



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:

**CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN
SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS,
PROVINCIA DE COTOPAXI.**

AUTOR: María Paula Gallardo Castañeda

TUTOR: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, M.Sc.

AMBATO – ECUADOR

Agosto - 2024

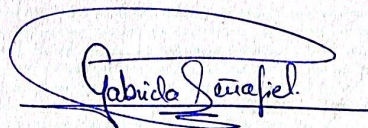
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.**, elaborado por la Srta. María Paula Gallardo Castañeda, portadora de la cédula de ciudadanía C.I. 1805225735, 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 autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, agosto 2024



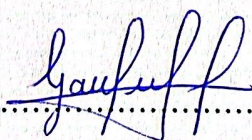
.....
Ing. Lourdes Gabriela Peñañiel Valla, M.Sc.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **María Paula Gallardo Castañeda**, con C.I. 1805225735 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Trabajo Experimental con el tema: **CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI**, así como también los ensayos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2024



.....
María Paula Gallardo Castañeda

C.I. 1805225735

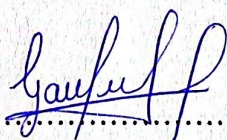
AUTORA

DERECHOS DE 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 proceso 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, agosto 2024



.....
María Paula Gallardo Castañeda

C.I. 1805225735

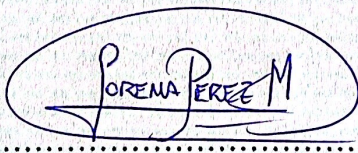
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

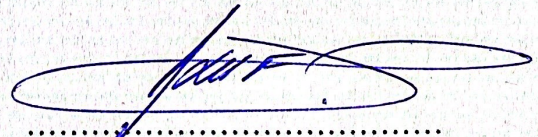
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante María Paula Gallardo Castañeda de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.**

Ambato, agosto 2024

Para constancia firman:



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



.....
Ing. Alex Xavier Frías Torres, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El siguiente trabajo va dedicado a mis padres, mis abuelos, mi tío materno, a mis ángeles que están presentes siempre en mi corazón, a mis amigas, y a todos los que en el proceso supieron brindarme su apoyo y cariño constante, pero sobre todo a mi madre que ha sido mi pilar durante este camino académico lleno de emociones por creer en mí de inicio a fin, su amor ha sido el motor que me impulso a perseguir mis sueños, demostrándome que los mismos se cumplen a base de esfuerzo constante y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por protegerme y guiarme en cada una de las decisiones que he tomado en mi vida, a mis padres quienes han sabido confiar en mí. Su constante aliento, palabras de sabiduría y ejemplo de tenacidad han sido guía en este viaje.

Agradezco de corazón a mis abuelos maternos Fanny y Jaime quienes han sido como mis padres, por acogerme en su hogar con las manos abiertas, por brindarme su apoyo de distintas maneras, por acompañarme todos los días a la universidad y por haber estado pendientes de cada situación que se me atravesaba, con su amor incondicional he construido mi camino hacia esta meta.

A mis abuelos paternos Mariana y Milton que, aunque ha sido duro no tenerles presentes físicamente sé que desde el cielo me siguen cuidando y amando de la misma manera que lo hacían cuando era niña, los amo y los extraño todos los días.

A mi tío Diego que con mucho cariño siempre ha formado parte de mis procesos estudiantiles, gracias por ser como un hermano para mí por cuidarme y defenderme siempre.

A mis amigos que con las mismas ganas ahora se convirtieron en ingenieros, gracias por sostener mi mano en cada etapa y por hacer mi vida universitaria más amena, los tendré siempre presentes en mi corazón.

A mi Lucas Francisco mi amigo más leal, quien ha sido motivación y consuelo durante los momentos de estrés y las largas horas de estudio, gracias por llenar mi vida de amor y energía positiva.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS'	viii
RESUMEN EJECUTIVO	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
A. Antecedentes Investigativos	1
B. Objetivos	6
1) Objetivo General	6
2) Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	7
C. MATERIALES	7
D. MÉTODOS	8
1) Fase I: Ensayos de Campo y Laboratorio	8
a) Ensayos de campo:	8
b) Ensayos de laboratorio	11
2) Fase II: Determinación de correlaciones	19
3) Fase III: Diseño del pavimento flexible	23
a) Parámetros para el diseño del pavimento flexible	24
b) Tipo de carretera	26
c) Diseño del pavimento AASHTO 93	26
d) Coeficientes estructurales de cada capa del paquete estructural	31
e) Espesores del paquete estructural	34
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
E. Análisis y discusión de resultados	37
1) Fase I: Ensayos de Campo y Laboratorio	37
a) Resultados Ensayos in situ	37
b) Resultados Ensayos de laboratorio	38
2) Fase II: Determinación de correlaciones	46

