dándole golpes para finalmente sacar toda la muestra del suelo del picnómetro en un recipiente metálico para mandar al horno hasta que la muestra este totalmente seca. Todo realizado bajo la normativa AASHTO T 100-2015.

Ilustración 6: Picnómetro con suelo sumergido



Fuente: El Autor

- **Límite líquido**

Primeo se tuvo que obtener una muestra de suelo que pase el tamiz #40, luego se hace una mezcla con los materiales ya mencionados de suelo con varios contenidos de agua separándola en dos partes, para luego ser ingresados a la copa de casagrande y al unirse el suelo se anota el número de golpes. Todo el ensayo se realizó en base a la normativa AASHTO T 89.

Ilustración 7: Mezcla para ensayo de límite líquido



Fuente: El Autor

- **Límite plástico**

De la misma manera que en el límite líquido se obtuvo muestra de suelo fino que pase por el tamiz #40 para ser mezclado con varios contenidos de agua y formar rollos de 3mm de diámetro y 5 cm de largo.

Ilustración 8: Rollos para límite plástico



Fuente: El Autor

- **Proctor modificado tipo B**

De acuerdo con la normativa AASHTO T-18 se debe obtener el contenido óptimo de humedad para la densidad seca máxima, con los materiales mencionados se empezó mezclando una muestra de 6000 gr de suelo con varios porcentajes de agua en un recipiente metálico grande, para ser dividido en 5 capas que fueron ingresados en el molde Proctor para ser compactado con 56 golpes por el martillo, se repite el proceso hasta bajar el peso del molde más la masa de suelo, pero sin llegar a compactar lodo.

Ilustración 9: Compactación de Proctor modificado tipo B



Fuente: El Autor

- **CBR**

Previamente obtenidos los valores de humedad óptima para la densidad seca máxima, se realizó una mezcla de suelo de 6000 gr con el contenido de humedad óptimo para compactarlo en cada molde para 11,27 y 56 golpes y curarla en agua por 4 días de acuerdo con la normativa AASHTO T-193.

Posteriormente se ensayan los moldes con la máquina MULTISPEED34-V1171 para medir la capacidad de soporte del suelo.

Ilustración 10: Ensayo CBR



Fuente: El Autor

2.2.1.2 Fase 2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas

La fase 2 se realizó por medio de una investigación analítica y comparativa ya que se ejecutaron métodos de correlación lineal, potencial y exponencial entre las propiedades índice y mecánicas ensayadas en campo y laboratorio de las 12 muestras.

- **Correlación lineal múltiple**

Se colocaron 3 propiedades del suelo y se multiplican de acuerdo como se muestra la tabla a continuación.

Tabla 1: Tabla de cálculo para correlación lineal múltiple

Variable Dependiente	Variable Dependiente	Variable Independiente	$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$					
X_1	X_2	Y	$X_1 * Y$	$X_2 * Y$	$X_1 * X_2$	$(X_1)^2$	$(X_2)^2$	$(Y)^2$
$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum (X_1 * Y)$	$\sum (X_2 * Y)$	$\sum (X_1 * X_2)$	$\sum (X_1)^2$	$\sum (X_2)^2$	$\sum (Y)^2$

Fuente: El Autor

Posteriormente se resuelve el sistema de ecuaciones con método de mínimos cuadrados como se muestra a continuación:

$$a + n + b1\Sigma X1 + b2\Sigma X2 = \Sigma Y \tag{Ec. 1}$$

$$a\Sigma X2 + b1\Sigma X12 + b2\Sigma(X1 * X2) = \Sigma(X1 * Y) \tag{Ec. 2}$$

$$a\Sigma X2 + b1\Sigma(X1 * X2) + b2\Sigma X2 = \Sigma(X2 * Y) \tag{Ec. 3}$$

Luego se aplicó una matriz inversa para encontrar los factores a, b1, b2 y obtener una ecuación de correlación como se muestra a continuación.

$$Y = a + b1 * X1 + b2 * X2 \tag{Ec. 4}$$

Finalmente se reemplazan los valores en la siguiente ecuación para el coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a \Sigma Y + b1 \Sigma(X1 * Y) + b2 \Sigma(X2 * Y) - n * (Ymed)^2}{\Sigma Y^2 - n * (Ymed)^2} \tag{Ec. 5}$$

- **Correlación potencial**

De la misma manera que la correlación anterior se multiplicó las propiedades del suelo de acuerdo con la siguiente tabla

Tabla 2: Tabla de cálculo para correlación potencial

V. D.	V. D.	V. I.	Ecuación múltiple logarítmica			$\log(Y) = \log(a) + b_1 * \log(X_1) + b_2 * \log(X_2)$					
			$X'_1 = \log(X_1)$	$X'_2 = \log(X_2)$	$Y' = \log(Y)$	$X'_1 * Y'$	$X'_2 * Y'$	$X'_1 * X'_2$	$(X'_1)^2$	$(X'_2)^2$	$(Y')^2$
X_1	X_2	Y									
$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum X'_1$	$\sum X'_2$	$\sum Y'$	$\sum X'_1 * Y'$	$\sum X'_2 * Y'$	$\sum X'_1 * X'_2$	$\sum (X'_1)^2$	$\sum (X'_2)^2$	$\sum (Y')^2$

Fuente: El Autor

Después realizamos un sistema de ecuaciones con método de mínimos cuadrados mencionados anteriormente en la correlación lineal múltiple.

$$a + n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_1 * Y)$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum (X_1 * X_2) + b_2 \sum X_2 = \sum (X_2 * Y)$$

Mediante la ayuda de una matriz inversa se calcula los factores a, b1 y b2, que fueron reemplazados en la siguiente ecuación para obtener una ecuación de correlación.

$$Y = a + b_1 * \log(X_1) + b_2 * X_2$$

(Ec. 6)

Finalmente se calculó el coeficiente de correlación.

$$r^2 = \frac{a \sum Y + b_1 \sum (X_1 * Y) + b_2 \sum (X_2 * Y) - n * (Y_{med})^2}{\sum Y^2 - n * (Y_{med})^2}$$

- **Correlación exponencial**

Se aplico variables dependientes e independientes que son las propiedades del suelo multiplicados entre sí de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla 3:Tabla de cálculo para correlación exponencial

V. D.	V. D.	V. I.	Ecuación multiple exponencial			$\ln(Y) = \ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$			
X_1	X_2	Y	$Y' = \log(Y)$	$X_1 * Y'$	$X_2 * Y'$	$X_1 * X_2$	$(X_1)^2$	$(X_2)^2$	$(Y')^2$
$\sum X_1$	$\sum X_2$	$\sum Y$	$\sum Y'$	$\sum X_1 * Y'$	$\sum X_2 * Y'$	$\sum X_1 * X_2$	$\sum (X_1)^2$	$\sum (X_2)^2$	$\sum (Y')^2$

Fuente: El Autor

El sistema de ecuaciones generado se resolvió por mínimos cuadrados

$$a + n + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_1 * Y)$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum (X_1 * X_2) + b_2 \sum X_2 = \sum (X_2 * Y)$$

Se resuelve mediante el método de matriz inversa para obtener los factores a, b1 y b2 que serán reemplazados en la ecuación de correlación presentada a continuación

$$\ln(Y) = \ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$$

(Ec. 7)

Para finalmente calcular el coeficiente de correlación con la ecuación presentada a continuación.

$$r^2 = \frac{a \sum Y + b_1 \sum (X_1 * Y) + b_2 \sum (X_2 * Y) - n * (Y_{med})^2}{\sum Y^2 - n * (Y_{med})^2}$$

2.2.1.3 Fase 3: Diseño de pavimento flexible

Con los resultados obtenidos de correlación entre el DCP y CBR se aplicó una investigación cualitativa y cuantitativa para dar cumplimiento al objetivo 3 de la presente investigación que es determinar los espesores y números estructurales de un pavimento flexible para una vía, mediante el método AASHTO 1993.

Se empezó con el conteo vehicular tomado 7 días seguidos por 12 horas, para posteriormente realizar los debidos cálculos del factor hora pico y TPDA.

2.2.1.3.1 Cálculo del TPDA.

- **Factor hora pico**

$$FHP = \frac{VHDM}{N * Q_{15Max}}$$

(Ec. 8)

Donde:

FHP: factor hora pico

VHMD: volumen horario de máxima demanda

N= # de periodos dentro de la hora de máxima demanda

Q_{15max} = flujo máximo durante 15 minutos

- **Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

$$TPDA = \frac{VHP * FHP}{k}$$

(Ec. 9)

Tabla 4: Porcentaje de la treintava hora en función del sector

k	Sector
8 – 12 (%)	Urbano
12 – 18 (%)	Rural

Fuente: MTOP 2003 [18]

Donde:

VHP= volumen vehicular en la hora pico

FHP= Factor hora pico (si el cálculo de FHP es inferior a 1 se asume 1)

k= valor de la treintava hora (tabla 4)

Para el cálculo del TPDA actual se sumó los vehículos contabilizados livianos, camiones y buses. De acuerdo con la siguiente ecuación

$$TPDA_{Actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{buses} + TPDA_{camiones}$$

(Ec. 10)

2.2.1.3.2 Cálculo del Tráfico futuro

Posteriormente se calcula el tráfico futuro con los siguientes parámetros

- **Tráfico atraído**

$$Traf_{atr} = 10\% * TPDA$$

(Ec. 11)

- **Tráfico generado**

$$Traf_{gen} = 20\% * TPDA$$

(Ec. 12)

- **Tráfico desarrollado**

$$Traf_d = 5\% * TPDA$$

(Ec. 13)

- **TPDA total aproximado**

$$TPDA_{aprox} = TPDA_{actual} + Traf_{atr} + Traf_{gen} + Traf_d$$

(Ec. 14)

Finalmente se calculó el tráfico futuro con la siguiente ecuación:

$$T_f = TPDA_{aprox} * (1 + i)^n$$

(Ec. 15)

Donde:

i= tasa de crecimiento del tránsito

n=periodo de diseño

Tabla 5:Tasa de crecimiento anual vehicular

Tasa de crecimiento anual (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58
2040 - 2045	3.25	1.62	1.58

Fuente: MTOP 2003 [18]

2.2.1.3.3 Diseño de pavimento flexible

Ya obtenido el valor del tráfico futuro se escoge la función y tipo de vía con la tabla del MTOP 2003 presentada a continuación:

Ilustración 11: Tipo de vía en función del tráfico futuro

Función	Tipo de vía	TF
Corredor arterial	RI o RII	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 3000 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

Fuente: MTOP 2003[18]

Para diseñar el pavimento se necesita el flujo vehicular que va a soportar el pavimento en este caso se realizó con el método de los ejes equivalentes (W18) de 8.2 toneladas (18 000 libras).

- **Periodo de diseño**

Es el tiempo de proyección para la vida útil de la vía a diseñar.

Ilustración 12: Periodo de diseño en función del tipo de carretera

Tipo de Carretera	Etapas de diseño (años)
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 - 20
Pavimentada de bajo volumen	15 - 25
Rural de alto volumen	20 - 50
Urbana de alto volumen	30 - 50

Fuente: MTOP 2003[18]

- **Factor de daño**

Se calcula de acuerdo con el peso máximo de ejes equivalentes de vehículos pesados que sobrepasen los 8.2 toneladas que son los que más hacen daño al pavimento.

Ilustración 13: Factor de daño de cada vehículo

FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	$(P/6,6)^4$	P(Ton)	$(P/8,2)^4$	P(Ton)	$(P/15)^4$	P(Ton)	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
2DA	3	0.043	-	-	-	-	-	-	1.308
	7	1.265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.504
3 - A	7	1.265	-	-	20	3.160	-	-	4.426
4 - C	7	1.265	-	-	-	-	24	1.186	2.451

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras [19]

- **Número de ejes equivalentes acumulado W18**

Es la medida equivalente de la carga que ejercen los ejes en un periodo determinado sobre la superficie de la vía a crear.

$$W18 = TPDA_{final} * 365 * FD * fd$$

(Ec. 16)

- **Nivel de confiabilidad R**

Es la probabilidad que tendrá la vía para comportarse de manera eficiente para soportar las cargas y condicentes ambientales para el periodo de diseño.

Tabla 6: Nivel de confiabilidad

Confiabilidad R		Tipo de vía
Rural	Urbano	
80 - 99.9	85 - 99.9	Interestelar y autopista
75 - 95	80 - 99	Arterias principales
75 - 95	80 - 95	Calles colectoras
50 - 80	50 - 80	Calles locales

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

- **Desviación estándar**

Esta en función de la confiabilidad y es el grado de certidumbre que tiene la vía para terminar en buenas condiciones para los años que fue diseñada.

Tabla 7: Desviación estándar normal de acuerdo con el nivel de confiabilidad de la vía

Nivel de confiabilidad, R (%)	Desviación estándar normal, Z_R
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

- **Desviación estándar global S_o**

La AASHTO indica los siguientes valores:

- **Pavimentos rígidos de 0.30 a 0.40.**
- **Pavimentos flexibles de 0.40 a 0.50.**

- **Índice de serviciabilidad**

Es un indicativo del confort y la seguridad que tienen el usuario que está conduciendo en la vía

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final}$$

(Ec. 17)

Donde:

ΔPSI = Índice de serviciabilidad

$PSI_{inicial}$ = Serviciabilidad inicial

PSI_{final} = Serviciabilidad final

- **Módulo de resiliencia M_R**

Esta en función del CBR de subrasante por lo que de acuerdo con el valor de CBR se escoge la ecuación apropiada para el cálculo del módulo de resiliencia.

$$(CBR \leq 7) = M_R = 1500 * CBR \quad (psi)$$

(Ec. 18)

$$(7 < CBR \leq 20) = M_R = 3000 * CBR^{0.65} \quad (psi)$$

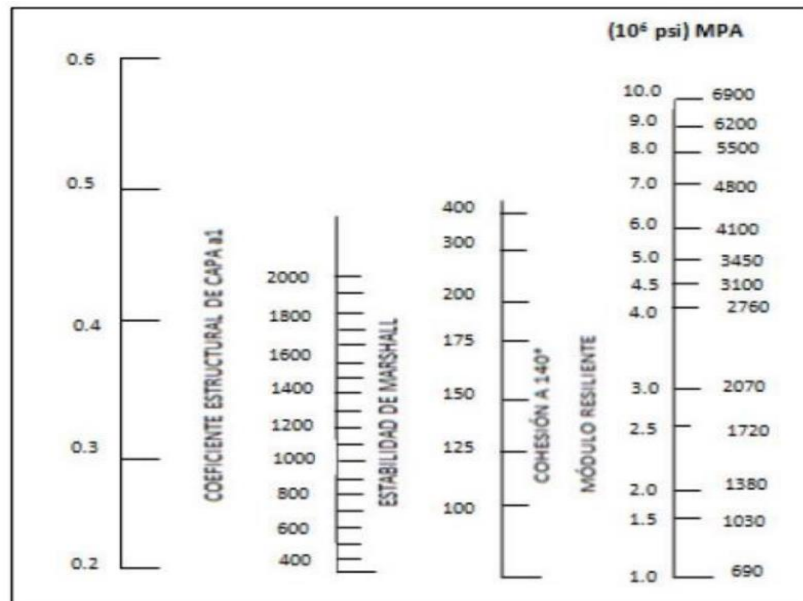
(Ec. 19)

$$(CBR > 20) = M_R = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad (psi)$$

(Ec. 20)

- **Coefficiente estructural carpeta asfáltica a1**

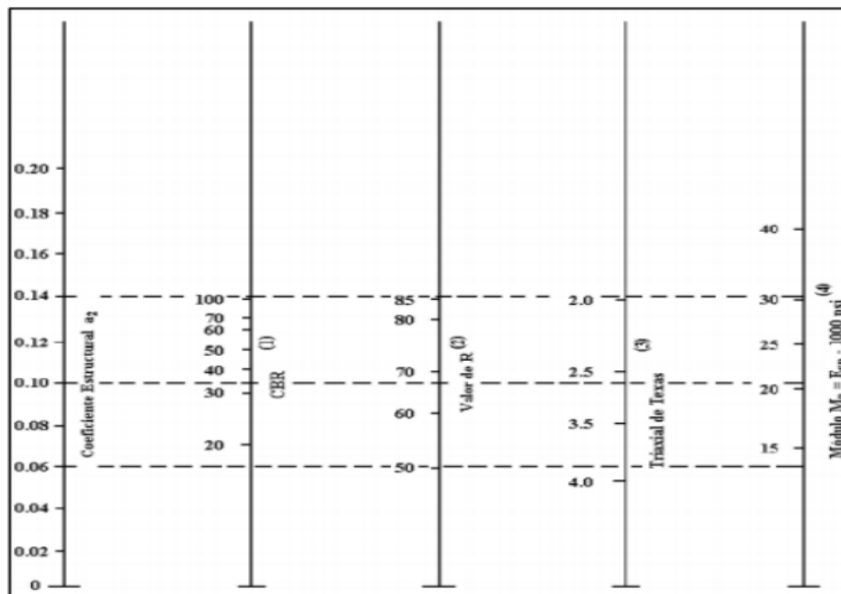
Ilustración 14: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a1



Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

- **Coefficiente estructural de capa base a2**

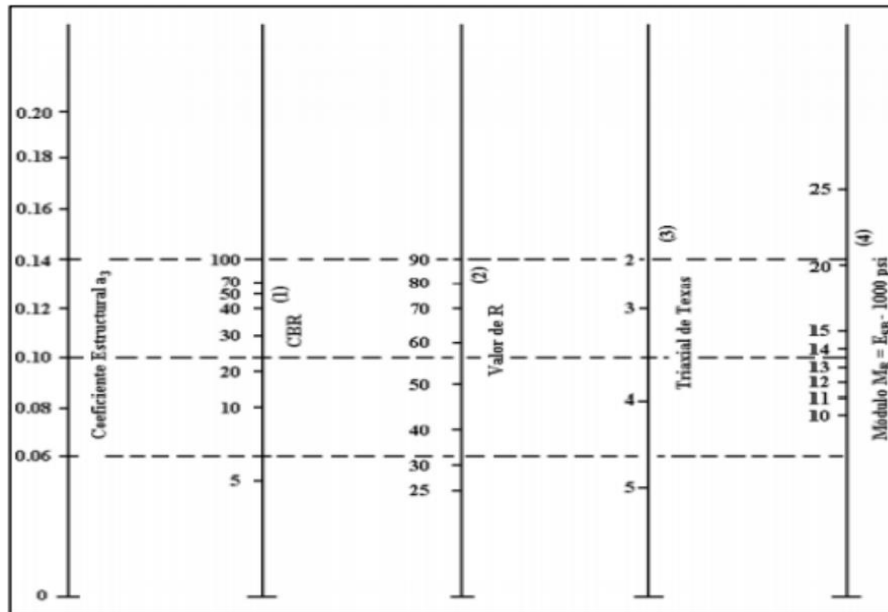
Ilustración 15: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a2



Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

- **Coefficiente estructural de capa subbase a3**

Ilustración 16: Ábaco para el cálculo del coeficiente estructural a3



Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

- **Coefficiente de drenaje (m2; m3)**

Es el valor que depende de dos parámetros: la precipitación anual y las condiciones de drenaje de las capas base y subbase.

Ilustración 17: Calidad de drenaje para el diseño

Calidad de drenaje	Tiempo en eliminar el agua
Deficiente	No drena
Pobre	1 mes
Regular	1 semana
Buena	1 día
Excelente	2 horas

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

Ilustración 18: Coeficiente de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo que el pavimento está expuesto a niveles cercanos de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	> 25%
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993 [20]

Finalmente, con todos los datos anteriores se procede a ingresar al software AASHTO 93 para tener los números estructurales

Ilustración 19: Interfaz software AASHTO 93

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.

Tipo de Pavimento

Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)

Reliability (R) So

Serviciabilidad inicial y final

PSI inicial PSI final

Módulo resiliente de la subrasante

Mr psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E _c (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S _c (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>

Tipo de Análisis

Calcular SN Calcular W18

W18 =

Número Estructural

SN =

Observaciones

Calcular

Salir

Fuente: AASHTO [20]

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Fase 1: Ensayos de campo y laboratorio para determinar propiedades índice y mecánicas

A continuación, se presenta una nomenclatura para entender la tabla de resultados obtenidos en la fase 1 que comprende propiedades índice y mecánicas de 12 muestras de suelo correspondientes a los cantones Chantilín, Saquisilí y Cochapamba, cantón Saquisilí.

Tabla 8: Nomenclatura, descripción y unidad de ensayos realizados

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Wnat.	Contenido de humedad natural	%
%G	Porcentaje de grava en la muestra	%
%S	Porcentaje de arena en la muestra	%
%F	Porcentaje de finos en la muestra	%
Cu	Coefficiente de uniformidad	-
Cc	Coefficiente de curvatura	-
TNM	Tamaño nominal máximo	mm
LL	Límite líquido	%
LP	Límite plástico	%
IP	Índice plástico	%
Gs	Gravedad específica de sólidos	-
e	Relación de vacíos	-
n	Porosidad	%
Gw	Grado de saturación del agua	%
Ga	Grado de saturación del aire	%
γ_m	Densidad húmeda In Situ	g/cm ³
γ_d	Densidad seca In Situ	g/cm ³
Wopt.	Contenido de humedad óptimo	%
γ_d	Peso volumétrico seco	g/cm ³
Gc	Grado de compactación	%
0.1 in	CBR para 0.1 pulgadas de penetración	%
0.2 in	CBR para 0.2 pulgadas de penetración	%
CBR mayor	CBR mayor entre 0.1 y 0.2 in	%
DN	Índice de penetración	mm/golpe

Fuente: El Autor.

Tabla 9: Resultados de los ensayos para determinar las propiedades índice.

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	%w Natural	GRANULOMETRÍA						LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA	DENSIDAD DE CAMPO			
				% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)					RELACIÓN DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)
1	Chantilín	P1	20,42	1,00	79,00	20,00	6,40	1,07	1,18	30,60	26,97	3,63	2,669	0,95	48,73	56,08	43,92
		P2	26,67	0,00	84,00	16,00	6,12	1,37	1,18	30,63	28,45	2,18	2,663	0,88	46,82	72,89	27,11
		P3	24,20	1,00	83,00	16,00	6,15	0,87	1,18	32,34	30,42	1,92	2,668	0,89	47,18	75,32	24,68
		P4	15,26	2,00	83,00	15,00	5,00	1,25	2,00	23,93	21,36	2,56	2,652	0,66	39,68	61,62	38,38
2	Saquisilí	P5	13,64	1,00	81,00	18,00	5,83	0,80	2,36	32,87	31,48	1,39	2,651	0,87	46,54	40,95	59,05
		P6	20,56	2,00	79,00	19,00	5,33	0,63	2,36	29,95	28,26	1,69	2,662	0,92	47,82	59,48	40,52
		P7	18,61	0,00	74,00	26,00	6,29	0,94	1,18	24,37	22,32	2,04	2,655	0,88	46,92	55,23	44,77
		P8	18,74	0,00	86,00	14,00	8,57	0,77	1,18	26,00	23,27	2,73	2,653	0,74	42,66	66,70	33,30
3	Cochapamba	P9	19,70	0,00	97,00	3,00	3,57	1,29	2,00	27,37	24,36	3,01	2,656	0,74	42,54	69,95	30,05
		P10	17,78	0,00	98,00	2,00	3,00	0,64	2,00	29,98	26,41	3,57	2,650	0,80	44,43	58,73	41,27
		P11	9,71	0,00	75,00	25,00	7,35	0,95	1,18	23,55	21,34	2,22	2,653	0,78	43,85	33,09	66,91
		P12	20,02	0,75	91,25	8,00	4,50	1,13	1,18	22,10	21,02	1,07	2,651	0,82	45,04	64,33	35,67

Fuente: El Autor.

Tabla 10: Resultados de propiedades mecánicas obtenidas

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	DENSIDAD DE CAMPO		COMPACTACIÓN			CBR %					DCP DN mm/golpe
			DENSIDAD HÚMEDA IN SITU γ_m (g/cm ³)	DENSIDAD SECA IN SITU γ_d (g/cm ³)	w% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRICO SECO γ_d (g/cm ³)	GRADO DE COMPACTACIÓN Gc (%)	90 % γ_d máx.		95 % γ_d máx.			
								0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	MÁXIMO	
1	Chantilín	P1	1,632	1,355	14,50	1,653	81,98%	5,50	7,50	7,60	9,00	9,00	20,72
		P2	1,751	1,382	16,00	1,722	80,26%	9,00	11,80	10,60	15,00	15,00	15,17
		P3	1,755	1,413	15,50	1,740	81,21%	10,50	12,00	14,10	15,60	15,60	17,06
		P4	1,843	1,599	17,00	1,667	95,92%	11,50	12,50	13,10	14,20	14,20	12,14
2	Saquisilí	P5	1,607	1,414	16,00	1,593	88,78%	10,50	12,70	11,90	13,90	13,90	20,63
		P6	1,667	1,383	11,00	1,673	82,66%	7,50	9,00	12,00	14,00	14,00	23,58
		P7	1,666	1,405	11,50	1,440	97,54%	7,00	8,00	12,00	13,00	13,00	24,41
		P8	1,804	1,519	14,50	1,725	88,08%	16,00	13,00	26,00	19,00	26,00	15,56
3	Cochapamba	P9	1,820	1,521	17,00	1,650	92,16%	9,00	8,00	13,00	12,00	13,00	36,65
		P10	1,734	1,472	11,00	1,714	85,88%	13,00	13,50	15,10	17,00	17,00	29,08
		P11	1,633	1,488	10,00	1,586	93,87%	13,00	14,00	17,20	20,00	20,00	21,82
		P12	1,746	1,455	18,60	1,540	94,47%	10,00	11,00	17,00	19,50	19,50	20,02

Fuente: El Autor

3.1.1 Análisis y discusión de los resultados de la fase 1

Las propiedades índice y mecánicas obtenidas nos indican de una manera cuantitativa y cualitativa el estado actual in situ del suelo y además el máximo valor de soporte que puede tener con una humedad óptima y compactación para ser utilizada como subrasante en la creación de carreteras.

La granulometría obtenida de las 12 muestras estudiadas indica suelos arenosos debido a que va en rango de 74% a 98% de acuerdo con la clasificación SUCS. El porcentaje de grava va de 0% a 2% y el porcentaje de material fino de 2% a 26%.

Los límites de consistencia (plástico y líquido) indican el contenido de humedad necesario de un suelo para ser plástico o líquido, en el caso estudiado todas las muestras estuvieron por debajo del límite plástico por lo que se puede decir que tienen una consistencia semisólida favorable para no recibir deformaciones o cortes

Por otro lado, los valores de gravedad específica obtenidos van en un rango de 2.65 a 2.67 referentes a suelos friccionantes.

Se puede clasificar los suelos como indica Juan Hernández en su artículo científico “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS Y SUS MÉTODOS DE MEDICIÓN” la clasificación de suelos de sistema AASHTO que es la más usada para la adaptabilidad de construcción de carreteras o vías de pavimento, este sistema clasifica el suelo en siete grupos principales (A-1 hasta A-7) basado en la granulometría, la plasticidad. Además, se desarrolló un sistema de evaluación cualitativa para suelo de subrasante denominado índice de grupo (IG).

Por otro lado, la clasificación SUCS se basa en las propiedades plásticas y la distribución de las partículas gruesas. [21]

3.2. Fase2: Correlación entre propiedades índice y mecánicas

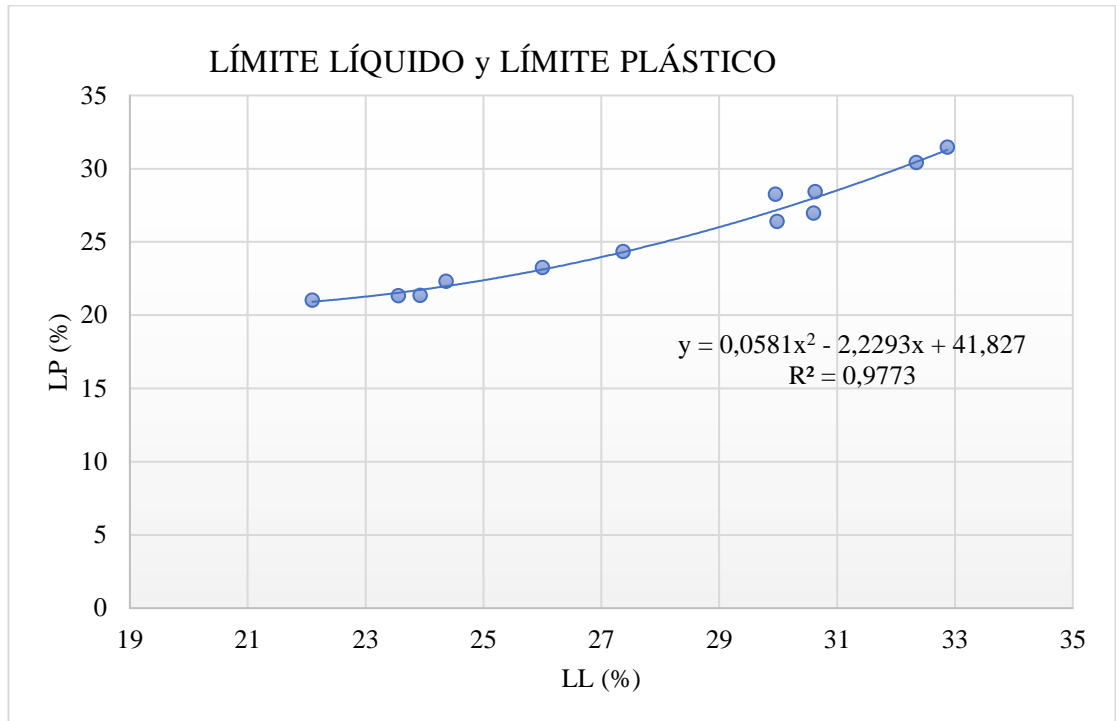
A continuación, se presentan una tabla resumen de las correlaciones obtenidas con un coeficiente de confiabilidad mayor o igual al 50%, seguido de un análisis de cada correlación.

Tabla 11: Resumen de correlaciones obtenidas.

Nº	Ecuación	Coefficiente de Correlación (R²%)	Tipo de Función	Nº Muestras
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE				
1	$LP = 0,0581(LL^2) - 2,2293(LL) + 41,827$	97	Polinómica	12
2	$Gw = -0,0896(Wnat^2) + 5,6481(Wnat) - 13,272$	78	Polinómica	12
3	$Ga = -41,25 \ln(Wnat) + 160,2$	78	Logarítmica	12
4	$n = 0,6898(LL) + 25,21$	64	Logarítmica	10
5	$n = 16,599 \ln(LP) - 9,0636$	64	Logarítmica	10
6	$LL = -0,5231(Wopt^2) + 14,445(Wopt) - 66,868$	76	Polinómica	10
7	$LP = -0,4695(Wopt^2) + 13,028(Wopt) - 60,365$	61	Polinómica	10
8	$LL = 29,574e + 3,5245$	50	Lineal	10
9	$LP = 28,294 \ln(e) + 31,725$	56	Logarítmica	10
10	$IP = 161,27(e^2) - 270,5(e) + 114,83$	78	Polinómica	10
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS E ÍNDICE				
11	$\gamma d \text{ in situ} = -0,0018(LL^2) + 0,0891(LL) + 0,429$	50	Polinómica	10
12	$\gamma d \text{ in situ} = 0,002(LP^2) - 0,1208(LP) + 3,2323$	67	Polinómica	10
13	$\gamma m \text{ in situ} = 0,0025(LL^2) + 0,1226(LL) + 0,2807$	50	Polinómica	10
14	$Gc = 808,09(\gamma m \text{ in situ}^2) - 2766,1(\gamma m \text{ in situ}) + 2448,8$	62	Exponencial	10
15	$Gc = 62,025(\gamma d \text{ in situ}) - 3,1461$	74	Lineal	10
16	$Gc = -41,08 \ln(e) + 78,852$	72	Logarítmica	10
17	$Gc = -1,6677(n) + 162,17$	72	Lineal	10
18	$Ga = -215,69(\gamma d) + 401,21$	74	Lineal	10
19	$Wnat = 71,405(\gamma d) - 100,74$	60	Lineal	10
20	$Gc = -53,377(\gamma d) + 175,42$	67	Lineal	11
21	$LL = 5.046 - 0.012Wopt + 0.909LP$	89	Lineal	10
22	$\gamma d = 2.216 - 0.291 \log(Wnat) - 0.014LL$	50	Logarítmica	10
CORRELACIONES ENTRE DN y PROPIEDADES ÍNDICE				
23	$DN = 0,0883(\% \text{ finos}^2) - 2,7536(\% \text{ finos}) + 38,252$	74	Polinómica	12
24	$DN = -16,59 \ln(Cc) + 51,136$	63	Logarítmica	10
25	$DN = -2,8202(Cu) + 38,429$	51	Lineal	11
CORRELACIONES ENTRE CBR y PROPIEDADES ÍNDICE				
26	$CBR = 0,0599(Wnat^2) - 2,409(Wnat) + 37,253$	50	Polinómica	10
27	$CBR = 0,1662(LL^2) - 9,5512(LL) + 149,41$	51	Polinómica	10
28	$CBR = -0,0355(e^2) + 5,1861(e) - 181,21$	50	Lineal	11
29	$CBR = -43.151 + 39.783(\gamma m \text{ in situ}) - 10.922Cc$	58	Lineal	11

Fuente: El Autor.

- **Correlación 1**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$LP = 0,0581(LL^2) - 2,2293(LL) + 41,827$$

Coefficiente de correlación:

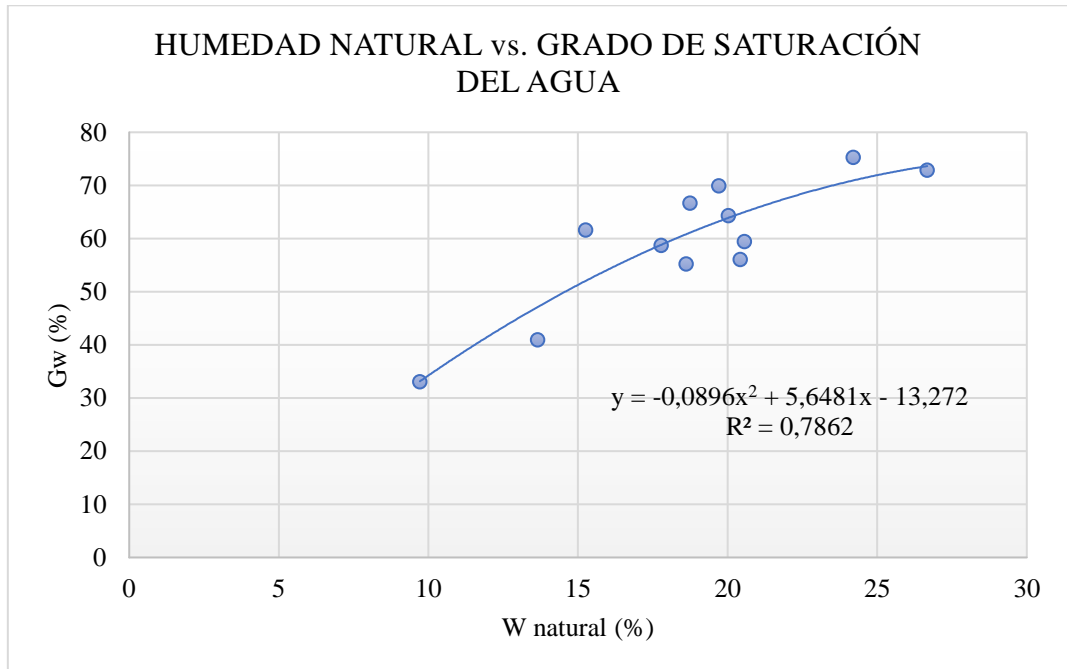
97%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de excelente manera el límite líquido y plástico de las 12 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 97%.

Son directamente proporcionales ya que son estados que dependen del contenido de humedad siendo el límite líquido mayor al límite plástico, adicionalmente los dos límites son propiedades índice del suelo.

- **Correlación 2**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$Gw = -0,0896(Wnat^2) + 5,6481(Wnat) - 13,272$$

Coefficiente de correlación:

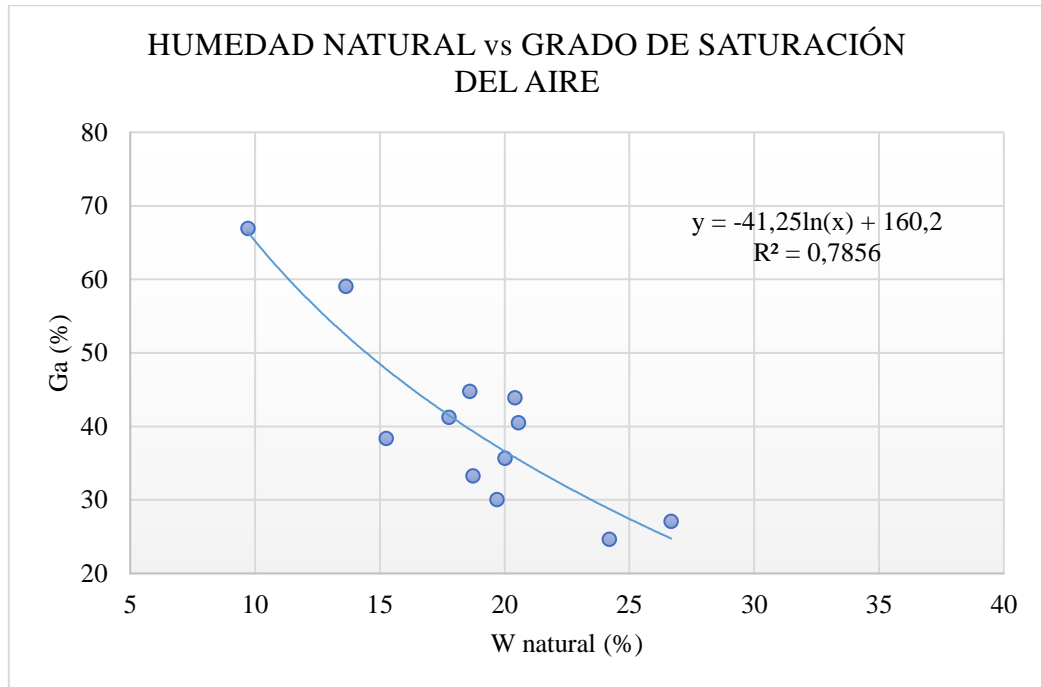
78%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera factible el contenido de humedad natural con el grado de saturación del agua de las 12 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 78%.

Son directamente proporcionales se observa claramente mientras aumenta el contenido de humedad natural aumenta el valor del grado de saturación del agua.

- **Correlación 3**



Fuente 1: El Autor

Ecuación:

$$Ga = -41,25\ln(Wnat)+160,2$$

Coefficiente de correlación:

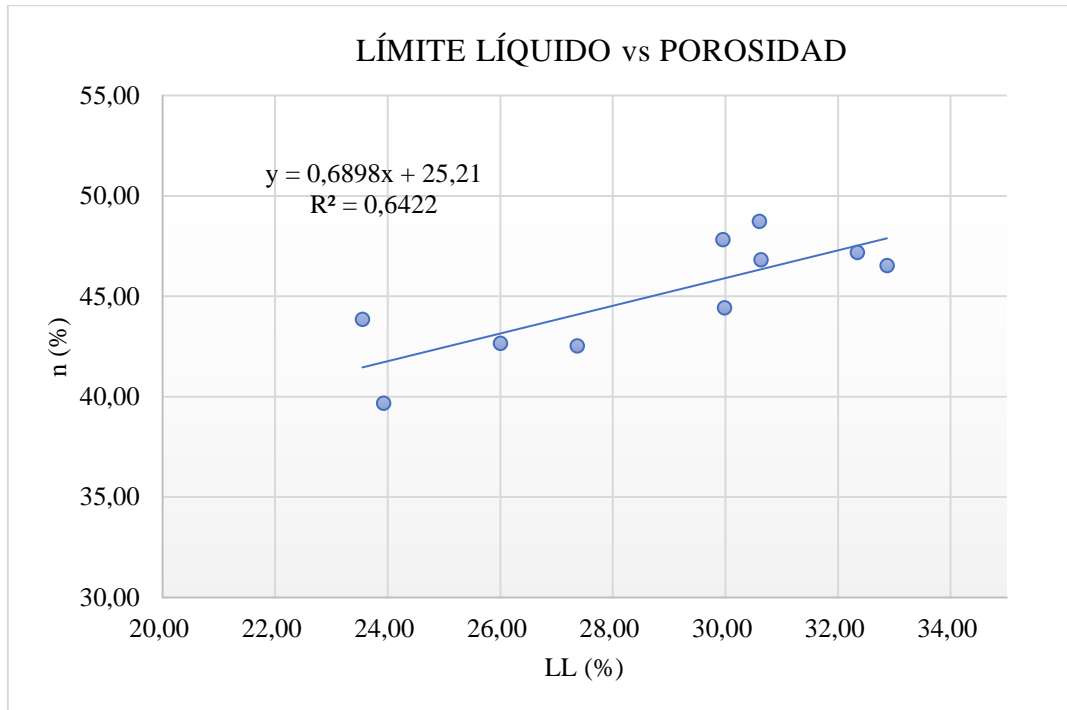
78%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera eficiente la humedad natural con el grado de saturación del aire de las 12 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 78%.

Son inversamente proporcionales ya que se evidencia una línea logarítmica descendente ya que son componentes (agua, aire y sólidos) de un suelo mientras más agua ocupe un suelo menor va a ser el contenido de aire

- **Correlación 4**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$n=0,6898(LL)+25,21$$

Coefficiente de correlación:

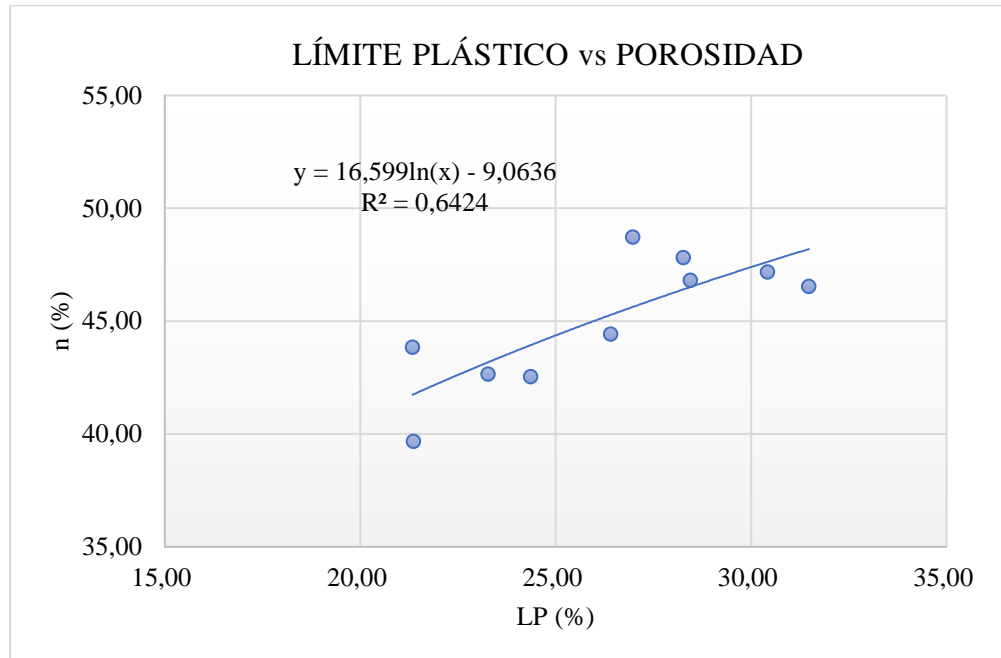
64%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera provechosa el límite líquido con la porosidad en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 64%.

Son directamente proporcionales ya que se evidencia una función lineal ascendente, se puede deber a que las dos son propiedades índice del suelo y dependen del contenido de agua mientras aumenta el límite líquido aumenta la porosidad.

- **Correlación 5**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$n = 16,599\ln(LP) - 9,0636$$

Coefficiente de correlación:

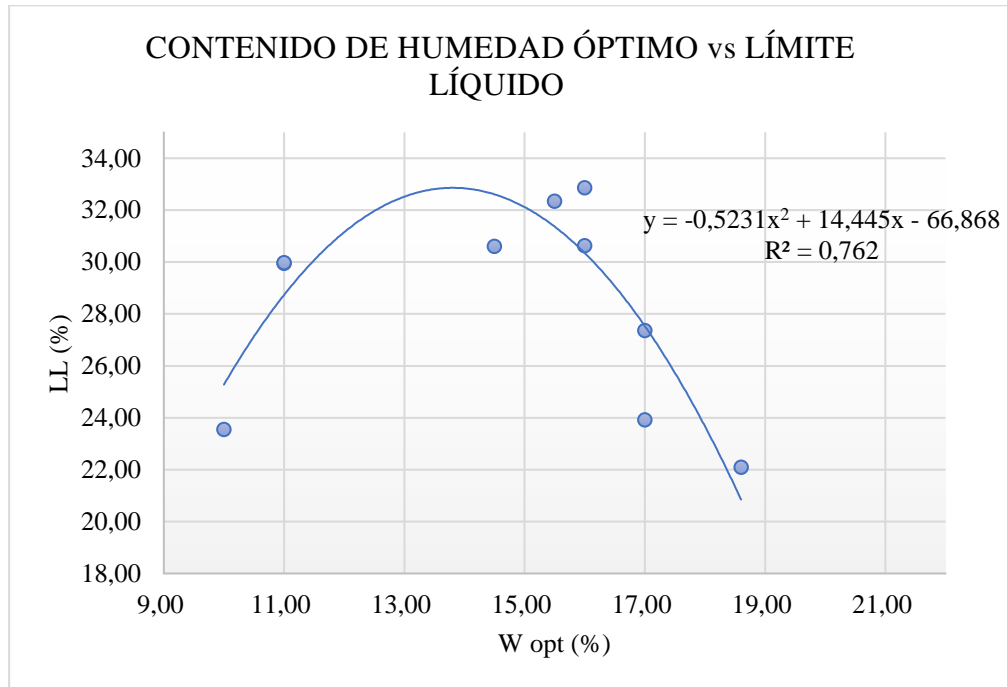
64%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera provechosa el límite plástico con la porosidad en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 64%

Son directamente proporcionales ya que se evidencia una función logarítmica ascendente, se puede deber a que las dos son propiedades índice del suelo y dependen del contenido de agua mientras aumenta el límite plástico aumenta la porosidad que sirve para dar una idea de calidad portante del suelo.

- **Correlación 6**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$LL = -0,5231(W_{opt}^2) + 14,445(W_{opt}) - 66,868$$

Coefficiente de correlación:

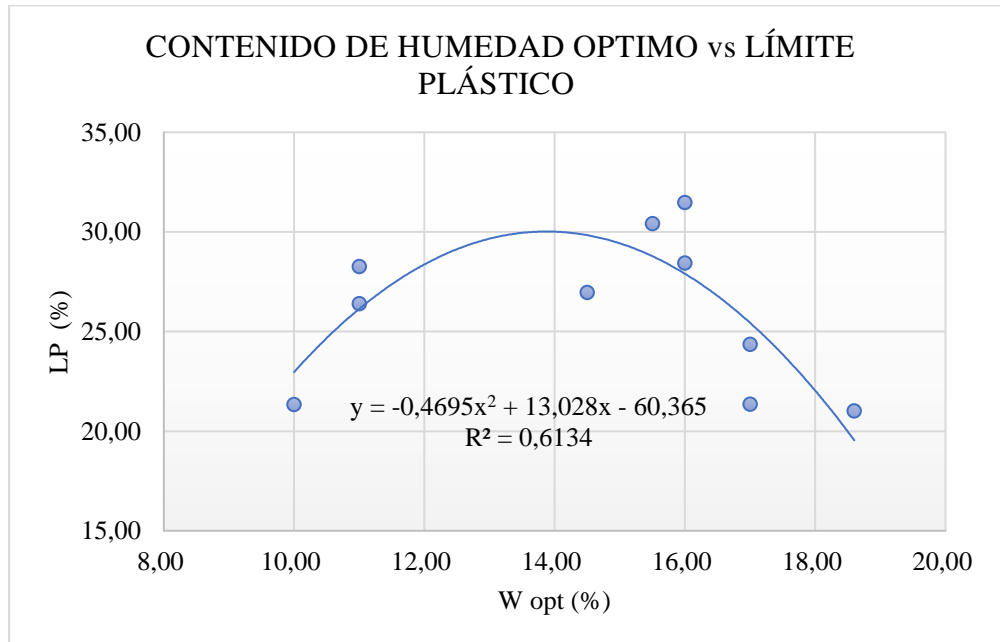
76%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de excelente manera el contenido de humedad óptimo y el límite líquido en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 76%

Se evidencia una función polinómica de segundo grado, se puede deber a que el contenido de humedad óptimo depende del agua necesaria para obtener una máxima densidad in situ, en cambio el límite líquido da una idea del comportamiento del suelo sometido a cargas todo en base al contenido de agua realizado en laboratorio.

- **Correlación 7**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$LP = -0,4695(W_{opt}^2) + 13,028(W_{opt}) - 60,365$$

Coefficiente de correlación:

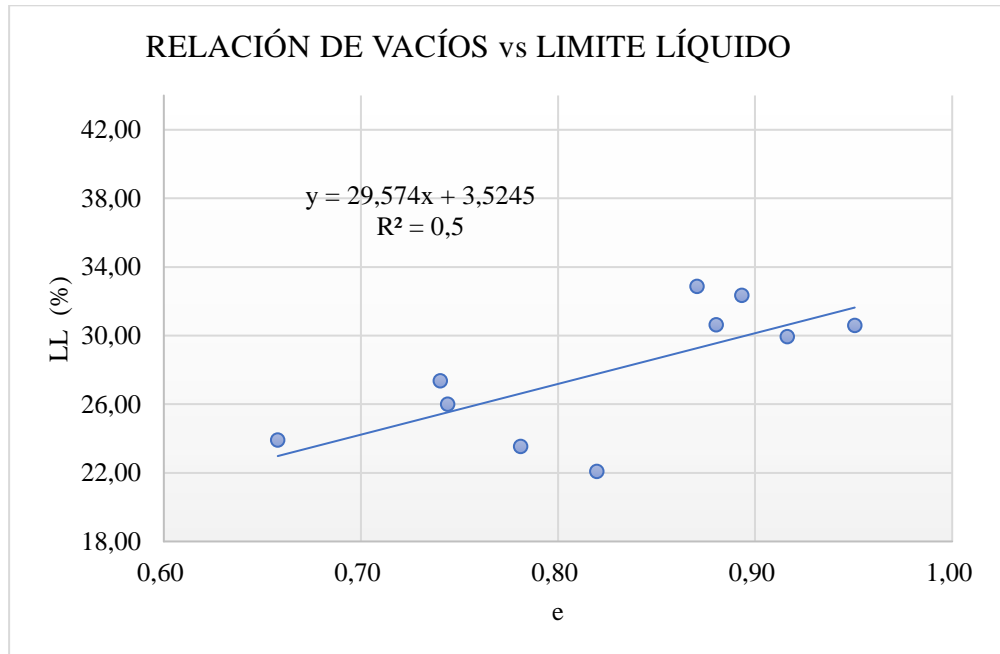
61%

Análisis de resultado:

Llevan una alta relación el contenido de humedad óptimo y el límite plástico en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 61%.

Se evidencia el comportamiento de una función polinómica de segundo grado, se puede deber a que el contenido de humedad óptimo depende del agua necesaria para obtener una máxima densidad in situ, en cambio el límite plástico nos da una idea del inicio de la zona plástica del comportamiento del suelo deformándose cuando es sometido a cargas.

- **Correlación 8**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$LL=29,574(e)+3,5245$$

Coefficiente de correlación:

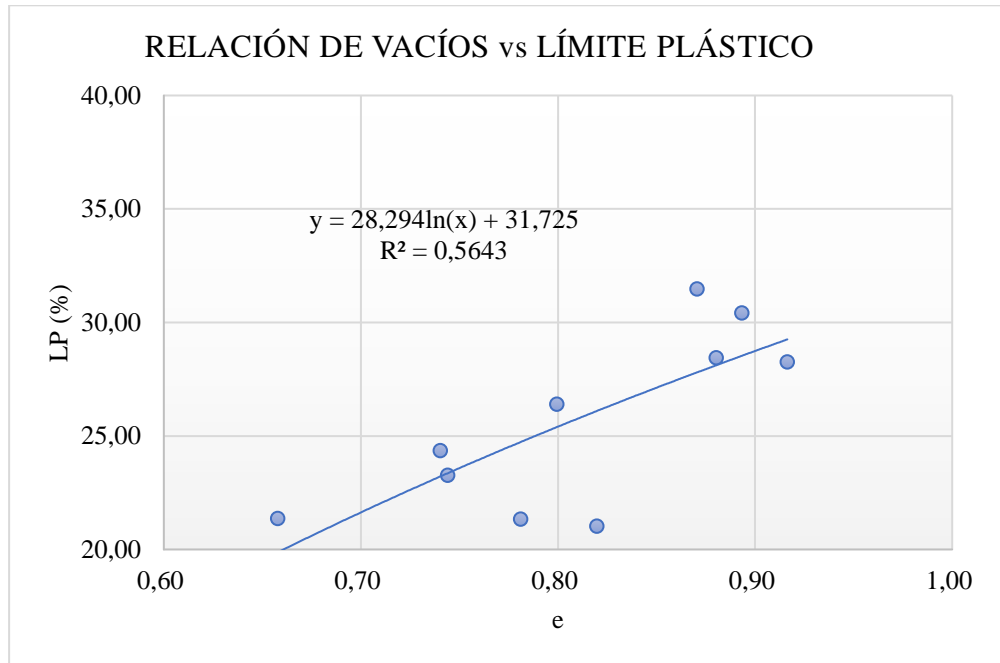
50%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera provechosa la relación de vacíos con el límite líquido en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 50%.

Son directamente proporcionales ya que se evidencia una función lineal ascendente, se puede deber a que las dos son propiedades índices del suelo y dependen del contenido de agua mientras aumenta el límite líquido aumenta la relación de vacíos, con estas propiedades se pueden dar ideas del estado del suelo.

- **Correlación 9**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$LP=28,294Ln(e)+ 31,725$$

Coefficiente de correlación:

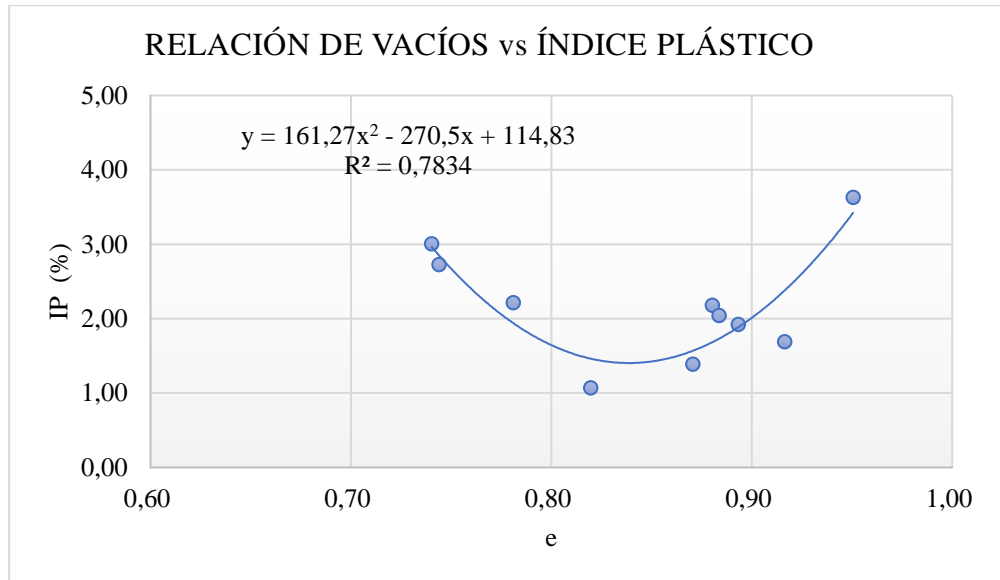
56%

Análisis de resultado:

Existe una correlación de manera eficaz entre la relación de vacíos con el límite plástico en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 56%.

Son directamente proporcionales ya que se evidencia una función lineal ascendente, se puede deber a que las dos son propiedades índice del suelo que indican de forma cualitativa el suelo, además estas propiedades dependen del contenido de agua mientras aumenta el límite líquido aumenta la relación de vacíos.

- **Correlación 10**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$IP = 161,27(e^2) - 270,5e + 114,83$$

Coefficiente de correlación:

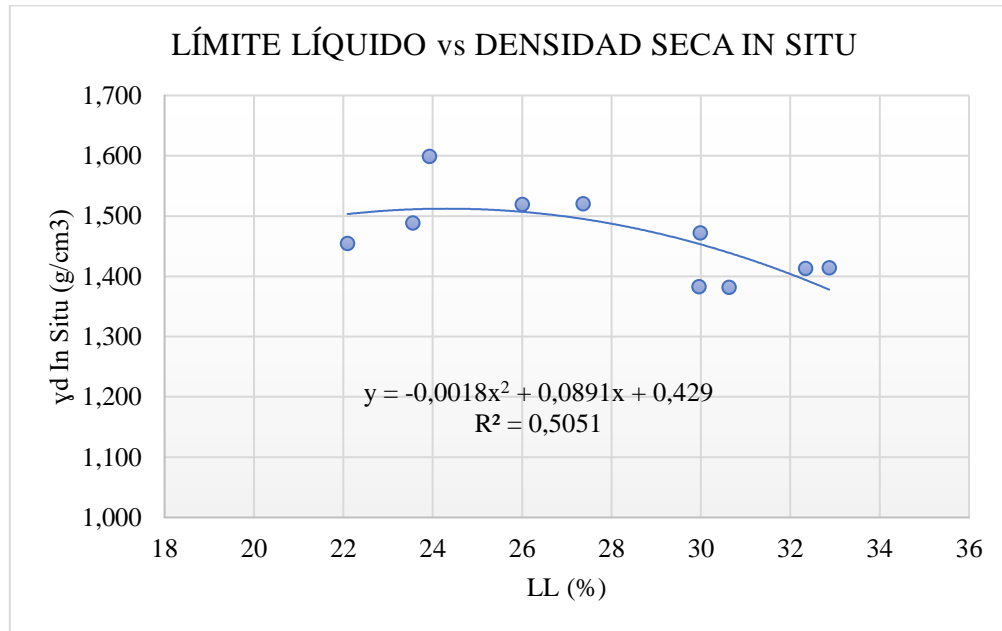
78%

Análisis de resultado:

Existe una correlación de manera eficaz entre la relación de vacíos con el límite plástico en base de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 56%.

Son directamente proporcionales ya que se evidencia el comportamiento de una función lineal ascendente, se puede deber a que las dos son propiedades índice del suelo que indican de forma cualitativa el suelo, además estas propiedades dependen del contenido de agua mientras aumenta el límite líquido aumenta la relación de vacíos.

- **Correlación 11**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$\gamma_d \text{ in situ} = -0,0018(LL^2) + 0,0891(LL) + 0,429$$

Coefficiente de correlación:

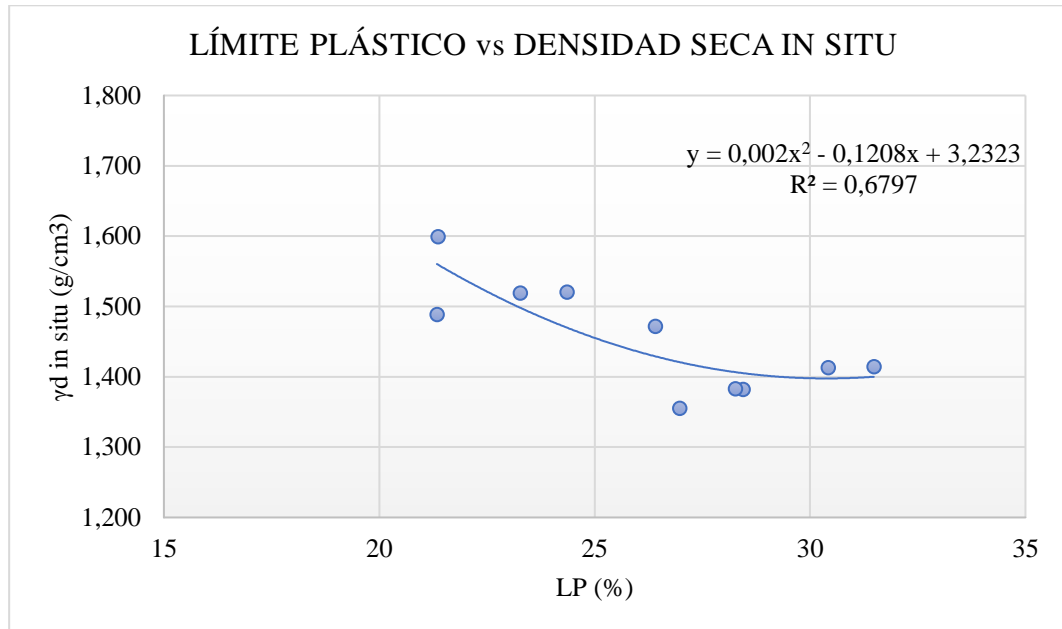
50%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera eficiente el límite líquido con la densidad seca in situ de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 50%.

Son inversamente proporcionales ya que se evidencia una línea polinómica de segundo grado puede ser debido a que mientras más agua tenga una masa de suelo in situ será menor la densidad seca, por otro lado, mientras más agua absorba un suelo se llega al límite líquido.

- **Correlación 12**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$\gamma_d \text{ in situ} = 0,002(LP^2) - 0,1208(LP) + 3,2323$$

Coefficiente de correlación:

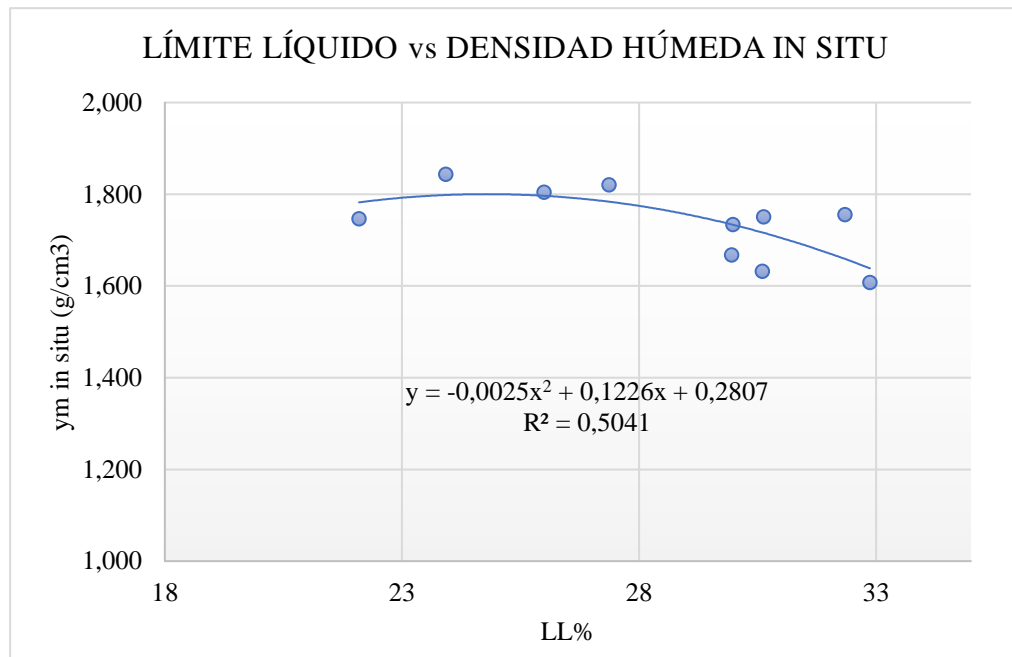
67%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de manera eficiente el límite plástico con la densidad seca in situ de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 67%.

Son inversamente proporcionales ya que se evidencia el comportamiento de una línea polinómica de segundo grado puede ser debido a que mientras más agua tenga una masa de suelo in situ será menor la densidad seca, por otro lado, mientras más agua absorba un suelo se llega al límite plástico.

- **Correlación 13**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$\gamma_m \text{ in situ} = 0,0025(LL^2) + 0,1226(LL) + 0,2807$$

Coefficiente de correlación:

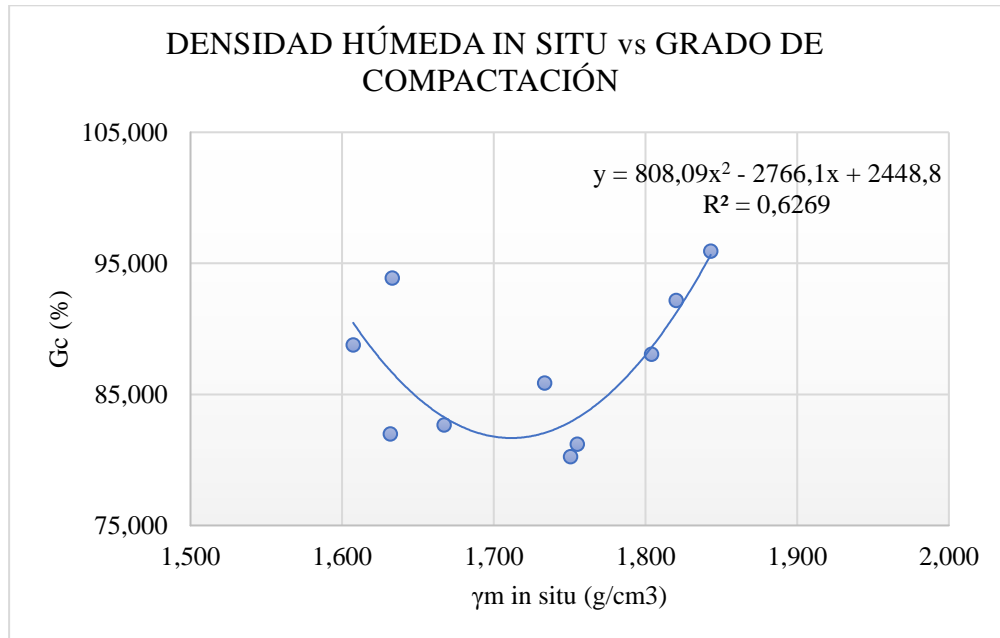
50%

Análisis de resultado:

Se correlacionan de buena manera el límite líquido con la densidad húmeda in situ de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 50%.

Son proporcionales ya que se evidencia el comportamiento de una línea polinómica de segundo grado no muy pronunciada, puede ser debido a que la densidad húmeda es la densidad tal cual se encuentra en campo siendo en este caso con una muestra alterada, por otro lado, mientras más agua absorba un suelo se llega al límite líquido.

- **Correlación 14**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$G_c = 808,09(\gamma_m \text{ in situ})^2 - 2766,1(\gamma_m \text{ in situ}) + 2448,8$$

Coefficiente de correlación:

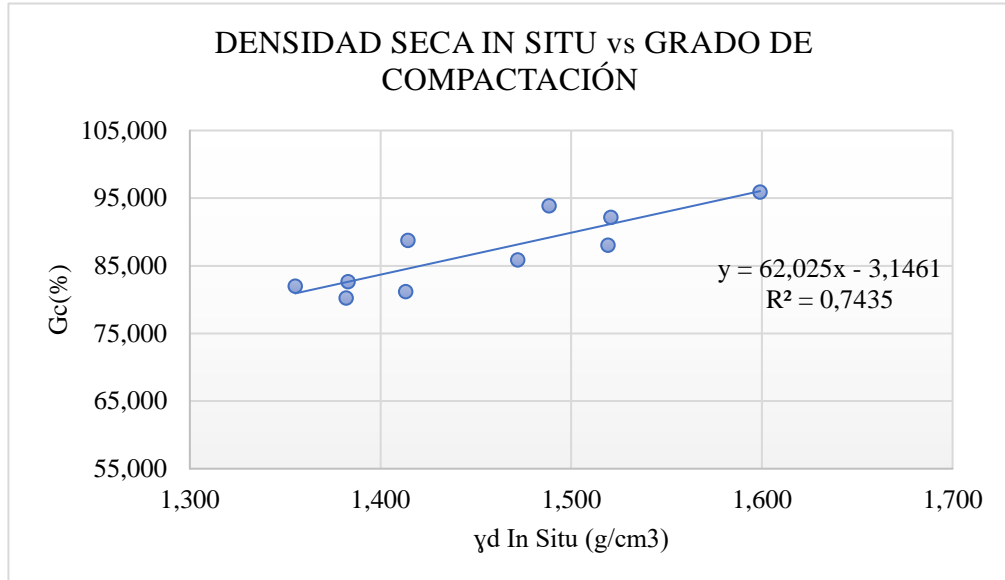
62%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de buena manera la densidad húmeda in situ con el grado de compactación de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 62%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una línea polinómica de segundo grado pronunciada, puede ser debido a que la densidad húmeda es la densidad tal cual se encuentra en campo siendo en este caso con una muestra alterada, por otro lado, el grado de compactación depende de la densidad seca y del peso volumétrico seco obtenido por Proctor.

- **Correlación 15**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$Gc = 62,025(\gamma d \text{ in situ}) - 3,1461$$

Coefficiente de correlación:

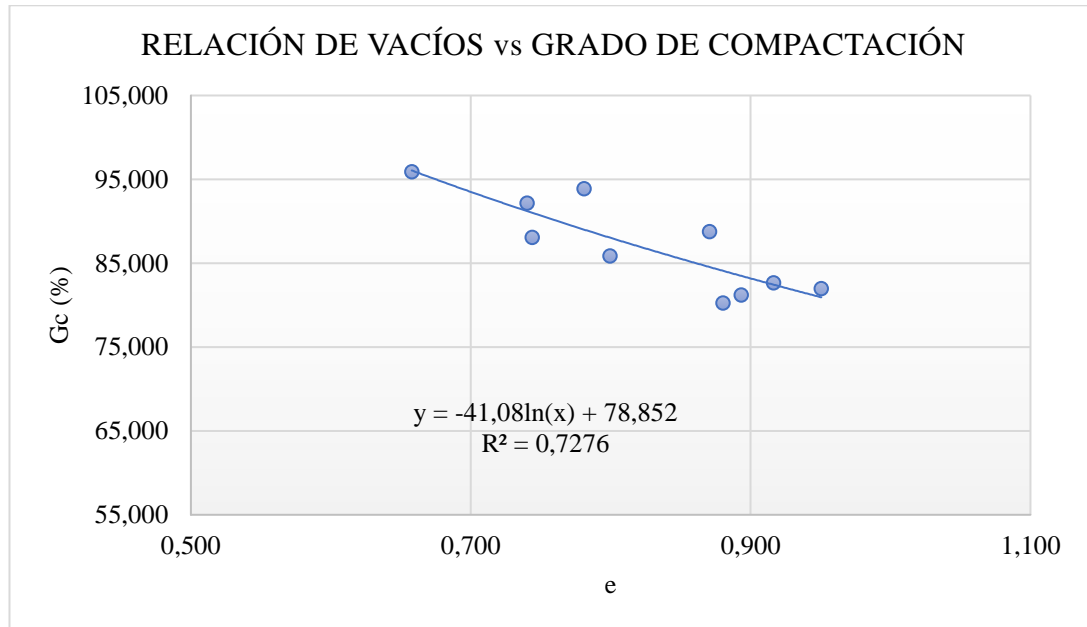
74%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de buena manera la densidad seca in situ con el grado de compactación de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 74%

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función lineal, se debe a que la densidad seca es la densidad tal cual se encuentra en campo siendo en este caso con una muestra alterada, por otro lado, el grado de compactación depende de esta misma densidad seca y del peso volumétrico seco obtenido por Proctor.

- **Correlación 16**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$G_c = -41,08\ln(e) + 78,852$$

Coefficiente de correlación:

72%

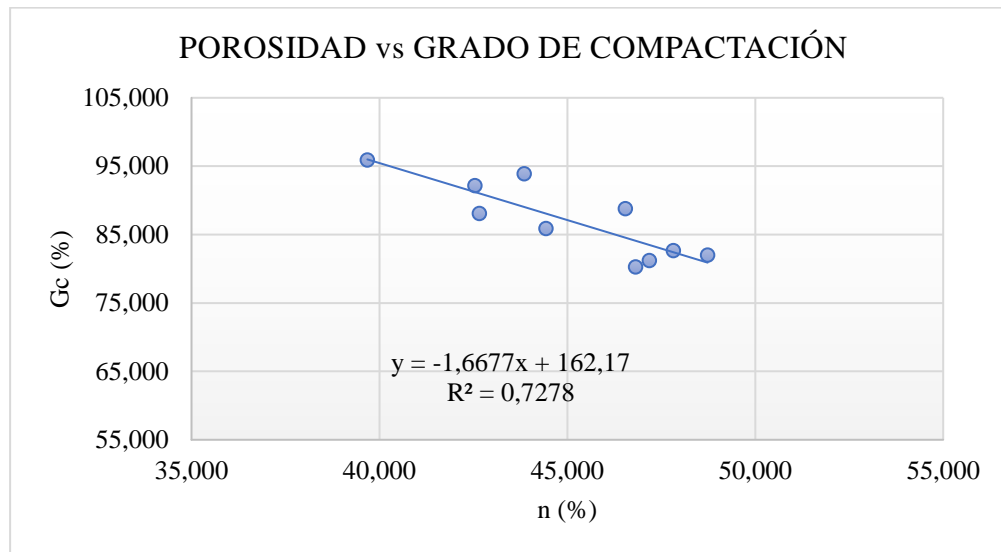
Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la relación de vacíos con el grado de compactación de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 72%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de tendencia logarítmica descendente, se debe a que la relación de vacíos depende del volumen de vacíos que tiene una masa de suelo, por otro lado, al haber una relación de vacíos menor hay un mayor grado de compactación en el sitio por el hecho que

menos vacíos el material sólido puede llenar esos espacios obteniendo mejor densidad y grado de compactación.

- **Correlación 17**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$Gc = -1,6677(n)+162,17$$

Coefficiente de correlación:

72%

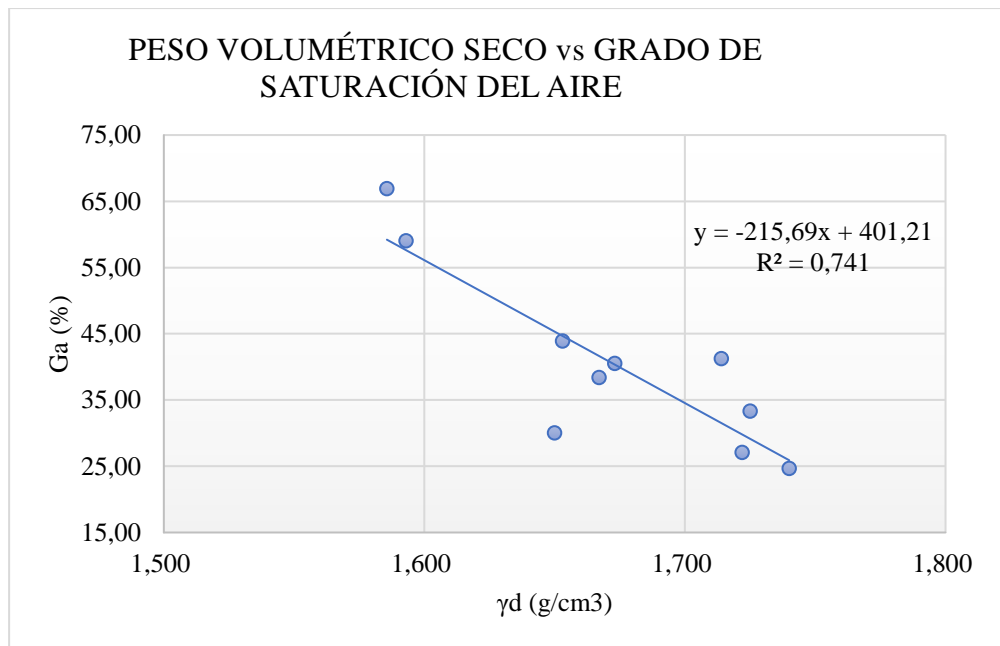
Análisis de resultado:

Como se puede observar en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la porosidad con el grado de compactación de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 72%

Llevan una proporcionalidad inversa ya que se evidencia el comportamiento de una función de tendencia lineal descendente, se debe a que la porosidad depende del

volumen de vacíos que tiene una masa de suelo, por otro lado, al haber una menor porosidad hay un mayor grado de compactación en el sitio por el hecho que menos vacíos el material sólido puede llenar esos espacios obteniendo mejor densidad y grado de compactación.