a) Interpretación acerca de las correlaciones simples	48
3) Fase III: Diseño del pavimento flexible	71
a) Diseño del pavimento usando el CBR determinado en laboratorio	71
b) Factor hora pico.....	73
c) Cálculo del TPDA	74
d) Ta Cálculo del tráfico atraído	75
e) Tg Cálculo del tráfico generado	76
f) Td Cálculo del tráfico desarrollado.....	76
g) TPDA aproximado o total	77
h) Tráfico a futuro.....	77
i) Tipo de vía.....	79
j) Factor de daño para cada vehículo	79
k) Factor de distribución por carril	80
l) Cálculo del número de ejes equivalentes	81
m) Confiabilidad R	82
n) Zr Desviación estándar.....	83
ñ) So desviación estándar global	84
o) Índice de serviciabilidad	84
o) Cálculo del módulo de resiliencia.....	85
p) Coeficientes estructurales de cada capa del paquete estructural.....	85
q) Resumen del diseño de pavimentos para ambos CBR.....	99
F. Verificación de hipótesis.....	99
1) Hipótesis:	99
2) Verificación:.....	99
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES.....	100
G. Conclusiones.....	100
H. Recomendaciones	101
CAPÍTULO V.- REFERENCIAS.....	102
CAPÍTULO VI.- ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. CORRELACIÓN LINEAL MÚLTIPLE.....	20
TABLA II. ECUACIONES PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE	20
TABLA III. CORRELACIÓN POTENCIAL MÚLTIPLE	21
TABLA IV. SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN POTENCIAL.....	21
TABLA V. SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN POTENCIAL	22
TABLA VI. SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN EXPONENCIAL	23
TABLA VII. CRITERIOS DE CORRELACIONES	23
TABLA VIII. FACTOR K.....	24
TABLA IX. FACTOR I (TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO).....	26
TABLA X. TIPO DE CARRETERA	26
TABLA XI. PERIODO DE DISEÑO.....	27
TABLA XII. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN.....	28
TABLA XIII. CONFIABILIDAD.....	29
TABLA XIV. DESVIACIÓN ESTÁNDAR ZR.....	29
TABLA XV. DESVIACIÓN ESTÁNDAR	30
TABLA XVI. CALIDAD DE DRENAJE.....	34
TABLA XVII. ESPESORES SEGÚN EJE EQUIVALENTES	34
TABLA XVIII. RESULTADOS DEL ENSAYO DCP.....	37
TABLA XIX. DENSIDAD DE CAMPO MUESTRAS.....	38
TABLA XX. CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRAS.....	39
TABLA XXI. ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	39
TABLA XXII. LÍMITES DE ATTERBERG.....	40
TABLA XXIII. GRAVEDAD ESPECÍFICA MUESTRAS.....	41
TABLA XXIV. PROCTOR MODIFICADO MUESTRAS	42
TABLA XXV. CBR MUESTRAS.....	43
TABLA XXVI. TABLA RESUMEN PROPIEDADES ÍNDICE.....	44
TABLA XXVII. TABLA RESUMEN PROPIEDADES MECÁNICAS	45
TABLA XXVIII. NOMENCLATURA	46
TABLA XXIX. CORRELACIONES SIMPLES.....	47
TABLA XXX. CONTEO VEHICULAR 7 DÍAS	71
TABLA XXXI. CONTEO HORA PICO DÍA MARTES.....	73
TABLA XXXII. TPDA ACTUAL.....	75
TABLA XXXIII. TRÁFICO ACTUAL	77
TABLA XXXIV. FACTOR I (TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO)	77
TABLA XXXV. TRÁNSITO AÑO 2044.....	78
TABLA XXXVI. TIPO DE CARRETERA	79
TABLA XXXVII. CUADRO RESUMEN FACTOR DE DAÑO.....	80
TABLA XXXIX. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN	82
TABLA XL. CONFIABILIDAD	83
TABLA XLI. VALORES COEFICIENTE A2	86
TABLA XLII. VALORES COEFICIENTE A3	88
TABLA XLIII. CALIDAD DEL DRENAJE RESUMEN FACTOR DE DAÑO.....	89
TABLA XLIV. RESUMEN FACTOR DE DAÑO.....	90
TABLA XLV. ESPESORES SEGÚN EJE EQUIVALENTES.....	90

TABLA XLVI. DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL SN	91
TABLA XLVII. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LABORATORIO	93
TABLA XLVIII. ESPESORES PARA EL CBR DE LABORATORIO	94
TABLA XLIX. DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL SN	95
TABLA L. ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CALCULADA CBR DE LABORATORIO	97
TABLA LI. ESPESORES PARA EL CBR DE LABORATORIO	98
TABLA LII. TABLA RESUMEN DISEÑO DE PAVIMENTOS	99

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo experimental surge debido a la limitada información existente del análisis de los suelos del sector, reconociendo que este tipo de características son de vital importancia para la planificación y ejecución de obras, se ha desarrollado el análisis de los suelos de la parroquia Isinliví y Chugchilán del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi cuyos resultados proporcionarán una visión completa sobre las correlaciones existentes.

Con el propósito de establecer relaciones significativas, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de 12 muestras de suelo las cuales fueron extraídas dentro de la zona de estudio, estas muestras posteriormente fueron sometidas a pruebas tanto de campo como de laboratorio, una vez obtenidos los resultados, fueron tabulados y analizados; estos datos permitieron establecer correlaciones entre las diversas características del suelo, con el fin de conocer a detalle sus propiedades. Posteriormente en el análisis de correlaciones entre los diferentes ensayos se logró determinar 22 correlaciones significativas las cuales obtuvieron coeficientes de determinación entre Buenos a Excelentes criterios, destacando la correlación entre el CBR y el contenido de humedad natural con un coeficiente igual a 72,27 el cual fue utilizado para el diseño del pavimento.

Finalmente se llevó a cabo un estudio de tráfico en la zona con el propósito de formular una propuesta de diseño de pavimento flexible. Los valores empleados de CBR se derivaron tanto de pruebas de laboratorio como aquellas obtenidas a través de las correlaciones, afirmando que esta es apta para su aplicación en la fase de diseño de pavimentos.

PALABRAS CLAVES: Correlación, Ensayos de Campo, Propiedades Índice, Propiedades Mecánicas. Pavimento flexible, CBR, DCP.