- **Correlación 18**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$G_a = -215,69(\gamma_d) + 401,21$$

Coefficiente de correlación:

74%

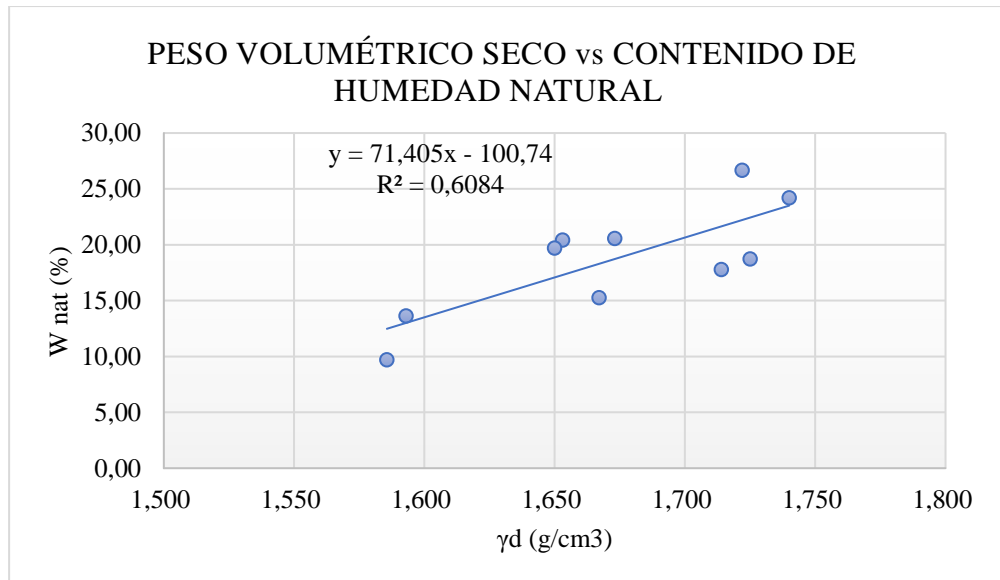
Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la propiedad mecánica peso volumétrico seco obtenido por Proctor con la propiedad

índice del grado de saturación del aire de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 74%

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de tendencia lineal descendente, se debe a que el peso volumétrico seco es la densidad máxima que se espera con un contenido de humedad óptimo, por otro lado, al haber un menor grado de saturación del aire se encuentra un mayor peso volumétrico seco por el hecho que menos vacíos significa un mayor volumen de sólidos en el suelo.

- **Correlación 19**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$W_{nat} = 71,405(\gamma_d) - 100,74$$

Coefficiente de correlación:

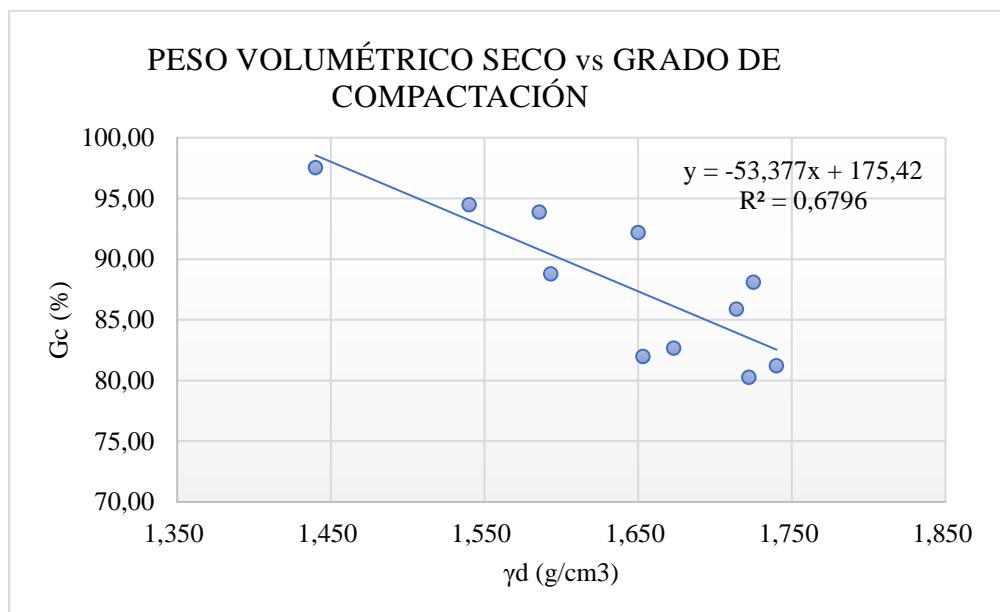
60%

Análisis de resultado:

De acuerdo con el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la propiedad mecánica peso volumétrico seco obtenido por Proctor con la propiedad índice del contenido de humedad natural in situ de las 10 muestras alteradas de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 60%

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de tendencia lineal ascendente, se debe a que el peso volumétrico seco es la densidad máxima que se espera con un contenido de humedad óptimo, por otro lado, el contenido de humedad natural nos proporciona una densidad que varía dependiendo de las condiciones in situ de granulometría, límites de consistencia y demás propiedades índice.

- **Correlación 20**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$G_c = -53,377(\gamma_d) + 175,42$$

Coefficiente de correlación:

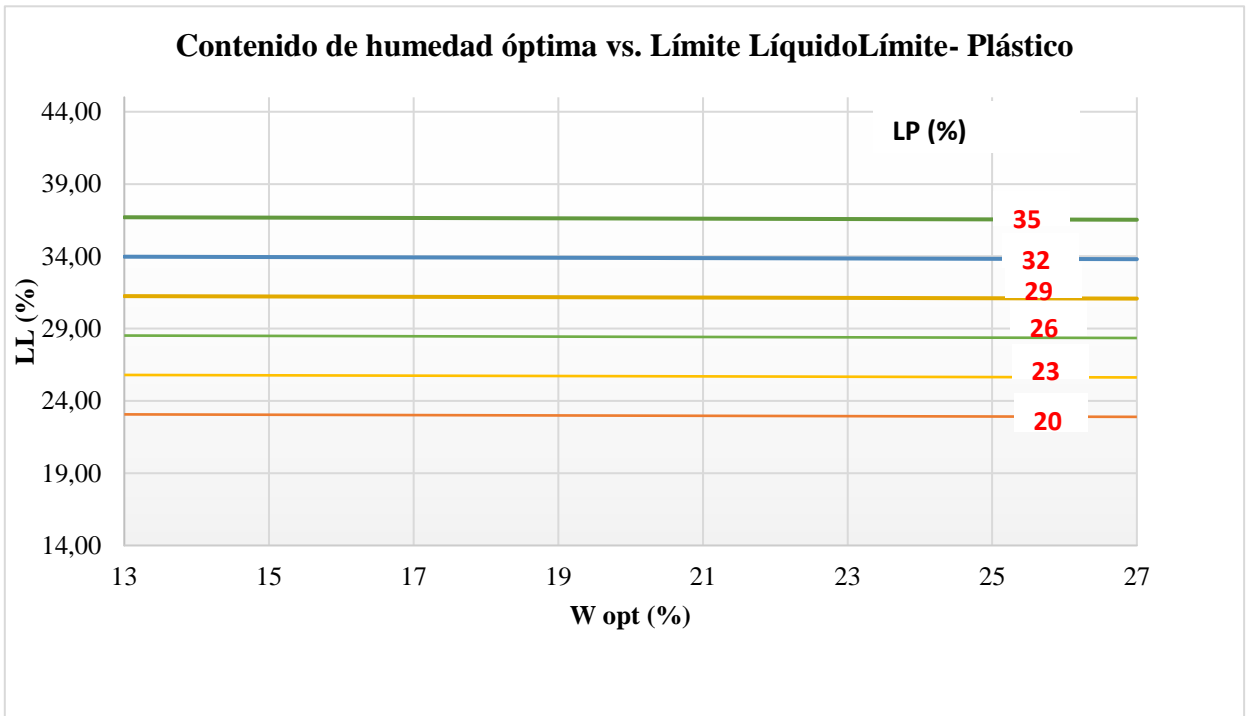
67%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz las propiedades mecánicas peso volumétrico seco obtenido por Proctor con el grado de compactación de las 11 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 67%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de tendencia lineal descendente, se debe a que el peso volumétrico seco es la densidad máxima que se espera con un contenido de humedad óptimo obtenido por el ensayo Proctor modificado Tipo B, por otro lado, el grado de compactación menora si aumenta el peso volumétrico debido que es inversamente proporcional.

- **Correlación 21**



Ecuación:

$$LL=5.046-0.012W_{opt}+0.909LP$$

Coefficiente de correlación:

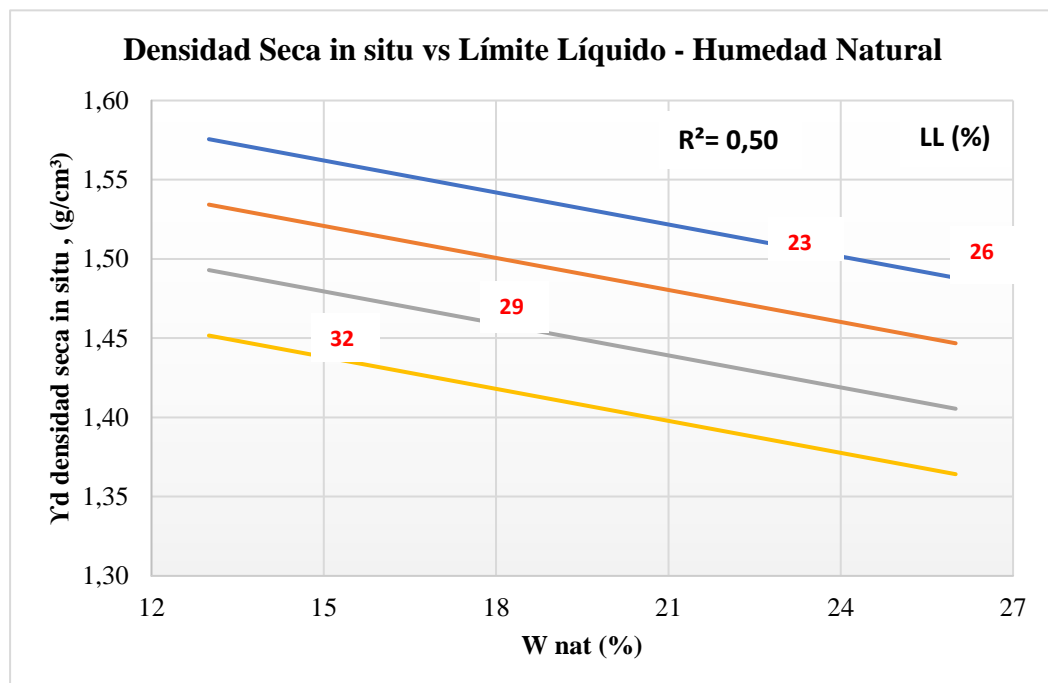
89%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico de 3 variables (Contenido de humedad óptimo, límite líquido y límite plástico), estas se correlacionan de buena manera entre las 10 muestras de suelo obteniendo un grado confiable de correlación 89%.

El nomograma realizado se puede deducir que el contenido óptimo de humedad será menor que el límite plástico y este menor que el límite líquido.

- **Correlación 22**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$Yd = 2.216 - 0.291 \log(Wnat) - 0.014LL$$

Coefficiente de correlación:

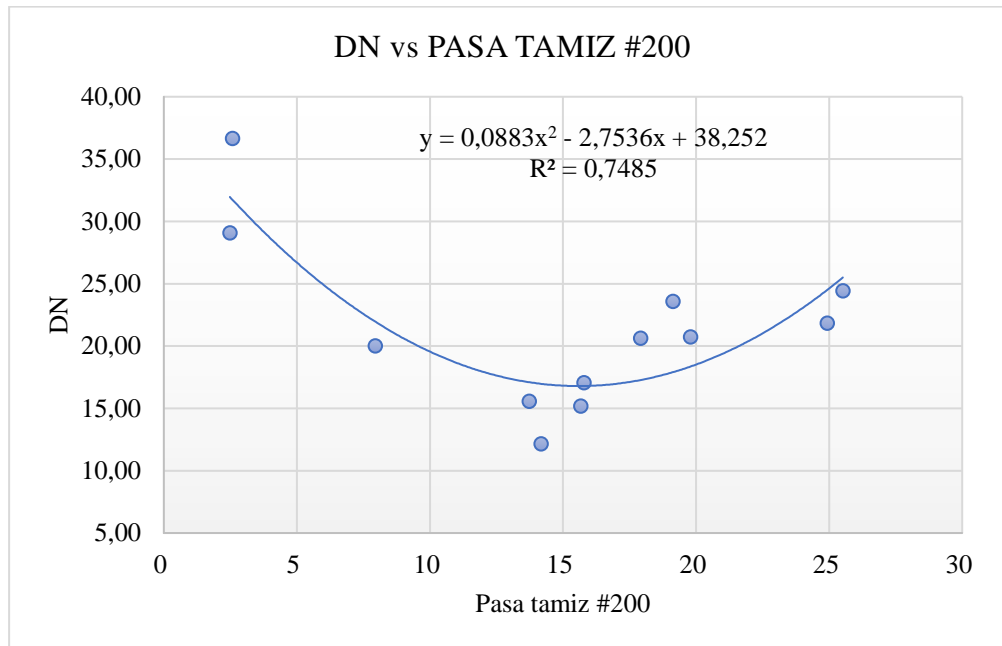
50%

Análisis de resultado:

Como se observa en gráfico de 3 variables (Contenido de humedad natural, límite líquido y densidad seca in situ), estas se correlacionan de buena manera entre las 10 muestras de suelo obteniendo un grado confiable de correlación 50%.

El nomograma realizado se puede deducir que la densidad seca in situ depende de la humedad natural y la consistencia del suelo in situ del valor del límite líquido obtenido.

- **Correlación 23**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$DN = 0,0883(\% \text{ finos}^2) - 2,7536(\% \text{ finos}) + 38,252$$

Coefficiente de correlación:

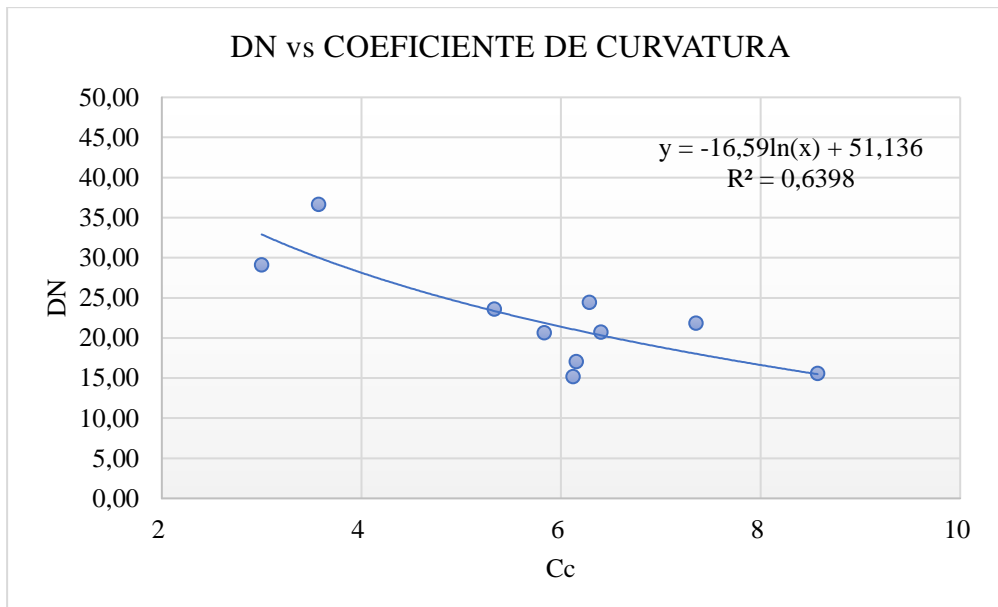
74%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la propiedad mecánica DN del ensayo DCP con el porcentaje que pasa el tamiz #200 del ensayo granulometría de las 12 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 74%

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función polinómica de segundo grado, se puede deber a que el DN es la resistencia de un suelo in situ y que depende de varias propiedades extra, por otro lado, el tamiz #200 es solo un porcentaje de los diferentes tamaños de partícula del ensayo de granulometría.

- **Correlación 24**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$DN = -16,59 \ln(Cc) + 51,136$$

Coefficiente de correlación:

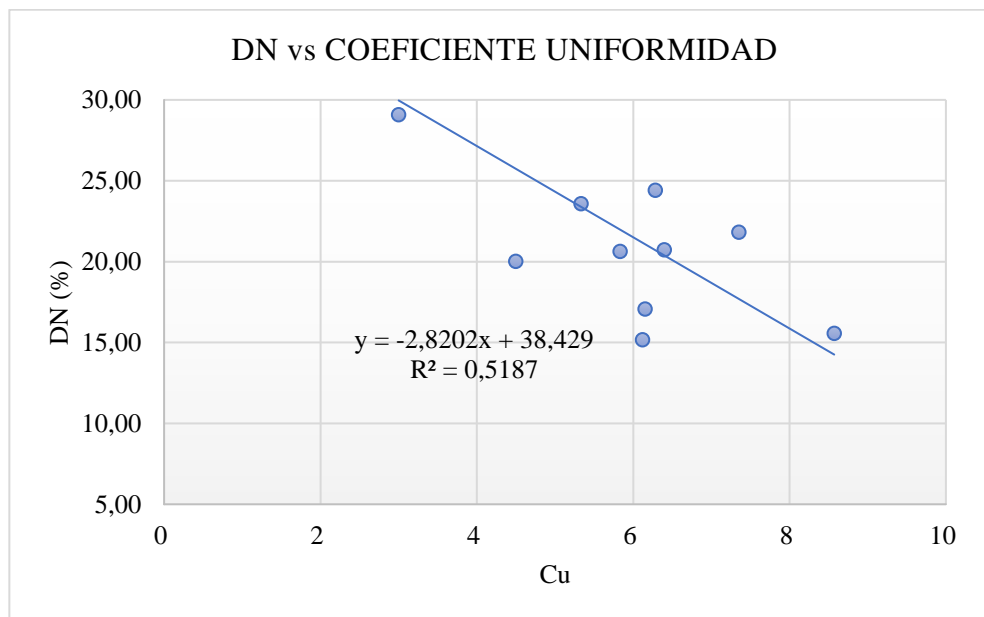
63%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la propiedad mecánica DN del ensayo DCP con el coeficiente de curvatura obtenido por el ensayo granulometría de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 63%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función polinómica de segundo grado, se puede deber a que el DN es la resistencia de un suelo in situ y que depende de varias propiedades extra, por otro lado, el coeficiente de curvatura es solo un indicador del ensayo de granulometría en base a los tamaños de partícula que pasan el 10%,30% y 60%.

- **Correlación 25**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$DN = -2,8202(Cu) + 38,429$$

Coefficiente de correlación:

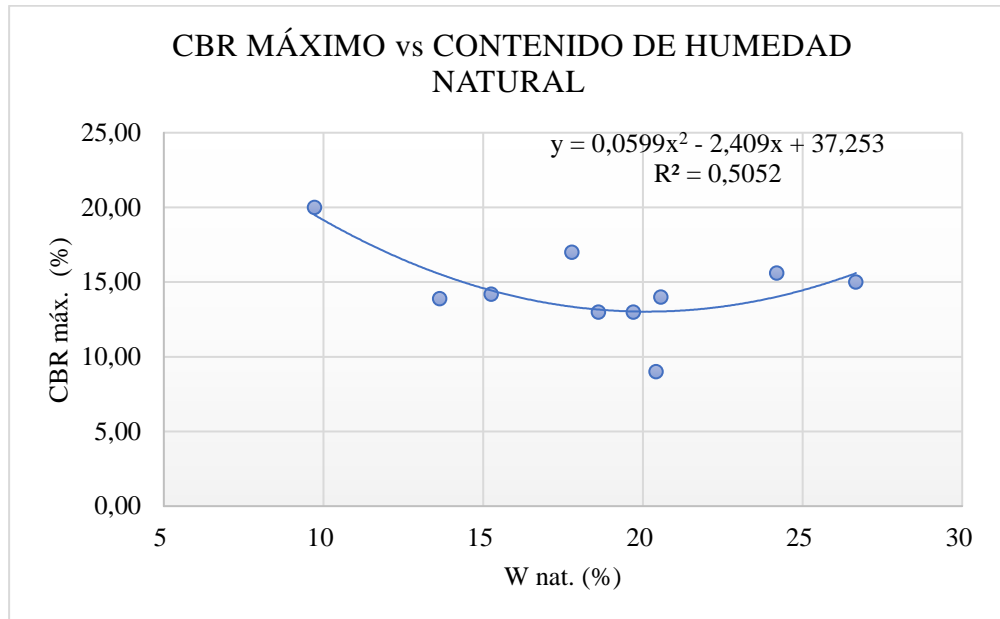
51%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficaz la propiedad mecánica DN del ensayo DCP con el coeficiente de uniformidad obtenido por el ensayo granulometría de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 51%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función lineal descendente, se puede deber a que el DN es la resistencia de un suelo in situ y que depende de varias propiedades extra, por otro lado, el coeficiente de uniformidad es solo un indicador del ensayo de granulometría en base a los tamaños de partícula que pasan el 10% y 60%.

- **Correlación 26**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$CBR=0,0599(Wnat^2)-2,409(Wnat)+37,253$$

Coefficiente de correlación:

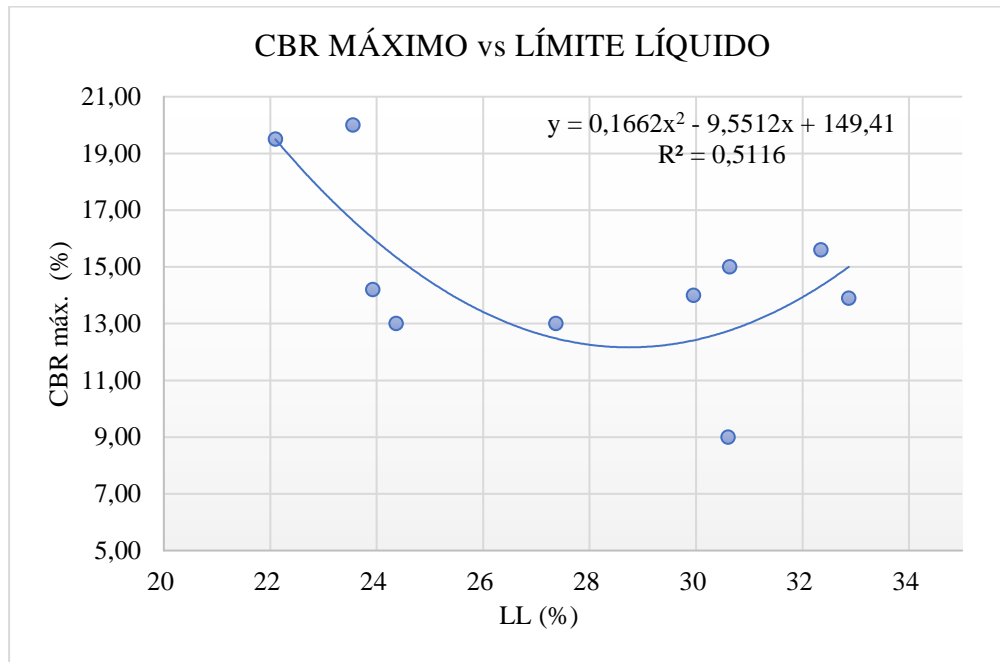
50%

Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de manera eficiente la propiedad mecánica más importante CBR con el contenido de humedad natural in situ de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 50%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función polinómica de segundo grado, se puede deber a que el ensayo CBR mide la resistencia de un suelo en condiciones de densidad y humedad establecidas por el ensayo Proctor y además de varias propiedades extra, por otro lado, el contenido de humedad natural es el porcentaje de agua tal cual se encuentra in situ de la muestra alterada.

- **Correlación 27**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$CBR = 0,1662(LL^2) - 9,5512(LL) + 149,41$$

Coefficiente de correlación:

51%

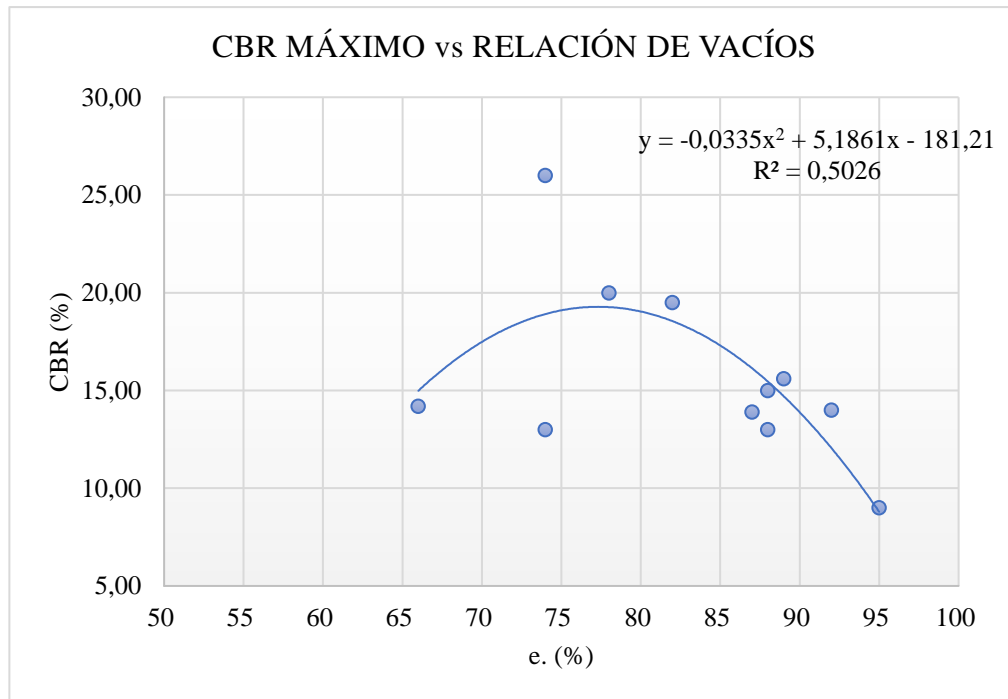
Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de buena manera la propiedad mecánica más importante CBR con el límite líquido de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 51%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de segundo grado se puede deber a que el CBR mide la resistencia de un suelo en condiciones de densidad y humedad establecidas por el ensayo Proctor, por otro lado,

el límite líquido es un indicador del inicio de la consistencia líquida de una masa de suelo.

- **Correlación 28**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$CBR = -0,0355(e^2) + 5,1861e - 181,21$$

Coefficiente de correlación:

50%

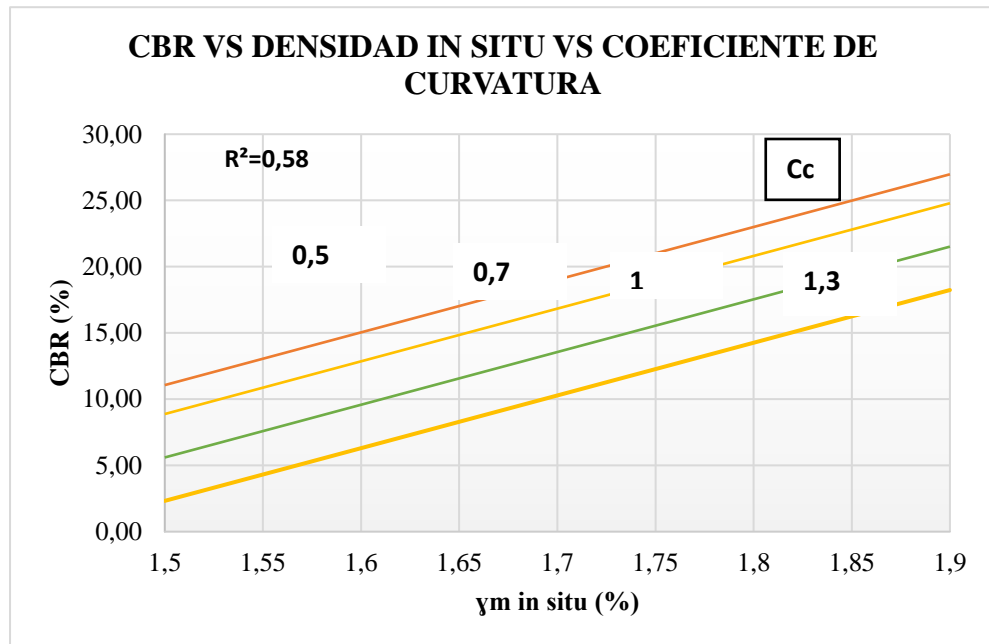
Análisis de resultado:

Como se observa en el gráfico y línea de tendencia se correlacionan de buena manera la propiedad mecánica más importante CBR con la relación de vacíos de las 10 muestras de estudio obteniendo un grado de confiabilidad del 50%.

Llevan proporcionalidad ya que se evidencia el comportamiento de una función de segundo grado se puede deber a que el CBR mide la resistencia de un suelo en

condiciones de densidad y humedad establecidas por el ensayo Proctor, por otro lado, la relación de vacíos depende del volumen de vacíos y sólidos.

- **Correlación 29**



Fuente: El Autor

Ecuación:

$$CBR = -43.151 + 39.783(\gamma_m \text{ in situ}) - 10.922C_c$$

Coefficiente de correlación:

58%

Análisis de resultado:

Como se observa en gráfico de 3 variables (CBR, coeficiente de curvatura y densidad húmeda in situ), estas se correlacionan de buena manera entre las 10 muestras de suelo obteniendo un grado confiable de correlación 58%.

El nomograma realizado se puede deducir que mientras aumenta la densidad húmeda aumenta el CBR, pero al aumentar el coeficiente de curvatura obtenido por el ensayo de granulometría en cambio el valor de CBR baja.

3.2.1 Análisis y discusión de los resultados de la fase 2

Las ecuaciones obtenidas con un grado de confiabilidad mayor al 50% presentadas en la tabla 11 que correlaciona propiedades índice, propiedades mecánicas, CBR y DCP entre mayor sea el coeficiente de confiabilidad menor será la dispersión entre variables. Por lo que las correlaciones son confiables para un prediseño de pavimento flexible siempre y cuando el suelo cumpla con características similares de los resultados presentadas en la fase 1 de la presente investigación para construcción de carreteras

La correlación más importante de la presente investigación son las que relacionan el valor de CBR debido a que es la propiedad mecánica más importante y con la cual se realiza el diseño de pavimento de acuerdo con la norma MTOP.

Así como Juan sanches en el año 2017 indica que el valor de CBR depende de varios parámetros del suelo entre los que se destaca el contenido de material fino, grava, el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca.[22]

3.3. Fase 3: Diseño de pavimento flexible

El espesor del paquete estructural fue calculado primero para un CBR de laboratorio y posteriormente con un CBR obtenido por correlación para poder identificar la variación y confiabilidad que se tiene para un suelo de similares características.

A continuación, se presentan todos los resultados obtenidos de conteo vehicular, tráfico futuro. factor de carga equivalente, coeficientes estructurales y espesores de cada capa.

- **Conteo vehicular**

Se realizó en la vía río Amazonas del cantón Chantilín durante un periodo de 12 horas por 4 días (lunes, miércoles, viernes y sábado), empezando el lunes 4 de diciembre de 2023 y finalizando el sábado 10 de diciembre de 2023.

Tabla 12: Conteo vehicular por cada día 12h

Ubicación	Chantilin, calle rio Amazonas	Año	2023	N Días: 7 Días
Mes	Noviembre	Sentido	Ambos	
DÍAS	VEHICULOS LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL Vehículos/ 12 h
LUNES	295	22	47	364
MARTES	251	0	55	306
MIERCOLES	237	11	49	297
JUEVES	201	0	60	261
VIERNES	271	14	54	339
SABADO	220	0	50	270
DOMINGO	237	0	47	284
TOTAL	1712	47	362	2121

Fuente: El Autor

De acuerdo con el conteo vehicular realizado se extrajo el lunes que fue el día con más flujo vehicular en la hora de 12:15 pm a 1:15 pm.

Tabla 13: Conteo vehicular de la hora pico

Ubicación	Chantilin, calle rio Amazonas		Año	2023	N Días: 7 Días		
Mes	Noviembre		Sentido	Ambos			
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL
			2DA	2DB	3A	ΣPesados	
12:15 – 12 :30	9	1	1	0	0	1	11
12:30 – 12:45	6	1	1	0	0	1	8
12:45 – 13:00	10	0	1	0	0	1	11
13:00 – 13:15	8	0	2	0	0	2	10
TOTAL	33	2	5	0	0	5	40
TOTAL (%)	82,50%	5,00%	12,50%	0,00%	0,00%	12,50%	100%

Fuente: El Autor

- **Factor hora pico**

Se calculó en base a la ecuación 8 presentada en el anterior capítulo de metodología

$$FHP = \frac{VHDM}{N * Q_{15Max}}$$

$$FHP = \frac{40}{4 * 11}$$

$$FHP = 0.909 \text{ Asumo 1}$$

- **Porcentaje de la treintava hora**

Se toma un valor de k= 15% debido a que está en una zona rural y con flujo vehicular bajo

Tabla 14: Factor k de la treintava hora en función de la zona

Zona	k
Urbana	8 - 12 %
Rural	12 - 18 %

Fuente: El Autor

- **TPDA**

Se calculó con la ecuación 9 presentada en el capítulo de metodología, y se realiza para cada tipo de vehículo del conteo vehicular.

$$TPDA = \frac{Total\ veh\acute{u}culos * FHP}{k}$$

- **TPDA Livianos**

$$TPDA_{livianos} = \frac{33 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 220 \frac{veh}{d\acute{a}a}$$

- **TPDA Buses**

$$TPDA_{Buses} = \frac{2 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Buses} = 13 \frac{veh}{d\acute{a}a}$$

- **TPDA Camiones**

$$TPDA_{Camiones} = \frac{5 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Camiones} = 33 \frac{veh}{d\acute{a}a}$$

- **Tráfico promedio diario anual actual**

Se realizó la suma de los TPDA de cada vehículo como indica la ecuación 10

$$TPDA = TPDA_{Livianos} + TPDA_{Buses} + TPDA_{Camiones}$$

$$TPDA = 220 + 13 + 33$$

$$TPDA = 266 \frac{Veh}{Día}$$

A continuación, se detalla en una tabla el TPDA actual del proyecto

Tabla 15: TPDA actual calculado

Tipo de vehículo	Hora Pico	TPDA Actual
Liviano	33	220
Buses	2	13
Camiones	5	33
Total:		266

Fuente: El Autor

- **Tráfico atraído (Ta)**

Es el tráfico de vías adyacentes y que abarcara la nueva vía construida, se calculó con la ecuación 11 para cada tipo de vehículo del proyecto.

$$Traf_{atr} = 10\% * TPDA$$

Livianos:

$$Traf_{atr} Livianos = 10\% * 220$$

$$Traf_{atr} Livianos = 22 \frac{Veh}{día}$$

Buses:

$$Traf_{atr} Buses = 10\% * 13$$

$$Traf_{atr} Buses = 1 \frac{Veh}{día}$$

Camiones:

$$Traf_{atr} Camiones = 10\% * 33$$

$$Traf_{atr} Camiones = 3 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico generado**

Constituye el tráfico por viajes que no se realizaron en la nueva vía, se calculó con la ecuación 12 para cada tipo de vehículo del presente proyecto

$$Traf_{gen} = 20\% * TPDA$$

Livianos:

$$Traf_{gen} Livianos = 20\% * 220$$

$$Traf_{gen} Livianos = 44 \frac{Veh}{día}$$

Buses:

$$Traf_{gen} Buses = 20\% * 13$$

$$Traf_{gen} Buses = 3 \frac{Veh}{día}$$

Camiones:

$$Traf_{gen} Camiones = 20\% * 33$$

$$Traf_{gen} Camiones = 7 \frac{Veh}{día}$$

- **Tráfico desarrollado**

Es el tráfico que se incorpora por nuevas áreas de producción o comercio, se calculó con la ecuación 13 para cada tipo de vehículo.

$$Traf_{des} = 5\% * TPDA$$

Livianos:

$$Traf_{des} Livianos = 5\% * 220$$

$$Traf_{atr} Livianos = 11 \frac{Veh}{día}$$

Buses:

$$Traf_{des} Buses = 5\% * 13$$

$$Traf_{des} Buses = 1 \frac{Veh}{día}$$

Camiones:

$$Traf_{des} Camiones = 5\% * 33$$

$$Traf_{des} Camiones = 2 \frac{Veh}{día}$$

- **Cálculo del TPDA aproximado**

Se sumó los valores de tráfico actual, atraído, generado y desarrollado como se muestra en la ecuación 14 del capítulo de metodología.

$$TPDA_{aprox} = TPDA_{actual} + Traf_{atr} + Traf_{gen} + Traf_d$$

$$TPDA_{aprox} = 266 + 54 + 26 + 14$$

$$TPDA_{aprox} = 360 \frac{Veh}{día}$$

A continuación, se presenta una tabla resumen del tráfico del proyecto:

Tabla 16: Resumen del tráfico aproximado.

Tráfico actual del proyecto					
Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico generado	Tráfico atraído	Tráfico desarrollado	TPDA Aproximado
Liviano	220	44	22	11	297
Bus	13	3	1	1	18
Camión	33	7	3	2	45
Total	266	54	26	14	360

Fuente: El Autor.

- **Cálculo del tráfico futuro**

De acuerdo con la siguiente tabla se proyecta un periodo de diseño para la vía de 20 años.

Tabla 17: Periodo de diseño en función del tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Periodo de Diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Tasa de crecimiento del tránsito**

Los valores de tasas de crecimiento varían de acuerdo con el tipo de vehículo como se especifica a continuación la tabla del MTOP (Ministerio de transporte y obras públicas).

Tabla 18: Tasa de crecimiento anual vehicular.

Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2015 - 2020	3,97	1,97	1,94
2020 - 2025	3,57	1,78	1,74
2025 - 2030	3,25	1,62	1,58
2030- 2035	3,25	1,62	1,58
2035 - 2040	3,25	1,62	1,58
2040- 2045	3,25	1,62	1,58

Fuente: MTOP-Normas de diseño geométrico de carreteras.[18]

- **Tráfico futuro año 2043**

Se calculo el tráfico futuro con la ecuación 15 para cada tipo de vehículo

$$T_f = TPDA_{aprox} * (1 + i)^n$$

Livianos:

$$T_f = 297 * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20}$$

$$T_f = 563 \frac{Veh}{día}$$

Buses:

$$T_f = 18 * \left(1 + \frac{1.62}{100}\right)^{20}$$

$$T_f = 25 \frac{Veh}{día}$$

Camiones:

$$T_f = 45 * \left(1 + \frac{1.58}{100}\right)^{20}$$

$$T_f = 62 \frac{Veh}{día}$$

- **Determinación del tráfico futuro total año 2043**

Con los valores calculados se realiza una suma de cada tráfico futuro como se muestra a continuación.

$$Tf_{total} = Tf_{livianos} + Tf_{buses} + Tf_{camiones}$$

$$Tf_{total} = 563 + 25 + 62$$

$$Tf_{total} = 650 \frac{Veh}{día}$$

A continuación, se presenta una tabla resumen del tráfico futuro hasta el año 2043.

Tabla 19: Resumen por año del tráfico futuro hasta el año 2043

AÑO	%CRECIAMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			
	LIVIANO	BUS	CAMIÓN	LIVIANO	BUS	CAMIÓN	TPDA Total
2023	3,57	1,78	1,74	297	18	45	360
2024	3,57	1,78	1,74	308	18	46	372
2025	3,57	1,78	1,74	319	19	47	384
2026	3,25	1,78	1,74	327	19	47	393
2027	3,25	1,62	1,58	338	19	48	405
2028	3,25	1,62	1,58	349	20	49	417
2029	3,25	1,62	1,58	360	20	49	429
2030	3,25	1,62	1,58	372	20	50	442
2031	3,25	1,62	1,58	384	20	51	455
2032	3,25	1,62	1,58	396	21	52	469
2033	3,25	1,62	1,58	409	21	53	483
2034	3,25	1,62	1,58	422	21	53	497
2035	3,25	1,62	1,58	436	22	54	512
2036	3,25	1,62	1,58	450	22	55	527
2037	3,25	1,62	1,58	465	23	56	543
2038	3,25	1,62	1,58	480	23	57	560
2039	3,25	1,62	1,58	495	23	58	577
2040	3,25	1,62	1,58	512	24	59	594
2041	3,25	1,62	1,58	528	24	60	612
2042	3,25	1,62	1,58	545	24	61	630
2043	3,25	1,62	1,58	563	25	62	650

Fuente: El Autor

- **Diseño de pavimento método AASHTO 93**
- **Número de ejes equivalentes**

Se debe conocer el factor de daño que ejercen el peso de los ejes de los vehículos inciden en la estructura del pavimento, los vehículos que pesen menos de 8.2 Ton no se toman en cuenta.

Tabla 20: Factor de daño de acuerdo con el tipo de vehículo

Factor de daño según el tipo de vehículo									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁNDEM		TRÍDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	(P/6.6) ⁴	P(Ton)	(P/8.2) ⁴	P(Ton)	(P/15) ⁴	P(Ton)	(P/23) ⁴	
BUS	4	0,135	8	0,906	-	-	-	-	1,041
2DA	3	0,043	-	-	-	-	-	-	1,308
	7	1,265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1,265	11	3,238	-	-	-	-	4,504
3 - A	7	1,265	-	-	20	3,160	-	-	4,426
4 - C	7	1,265	-	-	-	-	24	1,186	2,451

Fuente: MTOP-2016, Normas de diseño geométrico de carreteras.[19]

- **Factor de distribución por carril**

Al ser la vía una clase tipo III se opta por tomar un carril por sentido como indica la tabla del MTOP

Tabla 21: Factor de distribución W18% por carril

N° de carriles por sentido	% W18 en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Número de ejes equivalentes acumulados W 18**

Se calculó de acuerdo con la ecuación 16

$$W_{18} = TPDA_{final} * 365 * FD * fd$$

$$W_{18} = (FD * TPDA_{buses} * 365) + (FD * TPDA_{camiones} * 365)$$

$$W_{18} = (1.041 * 25 * 365) + (1.308 * 62 * 365)$$

$$W_{18} = 3.88E + 04$$

$$W18_{Acum} = (3.88E + 04) + (6.61E + 05)$$

$$W18_{Acum} = 7.00E + 05$$

Por dirección:

El resultado obtenido se dividió para dos, para tener el número de ejes equivalentes por dirección como muestra a continuación.

$$W_{18}Total = W18_{Acum} * fd$$

$$W_{18}Total = 7.00E + 05 * 0.5$$

$$W_{18}Total = 3.50E + 05$$

A continuación, se presenta una tabla resumen del número de ejes equivalentes acumulado y por dirección hasta el año 2043.

Tabla 22: Número de ejes equivalentes hasta el año 2043.

AÑO	% Tasa de crecimiento (i)			Tráfico Futuro			Total	W18 parcial	W18 acumulado	W18 por dirección
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2023	3,57	1,78	1,74	297	18	45	360	2,83E+04	2,83E+04	1,42E+04
2024	3,57	1,78	1,74	308	18	46	372	2,88E+04	5,71E+04	2,86E+04
2025	3,57	1,78	1,74	319	19	47	384	2,93E+04	8,65E+04	4,32E+04
2026	3,25	1,78	1,74	327	19	47	393	2,98E+04	1,16E+05	5,82E+04
2027	3,25	1,62	1,58	338	19	48	405	3,02E+04	1,46E+05	7,32E+04
2028	3,25	1,62	1,58	349	20	49	417	3,06E+04	1,77E+05	8,86E+04
2029	3,25	1,62	1,58	360	20	49	429	3,11E+04	2,08E+05	1,04E+05
2030	3,25	1,62	1,58	372	20	50	442	3,16E+04	2,40E+05	1,20E+05
2031	3,25	1,62	1,58	384	20	51	455	3,21E+04	2,72E+05	1,36E+05
2032	3,25	1,62	1,58	396	21	52	469	3,26E+04	3,05E+05	1,52E+05
2033	3,25	1,62	1,58	409	21	53	483	3,32E+04	3,38E+05	1,69E+05
2034	3,25	1,62	1,58	422	21	53	497	3,37E+04	3,72E+05	1,86E+05
2035	3,25	1,62	1,58	436	22	54	512	3,42E+04	4,06E+05	2,03E+05
2036	3,25	1,62	1,58	450	22	55	527	3,48E+04	4,40E+05	2,20E+05
2037	3,25	1,62	1,58	465	23	56	543	3,53E+04	4,76E+05	2,38E+05
2038	3,25	1,62	1,58	480	23	57	560	3,59E+04	5,12E+05	2,56E+05
2039	3,25	1,62	1,58	495	23	58	577	3,65E+04	5,48E+05	2,74E+05
2040	3,25	1,62	1,58	512	24	59	594	3,70E+04	5,85E+05	2,93E+05
2041	3,25	1,62	1,58	528	24	60	612	3,76E+04	6,23E+05	3,11E+05
2042	3,25	1,62	1,58	545	24	61	630	3,82E+04	6,61E+05	3,31E+05
2043	3,25	1,62	1,58	563	25	62	649	3,88E+04	7,00E+05	3,50E+05

Fuente: El Autor

- **Nivel de confiabilidad**

De acuerdo con el MTOP la vía es una colectoras de clase III y es rural por lo que se opta por tomar un valor de 75%.

Tabla 23: Nivel de confiabilidad de la vía.

Clasificación	Nivel de Confianza Recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y Autopista	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Calles colectoras	80-95	75-95
Calles locales	50-80	50-80

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993. [20]

- **Desviación estándar normal (Z_r)**

Esta en función del nivel de confianza determinado en el anterior punto, teniendo un nivel de confianza de 75 se determina la desviación estándar normal de -0.674

Tabla 24: Desviación estándar normal en función de la confiabilidad.

Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Z_r
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,09
99,99	-3,75

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Desviación estándar global (S_o)**

Depende del tipo de pavimento a diseñar como ya se mencionó anteriormente es un pavimento flexible por lo que se opta por un valor de desviación estándar global de 0.45

Tabla 25: Desviación estándar global en función del tipo de pavimento.

Desviación estándar global (So)	
pavimentos rígidos	0,30-0,40
pavimentos flexibles	0,40-0,50

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Índice de serviciabilidad (ΔPSI)**

De acuerdo con la norma AASHTO para el diseño de pavimento flexible se optan valores de serviciabilidad inicial de 4.2 y serviciabilidad final 2.0

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

- **Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr)**

Con la muestra #2 de laboratorio CBR= 15% correspondiente a la parroquia Chantilín se aplica la ecuación 19 para calcular el módulo resiliente de la capa subrasante.

$$Mr(PSI) = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 3000 * (15)^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 17441.37psi \rightarrow 17.44Ksi$$

- **Determinación de coeficientes estructurales para cada capa**

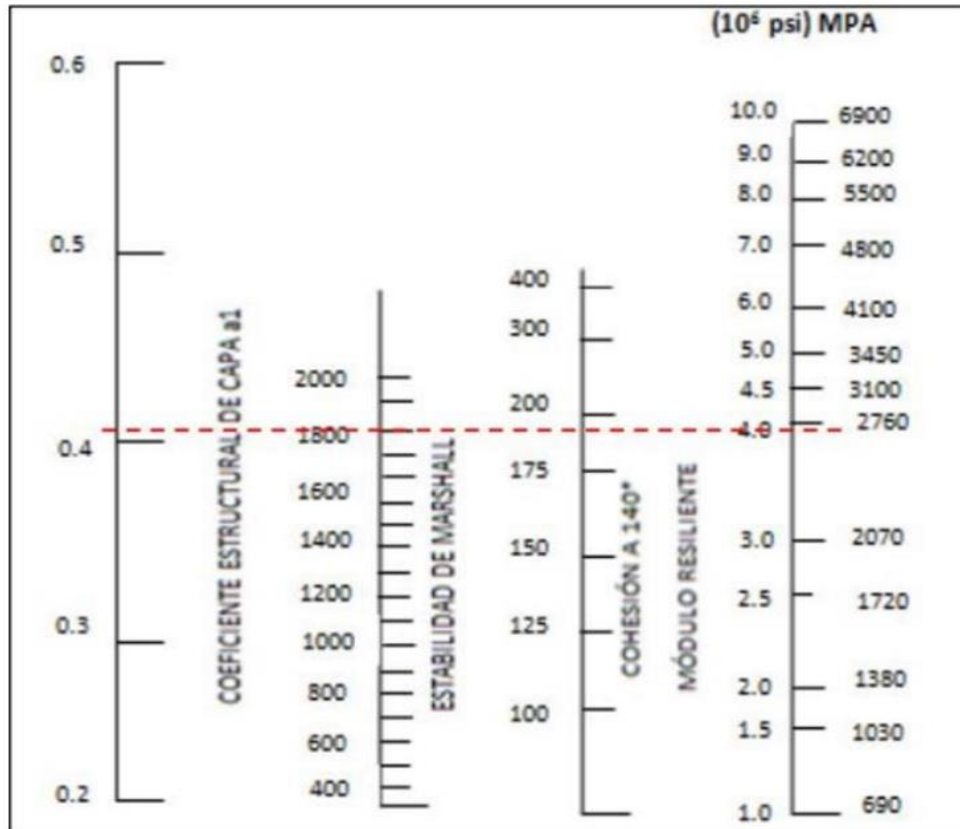
Los coeficientes estructurales de capa base y subbase están en función del CBR por lo que, de acuerdo con el MTOP el valor mínimo de CBR para capa base es de 80%, y para capa subbase es 30%.

El coeficiente estructural para carpeta asfáltica está en función de la estabilidad Marshall, esta estabilidad de acuerdo con la AASHTO es de 18 000 lb.

- **Coeficiente estructural para carpeta asfáltica (a_1)**

La estabilidad Marshall de acuerdo con la AASHTO es mínimo de 1800 lb en vías para tránsito de vehículos pesados, con un módulo elástico de 375000 Psi indica un coeficiente estructural de 0.405 como se muestra a continuación:

Ilustración 20: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a_1



Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993. [20]

Por otro lado, la guía AASHTO indica una tabla para calcular el coeficiente a_1 sin la necesidad del nomograma solo conociendo el módulo elástico del asfalto como se muestra a continuación en la tabla 24.

Tabla 26: Módulo elástico de la carpeta asfáltica en función del coeficiente a1

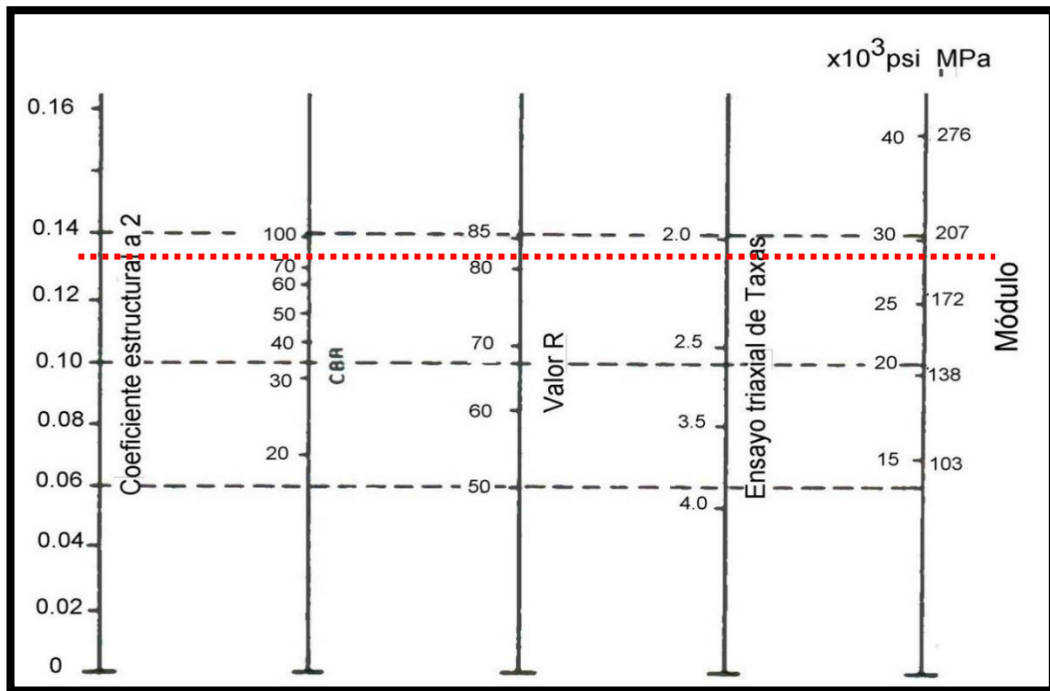
Módulos Elásticos		Valores a1
Psi	Mpa	
175000	1225	0,28
200000	1400	0,295
225000	1575	0,32
250000	1750	0,33
275000	1925	0,35
300000	2100	0,36
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,42
425000	2975	0,435
450000	3150	0,44

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20].

- **Coeficiente estructural de capa base (a2)**

En base al nomograma y tabla presentadas a continuación para un valor de CBR= 80% se obtiene un coeficiente a2=0.133 y módulo resiliente = 28 000 psi

Ilustración 21: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a2



Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

Así mismo la guía AASHTO nos indica una tabla para calcular el coeficiente a2 sin la necesidad del nomograma solo conociendo el valor de CBR de la capa base como se muestra a continuación en la tabla 25

Tabla 27: Valor de a2 en función del CBR

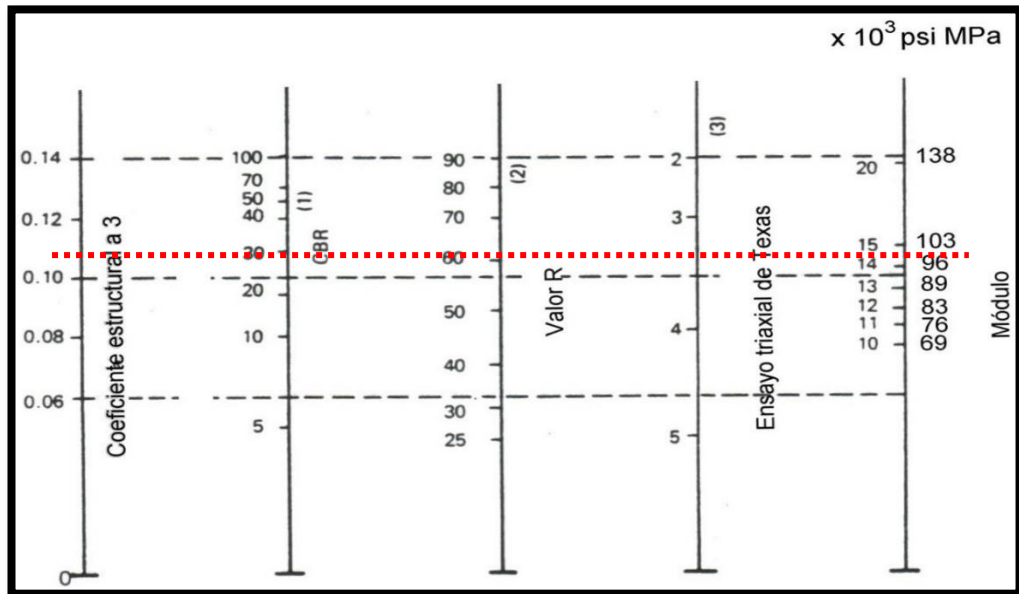
Base de agregados	
CBR	a2
45	0,112
50	0,115
55	0,12
60	0,125
70	0,13
80	0,133
90	0,137
100	0,14

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Coefficiente estructural de capa subbase (a₃)**

De acuerdo con el nomograma el módulo resiliente para capa subbase es de 14 900 psi y coeficiente a₃=0.108

Ilustración 22: Nomograma para la obtención del coeficiente estructural a₃



Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

Por otro lado, la guía AASHTO indica una tabla para calcular el coeficiente a₃ sin la necesidad del nomograma solo conociendo el valor de CBR de la capa subbase como se muestra a continuación en la tabla 26.

Tabla 28: Valor de a3 de acuerdo con el CBR.

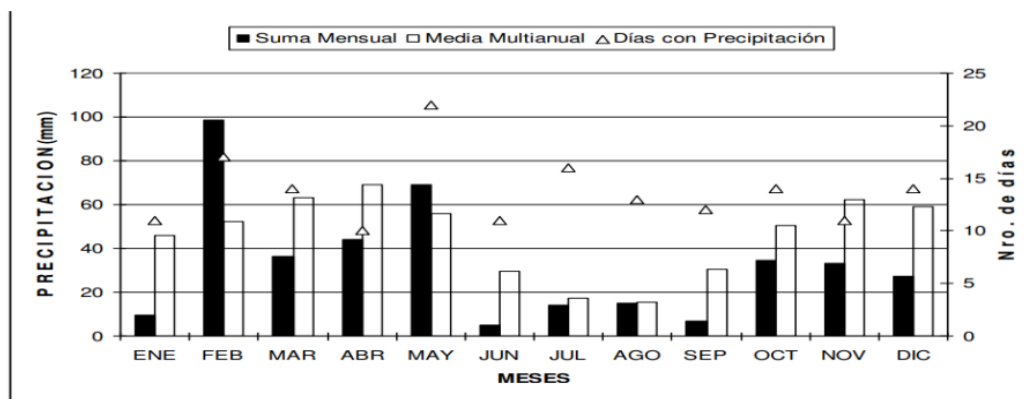
Sub - base Granular	
CBR	a3
10	0,08
15	0,09
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,12
50	0,125
60	0,128
70	0,13
80	0,135
90	0,138
100	0,14

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993. [20]

- **Coefficiente de drenaje para cape base (m2) y subbase (m3)**

La estación más cercana para la vía de la parroquia Chantilín analizada es la estación del INAMHI M004Rumipamba-Salcedo que tiene los siguientes datos de distribución de precipitación año 2013, determinando que predominan los días secos Predominan con un drenaje regular.

Ilustración 23: Comportamiento de precipitaciones estación hidrológica M0004 Rumipamba-Salcedo



Fuente 2: INAMHI 2013, Anuario meteorológico [23]

Para entender la calidad de drenaje de una zona geográfica la guía AASHTO indica el tiempo de eliminación de agua como se muestra en la siguiente tabla 27

Tabla 29: Calidad de drenaje.

Calidad del drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drenada

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

De acuerdo con los dos parámetros analizados anteriormente se resuelve optar por coeficientes de drenaje m_2 y m_3 de 0.8.

Tabla 30: Coeficiente de drenaje.

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1,2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0,8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0,6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0,4

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Espesores mínimos**

La norma AASHTO 93 establece espesores mínimos para las diferentes capas de la estructura del pavimento, para el caso de investigación se obtuvo un número de ejes equivalentes igual a 350 000, por lo que el espesor mínimo de carpeta asfáltica es de 6.5 cm, y para capa base y subbase 10 cm.

Tabla 31: Espesores mínimos de capa

Eje W 8.2 Ton	Capa asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
Menos de 50 000	3,0	10,0
50 001 a 150 000	5,0	10,0
150 001 a 500 000	6,5	10,0
500 001 a 200 0000	7,5	15,0
2 000 001 a 7 000 000	9,0	15,0
>7 000 000	10,0	15,0

Fuente: Manual para diseño de pavimento AASHTO 1993.[20]

- **Tabla resumen de datos para obtener el número estructural SN**

Con todo lo calculado anteriormente se procedió a colocar todos los datos en una tabla resumen

Tabla 32: Resumen de datos para el diseño de pavimento flexible con CBR de laboratorio.

Datos para el diseño de pavimento		
Tipo de pavimento		Flexible
Clasificación de la vía		Vía Clase III
Tráfico promedio diario anual para 2043		650
Periodo de diseño		20 años
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	349929,220
CBR Diseño	CBR [%]	15
Confiabilidad	R [R]	75
Desviación estándar normal	Zr	-0,674
Desviación estándar global	So	0,45
Índice de serviciabilidad	Δ PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	17441,37
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	375
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la subbase	Mr SB [Psi]	14900
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1 [cm]	0,159
Coficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coficiente estructural de la subbase	a3 [cm]	0,043
Coficiente de drenaje	m2	0,8
	m3	0,8

Posteriormente en el software Ecuación AASHTO 1993 se colocaron los datos con el módulo resiliente de la subrasante para obtener el número estructural ya que esta capa es la que soportara todo el peso de la estructura y el rodamiento de vehículos.

Ilustración 24: Cálculo de SN con CBR de laboratorio.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. The title bar reads 'Ecuación AASHTO 93'. The main window title is 'CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)'. Below this, it states 'Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004.' The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu set to '75 % Zr=-0.674' and a text box for 'So' with the value '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' with the value '17441.37 psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. The result 'W18 = 349929.22' is displayed.
- Número Estructural:** The result 'SN = 1.88' is displayed in a text box.
- Observaciones:** An empty text area for notes.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: AASHTO [20]



DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MÉTODO AASHTO 1993



PROYECTO: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

DATOS DE ENTRADA :

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES	DATOS	
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFÁLTICA	375,00	(ksi)
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR	28,00	(ksi)
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE	14,90	(ksi)
2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE		
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	349.929	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75	(%)
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0,674	
DESVIACION ESTÁNDAR GLOBAL (So)	0,45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	17,44	(ksi)
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2,0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20	años
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO		
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)	0,405	
Base granular (a ₂)	0,133	
Subbase (a ₃)	0,108	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m ₂)	0,800	
Subbase (m ₃)	0,800	

DATOS DE SALIDA :

NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,88	
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SN _{CA})	1,55	S1
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,43	S2
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0,10	S3

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	9,7 cm	7,0 cm	1,12
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,3 cm	10,0 cm	0,42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-2,9 cm	11,0 cm	0,37
ESPESOR TOTAL (cm)		28,0 cm	1,91

COMPROBACIÓN :

$$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN(Teorico)$$

$$1,91 \geq 1,88 \quad \text{OK}$$

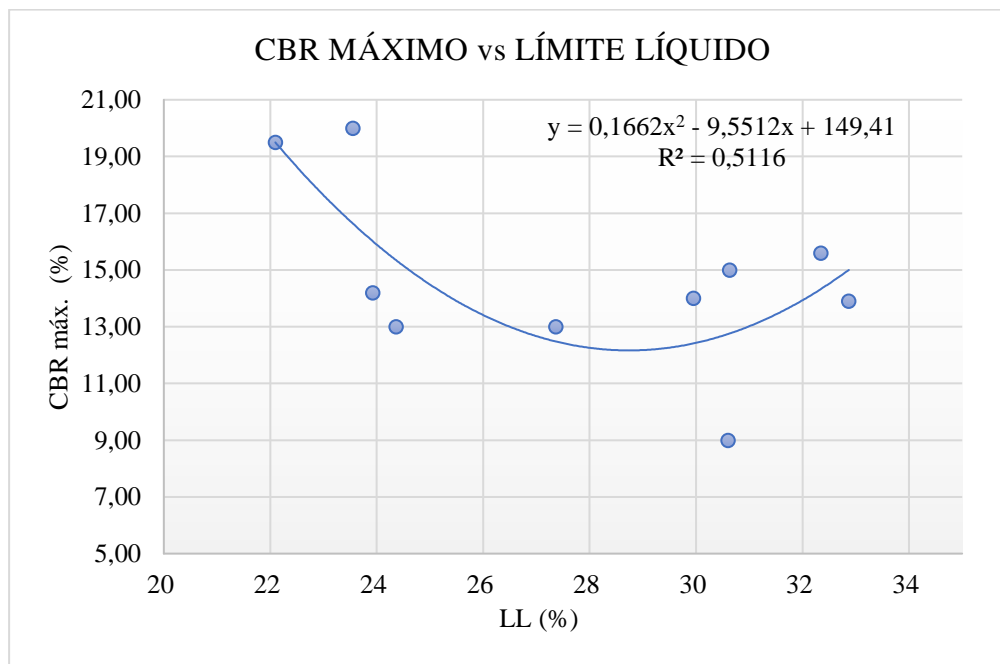
Tabla 33: Detalle de espesores para pavimento flexible.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	7,0 cm
Base	10,0 cm
Subbase	11,0 cm

Fuente: El Autor

Cálculo de CBR por medio de correlación

Se ocuparán los valores del límite líquido correspondiente al pozo #2 que es donde se realizó el diseño del pavimento.



Fuente: El Autor

$$\text{CBR} = 0,1662(\text{LL}^2) - 9,5512(\text{LL}) + 149,41$$

$$\text{CBR} = 0,1662(30,63^2) - 9,5512(30,63) + 149,41$$

$$\text{CBR} = 12,785\%$$

Se procedió a calcular el módulo resiliente que es uno de los datos necesarios para el diseño del pavimento.

$$Mr(PSI) = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 3000 * (12.785)^{0.65}$$

$$Mr(PSI) = 15720.87psi \rightarrow 15.72Ksi$$

Posteriormente en el software Ecuación AASHTO 1993 se colocaron los datos con el módulo resiliente de la subrasante para obtener el número estructural ya que esta capa es la que soportará todo el peso de la estructura y el rodamiento de vehículos.

Ilustración 25: Cálculo del SN con CBR de correlación

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % Zr=-0.674, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 15720.87 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty input fields for Ec, Sc, J, and Cd.
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- W18 =** 349929.22
- Número Estructural:** SN = 1.96
- Observaciones:** Empty text area
- Buttons:** "Calcular" and "Salir"

Fuente: AASHTO

Tabla 34: Resumen de datos para el diseño de pavimento flexible con CBR de correlación

Datos para el diseño de pavimento por correlación		
Tipo de pavimento	Flexible	
Clasificación de la vía	Vía Clase III	
Tráfico promedio diario anual para 2043	650	
Periodo de diseño	20 años	
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	349929,220
CBR Diseño	CBR [%]	12,785
Confiabilidad	R [R]	75
Desviación estándar normal	Zr	-0,674
Desviación estándar global	So	0,45
Índice de serviciabilidad	Δ PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	15720,87
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	375
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1 [cm]	0,159
Coefficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coefficiente estructural de la sub-base	a3 [cm]	0,043
Coefficiente de drenaje	m2	0,8
	m3	0,8



DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993



PROYECTO: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

DATOS DE ENTRADA :

1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES		DATOS	
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA	375,00	(ksi)	
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR	28,00	(ksi)	
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE	14,90	(ksi)	
2. DATOS DE TRÁFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	349.929		
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75	(%)	
DESVIACION ESTÁNDAR NORMAL (Zr)	-0,674		
DESVIACION ESTÁNDAR GLOBAL (So)	0,45		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	15,72	(ksi)	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2		
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2,0		
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20	años	
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)	0,405		
Base granular (a ₂)	0,133		
Subbase (a ₃)	0,108		
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)	0,800		
Subbase (m ₃)	0,800		
DATOS DE SALIDA :			
NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,96		
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,55		S1
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,43		S2
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0,02		S3
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFÁLTICA (cm)	9,7 cm	7,0 cm	1,12
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,3 cm	11,0 cm	0,46
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-0,6 cm	12,0 cm	0,41
ESPESOR TOTAL (cm)		30,0 cm	1,99
COMPROBACIÓN :			
$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN(Teorico)$			
1,99	≥	1,96	OK

Tabla 35: Estructura del pavimento.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	7,0 cm
Base	11,0 cm
Subbase	12,0 cm

Fuente: El Autor

Tabla 36: Comparación de espesores del pavimento por CBR de laboratorio y por correlación

Estructura del pavimento	Espesor CBR de laboratorio (cm)	Espesor CBR por correlación (cm)
Carpeta Asfáltica	7,0 cm	7,0 cm
Base	10,0 cm	11,0 cm
Subbase	11,0 cm	12,0 cm

Fuente: El Autor

3.3.1 Análisis y discusión de resultados de la fase 3

Los espesores calculados para el paquete estructural por CBR de laboratorio y por CBR de correlación no se dispersan bastante por lo que la correlación tiene buena confiabilidad.

Por otro lado, el CBR de subrasante no cumple con el valor de resistencia mínimo que es 20% establecido por el MTOP teniendo que a futuro se debe mejorar la subrasante y diseñar nuevamente el pavimento para la vía especificada en la parroquia Chantilín cantón Saquisilí.

De acuerdo con Juan Sánchez en el año 2017 la correlación de CBR solo sirve para un prediseño de pavimento debido a que solo es una estimación de valor con dispersión y para el diseño de pavimento se deben realizar los ensayos de acuerdo con la normativa de carreteras de cada país.[22]

3.4. Verificación de hipótesis

Hipótesis

Puede encontrarse una correlación entre los valores de CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias Saquisilí, Chantilín, Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia Cotopaxi.

Verificación

Con la ejecución de la investigación y los resultados obtenidos de un muestreo de los suelos en las parroquias mencionadas, la realización de distintos ensayos tanto en campo como en laboratorio, y el análisis estadístico de los datos recopilados, se lograron determinar varias correlaciones con altos niveles de confiabilidad entre el CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Saquisilí, Chantilín, Cochapamba, cantón Saquisilí, provincia Cotopaxi; por lo que las ecuaciones son aptas para un prediseño de un pavimento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se determinaron 29 correlaciones entre propiedades índice y mecánicas siendo aceptables con coeficientes de confiabilidad que varían del 50% al 97% de los suelos estudiados.
- Se concluyó que ningún suelo de las muestras alteradas estudiadas se encontró con consistencia plástica debido a que el porcentaje de agua natural in situ calculado en cada caso fue menor a su límite plástico respectivamente.
- Se identificó que el diseño de pavimento con el valor de CBR de laboratorio vario en 1 cm capa base y 1 cm en capa subbase con el valor de CBR de correlación calculado.
- El valor de CBR calculado en laboratorio fue de 15% y el valor de CBR calculado por correlación con el límite líquido fue de 12.785%.
- Se determinó que las correlaciones expuestas en el presente trabajo solo se pueden ocupar para suelos de las mismas características, con el propósito de evitar errores en el diseño de pavimento y obtenciones de propiedades mecánicas.
- Se amplió la base de datos existente de la provincia de Cotopaxi con 29 correlaciones presentadas en el presente trabajo.
- Se determinó que los valores de CBR obtenido varían de 9% a 26% que de acuerdo con el MOP 2003 deberán ser subrasantes mejoradas para cumplir con el 20% reglamentario para construcción de vías.

4.2. Recomendaciones

- Seguir rigurosamente la normativa para ensayos de campo y laboratorio, además de revisar las hojas de Excel programadas ya que se puede cometer errores humanos al momento de digitar.
- Se recomienda aumentar los materiales y equipos que tiene actualmente la universidad técnica de Ambato debido a que no suministra de la mejor manera a los estudiantes
- Rechazar las correlaciones con un porcentaje de confiabilidad menor al 50% debido a que no llevan ninguna relación.
- Las correlaciones obtenidas para obtener el valor CBR solo sirven para un prediseño de pavimento en los suelos estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

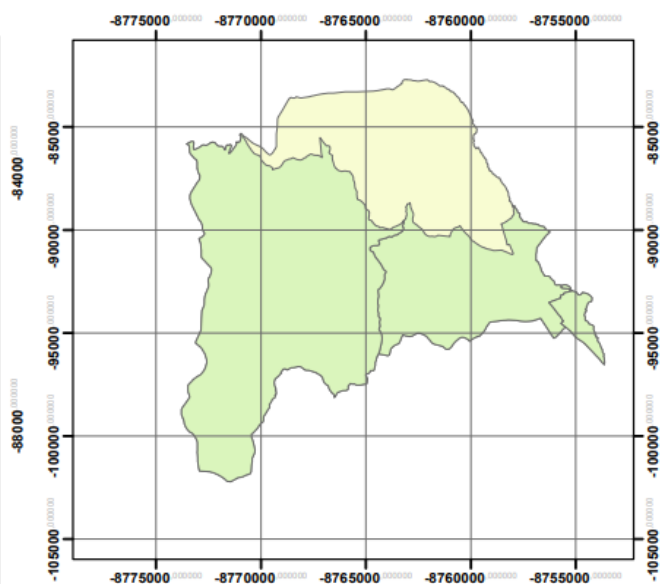
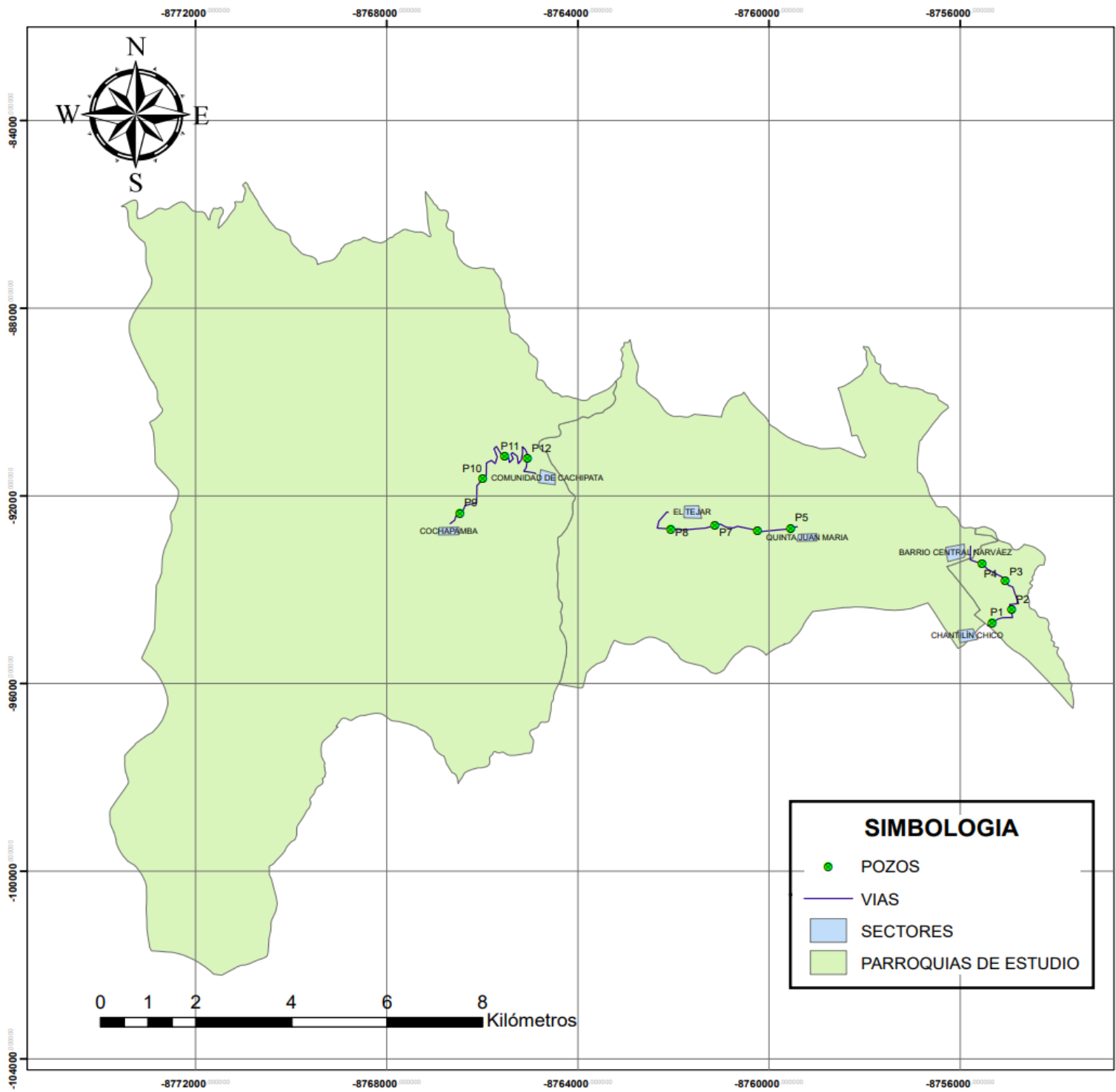
- [1] V. Guerriero y S. Mazzoli, “Theory of effective stress in soil and rock and implications for fracturing processes: A review”, *Geosciences (Switzerland)*, vol. 11, núm. 3. MDPI AG, pp. 1–35, el 1 de marzo de 2021. doi: 10.3390/geosciences11030119.
- [2] S. Pedro Muñoz Pérez, W. Analí Sánchez Monja, y G. Chumacero Juan Martín, “Teoría de consolidación, una revisión de la literatura”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/>
- [3] C. Fresneda Saldarriaga, S. Navarro Saldarriaga, y Y. Valencia González, “Caracterización geotécnica de un suelo tropical laterítico”, 2013.
- [4] L. Rucks y F. Garcia, “Propiedades Físicas del Suelo”, 2004.
- [5] W. Botía, “MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CÁLCULO”, Bogota, 2015.
- [6] A. Rico, R. Hermilo, y D. C. Mejía, “CONSIDERACIONES SOBRE COMPACTACIÓN DE SUELOS EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE”, 1992.
- [7] C. Villalaz, *MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES*. Monterrey, 2004.
- [8] E. A. Sandoval Vallejo y W. A. Rivera Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfnada”, *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, núm. 1, pp. 135–152, ago. 2019, doi: 10.18359/rcin.3478.
- [9] A. Frateschi y F. Francisa, “APLICACIÓN DEL DCP EN EL CONTROL DE SUBRASANTES Y TERRAPLENES”, Cordoba.
- [10] A. Ulloa, “Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico”, 2011.
- [11] A. Ricardo y G. Morales, “DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-

93. ASPHALT PAVEMENT DESIGN THROUGH AASHTO-93 METHOD USING THE SOFTWARE DISAASHTO-93”, 2015.
- [12] A.-R. Talal y A. Al-Suhaibani, “Prediction of CBR Using Dynamic Cone Penetrometer”, vol. 9, núm. 2, pp. 191–204, 1997.
- [13] F. Iqbal, A. Kumar, y A. Murtaza, “Co-Relationship between California Bearing Ratio and Index Properties of Jamshoro Soil”, 2017.
- [14] F. J. Wilches, R. G. Hernández Ávila, y J. J. Feria Díaz, “ESTIMATION OF A CORRELATION EQUATION BETWEEN CBR AND DCP FOR SILTY SOILS FROM THE MH GROUP IN SINCELEJO CITY, COLOMBIA”, 2019, Consultado: el 5 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://iaeme.com/Home/issue/IJCIET?Volume=10&Issue=9>
- [15] W. Araujo, “ECUACIONES DE CORRELACIÓN DEL CBR CON PROPIEDADES ÍNDICE DE SUELOS PARA LA CIUDAD DE PIURA”, oct. 2014.
- [16] J. Castillo y L. Mena, “CORRELACIÓN ENTRE EL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO (DCP) Y LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) EN CAMPO PARA EL SUELO DE SUBRASANTE DE LA VIA PORTOVIEJO-MANTA”, 2019.
- [17] G. Flores, C. Torres, P. Torres, y S. Peña, “ESTIMACION DEL VALOR DE CBR USANDO PENETROMETRO DE CONO DINAMICO”, 2017, Consultado: el 7 de junio de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.geotechnicsingenieria.com.co/wp-content/uploads/2017/07/ESTIMATION-OF-CBR-VALUE-USING-DYNAMIC-CONE-PENETROMETER.pdf>
- [18] MTOP, “NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS - 2003”, 2003.
- [19] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, “NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES”, Quito, 2013.