ABSTRACT

This experimental work arises due to the limited existing information on soil analysis in the sector. Recognizing that such characteristics are crucial for the planning and execution of construction projects, a soil analysis was conducted in the parishes of Isinliví and Chugchilán, located in the Sigchos canton, Cotopaxi province. The results of this analysis will provide a comprehensive understanding of the existing correlations.

To establish significant relationships, an exhaustive analysis was performed on 12 soil samples extracted from the study area. These samples were subsequently subjected to both field and laboratory tests. Once the results were obtained, they were tabulated and analyzed; this data allowed for the establishment of correlations between various soil characteristics, providing detailed insights into their properties. In the subsequent correlation analysis between the different tests, 22 significant correlations were identified, with determination coefficients ranging from Good to Excellent. Notably, the correlation between the California Bearing Ratio (CBR) and the natural moisture content yielded a coefficient of 72.27, which was utilized in the pavement design process.

Finally, a traffic study was conducted in the area to formulate a flexible pavement design proposal. The CBR values employed were derived from both laboratory tests and those obtained through the correlations, confirming their suitability for application in the pavement design phase.

KEYWORDS: Correlation, Field Tests, Index Properties, Mechanical Properties, Flexible Pavement, CBR, DCP.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes Investigativos

La investigación realizada tiene como fin destacar la importancia del estudio de suelos en la rama ingenieril dado que éstos permiten conocer a fondo las particularidades del terreno tomando en cuenta que estas varían dependiendo de la zona geográfica donde estén ubicadas, este conocimiento es fundamental para la posterior ejecución del diseño y construcción de proyectos, en este caso enfocándose mayormente al proceso de planificación de proyectos viales, garantizando así la fiabilidad y durabilidad del diseño de carreteras.

Uno de los ensayos fundamentales para evaluar las propiedades del suelo es el CBR como se menciona en el artículo “Evaluation of Subgrade Soils using California Bearing Ratio (Cbr) in Parts of Rivers State” donde lo denominan como un ensayo de alta fiabilidad que logra determinar la resistencia y aptitud de un suelo de subrasante se señala que cuanto mayor sea la resistencia a la deformación mayor carga puede soportar, lo cual es crucial para el diseño pavimentos flexibles. En el estudio realizado en distintas áreas de Rivers State reveló valores de CBR entre 12 % y 34 % para suelos clasificados como arena y grava arcillosa determinando que el suelo analizado tiene buena resistencia, se concluye en general que el recubrimiento será innecesario a excepción de que esté expuesto a tráfico pesado, aunque se identificaron ciertos puntos específicos que podrían necesitar estabilización. [1]

De igual manera en el Departamento de Ingeniería Civil en la Akwa Ibom State University se realizó un ensayo científico denominado “Correlation between CBR Values and Index Properties of Soils: A Case Study of Ibiono, Oron and Onna in Akwa Ibom State” el cual describe los resultados de una investigación que examina la relación entre el Índice de Soporte de California (CBR) y diversas características del suelo. Donde se analizaron 22 muestras de suelo tomadas en 3 locaciones de diferentes regiones en el estado de Akwa Ibom, las mismas fueron sometidas a pruebas de laboratorio para determinar el CBR saturado, el límite líquido, el límite plástico, el índice de plasticidad, la densidad máxima seca y el contenido óptimo de humedad, En resumen, este estudio establece una relación entre el CBR y las propiedades índice el suelo, lo cual es útil para predecir el CBR en futuros proyectos geotécnicos.[2]

Por otro lado, en el ámbito de desarrollo de proyectos viales es de suma importancia conocer el comportamiento de los materiales de la subrasante, como se discute en el artículo científico titulado “Caracterización de suelos de subrasante mediante el uso del penetrómetro dinámico de

cono (PDC)”. En este estudio, se empleó el ensayo DCP para lograr caracterizar los materiales de la subrasante ubicada en diferentes vías no pavimentadas del municipio de Ocaña, se llevaron a cabo ensayos in situ en diferentes tramos obteniendo un total de 30 ensayos, cada uno de los ensayos arrojaron variaciones significativas en el de índice de capacidad de carga esto debido a que en cada punto variaba la consistencia y composición granulométrica del suelo. Como resultado de este análisis se logró clasificar el material dentro del rango regular a bueno, lo que proporciona una perspectiva de la calidad del terreno en cuestión. [3]

Además, en la Universitas Islam Utara, Jupriah Sarifah y Bangun Pasaribu publicaron un artículo científico titulado “ENHANCE MANAGEMENT CORRELATION OF LABORATORY CBR VALUE AND DCP IN LANDCOMPENSATED ON ROAD CONSTRUCTION HIGH CLAB TOLL – INDERAPURA” tomaron 4 muestras de suelo de diferentes vías de la ciudad para posteriormente realizar ensayos de CBR y DCP en la cual después de determinar una correlación entre éstos logran obtener los siguientes valores, los valores de CBR obtenidos mediante la prueba de DCP fueron 4.73, 10.31 y 3.68, mientras que los valores de CBR de laboratorio se obtuvieron a partir de muestras y fueron del 8.02%, 7.29% y 5.20%, respectivamente. A partir del análisis realizado, se observa que los valores de CBR y DCP no difieren significativamente de los valores de CBR obtenidos en el laboratorio. [4]