- [20] AASHTO, “GUÍA DE DISEÑO PARA ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO”, 1993.
- [21] J. Hernández y O. Medrano, “CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS SUELOS Y SUS MÉTODOS DE MEDICIÓN”, Guatemala, jul. 2008.
- [22] J. Sánchez y J. Yataco, “PROPIEDADES ÍNDICE DE LOS SUELOS Y SU RELACIÓN CON EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE LOS PAVIMENTOS EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE”, Nuevo Chimbote, 2017.
- [23] INAMHI, “Anuario Meteorológico”, 2017.

ANEXOS

MAPA



Parroquia	Pozo N°	Norte	Este	Longitud vial
Chantilín	P1	9905255,69	761486,68	2,79 Km
	P2	9905545,41	761893,80	
	P3	9906161,57	761763,49	
	P4	9906510,73	761277,67	
Saquisilí	P5	9907271,59	757272,54	3,42 Km
	P6	9907225,03	756581,34	
	P7	9907332,80	755684,84	
	P8	9907258,38	754766,97	
Cochapamba	P9	9907602,04	750350,49	4,55 Km
	P10	9908327,21	750830,38	
	P11	9908810,04	751283,23	
	P12	9908760,45	751763,40	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Tema: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Contiene: Mapa de pozos realizados y vías del proyecto de Tesis

Realizado por: Diego Alejandro Nuñez Nuñez
Revisado por: Ing. Gabriela Peñafiel

Fecha: 12/11/2023
Escala: 1:80 000
Ubicación: Parroquias Saquisilí, Chantilín y Cochapamba, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi

Proyección Cartográfica UTM
 Datum WG-84 Zona 17S

SIMBOLOGIA

- POZOS
- VIAS
- SECTORES
- PARROQUIAS DE ESTUDIO

ENSAYO DCP



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

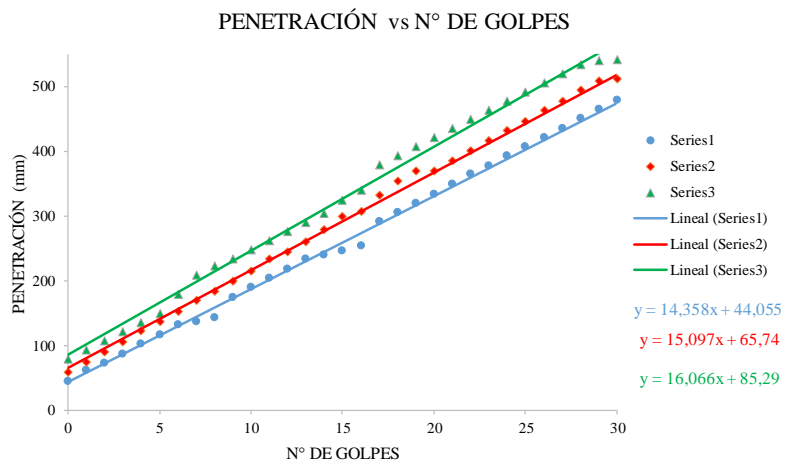


ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS

Proyecto: DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P2 **Profundidad:** 543 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9905545,41 N | 761893,80 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	45	60	80
1	62	75	94
2	74	91	108
3	88	107	122
4	103	123	136
5	118	138	150
6	133	153	180
7	138	170	210
8	143	184	224
9	176	200	235
10	190	216	249
11	205	234	263
12	219	246	277
13	235	262	291
14	241	280	305
15	247	300	325
16	255	308	340
17	292	332	380
18	306	354	394
19	321	370	408
20	335	370	422
21	350	386	436
22	365	401	450
23	379	417	464
24	393	433	478
25	408	448	492
26	422	464	506
27	437	479	520
28	451	495	534
29	466	510	540
30	480	512	542
31	481	513	543
32	482	514	



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	14,358	
2	15,097	
3	16,066	



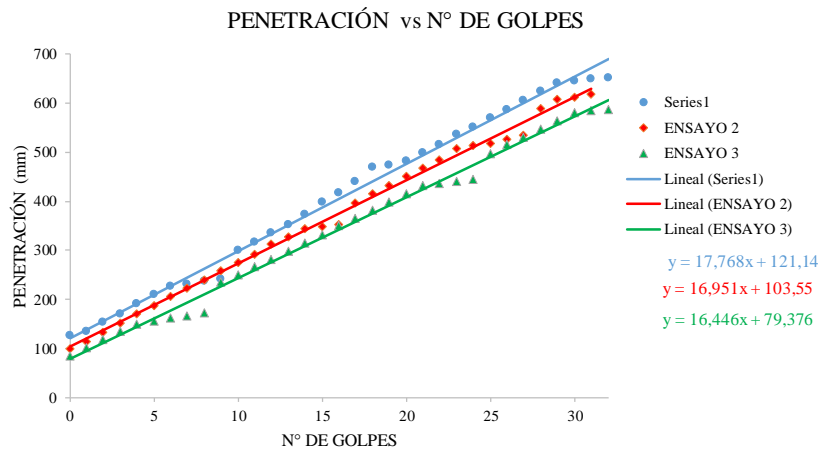
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA
 DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3 **Profundidad:** 651 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9906161,57 N | 761763,49 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	127	100	85
1	136	115	103
2	155	134	118
3	172	153	136
4	192	172	151
5	211	188	156
6	228	207	162
7	232	223	167
8	239	240	173
9	242	259	235
10	301	275	250
11	318	293	267
12	336	314	283
13	354	328	300
14	374	344	315
15	400	349	333
16	417	352	350
17	440	396	366
18	470	415	382
19	475	433	400
20	482	452	415
21	499	468	432
22	516	485	436
23	536	507	440
24	551	514	445
25	570	519	498
26	588	527	516
27	606	534	531
28	624	590	547
29	642	608	564
30	646	613	580
31	649	618	584
32	651		587



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	17,768
2	16,951
3	16,446

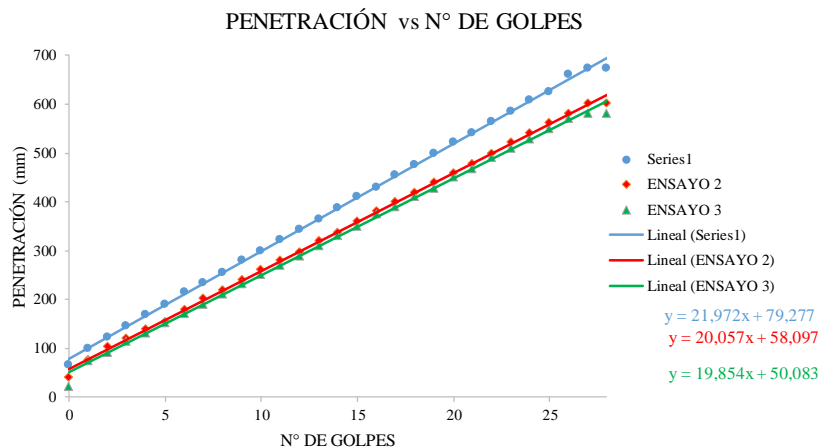


ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P5 **Profundidad:** 674 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9907271,59 N | 757272,54 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	65	41	22
1	100	77	75
2	123	103	90
3	146	120	115
4	169	140	130
5	190	155	152
6	215	180	170
7	234	203	189
8	256	220	210
9	280	241	231
10	300	262	250
11	322	280	270
12	344	298	289
13	365	320	310
14	388	338	330
15	410	360	350
16	430	381	374
17	454	400	390
18	476	420	410
19	498	441	428
20	522	460	450
21	542	478	467
22	565	500	490
23	586	522	510
24	608	540	529
25	625	563	550
26	660	580	570
27	673	602	580
28	674	603	582



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	20,63
2	
3	



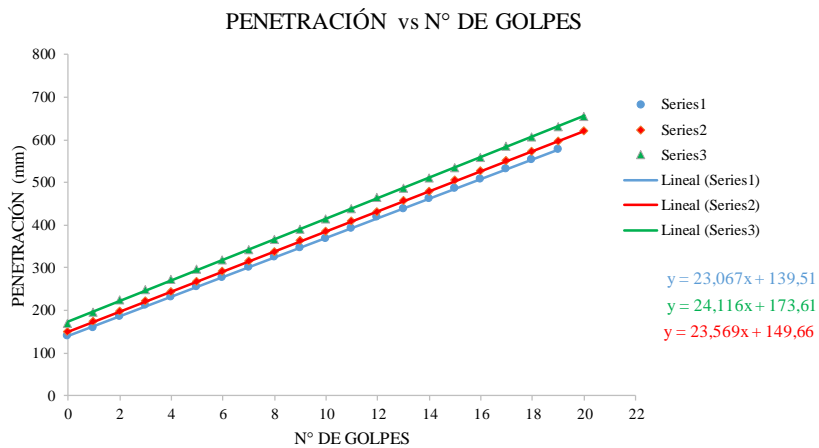
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P6 **Profundidad:** 657 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9907225,03 N | 756581,34 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	140	150	170
1	159	173	196
2	186	197	223
3	211	221	247
4	232	243	271
5	255	268	296
6	277	291	319
7	301	315	343
8	325	338	367
9	347	363	390
10	369	385	415
11	393	409	439
12	420	432	464
13	439	457	487
14	463	479	511
15	485	505	535
16	508	526	559
17	532	552	585
18	554	573	607
19	577	597	631
20	578	621	655
21		622	657



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	23,067	
2	24,116	
3	23,569	23,58



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

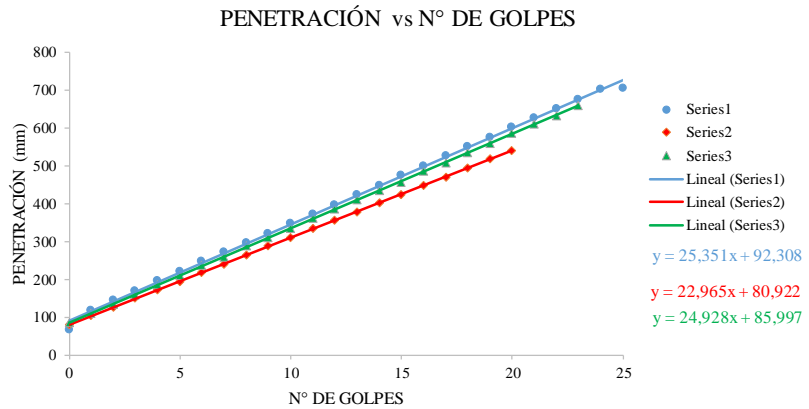


ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS

Proyecto: DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P7 **Profundidad:** 704 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	68	80	85
1	120	106	110
2	145	126	136
3	171	151	160
4	196	172	187
5	221	195	210
6	247	219	237
7	272	241	260
8	297	264	289
9	322	289	310
10	348	310	335
11	373	334	361
12	398	356	385
13	423	379	410
14	449	403	435
15	474	425	457
16	499	449	485
17	526	471	508
18	551	494	535
19	576	518	559
20	602	540	587
21	627	569	610
22	651	587	633
23	676	609	660
24	703	633	661
25	704	634	



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	25,351
2	22,965
3	24,928
	24,41



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)

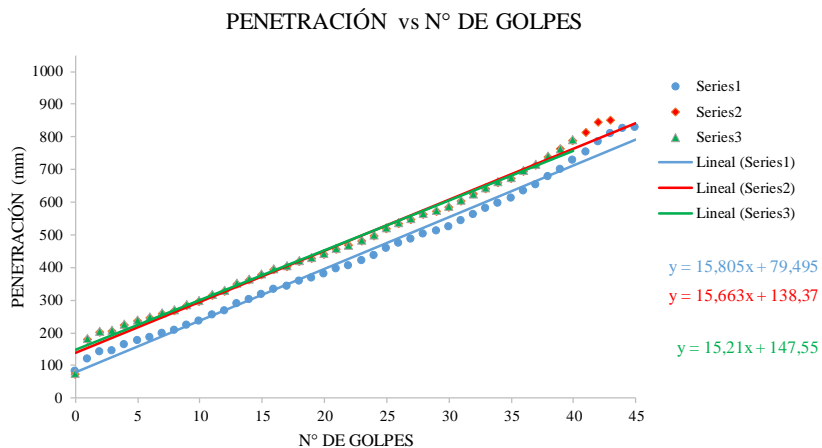


ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS

Proyecto: DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P8 **Profundidad:** 853 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9907258,38 N | 754766,97 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	83	74	77
1	121	181	184
2	142	202	205
3	144	204	207
4	164	224	227
5	176	236	239
6	186	246	249
7	198	258	261
8	209	269	272
9	222	282	285
10	236	296	299
11	254	314	317
12	267	327	330
13	288	350	353
14	302	362	365
15	318	378	381
16	334	394	397
17	343	403	406
18	359	419	422
19	367	427	430
20	381	441	444
21	395	455	458
22	407	467	470
23	422	482	485
24	436	496	499
25	459	519	522
26	475	535	538
27	487	547	550
28	502	562	565
29	511	571	574
30	525	585	588
31	545	605	608
32	564	624	627
33	581	641	644
34	598	659	662
35	614	674	677
36	635	695	698
37	654	714	717
38	678	738	741
39	701	762	765
40	729	789	792
41	753	813	816
42	784	844	847
43	810	850	849
44	826		853
45	830		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	15,805	
2	15,663	
3	15,210	



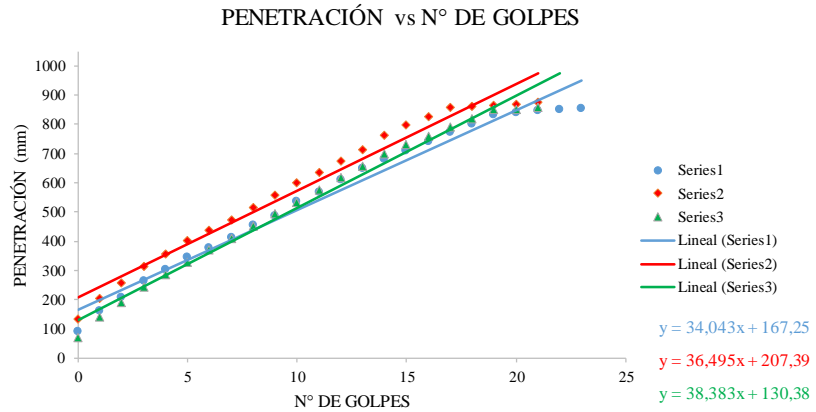
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P9 **Profundidad:** 876 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9907602,04 N | 750350,49 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	90	134	70
1	161	205	142
2	210	257	191
3	265	313	244
4	303	355	285
5	345	401	328
6	379	438	369
7	412	474	411
8	455	517	452
9	489	559	493
10	536	600	535
11	569	634	576
12	612	675	617
13	650	714	658
14	680	761	700
15	711	799	730
16	743	825	760
17	772	858	791
18	800	862	821
19	832	866	851
20	841	870	852
21	849	876	859
22	852		
23	854		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	35,185	
2	36,383	
3	38,383	



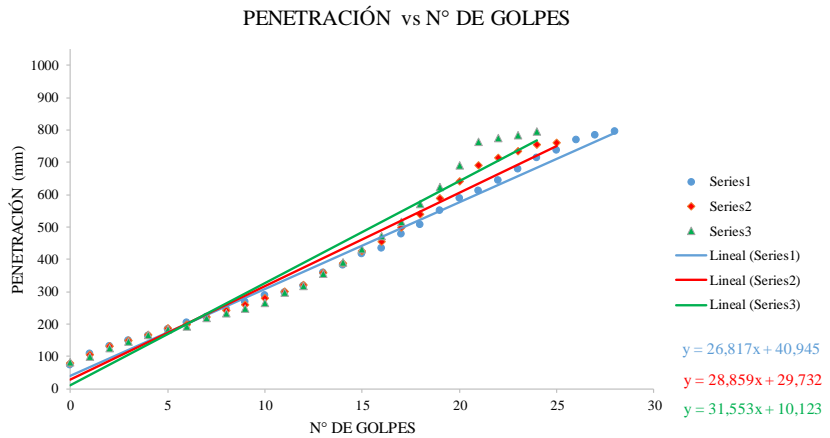
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P10 **Profundidad:** 806 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	71	77	81
1	106	104	98
2	131	129	124
3	147	148	146
4	162	165	165
5	183	184	183
6	202	196	190
7	221	221	217
8	246	240	231
9	268	259	248
10	288	278	265
11	297	299	296
12	316	318	318
13	358	358	355
14	382	387	388
15	416	424	429
16	434	454	472
17	478	498	515
18	505	539	570
19	550	588	623
20	587	639	689
21	612	689	763
22	644	712	775
23	677	732	784
24	713	755	794
25	736	758	796
26	767		801
27	783		806
28	795		



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	26,817
2	28,859
3	31,553
	29,08



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



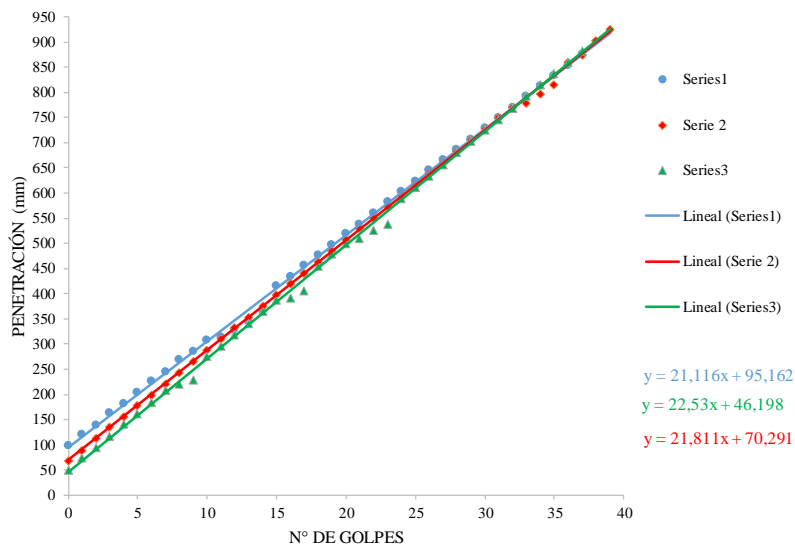
ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS

Proyecto: DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P11 **Profundidad:** 925 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9908810,04 N | 751283,23 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	100	68	50
1	122	89	74
2	140	113	96
3	165	135	118
4	183	156	141
5	205	179	163
6	227	200	185
7	245	222	209
8	270	243	222
9	286	266	230
10	308	288	276
11	315	311	298
12	329	334	320
13	346	354	342
14	365	377	365
15	416	398	388
16	436	421	392
17	458	442	406
18	478	464	455
19	498	486	479
20	520	509	500
21	540	530	510
22	562	552	526
23	583	574	539
24	604	596	589
25	624	619	613
26	646	640	635
27	667	662	658
28	688	684	682
29	709	706	704
30	730	728	726
31	751	750	747
32	772	772	770
33	793	780	793
34	814	797	815
35	835	815	839
36	855	861	860
37	876	874	883
38		904	
39		925	

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	21,116	
2	22,530	
3	21,811	



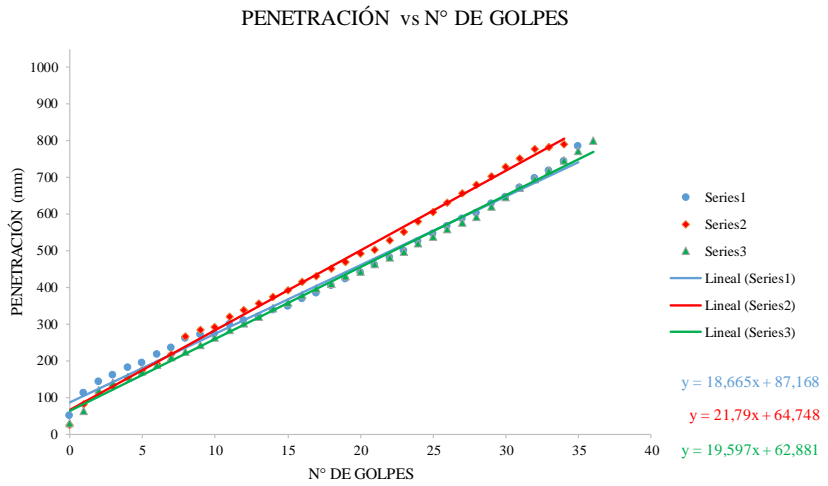
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P12 **Profundidad:** 806 mm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 Sur 9908760,45 N | 751763,40 E

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	50	25	30
1	112	82	64
2	142	112	119
3	160	130	140
4	181	154	156
5	195	173	172
6	218	192	189
7	235	218	209
8	260	267	226
9	270	283	244
10	275	292	264
11	300	319	285
12	310	337	303
13	321	356	320
14	337	375	343
15	349	393	358
16	368	414	378
17	384	430	396
18	405	452	411
19	422	470	430
20	440	492	444
21	462	502	463
22	482	528	481
23	501	551	498
24	525	580	519
25	545	606	538
26	567	631	560
27	587	657	578
28	602	679	591
29	629	703	620
30	647	728	647
31	672	752	671
32	697	778	695
33	718	781	719
34	744	789	746
35	785		772
36	806		799



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	18,665
2	21,790
3	19,597
20,02	

**ENSAYO DE
CONTENIDO DE
HUMEDAD**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T265 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

Recipiente Número	22	54	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147,32	136,89	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	128,00	118,65	g
Peso del agua (Ww)	19,32	18,24	g
Peso del recipiente (Wr)	31,95	30,60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	96,05	88,05	g
Contenido de humedad (ω)	20,11	20,72	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,42		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P2 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T265 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

Recipiente Número	27	26	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	145,89	154,27	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	121,41	126,98	g
Peso del agua (Ww)	24,48	27,29	g
Peso del recipiente (Wr)	28,51	25,88	g
Peso de la muestra seca (Ws)	92,90	101,10	g
Contenido de humedad (ω)	26,35	26,99	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26,67		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T265 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9906161,57 N761763,49 E

Recipiente Número	12	87i	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	152,65	147,22	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127,90	123,60	g
Peso del agua (Ww)	24,75	23,62	g
Peso del recipiente (Wr)	25,46	26,13	g
Peso de la muestra seca (Ws)	102,44	97,47	g
Contenido de humedad (ω)	24,16	24,23	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24,20		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T265 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9906510,73 N761277,67 E

Recipiente Número	64	89J	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147,22	134,51	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	132,00	120,80	g
Peso del agua (Ww)	15,22	13,71	g
Peso del recipiente (Wr)	32,50	30,70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99,50	90,10	g
Contenido de humedad (ω)	15,30	15,22	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,26		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P9
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907602,04 N750350,49 E

Recipiente Número	23	44	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	136,21	125,94	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	117,08	111,01	g
Peso del agua (Ww)	19,13	14,93	g
Peso del recipiente (Wr)	20,76	34,61	g
Peso de la muestra seca (Ws)	96,32	76,40	g
Contenido de humedad (ω)	19,86	19,54	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,70		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P10
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908327,21 N750830,38 E

Recipiente Número	72	73	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	160,24	140,78	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	141,00	124,26	g
Peso del agua (Ww)	19,24	16,52	g
Peso del recipiente (Wr)	32,41	31,62	g
Peso de la muestra seca (Ws)	108,59	92,64	g
Contenido de humedad (ω)	17,72	17,83	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,78		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P11
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908810,04 N 751283,23 E

Recipiente Número	1	2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	197,20	189,58	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	182,47	175,73	g
Peso del agua (Ww)	14,73	13,85	g
Peso del recipiente (Wr)	31,40	32,64	g
Peso de la muestra seca (Ws)	151,07	143,09	g
Contenido de humedad (ω)	9,75	9,68	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9,71		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P12
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

Recipiente Número	70	61	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	190,64	196,65	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	164,12	169,11	g
Peso del agua (Ww)	26,52	27,54	g
Peso del recipiente (Wr)	32,50	30,70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	131,62	138,41	g
Contenido de humedad (ω)	20,15	19,90	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,02		%

**ENSAYO
DENSIDAD DE
CAMPO**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN			
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
Parroquia:	Chantilín	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P1	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2036	g
Peso de recipiente (funda plastica)	5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2031	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	2478	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1968,94	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1244,59	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	22	54	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147,32	136,89	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	128,00	118,65	g
Peso del agua (Ww)	19,32	18,24	g
Peso del recipiente (Wr)	31,95	30,60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	96,05	88,05	g
Contenido de humedad (ω)	20,11	20,72	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,42		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

	Volúmenes		Masas	
	Vv =	34,45	Wa =	0,00
	Va =	15,13	Ww =	19,32
	Vw =	19,32	Ws =	96,05
	Vs =	36,25	Wm =	115,37
	Vm =	70,70		

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,632	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,355	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	20,42	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0,95	-
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)	48,73	%
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)	56,08	%
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)	43,92	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS			
Proyecto: EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
Parroquia:	Chantilín	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P2	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1750	g
Peso de recipiente (funda plastica)	5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1745	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	2870	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1576,94	g
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	996,80	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	27	26	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	145,89	154,27	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	121,41	126,98	g
Peso del agua (Ww)	24,48	27,29	g
Peso del recipiente (Wr)	28,51	25,88	g
Peso de la muestra seca (Ws)	92,90	101,10	g
Contenido de humedad (ω)	26,35	26,99	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26,67		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

	Volúmenes		Masas	
	Vv =	33,58		
	Va =	9,10	Wa =	0,00
	Vw =	24,48	Ww =	24,48
	Vs =	38,15	Ws =	101,10
	Vm =	71,74	Wm =	125,58

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,751	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,382	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	26,67	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	0,88	-
Porosidad ($n\% = (V_v/V_m) \times 100$)	46,82	%
Grado de saturación de agua ($G_w\% = (V_w/V_v) \times 100$)	72,89	%
Grado de saturación de aire ($G_a\% = (V_a/V_v) \times 100$)	27,11	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS				
Proyecto: EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
Parroquia:	Chantilín	Capa Vegetal:	5 cm	
ID Muestra:	P3	Profundidad:	100 cm	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1668	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1664	g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena		6136,94	g	
Peso final frasco + cono + arena		2947	g	
Peso de la arena en el cono		1690	g	
Peso de la arena en el hueco		1499,94	g	
Calibración de la arena de Ottawa γsand		1,582	g/cm ³	
Volumen del hueco de la masa Vm		948,13	cm ³	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	12	12	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	152,65	147,22	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127,90	123,60	g	
Peso del agua (Ww)	24,75	23,62	g	
Peso del recipiente (Wr)	25,46	26,13	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	102,44	97,47	g	
Contenido de humedad (ω)	24,16	24,23	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	24,20		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
	Volúmenes		Masas	
	Vv =	32,86	Wa =	0,00
	Va =	8,11	Ww =	24,75
	Vw =	24,75	Ws =	97,47
	Vs =	36,78	Wm =	122,22
Vm =	69,64			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,755	g/cm ³	
Densidad seca (γd)		1,413	g/cm ³	
Contenido de humedad (ω)		24,20	%	
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		0,89	-	
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)		47,18	%	
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)		75,32	%	
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)		24,68	%	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2850	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2846	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	2004	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	2442,94	g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1544,21	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	70	62	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	147,22	134,51	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	132,00	120,80	g
Peso del agua (Ww)	15,22	13,71	g
Peso del recipiente (Wr)	32,50	30,70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99,50	90,10	g
Contenido de humedad (ω)	15,30	15,22	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,26		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

		Volúmenes		Masas	
$V_m \left \begin{array}{l} V_v \\ V_w \\ V_s \end{array} \right. \begin{array}{l} V_a \\ V_w \\ V_s \end{array} \begin{array}{l} \text{Aire} \\ \text{Agua} \\ \text{Sólidos} \end{array} \begin{array}{l} W_a \\ W_w \\ W_s \end{array} \left \begin{array}{l} W_m \end{array} \right.$		Vv =	24,70		
		Va =	9,48	Wa =	0,00
		Vw =	15,22	Ww =	15,22
		Vs =	37,55	Ws =	99,50
		Vm =	62,25	Wm =	114,72

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,843	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,599	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	15,26	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0,66	-
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)	39,68	%
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)	61,62	%
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)	38,38	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECANICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P5 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2043	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2039	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	2440	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	2006,94	g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1268,61	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	74	55	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	141,04	138,47	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	127,03	124,96	g
Peso del agua (Ww)	14,01	13,51	g
Peso del recipiente (Wr)	25,75	24,53	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101,28	100,43	g
Contenido de humedad (ω)	13,83	13,45	%
Promedio contenido de humedad (ω)	13,64		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

		Volúmenes		Masas		
V_m V_v V_a V_w V_s		W_a W_w W_s W_m	$V_v =$	32,99		
			$V_a =$	19,48	$W_a =$	0,00
			$V_w =$	13,51	$W_w =$	13,51
			$V_s =$	37,90	$W_s =$	100,43
			$V_m =$	70,89	$W_m =$	113,94

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,607	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,414	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	13,64	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	0,87	-
Porosidad ($n\% = (V_v/V_m) \times 100$)	46,54	%
Grado de saturación de agua ($G_w\% = (V_w/V_v) \times 100$)	40,95	%
Grado de saturación de aire ($G_a\% = (V_a/V_v) \times 100$)	59,05	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECANICAS			
Proyecto: EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P6	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1198	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1194	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	3314	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1132,94	g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	716,14	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	6	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	134,58	140,91	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	117,00	122,00	g
Peso del agua (Ww)	17,58	18,91	g
Peso del recipiente (Wr)	31,45	30,07	g
Peso de la muestra seca (Ws)	85,55	91,93	g
Contenido de humedad (ω)	20,55	20,57	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,56		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

		Volúmenes		Masas	
		Vv =	Va =	Ww =	Ws =
V _m	V _v	31,79			
	V _w	12,88	Wa =	0,00	
	V _s	18,91	Ww =	18,91	
		34,69	Ws =	91,93	
		66,48	Wm =	110,84	

cm³

V_m | V_v | V_a | V_w | V_s

g

Wa | Ww | Ws | Wm

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ _m)	1,667	g/cm ³
Densidad seca (γ _d)	1,383	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	20,56	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0,92	-
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)	47,82	%
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)	59,48	%
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)	40,52	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS			
Proyecto: EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P7	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1197	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1193	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	3314	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1132,94	g
Calibración de la arena de Ottawa y sand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	716,14	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	22	54	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	124,58	134,67	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	109,80	118,23	g
Peso del agua (Ww)	14,78	16,44	g
Peso del recipiente (Wr)	29,56	30,76	g
Peso de la muestra seca (Ws)	80,24	87,47	g
Contenido de humedad (ω)	18,42	18,80	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18,61		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

$\begin{array}{c} \text{cm}^3 \\ \left \begin{array}{l} V_m \\ V_v \\ V_w \\ V_s \end{array} \right \end{array}$		$\left \begin{array}{l} W_a \\ W_w \\ W_s \end{array} \right \text{ g}$	$\left \begin{array}{l} W_m \end{array} \right $	Volúmenes		Masas	
				Vv =	26,76		
				Va =	11,98	Wa =	0,00
				Vw =	14,78	Ww =	14,78
				Vs =	30,28	Ws =	80,24
Vm =	57,04	Wm =	95,02				

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,666	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,405	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	18,42	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0,88	-
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)	46,92	%
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)	55,23	%
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)	44,77	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN			
Proyecto:	SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P8	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1077	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1073	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	3506	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	940,94	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	594,78	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	21	13	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	159,14	162,78	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	139,17	142,00	g
Peso del agua (Ww)	19,97	20,78	g
Peso del recipiente (Wr)	32,52	31,20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	106,65	110,80	g
Contenido de humedad (ω)	18,72	18,75	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18,74		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

	Volúmenes		Masas	
	Vv =	29,94	Wa =	0,00
	Va =	9,97	Ww =	19,97
	Vw =	19,97	Ws =	106,65
	Vs =	40,25	Wm =	126,62
Vm =	70,19			

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,804	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,519	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	18,72	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	0,74	-
Porosidad (n% = (Vv/Vm)x100)	42,66	%
Grado de saturación de agua (Gw% = (Vw/Vv)x100)	66,70	%
Grado de saturación de aire (Ga% = (Va/Vv)x100)	33,30	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN			
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P9	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1326	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1322	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	3298	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1148,94	g
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	726,26	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	23	44	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	136,21	125,94	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	117,08	111,01	g
Peso del agua (Ww)	19,13	14,93	g
Peso del recipiente (Wr)	20,76	34,61	g
Peso de la muestra seca (Ws)	96,32	76,40	g
Contenido de humedad (ω)	19,86	19,54	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,70		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 	Volúmenes		Masas	
	Vv =	21,34	Wa =	0,00
	Va =	6,41	Ww =	14,93
	Vw =	14,93	Ws =	76,40
	Vs =	28,83	Wm =	91,33
	Vm =	50,17		

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,820	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,521	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	19,54	%
Relación de vacíos ($e = Vv / Vs$)	0,74	-
Porosidad ($n\% = (Vv/Vm) \times 100$)	42,54	%
Grado de saturación de agua ($Gw\% = (Vw/Vv) \times 100$)	69,95	%
Grado de saturación de aire ($Ga\% = (Va/Vv) \times 100$)	30,05	%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO



ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
Proyecto: SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P10	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1720	g
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1716	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6136,94	g
Peso final frasco + cono + arena	2881	g
Peso de la arena en el cono	1690	g
Peso de la arena en el hueco	1565,94	g
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1,582	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	989,85	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	72	73	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	160,24	140,78	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	141,00	124,26	g
Peso del agua (Ww)	19,24	16,52	g
Peso del recipiente (Wr)	32,41	31,62	g
Peso de la muestra seca (Ws)	108,59	92,64	g
Contenido de humedad (ω)	17,72	17,83	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,78		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 	Volúmenes		Masas	
	Vv =	32,76		
	Va =	13,52	Wa =	0,00
	Vw =	19,24	Ww =	19,24
	Vs =	40,98	Ws =	108,59
Vm =	73,74	Wm =	127,83	

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,734	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,472	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	17,72	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	0,80	-
Porosidad ($n\% = (V_v/V_m) \times 100$)	44,43	%
Grado de saturación de agua ($G_w\% = (V_w/V_v) \times 100$)	58,73	%
Grado de saturación de aire ($G_a\% = (V_a/V_v) \times 100$)	41,27	%

**ENSAYO
GRAVEDAD
ESPECÍFICA**

Ilustración 26: Factor de corrección k en función de la temperatura



TABLE 2 Density of Water and Temperature Coefficient (K) for Various Temperatures^a

Temperature (°C)	Density (g/mL) ^b	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) ^b	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) ^b	Temperature Coefficient (K)	Temperature (°C)	Density (g/mL) ^b	Temperature Coefficient (K)
15.0	0.99910	1.00090	16.0	0.99895	1.00074	17.0	0.99878	1.00057	18.0	0.99860	1.00039
.1	0.99909	1.00088	.1	0.99893	1.00072	.1	0.99876	1.00055	.1	0.99858	1.00037
.2	0.99907	1.00087	.2	0.99891	1.00071	.2	0.99874	1.00054	.2	0.99856	1.00035
.3	0.99906	1.00085	.3	0.99889	1.00069	.3	0.99872	1.00052	.3	0.99854	1.00034
.4	0.99904	1.00084	.4	0.99888	1.00067	.4	0.99871	1.00050	.4	0.99852	1.00032
.5	0.99902	1.00082	.5	0.99886	1.00066	.5	0.99869	1.00048	.5	0.99850	1.00030
.6	0.99901	1.00080	.6	0.99885	1.00064	.6	0.99867	1.00047	.6	0.99848	1.00028
.7	0.99899	1.00079	.7	0.99883	1.00062	.7	0.99865	1.00045	.7	0.99847	1.00026
.8	0.99898	1.00077	.8	0.99881	1.00061	.8	0.99863	1.00043	.8	0.99845	1.00024
.9	0.99896	1.00076	.9	0.99879	1.00059	.9	0.99862	1.00041	.9	0.99843	1.00022
19.0	0.99841	1.00020	20.0	0.99821	1.00000	21.0	0.99799	0.99979	22.0	0.99777	0.99957
.1	0.99839	1.00018	.1	0.99819	0.99998	.1	0.99797	0.99977	.1	0.99775	0.99954
.2	0.99837	1.00016	.2	0.99816	0.99996	.2	0.99795	0.99974	.2	0.99773	0.99952
.3	0.99835	1.00014	.3	0.99814	0.99994	.3	0.99793	0.99972	.3	0.99770	0.99950
.4	0.99833	1.00012	.4	0.99812	0.99992	.4	0.99791	0.99970	.4	0.99768	0.99947
.5	0.99831	1.00010	.5	0.99810	0.99990	.5	0.99789	0.99968	.5	0.99766	0.99945
.6	0.99829	1.00008	.6	0.99808	0.99987	.6	0.99786	0.99966	.6	0.99764	0.99943
.7	0.99827	1.00006	.7	0.99806	0.99985	.7	0.99784	0.99963	.7	0.99761	0.99940
.8	0.99825	1.00004	.8	0.99804	0.99983	.8	0.99782	0.99961	.8	0.99759	0.99938
.9	0.99823	1.00002	.9	0.99802	0.99981	.9	0.99780	0.99959	.9	0.99756	0.99936
23.0	0.99754	0.99933	24.0	0.99730	0.99909	25.0	0.99705	0.99884	26.0	0.99679	0.99858
.1	0.99752	0.99931	.1	0.99727	0.99907	.1	0.99702	0.99881	.1	0.99676	0.99855
.2	0.99749	0.99929	.2	0.99725	0.99904	.2	0.99700	0.99879	.2	0.99673	0.99852
.3	0.99747	0.99926	.3	0.99723	0.99902	.3	0.99697	0.99876	.3	0.99671	0.99850
.4	0.99745	0.99924	.4	0.99720	0.99899	.4	0.99694	0.99874	.4	0.99668	0.99847
.5	0.99742	0.99921	.5	0.99717	0.99897	.5	0.99692	0.99871	.5	0.99665	0.99844
.6	0.99740	0.99919	.6	0.99715	0.99894	.6	0.99689	0.99868	.6	0.99663	0.99842
.7	0.99737	0.99917	.7	0.99712	0.99892	.7	0.99687	0.99866	.7	0.99660	0.99839
.8	0.99735	0.99914	.8	0.99710	0.99889	.8	0.99684	0.99863	.8	0.99657	0.99836
.9	0.99732	0.99912	.9	0.99707	0.99887	.9	0.99681	0.99860	.9	0.99654	0.99833
27.0	0.99652	0.99831	28.0	0.99624	0.99803	29.0	0.99595	0.99774	30.0	0.99565	0.99744
.1	0.99649	0.99828	.1	0.99621	0.99800	.1	0.99592	0.99771	.1	0.99562	0.99741
.2	0.99646	0.99825	.2	0.99618	0.99797	.2	0.99589	0.99768	.2	0.99559	0.99738
.3	0.99643	0.99822	.3	0.99615	0.99794	.3	0.99586	0.99765	.3	0.99556	0.99735
.4	0.99641	0.99820	.4	0.99612	0.99791	.4	0.99583	0.99762	.4	0.99553	0.99732
.5	0.99638	0.99817	.5	0.99609	0.99788	.5	0.99580	0.99759	.5	0.99550	0.99729
.6	0.99635	0.99814	.6	0.99607	0.99785	.6	0.99577	0.99756	.6	0.99547	0.99726
.7	0.99632	0.99811	.7	0.99604	0.99783	.7	0.99574	0.99753	.7	0.99544	0.99723
.8	0.99629	0.99808	.8	0.99601	0.99780	.8	0.99571	0.99750	.8	0.99541	0.99720
.9	0.99627	0.99806	.9	0.99598	0.99777	.9	0.99568	0.99747	.9	0.99538	0.99716

^aReference: CRC Handbook of Chemistry and Physics, David R. Lide, Editor-in-Chief, 74th Edition, 1993-1994.

^bmL = cm³.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

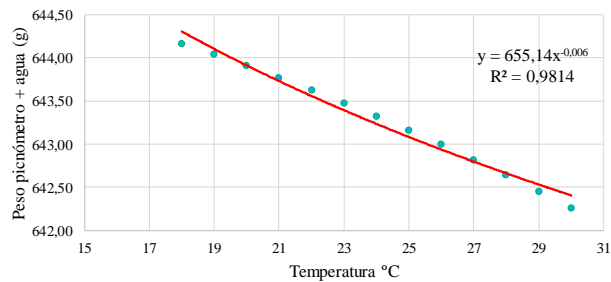
Vía: Chantilín
ID Muestra: P1
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

Recipiente Número	8	
Temperatura del agua + suelo	20,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	180,77	g
Peso del recipiente (W_r)	132,54	g
Peso del suelo seco (W_s)	48,23	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	643,91	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	692,14	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	674,07	g
Desplazamiento de agua (D_w)	18,07	g
Factor de corrección por temperatura (K)	1,00000	
Gravedad específica (G_s)	2,669	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	644,16
19	644,04
20	643,91
21	643,77
22	643,63
23	643,48
24	643,32
25	643,16
26	643,00
27	642,82
28	642,64
29	642,45
30	642,26

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



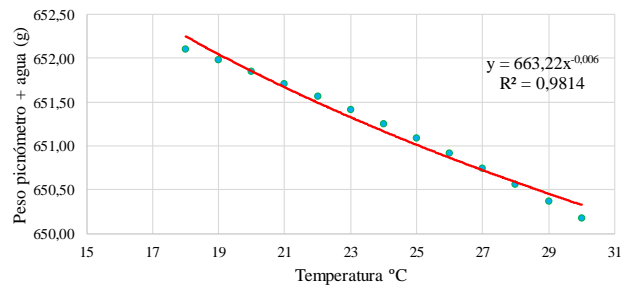
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P2 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9905545,41 761893,80 E

Recipiente Número	6	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	181,09	g
Peso del recipiente (W_r)	131,62	g
Peso del suelo seco (W_s)	49,47	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	651,85	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	701,32	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	682,76	g
Desplazamiento de agua (D_w)	18,56	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (G_s)	2,663	

Temperatura °C	Masa (g)
18	652,10
19	651,98
20	651,85
21	651,71
22	651,57
23	651,41
24	651,26
25	651,09
26	650,92
27	650,75
28	650,57
29	650,38
30	650,18

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



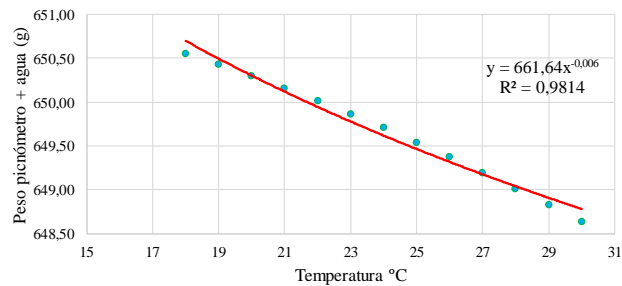
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9906161,57 761763,49 E

Recipiente Número	69	
Temperatura del agua + suelo	27,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	309,50	g
Peso del recipiente (W_r)	260,38	g
Peso del suelo seco (W_s)	49,12	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	650,30	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	699,42	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	681,04	g
Desplazamiento de agua (D_w)	18,38	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99831	
Gravedad específica (G_s)	2,668	

Temperatura °C	Masa (g)
18	650,55
19	650,43
20	650,30
21	650,16
22	650,02
23	649,86
24	649,71
25	649,55
26	649,38
27	649,20
28	649,02
29	648,83
30	648,64

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

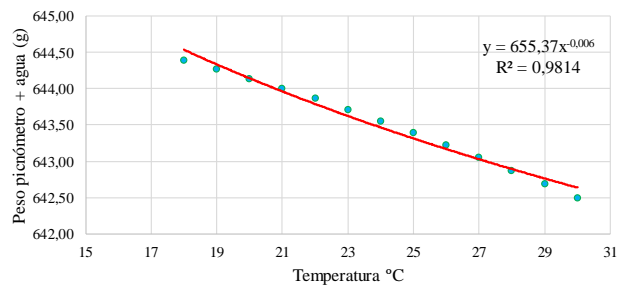
Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9906510,73 761277,67 E

Recipiente Número	8	
Temperatura del agua + suelo	23,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	161,20	g
Peso del recipiente (Wr)	111,47	g
Peso del suelo seco (Ws)	49,73	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	644,14	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	693,87	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	675,13	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,74	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99933	
Gravedad específica (Gs)	2,652	

Calibración del Picnómetro

Temperatura °C	Masa (g)
18	644,39
19	644,27
20	644,14
21	644,00
22	643,86
23	643,71
24	643,55
25	643,39
26	643,23
27	643,05
28	642,87
29	642,68
30	642,49

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



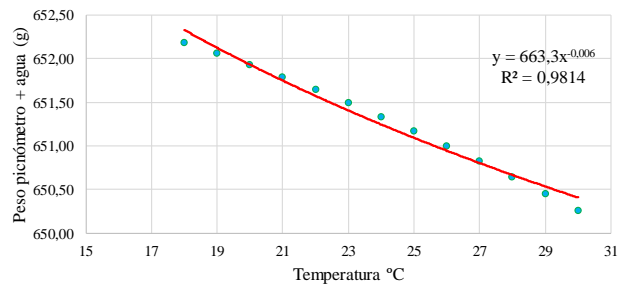
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P5 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9907271,59 757272,54 E

Recipiente Número	8	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	134,42	g
Peso del recipiente (Wr)	84,17	g
Peso del suelo seco (Ws)	50,25	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,93	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	702,18	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	683,24	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,94	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (Gs)	2,651	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	652,18
19	652,06
20	651,93
21	651,79
22	651,65
23	651,49
24	651,34
25	651,17
26	651,00
27	650,83
28	650,65
29	650,46
30	650,26

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



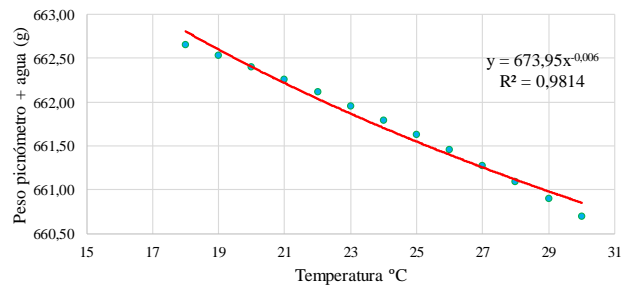
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P6 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9907225,03 756581,34 E

Recipiente Número	77	
Temperatura del agua + suelo	25,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	300,80	g
Peso del recipiente (W_r)	241,72	g
Peso del suelo seco (W_s)	59,08	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	662,40	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	721,48	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	699,31	g
Desplazamiento de agua (D_w)	22,17	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99884	
Gravedad específica (G_s)	2,662	

Temperatura °C	Masa (g)
18	662,66
19	662,53
20	662,40
21	662,26
22	662,12
23	661,96
24	661,80
25	661,63
26	661,46
27	661,28
28	661,10
29	660,90
30	660,70

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



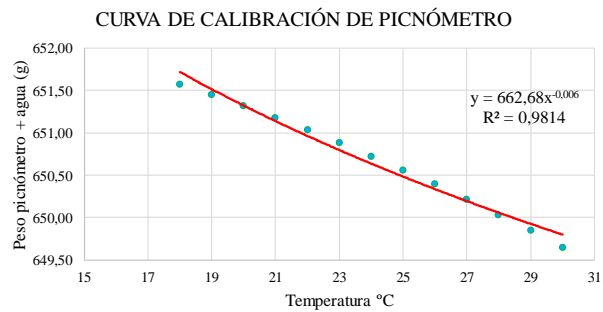
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí
ID Muestra: P7
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

Recipiente Número	28PS	
Temperatura del agua + suelo	21,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	169,58	g
Peso del recipiente (Wr)	119,41	g
Peso del suelo seco (Ws)	50,17	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,32	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	701,49	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	682,60	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,89	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99979	
Gravedad específica (Gs)	2,655	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,57
19	651,45
20	651,32
21	651,18
22	651,04
23	650,88
24	650,73
25	650,56
26	650,40
27	650,22
28	650,04
29	649,85
30	649,65





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA

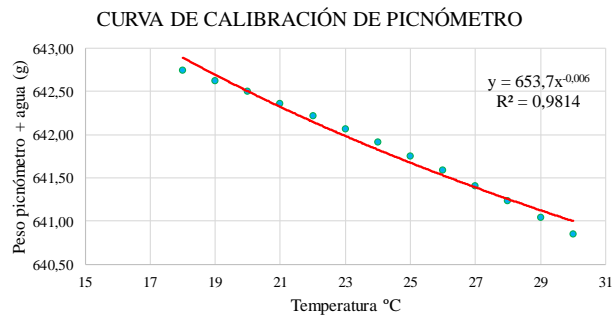


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P8 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

Recipiente Número	71A	
Temperatura del agua + suelo	20,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	157,78	g
Peso del recipiente (Wr)	107,42	g
Peso del suelo seco (Ws)	50,36	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	642,50	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	692,86	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	673,88	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,98	g
Factor de corrección por temperatura (K)	1,00000	
Gravedad específica (Gs)	2,653	

Temperatura °C	Masa (g)
18	642,75
19	642,63
20	642,50
21	642,37
22	642,22
23	642,07
24	641,92
25	641,75
26	641,59
27	641,41
28	641,23
29	641,05
30	640,86





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



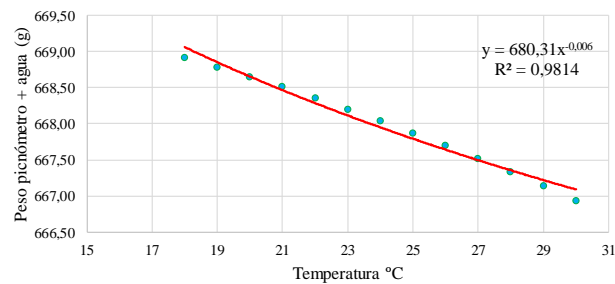
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P9 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T100 2015 **Coordenadas:** 17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

Recipiente Número	64	
Temperatura del agua + suelo	23,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	265,98	kg
Peso del recipiente (Wr)	219,58	kg
Peso del suelo seco (Ws)	46,40	kg
Peso picnómetro + agua (Wbw)	668,65	kg
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	715,05	kg
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	697,59	kg
Desplazamiento de agua (Dw)	17,46	kg
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99933	
Gravedad específica (Gs)	2,656	

Temperatura °C	Masa (g)
18	668,91
19	668,78
20	668,65
21	668,51
22	668,36
23	668,20
24	668,04
25	667,87
26	667,70
27	667,52
28	667,33
29	667,14
30	666,94

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

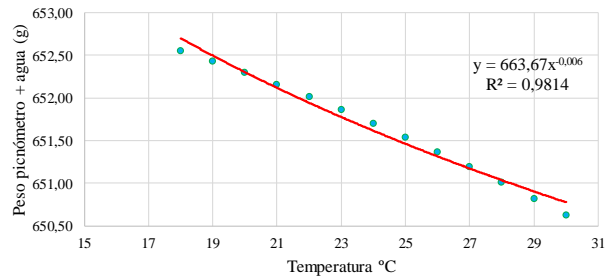
Vía: Cochapamba
ID Muestra: P10
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E

Recipiente Número	28ps	
Temperatura del agua + suelo	22,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	98,80	g
Peso del recipiente (Wr)	48,80	g
Peso del suelo seco (Ws)	50,00	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	652,30	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	702,30	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	683,44	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,86	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99957	
Gravedad específica (Gs)	2,650	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	652,55
19	652,43
20	652,30
21	652,16
22	652,02
23	651,86
24	651,71
25	651,54
26	651,37
27	651,20
28	651,01
29	650,83
30	650,63

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cochapamba
ID Muestra: P11
Norma: AASHTO T100 2015

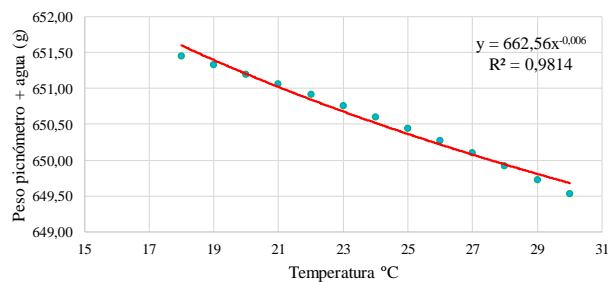
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908810,04 N 751283,23 E

Recipiente Número	78	
Temperatura del agua + suelo	23,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	166,88	g
Peso del recipiente (W_r)	117,80	g
Peso del suelo seco (W_s)	49,08	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	651,20	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	700,28	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	681,79	g
Desplazamiento de agua (D_w)	18,49	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99933	
Gravedad específica (G_s)	2,653	

Calibración del Picnómetro

Temperatura °C	Masa (g)
18	651,45
19	651,33
20	651,20
21	651,06
22	650,92
23	650,76
24	650,61
25	650,44
26	650,28
27	650,10
28	649,92
29	649,73
30	649,53

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

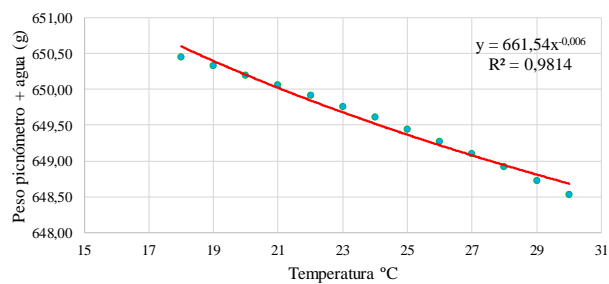
Vía: Cochapamba
ID Muestra: P12
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908760,45 751763,40 E

Recipiente Número	82	
Temperatura del agua + suelo	22,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	166,65	g
Peso del recipiente (W_r)	116,19	g
Peso del suelo seco (W_s)	50,46	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	650,20	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	711,81	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	692,78	g
Desplazamiento de agua (D_w)	19,03	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99957	
Gravedad específica (G_s)	2,651	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	650,45
19	650,33
20	650,20
21	650,06
22	649,92
23	649,76
24	649,61
25	649,45
26	649,28
27	649,10
28	648,92
29	648,73
30	648,54

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO



ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

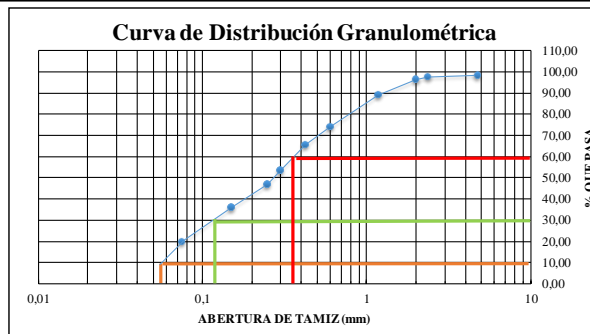


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: p1
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	16,20	16,20	1,62	98,38
8	2,36	7,89	24,09	2,41	97,59
10	2	11,64	35,73	3,57	96,43
16	1,18	73,87	109,60	10,96	89,04
30	0,6	148,27	257,87	25,79	74,21
40	0,425	84,85	342,72	34,28	65,72
50	0,3	123,74	466,46	46,65	53,35
60	0,25	64,81	531,27	53,13	46,87
100	0,15	108,66	639,93	64,00	36,00
200	0,075	161,98	801,91	80,20	19,80
BANDEJA		197,98	197,98	19,80	



D 60

D 30

D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,055	Cu = D60 / D10	6,40
D30 (mm)	0,144	Cc = D30² / (D60 * D10)	1,07
D60 (mm)	0,352	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1,18
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	80,20%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	1,62	78,58	19,80
AASHTO	2,41	77,79	19,80



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

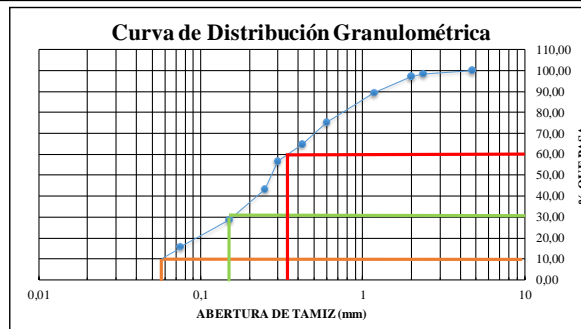


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P2
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0	0,00	0,00	100,00
8	2,36	15,26	15,26	1,53	98,47
10	2	13,22	28,48	2,85	97,15
16	1,18	78,25	106,73	10,68	89,32
30	0,6	139,14	245,87	24,60	75,40
40	0,425	107,16	353,03	35,32	64,68
50	0,3	78,34	431,37	43,16	56,84
60	0,25	136,34	567,71	56,80	43,20
100	0,15	145,62	713,33	71,37	28,63
200	0,075	129,51	842,84	84,33	15,67
BANDEJA		156,65	156,65	15,67	



D 60

D 30

D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,058	Cu = D60 / D10	6,12
D30 (mm)	0,168	Cc = D30² / (D60 * D10)	1,37
D60 (mm)	0,355	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1,18
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	84,34%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	84,33	15,67
AASHTO	1,53	82,80	15,67



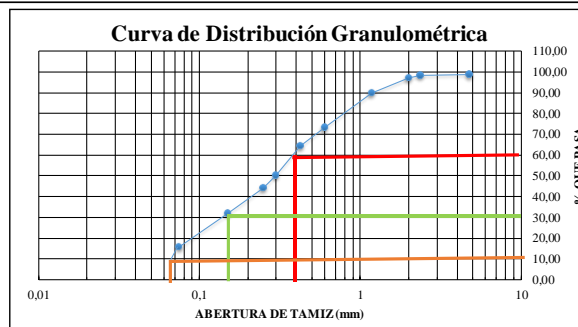
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 88 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E
Peso Muestra Seca: 1000 g

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	10,78	10,78	1,08	98,92
8	2,36	5,89	16,67	1,67	98,33
10	2	10,78	27,45	2,75	97,25
16	1,18	73,55	101,00	10,11	89,89
30	0,6	167,87	268,87	26,90	73,10
40	0,425	88,59	357,46	35,77	64,23
50	0,3	139,24	496,70	49,70	50,30
60	0,25	63,04	559,74	56,01	43,99
100	0,15	119,74	679,48	67,99	32,01
200	0,075	162,08	841,56	84,21	15,79
BANDEJA		157,78	157,78	15,79	



D 60
D 30
D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,065	Cu = D60 / D10	6,15
D30 (mm)	0,15	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,87
D60 (mm)	0,4	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1,18
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	84,22%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	1,08	83,13	15,79
AASHTO	1,67	82,54	15,79



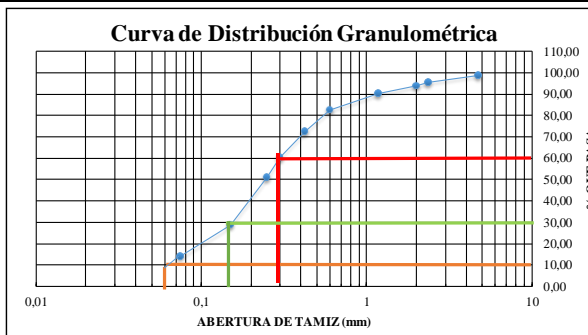
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín	Capa Vegetal: 5 cm
ID Muestra: P4	Profundidad: 100 cm
Norma: AASHTO T 88 2013	Coordenadas: 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E
Peso Muestra Seca: 1000 g	

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	12,98	12,98	1,30	98,70
8	2,36	33,45	46,43	4,64	95,36
10	2	14,19	60,62	6,06	93,94
16	1,18	36,78	97,40	9,74	90,26
30	0,6	77,29	174,69	17,47	82,53
40	0,425	99,67	274,36	27,44	72,56
50	0,3	122,58	396,94	39,71	60,29
60	0,25	92,60	489,54	48,97	51,03
100	0,15	221,38	710,92	71,12	28,88
200	0,075	147,06	857,98	85,83	14,17
BANDEJA		141,69	141,69	14,17	



D 60
D 30
D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,06	Cu = D60 / D10	5,00
D30 (mm)	0,15	Cc = D30² / (D60 * D10)	1,25
D60 (mm)	0,3	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	85,83%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	1,30	84,53	14,17
AASHTO	4,64	81,18	14,17



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

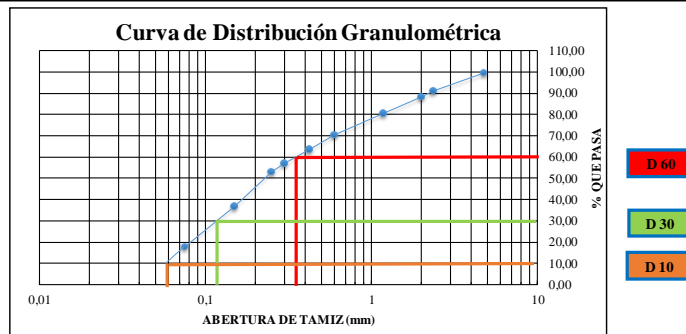


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P5
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	2,41	2,41	0,24	99,76
8	2,36	85,42	87,83	8,79	91,21
10	2	29,39	117,22	11,74	88,26
16	1,18	75,65	192,87	19,31	80,69
30	0,6	101,12	293,99	29,44	70,56
40	0,425	69,49	363,48	36,39	63,61
50	0,3	67,23	430,71	43,13	56,87
60	0,25	39,00	469,71	47,03	52,97
100	0,15	160,00	629,71	63,05	36,95
200	0,075	190,00	819,71	82,08	17,92
BANDEJA		179,00	179,00	17,92	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,06	Cu = D60 / D10	5,83
D30 (mm)	0,13	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,80
D60 (mm)	0,35	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	82,10%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,24	81,84	17,92
AASHTO	8,79	73,28	17,92



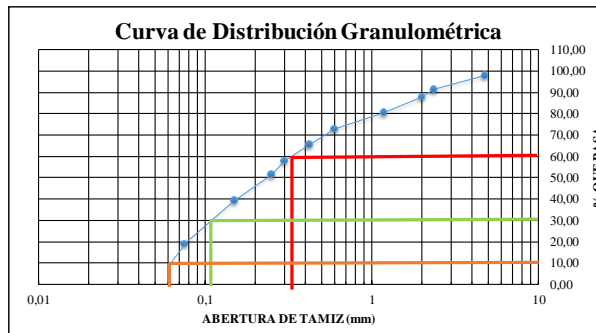
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P6 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 88 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9907225,03 N756581,34 E
Peso Muestra Seca: 1000 g

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	19,78	19,78	1,98	98,02
8	2,36	65,77	85,55	8,56	91,44
10	2	35,47	121,02	12,11	87,89
16	1,18	71,95	192,97	19,31	80,69
30	0,6	76,97	269,94	27,01	72,99
40	0,425	75,38	345,32	34,55	65,45
50	0,3	74,99	420,31	42,06	57,94
60	0,25	67,45	487,76	48,81	51,19
100	0,15	120,78	608,54	60,89	39,11
200	0,075	199,63	808,17	80,87	19,13
BANDEJA		191,22	191,22	19,13	



D 60
D 30
D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,06	Cu = D60 / D10	5,33
D30 (mm)	0,11	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,63
D60 (mm)	0,32	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	80,88%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	1,98	78,89	19,13
AASHTO	8,56	72,31	19,13



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

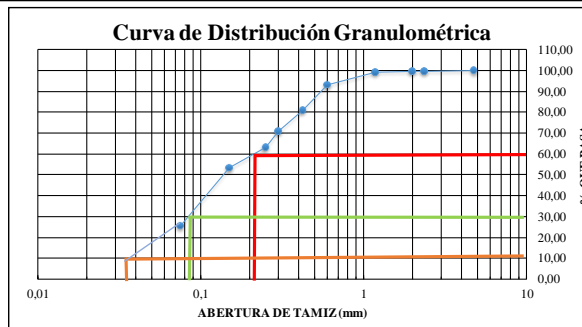


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P7
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	2,63	2,63	0,26	99,74
10	2	2,35	4,98	0,50	99,50
16	1,18	3,69	8,67	0,87	99,13
30	0,6	61,45	70,12	7,02	92,98
40	0,425	120,03	190,15	19,03	80,97
50	0,3	102,44	292,59	29,28	70,72
60	0,25	73,89	366,48	36,67	63,33
100	0,15	99,14	465,62	46,59	53,41
200	0,075	278,73	744,35	74,48	25,52
BANDEJA		254,98	254,98	25,52	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,035	$Cu = D60 / D10$	6,29
D30 (mm)	0,085	$Cc = D30^2 / (D60 * D10)$	0,94
D60 (mm)	0,22	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	0,6
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	74,50%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	74,48	25,52
AASHTO	0,26	74,22	25,52



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

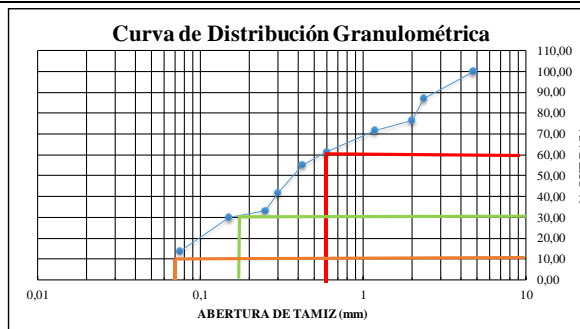


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P8
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	129,96	129,96	13,00	87,00
10	2	106,64	236,60	23,67	76,33
16	1,18	45,76	282,36	28,25	71,75
30	0,6	101,96	384,32	38,45	61,55
40	0,425	66,72	451,04	45,13	54,87
50	0,3	130,56	581,60	58,19	41,81
60	0,25	86,68	668,28	66,86	33,14
100	0,15	32,56	700,84	70,12	29,88
200	0,075	161,36	862,20	86,26	13,74
BANDEJA		137,28	137,28	13,74	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,07	Cu = D60 / D10	8,57
D30 (mm)	0,18	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,77
D60 (mm)	0,6	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	86,27%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	86,26	13,74
AASHTO	13,00	73,26	13,74



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

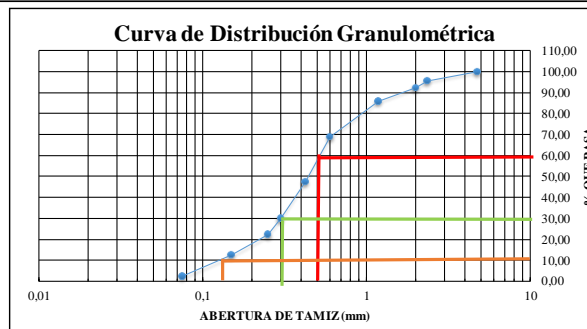


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P9
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	44,98	44,98	4,50	95,50
10	2	30,19	75,17	7,52	92,48
16	1,18	66,57	141,74	14,18	85,82
30	0,6	169,87	311,61	31,18	68,82
40	0,425	213,66	525,27	52,56	47,44
50	0,3	172,97	698,24	69,87	30,13
60	0,25	78,17	776,41	77,69	22,31
100	0,15	99,32	875,73	87,63	12,37
200	0,075	97,72	973,45	97,41	2,59
BANDEJA		25,87	25,87	2,59	



D 60

D 30

D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,14	Cu = D60 / D10	3,57
D30 (mm)	0,3	Cc = D30² / (D60 * D10)	1,29
D60 (mm)	0,5	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	97,41%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	97,41	2,59
AASHTO	4,50	92,91	2,59



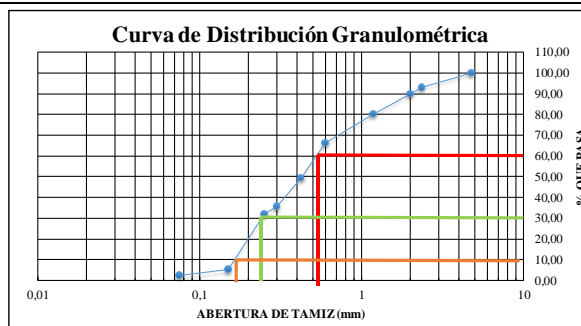
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P10 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 88 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E
Peso Muestra Seca: 1000 g

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	69,57	69,57	6,97	93,03
10	2	32,58	102,15	10,24	89,76
16	1,18	96,59	198,74	19,91	80,09
30	0,6	135,51	334,25	33,49	66,51
40	0,425	171,77	506,02	50,70	49,30
50	0,3	136,96	642,98	64,42	35,58
60	0,25	34,96	677,94	67,93	32,07
100	0,15	267,73	945,67	94,75	5,25
200	0,075	27,59	973,26	97,52	2,48
BANDEJA		24,77	24,77	2,48	



D 60
D 30
D 10

RESULTADOS			
D10 (mm)	0,18	Cu = D60 / D10	3,00
D30 (mm)	0,25	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,64
D60 (mm)	0,54	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	97,52%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	97,52	2,48
AASHTO	6,97	90,55	2,48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

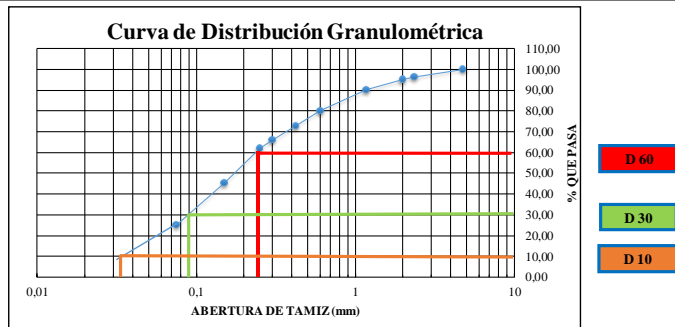


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P11
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908810,04 N 751283,23 E

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,36	35,88	35,88	3,60	96,40
10	2	14,48	50,36	5,05	94,95
16	1,18	46,48	96,84	9,71	90,29
30	0,6	101,55	198,39	19,90	80,10
40	0,425	71,32	269,71	27,05	72,95
50	0,3	67,59	337,30	33,83	66,17
60	0,25	42,57	379,87	38,10	61,90
100	0,15	165,87	545,74	54,73	45,27
200	0,075	202,77	748,51	75,07	24,93
BANDEJA		248,58	248,58	24,93	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,034	Cu = D60 / D10	7,35
D30 (mm)	0,09	Cc = D30² / (D60 * D10)	0,95
D60 (mm)	0,25	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2
Error Permítido	1,00%	Error Calculado	75,14%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,00	75,07	24,93
AASHTO	3,60	71,47	24,93



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

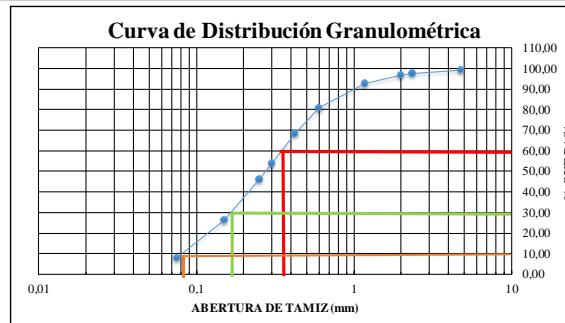


Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P12
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	7,52	7,52	0,75	99,25
8	2,36	14,89	22,41	2,25	97,75
10	2	8,97	31,38	3,14	96,86
16	1,18	40,18	71,56	7,17	92,83
30	0,6	119,47	191,03	19,14	80,86
40	0,425	124,90	315,93	31,66	68,34
50	0,3	144,96	460,89	46,18	53,82
60	0,25	77,12	538,01	53,91	46,09
100	0,15	196,42	734,43	73,59	26,41
200	0,075	184,26	918,69	92,05	7,95
BANDEJA		79,30	79,30	7,95	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,08	Cu = D60 / D10	4,50
D30 (mm)	0,18	Cc = D30² / (D60 * D10)	1,13
D60 (mm)	0,36	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1,18
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	92,07%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0,75	91,30	7,95
AASHTO	2,25	89,81	7,95

ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO



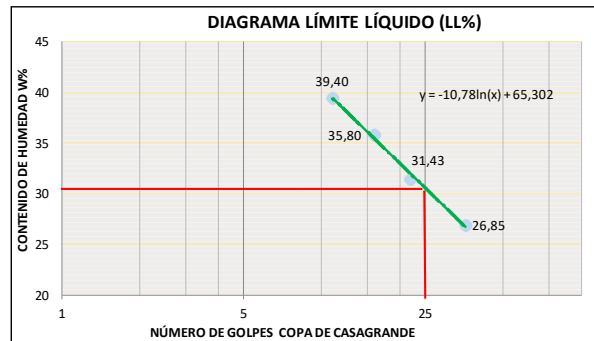
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín	Capa Vegetal: 5 cm
ID Muestra: P1	Profundidad: 100 cm
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

Número de Golpes	11		16		22		36		
Identificación de Cápsula	27	20	19	25	34	31	16	13	
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21,65	21,87	22,07	20,86	20,98	21,44	20,87	20,32	g
Peso de muestra seca + cápsula	18,73	18,90	19,13	18,30	18,54	19,04	18,90	18,40	g
Peso del agua	2,92	2,97	2,94	2,56	2,44	2,40	1,97	1,92	g
Peso de la muestra seca	7,39	7,56	8,25	7,12	7,63	7,77	7,38	7,11	g
Contenido de humedad (ω)	39,51	39,29	35,64	35,96	31,98	30,89	26,69	27,00	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	39,40		35,80		31,43		26,85		%
Límite Líquido (LL)	30,60								





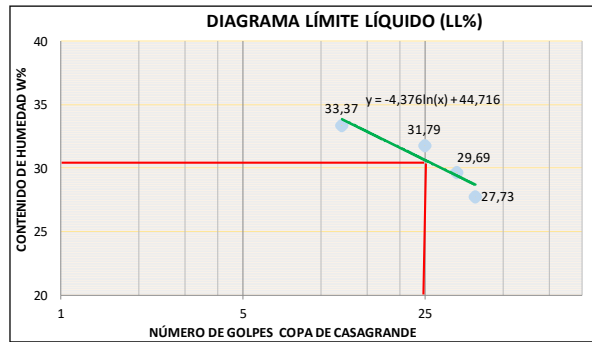
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín	Capa Vegetal: 5 cm	
ID Muestra: P2	Profundidad: 100 cm	
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E	

Número de Golpes	12		25		33		39		
	37	20	68	16	66	64	19	79	
Identificación de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21,54	22,32	21,54	22,33	21,14	20,78	19,58	20,49	g
Peso de muestra seca + cápsula	19,00	19,56	18,96	19,65	18,78	18,62	17,85	18,47	g
Peso del agua	2,54	2,76	2,58	2,68	2,36	2,16	1,73	2,02	g
Peso de la muestra seca	7,66	8,22	8,08	8,47	7,87	7,35	6,33	7,18	g
Contenido de humedad (ω)	33,16	33,58	31,93	31,64	29,99	29,39	27,33	28,13	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	33,37		31,79		29,69		27,73		%
Límite Líquido (LL)	30,63								%





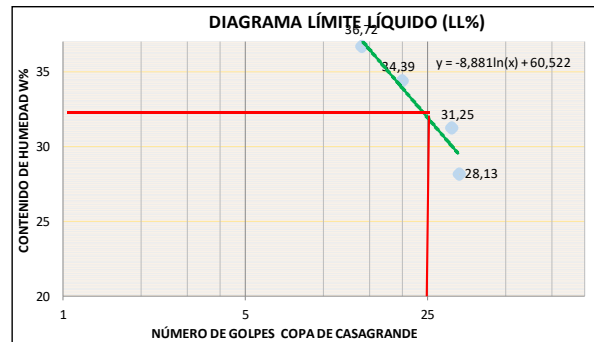
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín	Capa Vegetal: 5 cm	
ID Muestra: P3	Profundidad: 100 cm	
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E	

Número de Golpes	14		20		31		33		
	27	20	19	25	34	31	16	13	
Identificación de Cápsula									
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21,47	20,98	19,78	20,14	21,77	22,08	20,74	20,38	g
Peso de muestra seca + cápsula	18,74	18,40	17,50	17,85	19,19	19,50	18,70	18,40	g
Peso del agua	2,73	2,58	2,28	2,29	2,58	2,58	2,04	1,98	g
Peso de la muestra seca	7,40	7,06	6,62	6,67	8,28	8,23	7,18	7,11	g
Contenido de humedad (ω)	36,89	36,54	34,44	34,33	31,16	31,35	28,41	27,85	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	36,72		34,39		31,25		28,13		%
Límite Líquido (LL)	32,34 %								





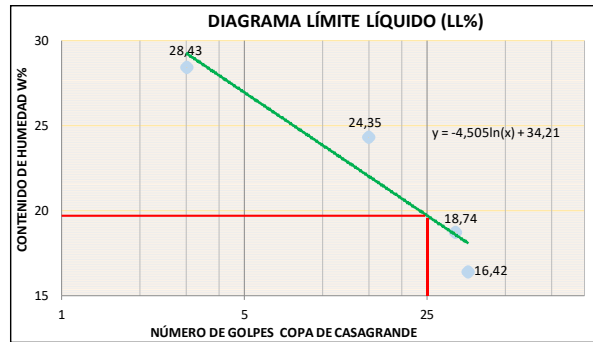
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P4
Norma: AASHTO T 89 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

Número de Golpes	3		15		32		36			
Identificación de Cápsula	37	20	68	16	66	64	19	79		
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g	
Peso de muestra húmeda + cápsula	19,16	17,41	18,35	19,08	18,36	18,71	17,91	18,74	g	
Peso de muestra seca + cápsula	17,45	16,05	16,90	17,52	17,20	17,52	17,00	17,70	g	
Peso del agua	1,71	1,36	1,45	1,56	1,16	1,19	0,91	1,04	g	
Peso de la muestra seca	6,11	4,71	6,02	6,34	6,29	6,25	5,48	6,41	g	
Contenido de humedad (ω)	27,99	28,87	24,09	24,61	18,44	19,04	16,61	16,22	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	28,43		24,35		18,74		16,42		%	
Límite Líquido (LL)									19,71	%