Del mismo modo en la ciudad colombiana de Sincelejo se desarrolló la investigación denominada "Correlación entre el Valor de Soporte de California (CBR) y el Cono Dinámico Penetrómetro (DCP) para suelos de Sincelejo en Colombia". Este tenía como objetivo desarrollar una relación matemática que permitiera establecer una correlación entre dos parámetros el CBR y el DCP para lograr evaluar de manera precisa y económica la capacidad de carga del suelo de subrasante en el diseño de pavimentos. En el estudio se analizaron 46 muestras no alteradas tanto in situ como en el laboratorio, los resultados obtenidos demostraron una correlación significativa arrojando un coeficiente de determinación superior al 80%, lo cual indica que la ecuación desarrollada en dicho estudio es efectiva. [5]

En el ámbito del desarrollo y mejora de carreteras, el paso más importante siempre ha sido la evaluación geotécnica del suelo de subrasante, en el artículo denominado “EXPERIMENTAL STUDY ON DEVELOPMENT OF CORRELATION BETWEEN CBR AND DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST”. Se destaca que el parámetro crítico en el diseño de pavimentos ha sido durante mucho tiempo el CBR. Sin embargo, este es un procedimiento que consume mucho tiempo

y es demasiado costoso, por lo que como implementa el uso del ensayo DCP. En esta propuesta se trabajó el desarrollo de una correlación entre los valores obtenidos en la prueba DCP y los del CBR en suelos Lacustres del norte de la India, con el objetivo de permitir una evaluación rápida de las subrasantes de carreteras. Los resultados de la investigación revelaron una correlación satisfactoria en donde en la mayoría de los casos se obtuvo valores por encima de 0,9. [6]

Otro estudio realizado en la India con el nombre “TO DEVELOP A CORRELATION BETWEEN CBR AND DYNAMIC CONE PENETRATION VALUE”. Manifiesta que el uso del CBR para la evolución de subrasantes es a menudo una prueba de alto costo y en el cual se pueden realizar un número limitado de pruebas, por ello que llegan a preguntarse si la estimación pudiera basarse en alguna otra prueba in situ que sea más económica y lleve menos tiempo de ejecución, basándose en estudios ejecutados con anterioridad establecen una relación entre los ensayos de CBR y DCP para muestras de suelos granulados y llegan a la conclusión de que los resultados obtenidos indican una buena correlación para cada uno de los materiales ensayados, estas correlaciones son útiles para obtener diseños apropiados. [7]

De igual manera se estableció la importancia del estudio del suelo de cimentación para lograr cuantificar los propiedades físicas y mecánicas, en el artículo “CBR Value Estimation Using Dynamic Cone Penetrometer—A Case Study of Brazil’s Midwest Federal Highway” este estudio manifiesta que el suelo necesita especial atención antes de ejecutar cualquier proyecto puesto que el suelo en diferentes zonas tiene distintas propiedades, entre estas evaluaciones se encuentra la que determina el grado de compactación, es por esto que esta determina la variación de los valores obtenidos mediante el ensayo DCP con aquellos obtenidos mediante el ensayo CBR para así relacionarlos, demostrando que el rango de valores obtenidos mediante el CBR se encontraba entre el 70% al 100% y que a medida que el CBR aumentaba, el índice DCP disminuía. [8]

Así mismo se evidencia otro estudio realizado en la ciudad de Surendranagar en Gujarat Donde se realizó el estudio publicado mediante un artículo científico denominado “To Develop Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) value for subgrade soil of selected stretches of Suredranagar District” cuál fue creado principalmente ya que los autores determinaron que existía una falta de correlaciones entre ambos ensayos, realizando un total de 52 pozos ubicados en la zona motivo de estudio donde se realizaron una serie de pruebas de laboratorio y de campo para posteriormente determinar sus correlaciones

como resultado se tuvieron modelos de regresión de potencia los cuales determinaron una fuerte correlación R^2 igual a 0,876. [9]

En el distrito de Nyamgabo ubicado en el sur de Ruanda, se llevó a cabo el estudio denominado “Development of Correlation between Soase CBR and In-Situ CBR Determined by DCP for Soil in the Southern Province of Rwanda” en el mismo se llevaron a cabo estudios de CBR, en muestras obtenidas in situ las cuales fueron extraídas de 31 pozos, agregando estudios tanto de límites de Atterburg y pruebas de Proctor. Posteriormente se desarrolló una correlación entre el CBR y DCP, con base a los resultados obtenidos en el estudio se llega a la conclusión que desarrollar correlaciones entre ambos ensayos proporciona una base confiable de determinación el uno del otro. [10]

Ubicándose en la provincia de Sorsogon en el artículo denominado “Prediction of California Bearing Ratio (CBR) using Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for Soils from Second District in the Province of Sorsogon” de igual manera se estableció una correlación entre el CBR y de CP en el cual se tomaron 15 muestras de suelo ubicadas en una zona donde se preveía construir una carretera realizando pruebas TDSP en campo en diferentes pozos con un 0,5 m de profundidad, en las mismas cosas realizadas después se extrajo suelo para realizar las respectivas pruebas de laboratorio, los resultados del análisis de regresión realizados arrojaron resultado deseado ya que se pudo determinar que el CBR tiene una fuerte relación con el índice de DCP obteniendo un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,76. Resultado que afirma la validación de la ecuación desarrollada. [11]