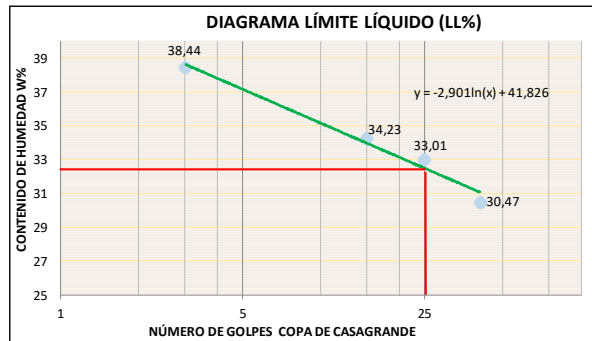
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P5	Profundidad:	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	Coordenadas:	17 Sur	9907271,59 N 757272,54 E

Número de Golpes	3		15		25		41		
	27	20	19	25	34	31	16	13	
Identificación de Cápsula	27	20	19	25	34	31	16	13	
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	18,01	18,14	17,58	17,66	18,33	19,04	18,77	18,79	g
Peso de muestra seca + cápsula	16,15	16,26	15,90	15,98	16,50	17,10	17,00	17,12	g
Peso del agua	1,86	1,88	1,68	1,68	1,83	1,94	1,77	1,67	g
Peso de la muestra seca	4,81	4,92	5,02	4,80	5,59	5,83	5,48	5,83	g
Contenido de humedad (ω)	38,67	38,21	33,47	35,00	32,74	33,28	32,30	28,64	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	38,44		34,23		33,01		30,47		%
Límite Líquido (LL)	32,87								%





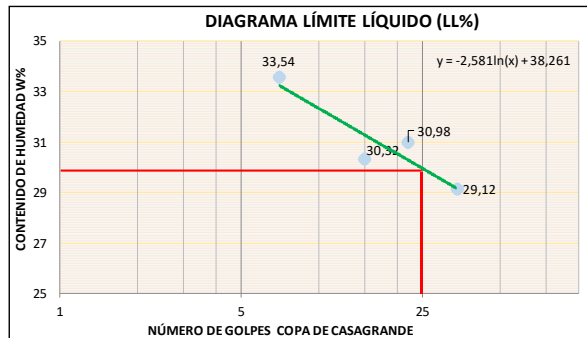
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí	Capa Vegetal: 5 cm	
ID Muestra: P6	Profundidad: 100 cm	
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E	

Número de Golpes	7		15		22		34			
Identificación de Cápsula	37	20	68	16	66	64	19	79		
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g	
Peso de muestra húmeda + cápsula	21,26	21,89	21,42	21,83	20,71	21,77	21,39	21,81	g	
Peso de muestra seca + cápsula	18,75	19,26	18,97	19,35	18,38	19,30	19,20	19,40	g	
Peso del agua	2,51	2,63	2,45	2,48	2,33	2,47	2,19	2,41	g	
Peso de la muestra seca	7,41	7,92	8,09	8,17	7,47	8,03	7,68	8,11	g	
Contenido de humedad (ω)	33,87	33,21	30,28	30,35	31,19	30,76	28,52	29,72	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	33,54		30,32		30,98		29,12		%	
Límite Líquido (LL)									29,95	%





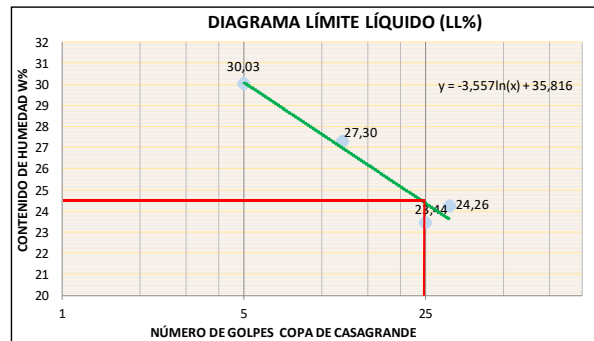
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí	Capa Vegetal: 5 cm
ID Muestra: P7	Profundidad: 100 cm
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

Número de Golpes	5		12		25		31		
	27	20	19	25	34	31	16	13	
Identificación de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	19,87	20,13	20,06	20,03	19,98	19,96	19,78	20,17	g
Peso de muestra seca + cápsula	17,90	18,10	18,20	18,03	18,30	18,27	18,10	18,51	g
Peso del agua	1,97	2,03	1,86	2,00	1,68	1,69	1,68	1,66	g
Peso de la muestra seca	6,56	6,76	7,32	6,85	7,39	7,00	6,58	7,22	g
Contenido de humedad (ω)	30,03	30,03	25,41	29,20	22,73	24,14	25,53	22,99	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	30,03		27,30		23,44		24,26		%
Límite Líquido (LL)	24,37 %								





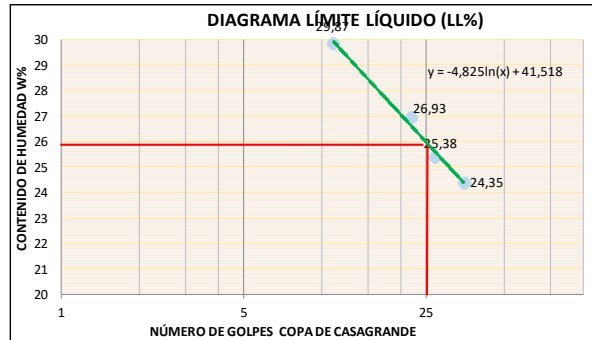
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P8	Profundidad:	100	cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	Coordenadas:	17 Sur	9907258,38 N 754766,97 E

Número de Golpes	11		22		27		35			
Identificación de Cápsula	37	20	68	16	66	64	19	79		
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g	
Peso de muestra húmeda + cápsula	21,34	19,47	18,12	19,53	18,11	16,02	15,16	15,41	g	
Peso de muestra seca + cápsula	19,04	17,60	16,60	17,74	16,65	15,06	14,45	14,60	g	
Peso del agua	2,30	1,87	1,52	1,79	1,46	0,96	0,71	0,81	g	
Peso de la muestra seca	7,70	6,26	5,72	6,56	5,74	3,79	2,93	3,31	g	
Contenido de humedad (ω)	29,87	29,87	26,57	27,29	25,44	25,33	24,23	24,47	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	29,87		26,93		25,38		24,35		%	
Límite Líquido (LL)									26,00	%





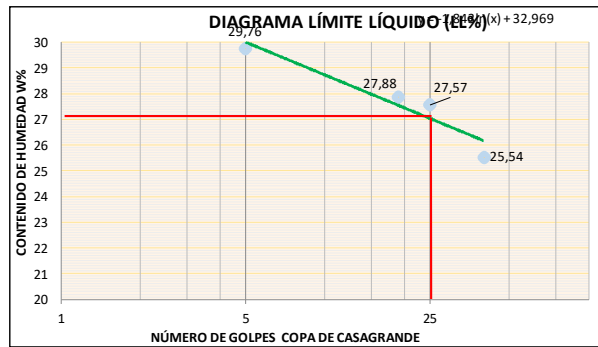
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P9	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	Coordenadas:	17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

Número de Golpes	5		19		25		40		
Identificación de Cápsula	27	20	19	25	34	31	16	13	
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	20,14	21,12	20,95	20,47	20,11	20,72	20,96	21,18	g
Peso de muestra seca + cápsula	18,11	18,89	18,86	18,35	18,10	18,70	19,00	19,21	g
Peso del agua	2,03	2,23	2,09	2,12	2,01	2,02	1,96	1,97	g
Peso de la muestra seca	6,77	7,55	7,98	7,17	7,19	7,43	7,48	7,92	g
Contenido de humedad (ω)	29,99	29,54	26,19	29,57	27,96	27,19	26,20	24,87	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	29,76		27,88		27,57		25,54		%
Límite Líquido (LL)	27,37 %								





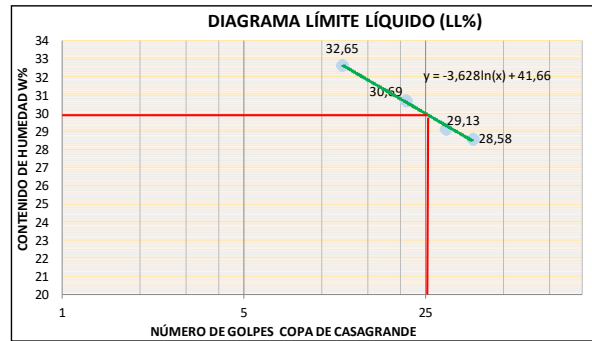
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba	Capa Vegetal: 5 cm	
ID Muestra: P10	Profundidad: 100 cm	
Norma: AASHTO T 89 2013	Coordenadas: 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E	

Número de Golpes	12		21		30		38			
Identificación de Cápsula	37	20	68	16	66	64	19	79		
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g	
Peso de muestra húmeda + cápsula	22,77	21,11	20,14	20,36	20,84	21,11	20,31	21,08	g	
Peso de muestra seca + cápsula	19,94	18,72	17,97	18,20	18,60	18,89	18,36	18,90	g	
Peso del agua	2,83	2,39	2,17	2,16	2,24	2,22	1,95	2,18	g	
Peso de la muestra seca	8,60	7,38	7,09	7,02	7,69	7,62	6,84	7,61	g	
Contenido de humedad (ω)	32,91	32,38	30,61	30,77	29,13	29,13	28,51	28,65	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	32,65		30,69		29,13		28,58		%	
Límite Líquido (LL)									29,98	%





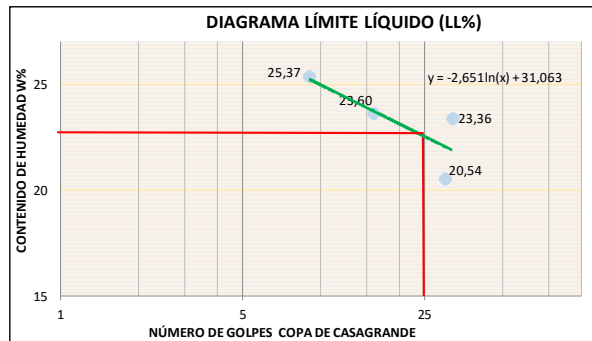
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P11	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	Coordenadas:	17 Sur 9908810,04 N 751283,23 E

Número de Golpes	9	16	30	32					
Identificación de Cápsula	27	20	19	25	34	31	16	13	
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	16,72	17,73	18,35	17,14	17,35	17,12	16,27	17,04	g
Peso de muestra seca + cápsula	15,62	16,45	17,03	15,92	16,29	16,09	15,30	16,04	g
Peso del agua	1,10	1,28	1,32	1,22	1,06	1,03	0,97	1,00	g
Peso de la muestra seca	4,28	5,11	6,15	4,74	5,38	4,82	3,78	4,75	g
Contenido de humedad (ω)	25,70	25,05	21,46	25,74	19,70	21,37	25,66	21,05	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	25,37		23,60		20,54		23,36		%
Límite Líquido (LL)	23,55								%





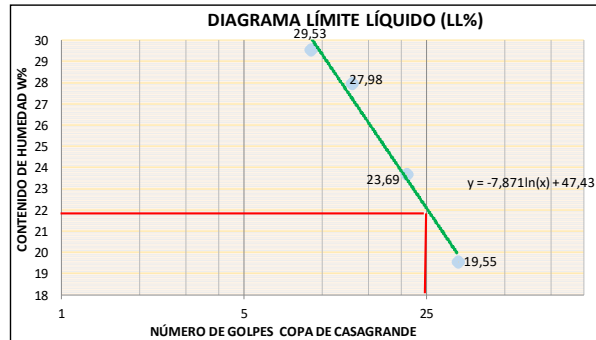
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P12	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 89 2013	Coordenadas:	17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

Número de Golpes	9		13		21		33		
Identificación de Cápsula	37	20	68	16	66	64	19	79	
Peso de Cápsula	11,34	11,34	10,88	11,18	10,91	11,27	11,52	11,29	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	18,42	19,61	23,96	22,71	20,85	22,53	23,47	24,06	g
Peso de muestra seca + cápsula	16,81	17,72	21,10	20,19	18,94	20,38	21,48	22,01	g
Peso del agua	1,61	1,89	2,86	2,52	1,91	2,15	1,99	2,05	g
Peso de la muestra seca	5,47	6,38	10,22	9,01	8,03	9,11	9,96	10,72	g
Contenido de humedad (ω)	29,43	29,62	27,98	27,97	23,79	23,60	19,98	19,12	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	29,53		27,98		23,69		19,55		%
Límite Líquido (LL)	22,10								%



ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P1
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

Recipiente Número	16	23	18	24	64	
Peso muestra húmeda + recipiente	11,82	11,94	11,92	12,04	12,14	g
Peso muestra seca + recipiente	11,57	11,67	11,56	11,73	11,83	g
Peso del agua	0,26	0,27	0,36	0,31	0,31	g
Peso del recipiente	10,60	10,72	10,19	10,56	10,69	g
Peso de la muestra seca	0,97	0,95	1,37	1,17	1,14	g
Contenido de humedad (ω)	26,42	28,69	26,28	26,50	26,97	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26,97					%
Límite Plástico (Lp)	26,97					%
Límite Líquido (LL)	30,60					%
Índice Plástico (IP)	3,63					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P2
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

Recipiente Número	60	34	54	63	43	
Peso muestra húmeda + recipiente	6,72	6,83	7,72	7,43	7,17	g
Peso muestra seca + recipiente	6,58	6,65	7,34	7,10	6,94	g
Peso del agua	0,14	0,18	0,38	0,33	0,24	g
Peso del recipiente	6,08	6,02	6,04	5,92	6,10	g
Peso de la muestra seca	0,50	0,63	1,30	1,18	0,84	g
Contenido de humedad (ω)	28,51	28,16	29,23	28,18	28,14	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28,45					%
Límite Plástico (Lp)	28,45					%
Límite Líquido (LL)	30,63					%
Índice Plástico (IP)	2,18					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P3
Norma: AASHTO T90 2016
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E

Recipiente Número	61	35	55	66	42	
Peso muestra húmeda + recipiente	8,14	8,65	8,96	9,04	9,41	g
Peso muestra seca + recipiente	7,70	8,06	8,30	8,34	8,63	g
Peso del agua	0,44	0,59	0,66	0,70	0,78	g
Peso del recipiente	6,16	6,15	6,15	6,09	6,10	g
Peso de la muestra seca	1,54	1,91	2,15	2,25	2,53	g
Contenido de humedad (ω)	28,57	30,89	30,70	31,11	30,83	%
Promedio contenido de humedad (ω)	30,42					%
Límite Plástico (Lp)	30,42					%
Límite Líquido (LL)	32,34					%
Índice Plástico (IP)	1,92					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín
ID Muestra: P4
Norma: AASHTO T90 2016
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

Recipiente Número	4AL	P7	1AL	5	104M	
Peso muestra húmeda + recipiente	12,11	12,42	12,58	12,04	12,46	g
Peso muestra seca + recipiente	11,82	12,10	12,25	11,80	12,16	g
Peso del agua	0,29	0,32	0,33	0,24	0,30	g
Peso del recipiente	10,48	10,63	10,75	10,70	10,68	g
Peso de la muestra seca	1,34	1,47	1,50	1,10	1,48	g
Contenido de humedad (ω)	21,64	21,77	22,00	21,82	20,27	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,36					%
Límite Plástico (Lp)	21,36					%
Límite Líquido (LL)	23,93					%
Índice Plástico (IP)	2,56					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P5
Norma: AASHTO T90 2016
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

Recipiente Número	16	23	18	24	64	
Peso muestra húmeda + recipiente	12,26	12,14	12,10	12,27	12,13	g
Peso muestra seca + recipiente	11,86	11,80	11,64	11,86	11,79	g
Peso del agua	0,40	0,34	0,46	0,41	0,34	g
Peso del recipiente	10,60	10,72	10,19	10,56	10,69	g
Peso de la muestra seca	1,26	1,08	1,45	1,30	1,10	g
Contenido de humedad (ω)	31,75	31,48	31,72	31,54	30,91	%
Promedio contenido de humedad (ω)	31,48					%
Límite Plástico (Lp)	31,48					%
Límite Líquido (LL)	32,87					%
Índice Plástico (IP)	1,39					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P6
Norma: AASHTO T90 2016
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E

Recipiente Número	60	34	54	63	43	
Peso muestra húmeda + recipiente	8,21	8,08	7,96	7,98	8,14	g
Peso muestra seca + recipiente	7,74	7,63	7,54	7,53	7,69	g
Peso del agua	0,47	0,46	0,42	0,46	0,45	g
Peso del recipiente	6,08	6,02	6,04	5,92	6,10	g
Peso de la muestra seca	1,66	1,61	1,50	1,61	1,59	g
Contenido de humedad (ω)	28,31	28,35	28,00	28,35	28,30	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28,26					%
Límite Plástico (Lp)	28,26					%
Límite Líquido (LL)	29,95					%
Índice Plástico (IP)	1,69					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P7
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

Recipiente Número	61	35	55	66	42	
Peso muestra húmeda + recipiente	7,86	8,01	7,89	8,00	7,97	g
Peso muestra seca + recipiente	7,55	7,67	7,57	7,65	7,63	g
Peso del agua	0,31	0,34	0,32	0,35	0,34	g
Peso del recipiente	6,16	6,15	6,15	6,09	6,10	g
Peso de la muestra seca	1,39	1,52	1,42	1,56	1,53	g
Contenido de humedad (ω)	22,30	22,37	22,36	22,28	22,30	%
Promedio contenido de humedad (ω)	22,32					%
Límite Plástico (Lp)	22,32					%
Límite Líquido (LL)	24,37					%
Índice Plástico (IP)	2,04					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P8
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

Recipiente Número	16	23	18	24	64	
Peso muestra húmeda + recipiente	13,09	12,92	13,43	13,33	13,65	g
Peso muestra seca + recipiente	12,62	12,51	12,82	12,80	13,09	g
Peso del agua	0,47	0,41	0,61	0,53	0,56	g
Peso del recipiente	10,60	10,72	10,19	10,56	10,69	g
Peso de la muestra seca	2,02	1,79	2,63	2,24	2,40	g
Contenido de humedad (ω)	23,27	22,91	23,19	23,66	23,33	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23,27					%
Límite Plástico (Lp)	23,27					%
Límite Líquido (LL)	26,00					%
Índice Plástico (IP)	2,73					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P9
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

Recipiente Número	60	34	54	63	43	
Peso muestra húmeda + recipiente	10,21	10,34	10,08	9,84	9,97	g
Peso muestra seca + recipiente	9,40	9,50	9,29	9,07	9,21	g
Peso del agua	0,81	0,84	0,79	0,77	0,76	g
Peso del recipiente	6,08	6,02	6,04	5,92	6,10	g
Peso de la muestra seca	3,32	3,48	3,25	3,15	3,11	g
Contenido de humedad (ω)	24,40	24,21	24,31	24,44	24,44	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24,36					%
Límite Plástico (Lp)	24,36					%
Límite Líquido (LL)	27,37					%
Índice Plástico (IP)	3,01					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba
ID Muestra: P10
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E

Recipiente Número	61	35	55	66	42	
Peso muestra húmeda + recipiente	10,12	10,23	10,22	10,16	10,21	g
Peso muestra seca + recipiente	9,29	9,38	9,37	9,31	9,35	g
Peso del agua	0,83	0,85	0,85	0,85	0,86	g
Peso del recipiente	6,16	6,15	6,15	6,09	6,10	g
Peso de la muestra seca	3,13	3,23	3,22	3,22	3,25	g
Contenido de humedad (ω)	26,44	26,35	26,40	26,40	26,46	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26,41					%
Límite Plástico (Lp)	26,41					%
Límite Líquido (LL)	29,98					%
Índice Plástico (IP)	3,57					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P11 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T90 2016 **Coordenadas:** 17 Sur 9908810,04 N 751283,23 E

Recipiente Número	16	23	18	24	64	
Peso muestra húmeda + recipiente	12,87	12,69	12,78	12,84	12,79	g
Peso muestra seca + recipiente	12,47	12,34	12,33	12,44	12,42	g
Peso del agua	0,40	0,35	0,45	0,40	0,37	g
Peso del recipiente	10,60	10,72	10,19	10,56	10,69	g
Peso de la muestra seca	1,87	1,62	2,14	1,88	1,73	g
Contenido de humedad (ω)	21,39	21,60	21,03	21,28	21,39	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,34					%
Límite Plástico (Lp)	21,34					%
Límite Líquido (LL)	23,55					%
Índice Plástico (IP)	2,22					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P12 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T90 2016 **Coordenadas:** 17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

Recipiente Número	60	34	54	63	43	
Peso muestra húmeda + recipiente	7,73	7,21	7,92	9,10	8,16	g
Peso muestra seca + recipiente	7,44	7,01	7,59	8,54	7,80	g
Peso del agua	0,29	0,20	0,33	0,56	0,36	g
Peso del recipiente	6,08	6,02	6,04	5,89	6,10	g
Peso de la muestra seca	1,36	0,99	1,55	2,65	1,70	g
Contenido de humedad (ω)	21,32	20,20	21,29	21,13	21,18	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,02					%
Límite Plástico (Lp)	21,02					%
Límite Líquido (LL)	22,10					%
Índice Plástico (IP)	1,07					%

**ENSAYO
PROCTOR
MODIFICADO
TIPO B**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 180 2018 **Coordenadas:** 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g	
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³	
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h	12,2 cm
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

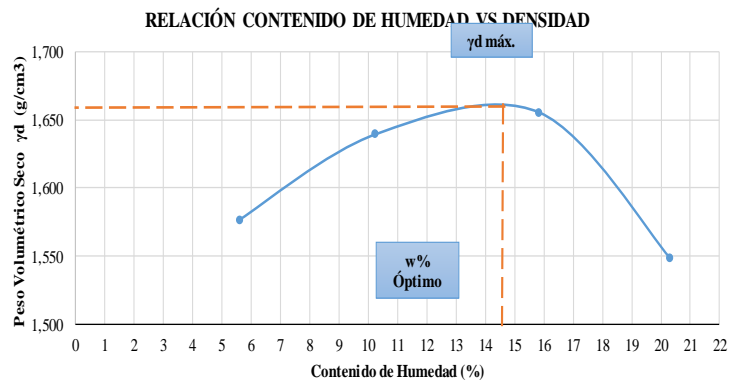
Ensayo Número	1	2	3	4	
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%	%
P. molde+Suelo húmedo	19243	19554	19794	19674	g
Peso suelo húmedo Wm	3638	3949	4189	4069	g
Peso unitario húmedo γm	1,665	1,808	1,917	1,862	g/cm ³

DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	140,21	144,74	142,33	140,24	150,77	153,69	140,51	146,82	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134,00	139,00	132,00	130,00	134,25	137,00	122,00	127,00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	104,27	108,87	101,21	99,40	103,51	106,37	92,04	96,78	g
Peso del agua (Ww)	6,21	5,74	10,33	10,24	16,52	16,69	18,51	19,82	g
Contenido de humedad (ω)	5,96	5,27	10,21	10,30	15,96	15,69	20,11	20,48	%
Promedio contenido de humedad (ω)	5,61		10,25		15,83		20,30		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,577		1,639		1,655		1,548		g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	14,5	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,653	g/cm ³





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Chantilín	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P3	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 180 2018	Coordenadas:	17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	5000	5000		5000	5000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%	%
P. molde+Suelo húmedo	19437	19776	20004	19921	g
Peso suelo húmedo Wm	3832	4171	4399	4316	g
Peso unitario húmedo γm	1,754	1,909	2,013	1,976	g/cm ³

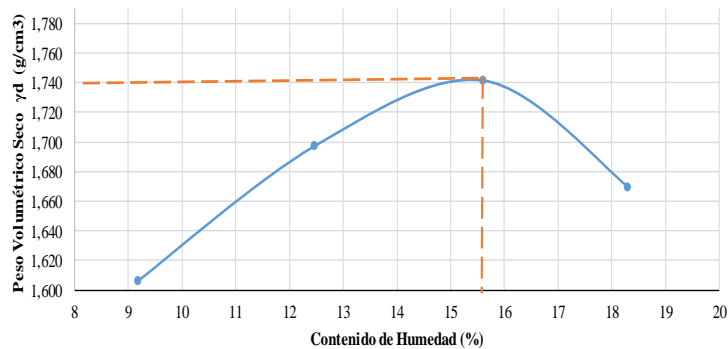
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	138,28	142,25	141,25	143,56	150,47	148,63	147,22	144,62	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	128,96	133,00	129,03	131,00	134,00	133,00	129,00	127,00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99,23	102,87	98,24	100,40	103,26	102,37	99,04	96,78	g
Peso del agua (Ww)	9,32	9,25	12,22	12,56	16,47	15,63	18,22	17,62	g
Contenido de humedad (ω)	9,39	8,99	12,44	12,51	15,95	15,27	18,40	18,21	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9,19		12,47		15,61		18,30		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,606		1,697		1,742		1,670		g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	15,50	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,740	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "E")

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Chantilín **Capa Veg** 5 cm
ID Muestra: P4 **Profundid** 100 cm
Norma: AASHTO T 180 2018 **Coordena** 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ²	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida	6%	12%	18%	23%
P. molde+Suelo húmedo	19373	19667	19894	19884
Peso suelo húmedo Wm	3768	4062	4289	4279
Peso unitario húmedo γ_m	1,725	1,859	1,963	1,959

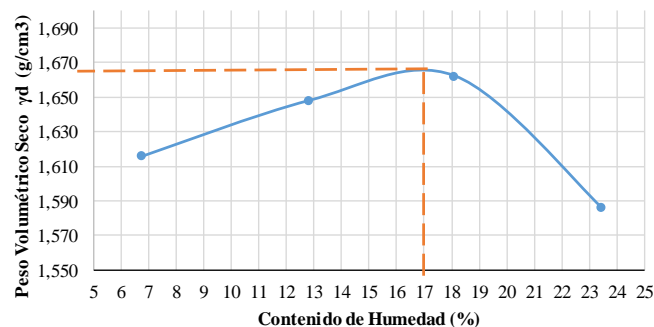
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	130,56	135,85	140,57	152,78	136,99	138,74	150,47	130,79
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	124,36	129,00	128,00	139,00	120,87	122,00	127,20	111,98
Peso de la muestra seca (Ws)	94,63	98,87	97,21	108,40	90,13	91,37	97,24	81,76
Peso del agua (Ww)	6,20	6,85	12,57	13,78	16,12	16,74	23,27	18,81
Contenido de humedad (ω)	6,55	6,93	12,93	12,71	17,88	18,32	23,93	23,01
Promedio contenido de humedad	6,74	12,82	18,10	23,47				
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,616	1,648	1,662	1,586				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	17	%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,667	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Saquisilí	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P5	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 180 2018	Coordenadas:	17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Ø _{int}	15,1	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	
Humedad inicial añadida	8%	13%	17%	22%	%
P. molde+Suelo húmedo	19177	19498	19666	19498	g
Peso suelo húmedo W _m	3572	3893	4061	3893	g
Peso unitario húmedo γ _m	1,635	1,782	1,859	1,782	g/cm ³

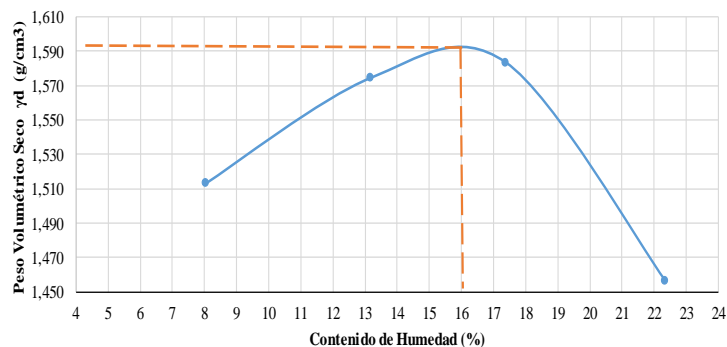
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente W _r	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222	g
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	135,87	140,78	136,66	157,32	154,74	120,89	139,22	147,03	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	127,98	132,52	124,33	142,59	136,52	107,44	119,00	126,00	g
Peso de la muestra seca (W _s)	98,25	102,39	93,54	111,99	105,78	76,81	89,04	95,78	g
Peso del agua (W _w)	7,89	8,26	12,33	14,73	18,22	13,45	20,22	21,03	g
Contenido de humedad (ω)	8,03	8,07	13,18	13,15	17,22	17,51	22,71	21,96	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8,05		13,17		17,37		22,33		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,513		1,575		1,584		1,457		g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	16	%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,593	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P6 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 180 2018 **Coordenadas:** 17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida	4%	8%	12%	16%
P. molde+Suelo húmedo	18943	19488	19697	19541
Peso suelo húmedo Wm	3338	3883	4092	3936
Peso unitario húmedo γm	1,528	1,777	1,873	1,802

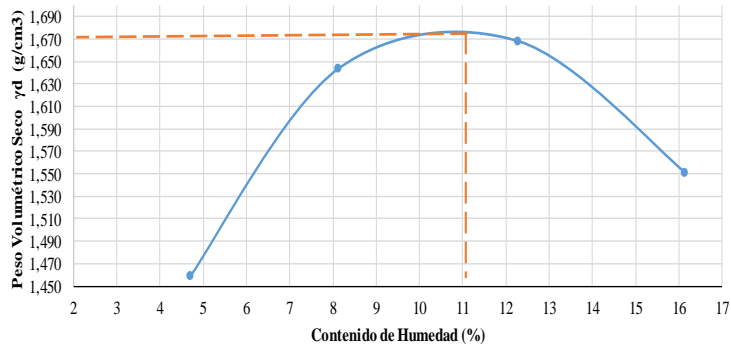
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	163,14	152,47	132,62	153,48	186,66	196,41	125,47	136,88
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	157,12	146,97	125,14	144,02	169,74	178,12	112,23	122,02
Peso de la muestra seca (Ws)	127,39	116,84	94,35	113,42	139,00	147,49	82,27	91,80
Peso del agua (Ww)	6,02	5,50	7,48	9,46	16,92	18,29	13,24	14,86
Contenido de humedad (ω)	4,73	4,71	7,93	8,34	12,17	12,40	16,09	16,19
Promedio contenido de humedad (ω)	4,72		8,13		12,29		16,14	
Peso Volumétrico Seco γd	1,459		1,644		1,668		1,551	

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	11	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,673	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Saquisilí
ID Muestra: P8
Norma: AASHTO T 180 2018

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h	12,2	cm
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g		

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	
Humedad inicial añadida	5%	10%	15%	20%	%
P. molde+Suelo húmedo	19391	19683	19946	19784	g
Peso suelo húmedo Wm	3786	4078	4341	4179	g
Peso unitario húmedo γm	1,733	1,867	1,987	1,913	g/cm ³

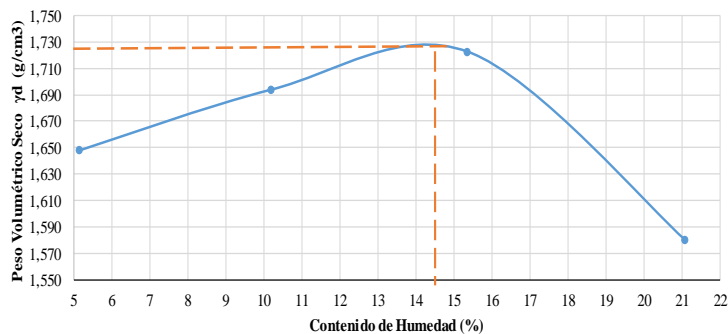
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	126,89	140,63	151,47	110,56	153,21	140,74	143,69	146,08	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	122,11	135,21	140,41	103,08	136,99	125,98	124,11	125,68	g
Peso de la muestra seca (Ws)	92,38	105,08	109,62	72,48	106,25	95,35	94,15	95,46	g
Peso del agua (Ww)	4,78	5,42	11,06	7,48	16,22	14,76	19,58	20,40	g
Contenido de humedad (ω)	5,17	5,16	10,09	10,32	15,27	15,48	20,80	21,37	%
Promedio contenido de humedad (ω)	5,17		10,20		15,37		21,08		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,648		1,694		1,722		1,580		g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	14,5	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,725	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba	Capa Vegetal: 5 cm
ID Muestra: P9	Profundidad: 100 cm
Norma: AASHTO T 180 2018	Coordenadas: 17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida	6%	12%	18%	24%
P. molde+Suelo húmedo	19275	19561	19822	19693
Peso suelo húmedo Wm	3670	3956	4217	4088
Peso unitario húmedo γm	1,680	1,811	1,930	1,871

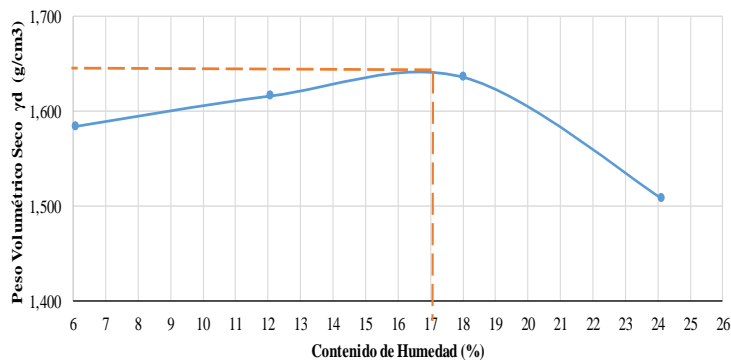
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	101,40	99,89	106,14	125,30	114,11	110,52	112,77	141,73
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	97,30	95,90	98,02	115,12	101,40	98,31	96,69	120,07
Peso de la muestra seca (Ws)	67,57	65,77	67,24	84,52	70,66	67,68	66,73	89,85
Peso del agua (Ww)	4,10	3,99	8,12	10,18	12,71	12,21	16,08	21,66
Contenido de humedad (ω)	6,07	6,07	12,07	12,04	17,99	18,04	24,10	24,11
Promedio contenido de humedad (ω)	6,07		12,06		18,01		24,10	
Peso Volumétrico Seco γd	1,584		1,616		1,636		1,508	

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	17,00	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,650	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P10	Profundidad:	100	cm
Norma:	AASHTO T 180 2018	Coordenadas:	17 Sur	9908327,21 N 750830,38 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000	5000	5000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	
Humedad inicial añadida	4%	8%	12%	18%	%
P. molde+Suelo húmedo	19294	19592	19788	19741	g
Peso suelo húmedo Wm	3689	3987	4183	4136	g
Peso unitario húmedo γm	1,689	1,825	1,915	1,893	g/cm ³

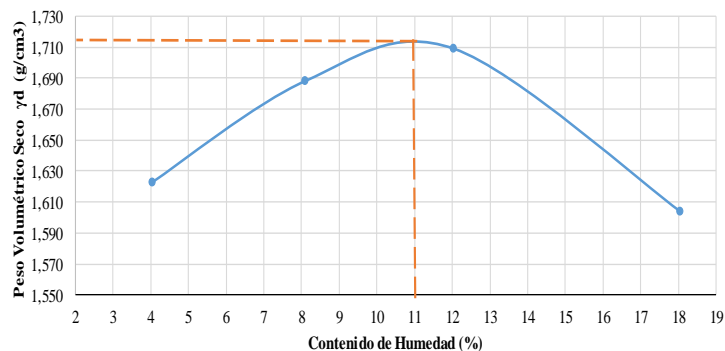
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8	
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	141,88	131,98	120,52	121,65	130,74	136,41	143,61	160,52	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	137,54	128,00	113,83	114,79	120,01	125,02	126,23	140,61	g
Peso de la muestra seca (Ws)	107,81	97,87	83,04	84,19	89,27	94,39	96,27	110,39	g
Peso del agua (Ww)	4,34	3,98	6,69	6,86	10,73	11,39	17,38	19,91	g
Contenido de humedad (ω)	4,03	4,07	8,06	8,15	12,02	12,07	18,05	18,04	%
Promedio contenido de humedad (ω)	4,05		8,10		12,04		18,04		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,623		1,688		1,709		1,604		g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	11,00	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,714	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
 ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Parroquia: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P12 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 180 2018 **Coordenadas:** 17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15605	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2184,76	cm ³
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie ³	Øint	15,1	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida	15%	20%	25%	30%
P. molde+Suelo húmedo	18946	19584	19607	19561
Peso suelo húmedo Wm	3341	3979	4002	3956
Peso unitario húmedo γm	1,529	1,821	1,832	1,811

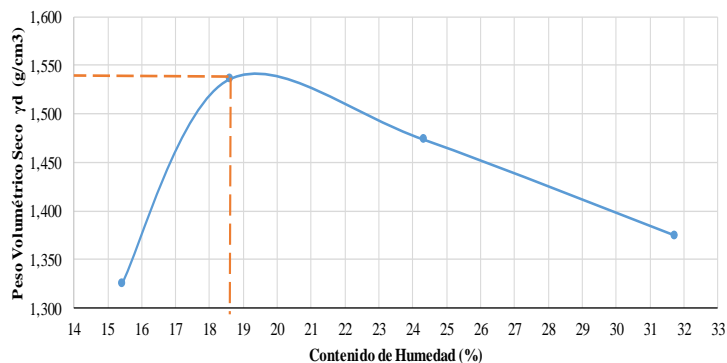
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	1	2	3	4	5	6	7	8
Peso del recipiente Wr	29,727	30,126	30,786	30,603	30,738	30,632	29,96	30,222
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	108,94	103,68	122,60	124,69	138,45	139,23	138,69	138,11
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	97,93	94,26	108,20	109,95	118,15	117,22	111,36	113,30
Peso de la muestra seca (Ws)	68,20	64,13	77,41	79,35	87,41	86,59	81,40	83,08
Peso del agua (Ww)	11,01	9,42	14,40	14,74	20,30	22,01	27,33	24,81
Contenido de humedad (ω)	16,14	14,69	18,60	18,58	23,22	25,42	33,57	29,86
Promedio contenido de humedad (ω)	15,42		18,59		24,32		31,72	
Peso Volumétrico Seco γd	1,325		1,536		1,473		1,375	

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad promedio ω	18,60	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,540	g/cm ³

RELACIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD VS DENSIDAD



ENSAYO CBR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1,653	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14,50
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	
DIMENSIONES	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12775		10701		13722		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4508		4333		4066		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,967		1,851		1,737		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	140,25	146,90	124,10	127,87	136,87	132,41	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	126,04	132,00	112,00	115,00	121,70	118,00	g
Peso del agua (W _w)	14,21	14,90	12,10	12,87	15,17	14,41	g
Peso del recipiente (W _r)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (W _s)	96,31	101,87	81,21	84,40	90,96	87,37	g
Contenido de humedad (ω)	14,75	14,63	14,90	15,25	16,68	16,49	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,69		15,07		16,59		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,715		1,609		1,490		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12845	11026	14354	g
Peso Molde	8267	6368	9656	g
Peso de Muestra Húmeda	4578	4658	4698	g
Volumen Muestra	2292,20	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,997	1,990	2,007	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	32	20	17	85	1	89	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	148,23	145,45	186,79	174,96	185,91	175,10	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	127,98	125,29	159,06	149,22	155,12	145,89	g
Peso del agua (W _w)	20,25	20,16	27,73	25,74	30,79	29,21	g
Peso del recipiente (W _r)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	g
Peso de la muestra seca (W _s)	121,73	118,77	156,95	147,07	152,93	143,67	g
Contenido de humedad (ω)	16,64	16,97	17,67	17,50	20,13	20,33	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16,80		17,58		20,23		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



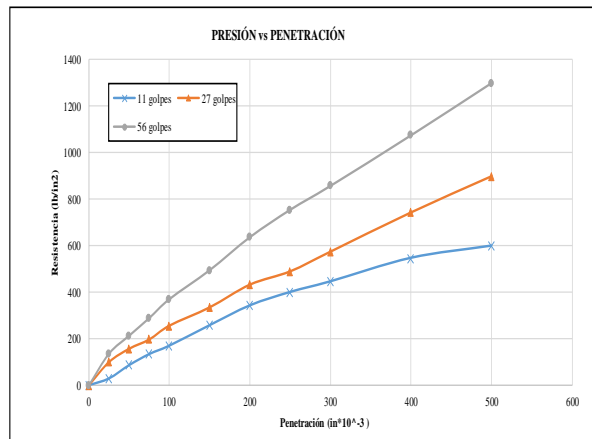
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0,64	25		136,0	45,3		99,7	33,2		29,4	9,8				
1,27	50		213,2	71,1		156,7	52,2		86,3	28,8				
1,91	75		288,9	96,3		196,7	65,6		133,7	44,6				
2,54	100	1000	370,2	123,4	123,40	256,0	85,3	85,33	169,8	56,6	56,60			
3,81	150		494,6	164,9		334,6	111,5		257,4	85,8				
5,08	200	1500	636,4	212,1	212,13	432,2	144,1	144,07	342,3	114,1	114,10			
6,35	250		754,0	251,3		489,2	163,1		399,5	133,2				
7,62	300		856,7	285,6		573,7	191,2		445,1	148,4				
10,16	400		1073,9	358,0		742,2	247,4		545,7	181,9				
12,7	500		1298,4	432,8		897,6	299,2		597,9	199,3				





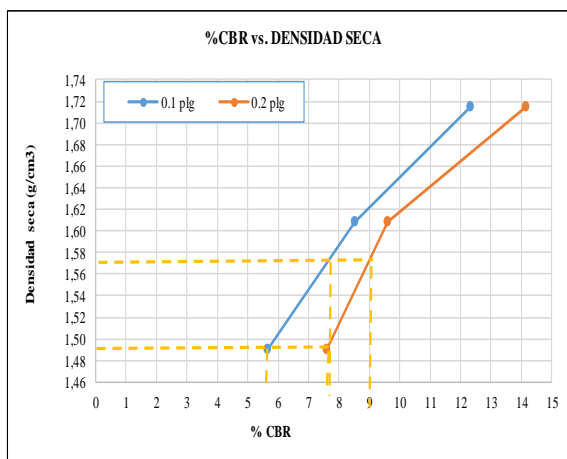
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P1 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9905255,69 N 761486,68 E

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	12,34	8,53	5,66
	0.2"	14,14	9,60	7,61
Densida Seca	g/cm ³	1,715	1,609	1,490



Densidad seca máx :	1,653	g/cm ³
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,488	5,5	7,5	7,5
95% DSM= 1,570	7,6	9,0	9,0

90



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P2 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1,722	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16,00
Altura de Caída	18	in			

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12768		10774		13733		kg
Peso Molde	8267		6368		9656		kg
Peso de Muestra Húmeda	4501		4406		4077		kg
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,964		1,882		1,742		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	35	17	1	85	78	52	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	164,13	141,66	154,67	153,64	141,54	150,21	kg
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	144,78	125,40	136,30	136,02	125,00	132,04	kg
Peso del agua (W _w)	19,35	16,26	18,37	17,62	16,54	18,17	kg
Peso del recipiente (W _r)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	kg
Peso de la muestra seca (W _s)	115,05	95,27	105,51	105,42	94,26	101,41	kg
Contenido de humedad (ω)	16,82	17,07	17,41	16,71	17,55	17,92	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16,94		17,06		17,73		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,679		1,608		1,479		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12992	10947	13988	
Peso Molde	8267	6368	9656	
Peso de Muestra Húmeda	4725	4579	4332	
Volumen Muestra	2292,20	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,061	1,956	1,851	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	42	35	69	78	84	81	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	150,41	130,58	125,68	130,58	134,55	140,24	kg
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	129,04	110,83	105,14	109,06	110,95	116,14	kg
Peso del agua (W _w)	21,37	19,75	20,54	21,52	23,60	24,10	kg
Peso del recipiente (W _r)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	kg
Peso de la muestra seca (W _s)	122,79	104,31	103,03	106,91	108,76	113,92	kg
Contenido de humedad (ω)	17,40	18,93	19,94	20,13	21,70	21,16	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18,17		20,03		21,43		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

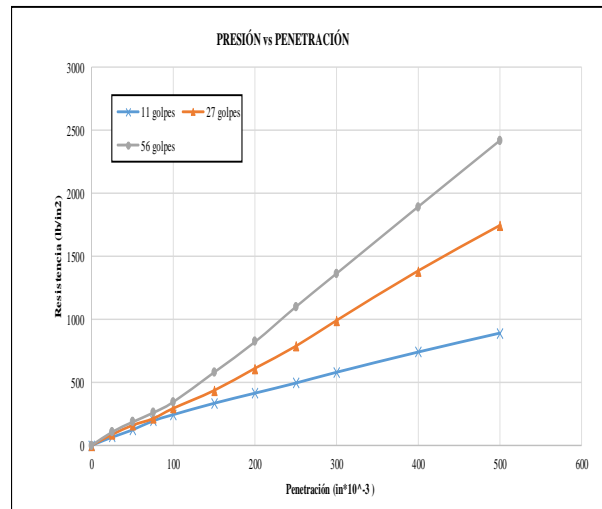
Vía: Chantilín
ID Muestra: P2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 80 cm
Coordenadas: 17 Sur 9905545,41 N 761893,80 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocidad de carga	1,270	mm/min	
					0,05	in/min	

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)					
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %		
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.			
0	0		0	0		0	0		0	0		0	0			
0,64	25		105,6	35,2		85,8	28,6		64,8	21,6						
1,27	50		184,9	61,6		159,2	53,1		122,6	40,9						
1,91	75		257,4	85,8		211,7	70,6		193,5	64,5						
2,54	100	1000	344,1	114,7	114,70	293,7	97,9	9,79	245,5	81,2	81,17					
3,81	150		579,3	193,1		435,1	145,0		333,5	111,2						
5,08	200	1500	820,4	273,5	273,47	600,4	203,5	203,47	413,7	137,9	137,90					
6,35	250		1098,3	366,1		785,5	261,8		493,6	164,5						
7,62	300		1363,4	454,5		989,8	329,9		579,2	193,1						
10,16	400		1893,1	631,0		1383,4	461,1		799,4	246,5						
12,7	500		2418,1	806,0		1742,6	580,9		889,2	296,4						





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín
ID Muestra: P3
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,740	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15,50	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13001		10899		13812		gr
Peso Molde	8267		6368		9656		gr
Peso de Muestra Húmeda	4734		4531		4156		gr
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2,065		1,936		1,775		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	160,44	152,36	135,61	140,42	145,34	146,75	gr
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	142,89	136,04	121,50	126,00	129,00	130,41	gr
Peso del agua (Ww)	17,55	16,32	14,11	14,42	16,34	16,34	gr
Peso del recipiente (Wr)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	gr
Peso de la muestra seca (Ws)	113,16	105,91	90,71	95,40	98,26	99,78	gr
Contenido de humedad (ω)	15,51	15,41	15,55	15,12	16,63	16,38	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,46		15,34		16,50		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,789		1,678		1,524		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13210		11074		14052		gr
Peso Molde	8267		6368		9656		gr
Peso de Muestra Húmeda	4943		4706		4396		gr
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2,156		2,010		1,878		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	53	57	37	15	56	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116,74	150,71	129,95	105,98	130,84	133,14	gr
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	101,68	130,12	109,80	90,60	109,70	111,30	gr
Peso del agua (Ww)	15,06	20,59	20,15	15,38	21,14	21,84	gr
Peso del recipiente (Wr)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	gr
Peso de la muestra seca (Ws)	95,43	123,60	107,69	88,45	107,51	109,08	gr
Contenido de humedad (ω)	15,78	16,66	18,71	17,39	19,66	20,02	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16,22		18,05		19,84		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



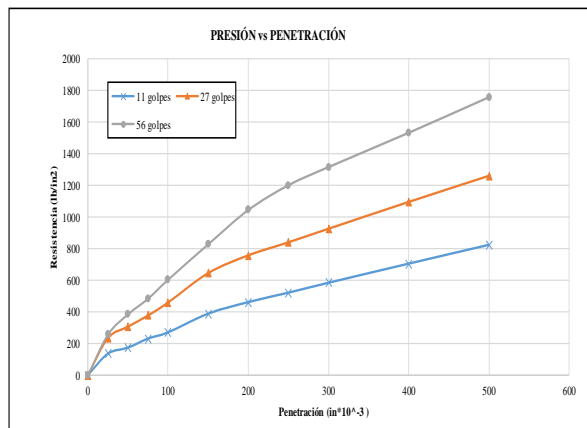
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín
ID Muestra: P3
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 80 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1,270	mm/min
					0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0,64	25	1000	256,0	85,3	20,10	233,8	77,9	15,30	135,9	45,3	90,13	173,8	57,9	
1,27	50		384,2	128,1		306,4	102,1		230,9	77,0				
1,91	75		483,2	161,1		376,9	125,6		270,4	90,1				
2,54	100		603,3	201,1		458,9	155,0		388,2	129,4				
3,81	150		827,3	275,8		644,7	214,9		461,2	153,7				
5,08	200		1044,6	348,2		756,8	252,3		520,7	173,6				
6,35	250		1201,2	400,4		839,0	279,7		583,4	194,5				
7,62	300		1316,2	438,7		924,8	308,3		704,1	234,7				
10,16	400		1533,1	511,0		1094,2	364,7		822,9	274,3				
12,7	500		1758,2	586,1		1293,3	419,8							





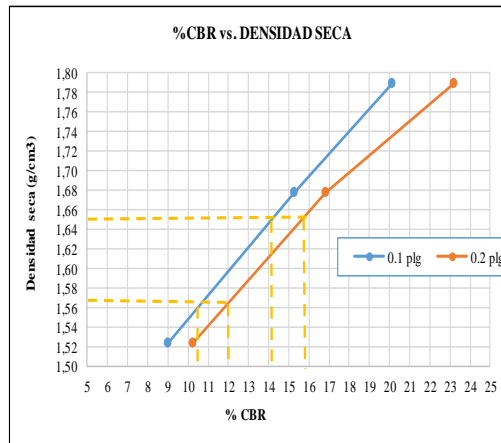
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía:	Chantilín	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P3	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	Coordenadas:	17 Sur 9906161,57 N 761763,49 E

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20,11	15,30	9,01
	0.2"	23,21	16,82	10,25
Densida Seca	g/cm ³	1,789	1,678	1,524



Densidad seca máx:	1,740	gr/cm ³
--------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,566	10,5	12	12
95% DSM = 1,653	14,1	15,6	15,6

15,6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI 3

Vía: Chantilín
ID Muestra: P4
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,667	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	
DIMENSIONES	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12727		10372		13542		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4460		4004		3886		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,946		1,711		1,660		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	147,41	136,89	134,51	140,17	145,32	145,03	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	130,00	121,00	118,87	123,95	127,80	127,60	g
Peso del agua (W _w)	17,41	15,89	15,64	16,22	17,52	17,43	g
Peso del recipiente (W _r)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (W _s)	100,27	90,87	88,08	93,35	97,06	96,97	g
Contenido de humedad (ω)	17,36	17,49	17,76	17,38	18,05	17,98	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,42		17,57		18,01		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,657		1,455		1,407		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

	9	2	8	
Peso Húmeda + Molde	12993	10678	13859	g
Peso Molde	8267	6368	9656	g
Peso de Muestra Húmeda	4726	4310	4203	g
Volumen Muestra	2292,20	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,062	1,841	1,796	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	45	55	64	28	11	49	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	135,40	145,10	156,80	165,70	189,70	145,80	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	115,50	122,70	131,60	138,50	157,80	123,80	g
Peso del agua (W _w)	19,90	22,40	25,20	27,20	31,90	22,00	g
Peso del recipiente (W _r)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	g
Peso de la muestra seca (W _s)	109,25	116,18	129,49	136,35	155,61	121,58	g
Contenido de humedad (ω)	18,22	19,28	19,46	19,95	20,50	18,09	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18,75		19,70		19,30		%



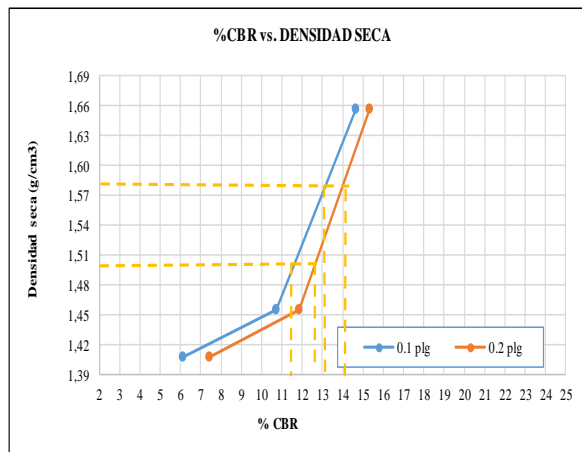
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Chantilín **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9906510,73 N 761277,67 E

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	14,65	10,73	6,12
	0.2"	15,32	11,86	7,43
Densida Seca	g/cm ³	1,657	1,455	1,407



Densidad seca máx :	1,667	gr/cm ³
---------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,500	11,5	12,5	12,5
95% DSM = 1,584	13,1	14,2	14,2

14,2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P5 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1,593	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12515		10207		13177		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4248		3839		3521		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1,853		1,640		1,504		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	46	2B	89	16	88	1	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	150,68	160,78	154,03	163,12	140,78	151,60	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	133,89	142,24	136,87	144,00	125,00	134,87	g
Peso del agua (Ww)	16,79	18,54	17,16	19,12	15,78	16,73	g
Peso del recipiente (Wr)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (Ws)	104,16	112,11	106,08	113,40	94,26	104,24	g
Contenido de humedad (ω)	16,12	16,54	16,18	16,86	16,74	16,05	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16,33		16,52		16,40		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,593		1,408		1,292		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12862	10680	13748	g
Peso Molde	8267	6368	9656	g
Peso de Muestra Húmeda	4595	4312	4092	g
Volumen Muestra	2292,21	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2,005	1,842	1,748	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	93	3	16	6	91	42	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	154,11	146,35	175,97	137,11	187,70	139,70	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134,83	128,30	151,21	120,53	159,11	120,00	g
Peso del agua (Ww)	19,28	18,05	24,76	16,58	28,59	19,70	g
Peso del recipiente (Wr)	33,50	33,40	30,60	34,30	32,40	31,70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101,33	94,90	120,61	86,23	126,71	88,30	g
Contenido de humedad (ω)	19,03	19,02	20,53	19,23	22,56	22,31	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,02		19,88		22,44		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

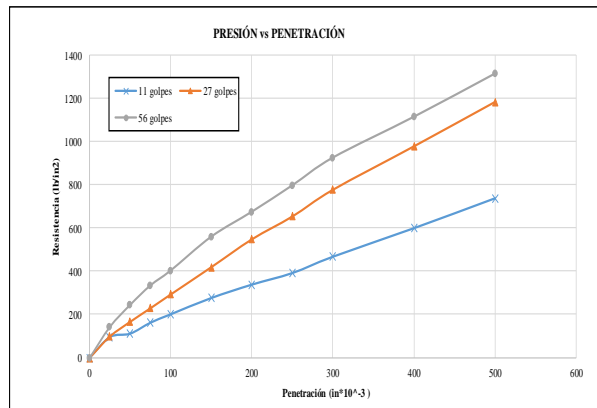
Vía: Saquisilí
ID Muestra: P5
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907271,59 N 757272,54 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocidad de carga	1,270	mm/min	
					0,05	in/min	

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in*10 ⁻³		Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0	0		0	0			0	0			
0.64	25		143.0	47.7		98.8	32.9			143.0	47.7			
1.27	50		244.9	81.6		166.9	55.6			244.9	81.6			
1.91	75		334.8	111.6		229.7	76.6			334.8	111.6			
2.54	100	1000	403.8	134.6	134.60	293.6	97.9	97.87	9.79	403.8	134.6	134.60	67.20	
3.81	150		580.0	186.7		419.8	139.9			580.0	186.7			
5.08	200	1500	675.1	225.0	225.03	548.6	182.9	182.87	12.19	675.1	225.0	225.03	112.90	
6.35	250		797.3	265.8		654.7	218.2			797.3	265.8			
7.62	300		925.2	308.4		778.2	259.4			925.2	308.4			
10.16	400		1113.9	371.3		979.6	326.5			1113.9	371.3			
12.7	500		1313.4	437.8		1185.1	395.0			1313.4	437.8			





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí
ID Muestra: P6
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,673	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	11,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12551		10571		13567		kg
Peso Molde	8267		6368		9656		kg
Peso de Muestra Húmeda	4284		4203		3911		kg
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,869		1,796		1,671		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	12	16	18	19	20	22	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	140,56	154,78	145,68	146,32	150,35	151,41	kg
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	129,58	142,65	134,21	134,11	138,14	138,88	kg
Peso del agua (W _w)	10,98	12,13	11,47	12,21	12,21	12,53	kg
Peso del recipiente (W _r)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	kg
Peso de la muestra seca (W _s)	99,85	112,52	103,42	103,51	107,40	108,25	kg
Contenido de humedad (ω)	11,00	10,78	11,09	11,80	11,37	11,58	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,89		11,44		11,47		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,685		1,611		1,499		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12823	10987	14078	kg
Peso Molde	8267	6368	9656	kg
Peso de Muestra Húmeda	4556	4619	4422	kg
Volumen Muestra	2292,21	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,988	1,973	1,889	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	5	6	78	95	65	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	150,89	145,21	149,14	121,84	178,32	142,55	kg
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	133,12	127,97	127,90	105,15	149,40	120,00	kg
Peso del agua (W _w)	17,77	17,24	21,24	16,69	28,92	22,55	kg
Peso del recipiente (W _r)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	kg
Peso de la muestra seca (W _s)	126,87	121,45	125,79	103,00	147,21	117,78	kg
Contenido de humedad (ω)	14,01	14,20	16,89	16,20	19,65	19,15	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,10		16,54		19,40		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



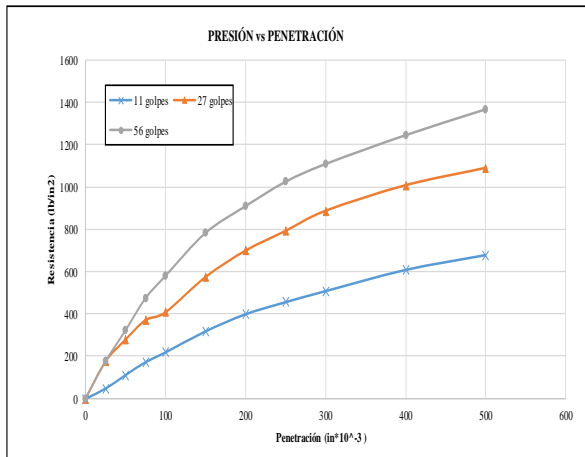
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P6 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO D 1883 **Coordenadas:** 17 Sur 9907225,03 N 756581,34 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10 ⁻³	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0,64	25		175,6	58,5		175,4	58,5		47,6	15,9		111,6	37,2	
1,27	50		322,9	107,6		279,1	93,0		111,6	37,2		172,6	57,5	
1,91	75		474,5	158,2		371,5	123,8		172,6	57,5		218,9	73,0	72,97
2,54	100	1000	580,4	193,5	193,47	408,6	136,2	136,20	218,9	73,0	72,97	318,6	106,2	
3,81	150		783,5	261,2		575,3	191,8		318,6	106,2		399,6	133,2	133,20
5,08	200	1500	910,0	303,3	303,33	700,2	233,4	233,40	399,6	133,2	133,20	456,7	152,2	8,88
6,35	250		1025,3	341,8		793,5	264,5		456,7	152,2		509,1	169,7	
7,62	300		1109,3	369,8		888,6	296,2		509,1	169,7		609,3	203,1	
10,16	400		1245,6	415,2		1009,5	336,5		609,3	203,1		679,8	226,6	
12,7	500		1367,8	455,9		1091,6	363,9		679,8	226,6				





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí
ID Muestra: P7
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1,44	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	11,50	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12023		9994		12992		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	3756		3626		3336		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1,639		1,549		1,425		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	150,36	149,21	151,87	153,45	152,65	151,05	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	138,11	137,00	138,89	140,00	140,00	139,01	g
Peso del agua (Ww)	12,25	12,21	12,98	13,45	12,65	12,04	g
Peso del recipiente (Wr)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (Ws)	108,38	106,87	108,10	109,40	109,26	108,38	g
Contenido de humedad (ω)	11,30	11,42	12,01	12,29	11,58	11,11	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11,36		12,15		11,34		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,471		1,381		1,280		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12276		10235		13341		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4009		3867		3685		g
Volumen Muestra	2292,21		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1,749		1,652		1,574		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	124,14	129,45	128,74	123,63	131,32	130,17	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	108,00	113,00	110,00	105,50	110,12	109,76	g
Peso del agua (Ww)	16,14	16,45	18,74	18,13	21,20	20,41	g
Peso del recipiente (Wr)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101,75	106,48	107,89	103,35	107,93	107,54	g
Contenido de humedad (ω)	15,86	15,45	17,37	17,54	19,64	18,98	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,66		17,46		19,31		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,512		1,406		1,319		g/cm ³



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



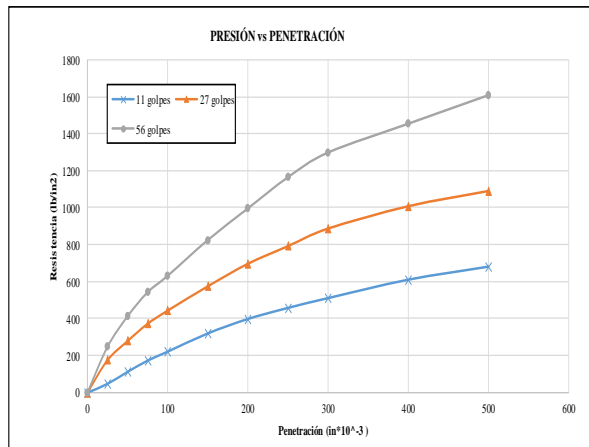
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P7 **Profundidad:** 80 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1,270	mm/min
					0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ^o 1 (56 Golpes)				MOLDEN ^o 2 (27 Golpes)				MOLDEN ^o 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	210,47	0	0	148,07	0	0	73,53	0	0	
0,64	25		247,3	82,4		175,6	58,5		47,5	15,8				
1,27	50		412,1	137,4		279,1	93,0		111,8	37,3				
1,91	75		542,3	180,8		372,7	124,2		172,3	57,4				
2,54	100		631,4	210,5		444,2	148,1		220,6	73,5				
3,81	150		824,6	274,9		575,8	191,9		318,9	106,3				
5,08	200		995,7	331,9	697,9	232,6	396,7	132,23						
6,35	250		1164,3	388,1	793,5	264,5	456,3	152,1						
7,62	300		1297,8	432,6	886,6	296,2	509,2	169,7						
10,16	400		1453,6	484,5	1009,7	336,6	608,3	202,8						
12,7	500		1607,9	536,0	1092,3	364,1	678,6	226,2						





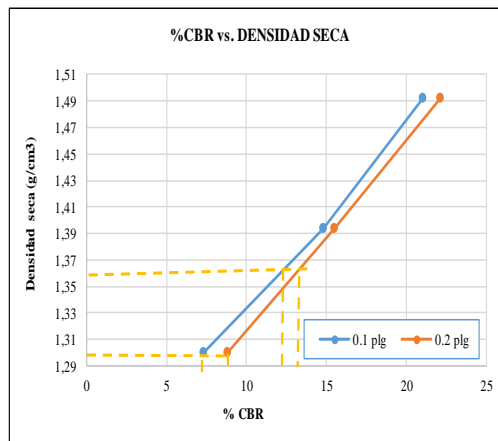
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P7 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9907332,80 N 755684,84 E

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	21,05	14,81	7,35
	0.2"	22,13	15,51	8,82
Densida Seca	g/cm ³	1,492	1,394	1,300



Densidad seca máx:	1,440	gr/cm ³
--------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,296	7	8	8
95% DSM = 1,368	12	13	13

13



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí
ID Muestra: P8
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907258,38 N 754766,97 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,725	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14,50	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	9		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12726		10690		13797		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4459		4322		4141		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1,945		1,846		1,769		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	151,89	160,24	159,87	153,65	158,11	160,17	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136,55	143,63	143,68	138,22	142,09	144,00	g
Peso del agua (Ww)	15,34	16,61	16,19	15,43	16,02	16,17	g
Peso del recipiente (Wr)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (Ws)	106,82	113,50	112,89	107,62	111,35	113,37	g
Contenido de humedad (ω)	14,36	14,63	14,34	14,34	14,39	14,26	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,50		14,34		14,33		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,699		1,615		1,547		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12981	10941	14009	g
Peso Molde	8267	6368	9656	g
Peso de Muestra Húmeda	4714	4573	4353	g
Volumen Muestra	2292,21	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2,057	1,954	1,860	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	7	8	9	10	11	12	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	132,12	124,65	128,42	129,87	134,23	136,68	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	111,74	105,89	106,41	107,24	109,98	112,14	g
Peso del agua (Ww)	20,38	18,76	22,01	22,63	24,25	24,54	g
Peso del recipiente (Wr)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	g
Peso de la muestra seca (Ws)	105,49	99,37	104,30	105,09	107,79	109,92	g
Contenido de humedad (ω)	19,32	18,88	21,10	21,53	22,50	22,33	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,10		21,32		22,41		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



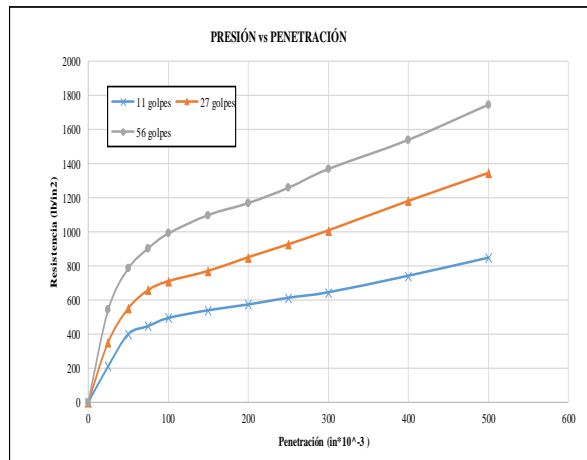
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Saquisilí **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P8 **Profundidad:** 80 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9907258,38 N754766,97 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1,270	mm/min
					0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN' 1 (56 Golpes)				MOLDEN' 2 (27 Golpes)				MOLDEN' 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0		0,0	0		0,0	0		0,0	0		0,0	0	
0,64	25		542,5	180,8		352,1	117,4		210,8	70,3		210,8	70,3	
1,27	50		784,6	261,5		549,6	183,2		398,1	132,7		398,1	132,7	
1,91	75		902,5	300,8		657,3	219,1		445,6	148,5		445,6	148,5	
2,54	100	1000	989,7	329,9	329,90	709,2	236,4	236,40	492,3	164,1	164,10	492,3	164,1	
3,81	150		1098,2	366,1		769,3	256,4		537,9	179,3		537,9	179,3	
5,08	200	1500	1168,3	389,4	389,43	849,7	283,2	283,23	571,6	190,5	190,53	571,6	190,5	
6,35	250		1258,0	419,3		925,1	308,4		610,8	203,6		610,8	203,6	
7,62	300		1368,1	456,0		1006,4	335,5		642,9	214,3		642,9	214,3	
10,16	400		1539,1	513,0		1179,0	393,0		739,6	246,5		739,6	246,5	
12,7	500		1745,3	581,8		1342,6	447,5		844,9	281,6		844,9	281,6	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cochapamba
ID Muestra: P9
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9907602,04 N 750350,49 E

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1,650	g/cm ³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	g		2		8		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,8	Altura	12,9	Altura	12,9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12693		10602		13471		g
Peso Molde	8267		6368		9656		g
Peso de Muestra Húmeda	4426		4234		3815		g
Volumen Muestra	2292,20		2340,81		2340,81		cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	1,931		1,809		1,630		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	197,56	150,89	152,14	151,14	186,47	189,21	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	172,95	132,98	134,50	133,60	163,84	166,10	g
Peso del agua (Ww)	24,61	17,91	17,64	17,54	22,63	23,11	g
Peso del recipiente (Wr)	29,73	30,13	30,79	30,60	30,74	30,63	g
Peso de la muestra seca (Ws)	143,22	102,85	103,71	103,00	133,10	135,47	g
Contenido de humedad (ω)	17,18	17,41	17,01	17,03	17,00	17,06	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,30		17,02		17,03		%
Peso Volumétrico Seco γ_d	1,646		1,546		1,393		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13004	10994	14003	g
Peso Molde	8267	6368	9656	g
Peso de Muestra Húmeda	4737	4626	4347	g
Volumen Muestra	2292,21	2340,81	2340,81	cm ³
Peso unitario Húmedo γ_m	2,067	1,976	1,857	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	64	84	45	32	14	18	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	94,12	93,63	97,41	101,04	99,43	98,12	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	79,14	79,00	79,70	82,60	80,11	79,12	g
Peso del agua (Ww)	14,98	14,63	17,71	18,44	19,32	19,00	g
Peso del recipiente (Wr)	6,25	6,52	2,11	2,15	2,20	2,22	g
Peso de la muestra seca (Ws)	72,89	72,48	77,59	80,45	77,92	76,90	g
Contenido de humedad (ω)	20,55	20,18	22,83	22,92	24,80	24,71	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,37		22,87		24,75		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



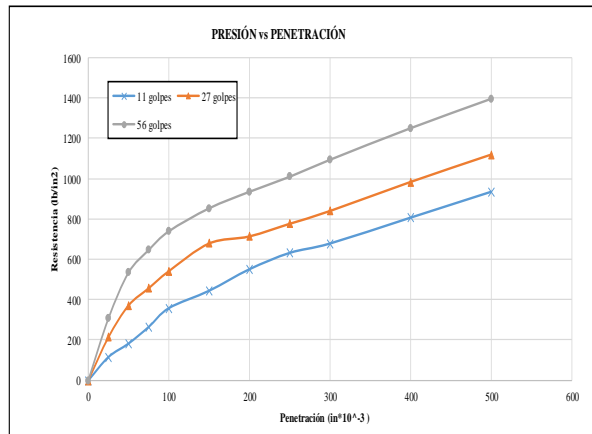
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cochapamba **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P10 **Profundidad:** 100 cm
Norma: AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 Sur 9908327,21 N 750830,38 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²		Velocida de carga	1,270	mm/min
					0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3		Leida	Correg.		Leida	Correg.			Leida	Correg.			
0	0		0	0		0	0			0	0			
0,64	25		307,2	102,4		214,5	71,5			116,4	38,8			
1,27	50		535,1	178,4		372,5	124,2			183,5	61,2			
1,91	75		647,2	215,7		457,9	152,6			265,8	88,6			
2,54	100	1000	740,1	246,7	246,70	542,7	180,9	180,90	18,09	338,9	119,6	119,65		
3,81	150		854,0	284,7		680,1	226,7			445,1	148,4			
5,08	200	1500	936,0	312,0	312,00	715,2	238,4	238,40	15,89	551,7	183,9	183,90		
6,35	250		1010,6	336,9		777,9	259,3			632,7	210,9			
7,62	300		1094,8	364,9		841,4	280,5			679,2	226,4			
10,16	400		1251,4	417,1		985,6	328,5			807,4	269,1			
12,7	500		1397,2	465,7		1121,3	373,8			935,6	311,9			





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



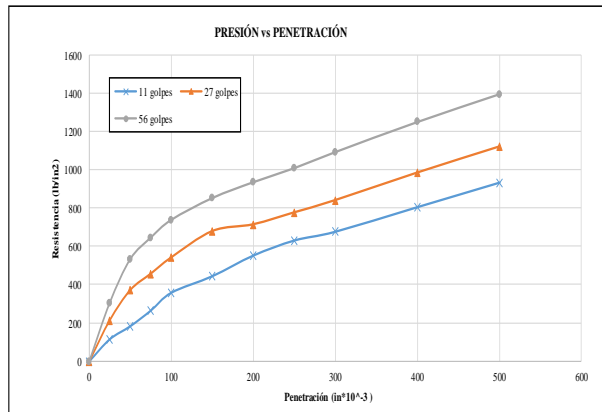
Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cochapamba
ID Muestra: P11
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 Sur 9908810,04 N751283,23 E

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in ²	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in ²)	MOLDEN ¹ (56 Golpes)				MOLDEN ² (27 Golpes)				MOLDEN ³ (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
mm	in *10 ⁻³													
0	0	1000	0,0	0	24,673	0,0	0	180,97	0,0	0	119,73	0,0	0	
0,64	25		307,2	102,4		214,8	71,6		115,6	38,5				
1,27	50		535,2	178,4		372,4	124,1		183,9	61,3				
1,91	75		647,4	215,8		457,9	152,6		265,8	88,6				
2,54	100		740,2	246,7		542,9	181,0		359,2	119,73				
3,81	150		854,2	284,7		680,1	226,7		445,8	148,6				
5,08	200		937,1	312,4		715,3	258,4		553,8	184,6				
6,35	250		1010,6	336,9		777,8	259,3		632,5	210,8				
7,62	300		1094,6	364,9		841,7	280,6		678,4	226,1				
10,16	400		1251,8	417,3		985,6	328,5		807,1	269,0				
12,7	500		1397,1	465,7		1121,4	373,8		952,2	311,7				





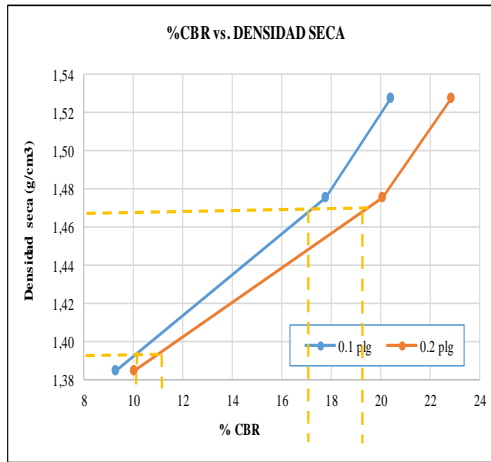
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía:	Cochapamba	Capa Vegetal:	5 cm
ID Muestra:	P12	Profundidad:	100 cm
Norma:	AASHTO T 193 - 2013	Coordenadas:	17 Sur 9908760,45 N 751763,40 E

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20,40	17,76	9,28
	0.2"	22,87	20,08	10,02
Densida Seca	g/cm ³	1,528	1,476	1,385



Densidad seca máx :	1,540	gr/cm ³
---------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0.1 in	% CBR-0.2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,386	10	11	11
95% DSM = 1,463	17	19,5	19,5

19,5

CONTEO VEHICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS SAQUISILÍ, CHANTILÍN Y COCHAPAMBA, CANTÓN SAQUISILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 1
	LUNES	Noviembre	2023	Ambos	Calle Río Amazonas			
	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículo s/ 15min	Total acumulado
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	9	0	1	0	0	0	10	
7:15 – 7:30	8	1	1	0	0	0	10	
7:30 – 7:45	10	0	0	0	0	0	10	
7:45 – 8:00	5	1	1	0	0	0	7	37
8:00 – 8:15	8	0	1	0	0	0	9	36
8:15 – 8:30	6	1	2	0	0	0	9	35
8:30 – 8:45	7	1	0	0	0	0	8	33
8:45 – 9:00	3	0	1	0	0	0	4	30
9:00 – 9:15	5	1	1	0	0	0	7	28
9:15 – 9:30	4	0	1	0	0	0	5	24
9:30 – 9:45	6	1	0	0	0	0	7	23
9:45 – 10:00	8	0	1	0	0	0	9	28
10:00 – 10:15	4	1	1	0	0	0	6	27
10:15 – 10:30	7	1	0	0	0	0	8	30
10:30 – 10:45	7	0	1	0	0	0	8	31
10:45 – 11:00	4	0	1	0	0	0	5	27
11:00 – 11:15	8	1	1	0	0	0	10	31
11:15 – 11:30	5	0	0	0	0	0	5	28
11:30 – 11:45	6	1	0	0	0	0	7	27
11:45 – 12:00	6	0	3	0	0	0	9	31
12:00 – 12:15	7	1	1	0	0	0	9	41
12:15 – 12:30	9	1	1	0	0	0	11	44
12:30 – 12:45	6	1	1	0	0	0	8	48
12:45 – 13:00	10	0	1	0	0	0	11	39
13:00 – 13:15	8	0	2	0	0	0	10	40
13:15 – 13:30	4	1	0	0	0	0	5	26
13:30 – 13:45	5	0	0	0	0	0	5	20
13:45 – 14:00	5	0	2	0	0	0	7	17
14:00 – 14:15	7	0	2	0	0	0	9	26
14:15 – 14:30	3	1	1	0	0	0	5	26
14:30 – 14:45	5	1	0	0	0	0	6	27
14:45 – 15:00	5	0	1	0	0	0	6	26
15:00 – 15:15	8	0	1	0	0	0	9	26
15:15 – 15:30	4	1	1	0	0	0	6	27
15:30 – 15:45	4	1	1	0	0	0	6	27
15:45 – 16:00	5	0	1	0	0	0	6	27
16:00 – 16:15	8	1	1	0	0	0	10	28
16:15 – 16:30	4	1	3	0	0	0	8	30
16:30 – 16:45	8	0	0	0	0	0	8	32
16:45 – 17:00	4	0	0	0	0	0	4	30
17:00 – 17:15	5	0	1	0	0	0	6	26
17:15 – 17:30	4	1	2	0	0	0	7	25
17:30 – 17:45	7	0	1	0	0	0	8	25
17:45 – 18:00	8	0	0	0	0	0	8	29
18:00 – 18:15	8	0	2	0	0	0	10	33
18:15 – 18:30	6	1	2	0	0	0	9	35
18:30 – 18:45	5	0	1	0	0	0	6	33
18:45 – 19:00	7	0	1	0	0	0	8	33
Total	295	22	47	0	0	0	364	1352