En Ecuador específicamente en la provincia de Manabí se desarrolló una investigación publicada mediante el artículo denominado “CORRELACIÓN ENTRE EL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN CAMPO PARA EL SUELO DE SUBRASANTE DE LA VÍA PORTOVIEJO-MANTA” donde se evaluó las condiciones del terreno de la vía Portoviejo-Manta utilizando ensayos de CBR y DCP para investigar si existía alguna relación entre estos métodos, los datos recolectados tanto en campo como laboratorio fueron procesados mediante métodos estadísticos de regresión lineal, lo que reveló una correlación directa entre ambos métodos con un valor de 0,80. Además al aplicar una segunda ecuación de regresión múltiple, se obtuvo una correlación de 0.82, lo que respalda la confiabilidad de los resultados obtenidos. Esto demuestra que al emplear el ensayo DCP, es posible determinar el valor del CBR de manera efectiva. [12]

Otro análisis realizado en Ecuador manifiesta el estudio de la correlación entre el Valor de Soporte de California y Cono Dinámico de Penetración este difundido mediante un artículo científico denominado “Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí.” Durante este estudio se realizaron pruebas directas para establecer correlaciones mediante el uso de pruebas mencionadas anteriormente, donde los investigadores aplicaron las correlaciones propuestas por Van Vuuren en 1969, donde llegaron a la conclusión de que la fórmula empleada es la adecuada para el suelo estudiado ya que se alcanzó un nivel de confiabilidad igual al 0,9877, lo cual se considera como apropiado. [13]

Dentro del Ecuador se realizó el artículo denominado “Correlación entre el CBR de laboratorio, el índice DCP y propiedades físicas y mecánicas de suelos granulares” el cual tuvo como objetivo determinar un nivel de correlaciones entre los distintos ensayos, para este se extrajeron 30 muestras de suelo en la sierra y centro del Ecuador y las correlaciones en las determinaron por medio del uso del método estadístico de mínimos cuadrados, como resultado se obtuvo que existe un buen nivel de correlación entre las propiedades analizadas, hoy sin embargo la correlación entre el CBR y DCP no es significativamente aceptable. [14]

Con respecto a la aplicación de estos ensayos en la ciudad de Ambato se realizó una investigación ejecutada por Alison Ibarra, se clasificó 12 muestras obtenidas en las parroquias La Victoria y Pujilí las cuales posteriormente se sometieron ante ensayos para determinar las propiedades de los mismos dando como resultado 26 correlaciones entre el CBR y DCP obteniendo valores de coeficientes de determinación entre rangos del 51% al 94% estos siendo determinados como correlaciones aceptables, sin embargo una de las sugerencias es que estas correlaciones solo pueden ser utilizadas para los tipos de suelos en los cuales ella basó su trabajo o aquellos que estén dentro del rango de su distribución granulométrica [15]

Una vez desarrollado un análisis exhaustivo de las investigaciones previas tanto a nivel internacional como nacional, se logró identificar que el desarrollo del proyecto fue viable. Esta conclusión se basa en la solidez de los estudios mencionados anteriormente, los cuales respaldan la factibilidad de la propuesta. Es por esto que a continuación se procede al desarrollo del proyecto de investigación en suelos de la parroquia Isinliví y Chugchilán del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi.

B. Objetivos

1) Objetivo General

Establecer las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos pertenecientes a las parroquias Isinliví y Chugchilán, cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi.

2) Objetivos Específicos

- Identificar las propiedades índice– mecánicas de los suelos pertenecientes a las parroquias Isinliví y Chugchilán, cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi, por medio del análisis de campo y laboratorio.
- Determinar la correlación entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos pertenecientes a las parroquias motivo de estudio.
- Diseñar el pavimento para vías rurales, de las parroquias Isinliví y Chugchilán, cantón Sigchos de la provincia de Cotopaxi

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

Para el correcto desarrollo del presente trabajo experimental, se subdividió el mismo dentro de 3 fases principales en esta se realizó actividades específicas para el cumplimiento de los objetivos, en la fase inicial se procedió a la realización de pozos a cielo abierto, los cuales sirvieron primordialmente para la obtención de 12 muestras representativas del suelo perteneciente a la zona de estudio, en las cuales se llevaron a cabo ensayos tanto in situ como en laboratorio, enfocados en un análisis exhaustivo de las propiedades índice y mecánicas del suelo.

Por medio de los datos obtenidos en la segunda fase se determina las correlaciones a través de los ensayos de CBR y DCP a fin de establecer relaciones significativas entre ambos ensayos

Finalmente, en la tercera fase, se aplicó los hallazgos obtenidos por medio de la investigación, estos desempeñando un papel crucial para el diseño de pavimentos ejecutado.

C. MATERIALES

Los equipos y materiales descritos a continuación fueron implementados para la elaboración de cada uno de los ensayos, los cuales serán descritos a continuación en cada una de sus fases de implementación.

En la primera fase para la elaboración de pozos a cielo abierto se implementó un azadón, pala, costal, flexómetro, posteriormente en la ejecución de ensayos in situ como el ensayo de densidad de campo se ocupó un cono, cincel, placa metálica, balanza (Marca), clavos, martillo y arena de Ottawa. Por último, para el ensayo de Penetración Dinámica se utilizó equipo DCP (Marca Humbolt). Por otro lado, para la determinación de los ensayos de laboratorio se utilizó un horno industrial (Marca Humbolt) para el secado de muestras, para el contenido de humedad se utilizó balanza (Marca), recipientes, espátulas, y muestras extraídas del suelo, para el Gravedad específica de sólidos se utilizará Tamiz #4 (Marca), picnómetro, recipiente, embudo, termómetro, pipeta, Agua, suelo que pase por el tamiz #40. Para el ensayo de Granulometría se empleó una tamizadora (Marca Controls Versión 15-d0407/BZ), juego de tamices de diferentes aberturas (Marca), recipientes, brocha. Para el ensayo del Límite Líquido se implementó un Tamiz #40, copa de Casagrande, Espátula, Acanalador, Recipientes, Mortero y el suelo que pase por dicho tamiz, para el ensayo de Límite Plástico se utilizó una Placa de vidrio, mortero, recipientes, balanza, tamiz #40 y por último en el ensayo del Proctor Modificado y CBR se utilizó una Bandeja cuadrada,

probeta, palustre, regleta, martillo de compactación (Marca Controls Versión 33T 0075), molde Ø 6" y el suelo que pase por el tamiz #4, además específicamente para el ensayo CBR se utilizó una máquina MULTISPEED (Marca Controls, Versión 34-V1171.)

Para las fases 2 y 3 en las cuales se realizarán la determinación de correlaciones y el diseño del pavimento de la zona se utilizó una computadora (Marca Asus), hojas en Excel y softwares correspondientes al diseño del pavimento.

D. MÉTODOS

A continuación, se abordará de manera detallada los tipos de investigación aplicados en la investigación experimental en cada una de las fases previamente mencionadas, las cuales contribuyen al logro de los objetivos propuestos.

1) Fase I: Ensayos de Campo y Laboratorio

Para la fase 1 se aplicó el tipo de investigación Exploratoria y Experimental, en éste se excavaron pozos a un costado de la vía obteniendo 12 muestras de las vías pertenecientes a las zonas motivo de estudio (ANEXO 1), para posteriormente realizar los ensayos de campo y laboratorio.

Antes de la extracción de las muestras se llevó a cabo ensayos de Cono y Arena de Ottawa y DCP, el último aplicado en tres puntos dentro de cada pozo, estos pertenecientes a los ensayos realizados in situ, posteriormente se realizó los respectivos ensayos y laboratorio los cuales son. Contenido de humedad, Granulometría, Límite líquido, Límite Plástico, Gravedad Específica, Proctor Modificado, CBR descritos a continuación:

a) Ensayos de campo:

- **Ensayo pozo a cielo abierto**

Para realizar el ensayo de pozo a cielo abierto se siguió la normativa AASHTO T87-70, para su ejecución se procedió a retirar 5 cm de capa vegetal para posteriormente excavar los pozos cuya dimensión establecida es de 1,5 m x 1,5 m x 1m de profundidad. Posteriormente, se recolectaron las muestras extraídas de cada pozo para llevarlas a los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica donde fueron analizadas.



Fig. 1 Ensayo Pozo a cielo abierto

- **Ensayo de Cono y Arena de Ottawa**

Este ensayo es utilizado para determinar la densidad y el peso unitario in situ del suelo natural donde se llevará a cabo la construcción de la capa de rodadura, mediante el uso del cono y arena de Ottawa. [16]

Basándose en la Norma AASHTO T – 191, se procedió con la ejecución del ensayo, como primer punto se tomó el peso inicial del cono más la arena de Ottawa, posteriormente se niveló la superficie donde se colocó la placa metálica del equipo, una vez colocada se la sujetó mediante el uso de clavos y un martillo, posteriormente se excavó un agujero de 10 cm de profundidad con el uso de un martillo y cincel, el material extraído se recolectó en bolsas plásticas para ser pesado posteriormente. Tras esto se colocó el cono sobre el agujero y se abrió la válvula para dejar caer la arena, finalmente se cerró el equipo y se pesó nuevamente, adicionalmente se pesó el porcentaje de arena encontrada en el agujero.



Fig. 2 Ensayo de Cono y Arena

- **Ensayo DCP**

El ensayo de densidad de campo se utiliza un instrumento denominado DCP el cual permite obtener las propiedades del suelo de zonas en las cuales el ingreso puede ser difícil simplificando el análisis de este. [17]

En base a la Norma ASTM D 6951-03 se ejecutó el ensayo en 3 puntos distintos dentro del mismo pozo como se estipula en la normativa para lograr determinar un promedio del índice DCP, el equipo está conformado por un martillo de 8 Kg con una altura de caída de 57,5 cm. Inicialmente se colocó el equipo en el suelo y se tomó la primera medida observada en la regleta, tras eso se comenzó a dar golpes con el martillo y se anotó la profundidad indicada en la regleta cada vez que este ingresaba con mayor profundidad al suelo después de cada golpe, es importante recalcar que el ensayo finaliza cuando la regleta marca los 100 cm de profundidad o cuando no existe variación entre golpes.



Fig. 3 Ensayo DCP

b) Ensayos de laboratorio

Una vez ejecutados los respectivos ensayos in situ se llevó a cabo la recolección de las muestras desde el cantón Sigchos, una vez trasladados hacia los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato se procedió con la determinación de sus propiedades aplicando ensayos de Contenido de humedad, Granulometría, Gravedad Específica, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR, los cuales serán detallados a continuación

- **Ensayo contenido de Humedad**

El contenido de humedad presente en el suelo se lo puede definir como el contenido de agua natural que existe dentro del mismo por eso es importante saber determinar esta propiedad la cual se puede definir como la razón entre el peso del agua con el peso de los sólidos. [18]

Como primer punto para la ejecución de este ensayo se tomó la medida de los recipientes metálicos vacíos donde posteriormente se colocaron las muestras del suelo, con el uso de una balanza se volvió a tomar el peso del recipiente esta vez con el suelo colocado, siguiendo la Norma ASTM D216 las muestras se llevaron a un horno industrial en el cual permanecieron 24 horas a una temperatura de 110 °C. Una vez concluido el tiempo se sacaron las muestras del horno y se tomaron nuevamente los pesos de éstas, esta vez con el suelo ya seco.

$$\omega (\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \%$$

Ec. 1

Donde:

ω = *Contenido de Humedad (%)*

W_w = *Peso del agua presente en la masa de suelo.*

W_s = *Peso seco de los sólidos*



Fig. 4 Ensayo contenido de Humedad

• Ensayo de granulometría

El análisis granulométrico mediante el uso de tamices es una técnica esencial dentro de la ingeniería para poder caracterizar y clasificar el suelo, este ensayo proporciona información crucial sobre la distribución de partículas del suelo su tamaño y sus propiedades mecánicas. [19]

Para el ensayo de granulometría es necesario tener la muestra del suelo totalmente seca por lo que antes de su ejecución se tomó 1000 gramos de suelo y se lo dejó en el horno durante 24 horas, esto para lograr que la muestra pueda ser tamizada correctamente como se indica en la Norma AASHTO T 88

Una vez completado el proceso anterior se colocó el juego de tamices en el siguiente orden, tamiz #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200 y la bandeja en la parte inferior, una vez organizados se colocó la muestra sobre los tamices y se taparon los tamices, consecuentemente se

colocó todo en la tamizadora en donde se dejó durante 20 minutos, transcurrido el tiempo se sacaron los tamices y se pesó el contenido que había retenido cada uno incluyendo el peso de la fuente.



Fig. 5 Ensayo Granulometría

- **Ensayo de gravedad específica**

Muchos cálculos dentro del campo de la ingeniería necesitan usar la gravedad específica del suelo, en este ensayo se aplica el uso de un picnómetro el cual ayuda a determinar la gravedad específica de un determinado suelo en estudio de manera precisa y eficiente, esta hace referencia a la materia sólida comparada con el volumen de agua. [20]

Para el ensayo es necesario tomar 50 gramos que pasen por el tamiz #4 como lo indica en la Norma AASHTO T 100 2015, como primer paso se llenó el Picnómetro con agua hasta la marca límite y eso se pesó con la ayuda de la balanza, posteriormente se vació aproximadamente $\frac{1}{3}$ eliminando agua para así colocar la muestra con ayuda el embudo, en el caso de faltar agua para llegar hasta la marca se utilizó la pipeta y con cuidado se llenó con el agua faltante, una vez llegado a la marca se tomó el peso del picnómetro más agua y más la muestra y cuidadosamente con la ayuda de un termómetro se obtuvo la temperatura.

Para extraer el aire que se formó dentro del picnómetro se realizó movimientos circulares rodando el picnómetro manualmente durante aproximadamente 15 a 25 min, una vez terminado este proceso se tomó nuevamente el peso del picnómetro. Ahora la muestra se la coloca sobre un

recipiente metálico el cual fue pesado previamente y se lo lleva al horno industrial con una temperatura de 110 °C durante 24 horas. Una vez transcurridas estas horas se tomó el peso del recipiente esta vez con la muestra ya seca.

Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo:

$$G_s = \frac{W_s}{W(p + w) + W_s - W(p + w + s)}$$

Ec. 2

Donde:

G_s = Gravedad Específica

W_s =Peso del suelo

$W(p+w)$ = Peso picómetro más agua

$W(p+w+s)$ = Peso picómetro más agua más suelo

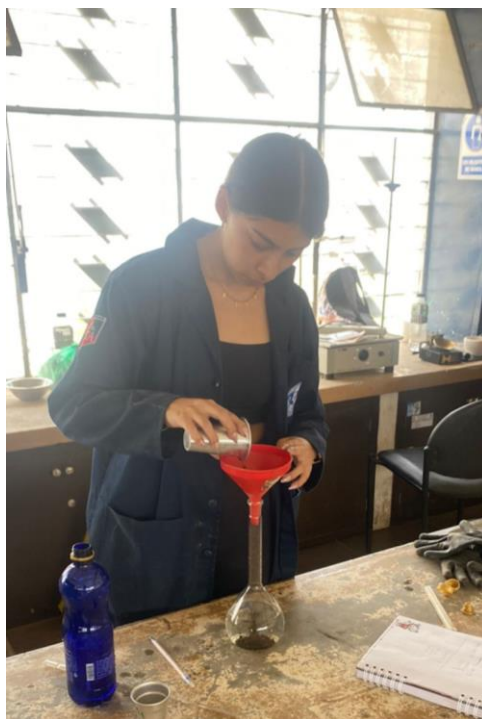


Fig. 6 Ensayo Gravedad Específica

- **Ensayo del límite líquido**

El contenido de humedad en el punto en el que el suelo pasa de un estado plástico a uno líquido se lo denomina límite líquido [18]

El ensayo de límite líquido se lo realizó ocupando muestra que haya pasado por el tamiz #40 como lo estipula la norma AASHTO T 98, la muestra se la coloco dentro de un recipiente de porcelana donde se agregó agua y se la mezcló con la ayuda de un pistillo. Una vez obtenida esta mezcla se la coloca en la copa de Casagrande asegurándose que ésta no tenga un espesor mayor a 1 cm. Con el acanalador se divide a la muestra en dos partes sin exceder el paso de este más de 6 veces.

Para completar el ensayo se toma la copa de Casagrande que en este caso era manual y se comienza a dar los respectivos golpes que deben estar dentro del rango estipulado por la norma en intervalos de 0 a 15, 15 a 15, 25 a 30 y 35 a 45 golpes es importante que entre más se adicione agua menor número de golpes se necesitara hasta que la muestra se vuelva a unir.

Una vez obtenida esta unión se divide a la muestra en 6 partes tomando las divisiones de la mitad para pasarlas a un recipiente metálico donde fueron pesadas posteriormente. Una vez obtenidos estos pesos se llevó las muestras al horno donde se colocaron durante 24 horas para poder posteriormente volverlas a pesar una vez se secaron las mismas.



Fig. 7 Ensayo límite líquido

- **Ensayo del límite plástico**

El contenido de humedad en el que el suelo pasa de un estado semisólido a uno plástico se lo conoce como el límite plástico [18]

Para el ensayo de límite plástico se tamizó la muestra recolectando todo el material que pasa por el tamiz #40, esta muestra se la colocó dentro de un mortero donde se añadió agua y se lo mezcló con una espátula metálica hasta que esta obtenga la textura de plastilina. En el caso práctico de este ensayo se utilizó la mezcla realizada previamente en el ensayo de límite líquido.

Siguiendo la Norma AASHTO T 90, se tomó un poco de la muestra y se la colocó sobre la placa de vidrio y con la espátula se procedió a realizar rollos en forma de gusano con las dimensiones de 3 mm de diámetro y 5 cm de largo, este proceso se lo hizo hasta obtener 5 rollos por cada muestra. Una vez realizados se tomaron recipientes metálicos pesados previamente para posteriormente colocar los rollos y pesarlos nuevamente. Los recipientes se colocaron en el horno durante 24 horas y pasado el tiempo se los volvió a pesar.



Fig. 8 Ensayo límite plástico

- **Ensayo de Proctor Modificado**

Para la determinación de la relación entre la humedad y peso unitario seco del suelo se utiliza el ensayo conocido como Proctor modificado el cual da como resultado una curva de compactación en la cual se logra determinar la humedad óptima del suelo. [21]

Para el ensayo de Proctor se utilizó el Modificado tipo “B” utilizando la norma AASHTO T 180 2018, previamente al ensayo se secó las muestras de suelo al sol para que no exista alteraciones en el ensayo, para cada Proctor se utilizó 6000 gramos de la muestra que previamente

fue tamizado con el tamiz #4, se tomó el peso del molde incluyendo la retorta sin el collarín y también se tomaron las dimensiones de dicho molde.

Con una bandeja llena de la muestra medida se vertió la misma dentro de una bandeja metálica donde se añadió el porcentaje de agua considerado en cada una de las muestras con la ayuda de una probeta, con el palustre se procedió a mezclar la muestra hasta obtener una consistencia homogénea entre el suelo y el agua. Posteriormente se repartió la muestra uniformemente dentro de la bandeja y se la dividió en 5 partes iguales.

Con el molde ya armado se procedió a verter el contenido de 1 de las 5 divisiones en el mismo, usando un martillo compactador se procedió a dar golpes por todos los lados dentro del molde 56 veces y se repitió el procedimiento hasta lograr ingresar las 5 partes de la muestra.

Una vez finalizado este proceso se toma una pinza con la que se procede a retirar los tornillos para sacar el collarín, con un enrazador se elimina el excedente de la muestra hasta lograr nivelarla con el filo del molde, una vez nivelado se limpia alrededor y se lo pesa con la ayuda de una balanza.

Se toman dos muestras una de la parte superior del molde y otra de la parte inferior del molde después de que se retira la retorta, ambas se colocaron en un recipiente metálico y se colocaron dentro del horno durante 24 horas y al transcurrir estas se pesaron nuevamente.

El ensayo se repite nuevamente con el contenido de agua determinado para cada muestra obteniendo así 4 puntos que fueron utilizados para completar la curva de Proctor.



Fig. 9 Ensayo Proctor Modificado

• Ensayo CBR

Uno de los ensayos más importantes dentro del conocimiento de características del suelo es el ensayo CBR, el uso de este tipo de ensayo facilita conocer la capacidad de carga que tiene la subrasante [22]

Para realizar el ensayo CBR es fundamental completar los ensayos anteriores puesto que para este se necesita conocer la humedad óptima, densidad seca y la humedad natural del suelo que se ocupó.

Para el ensayo se ocuparon 3 moldes uno para 11 golpes otro para 27 y por último uno para 56, así como lo indica la Norma AASHTO T-193. En este se toma el peso de los moldes sin retorta y sin collarín antes de iniciar. Se colocó en una bandeja metálica un aproximado de 15000 gramos este anteriormente tamizado con el tamiz #4, específicamente se ocupó 5000 gramos.

Ocupando una probeta se colocó el agua equivalente al porcentaje de agua óptima y con el palustre se la mezcló con el suelo de manera homogénea, se dividió la bandeja en 5 partes colocando una por una dentro del molde para así compactarla con la ayuda del martillo la primera vez con 11 golpes. Después de terminar de golpear se obtienen dos muestras para contenido de humedad.

Posterior a esto se retira el collarín y se nivela el molde con el uso de una enrazador hasta que queda nivelado con el filo de este, se dio vuelta al molde se retiró la retorta y se pesó nuevamente el molde con la muestra ya compactada. El molde dado la vuelta se lo coloca nuevamente sobre la base y sobre este se colocó una placa perforada y un vástago.

Una vez armado, todo esto se lo sumergió por 72 horas en el laboratorio, una vez finalizado el tiempo se retira el molde del agua y se escurre este por 30 minutos. Finalmente se llevó el molde a la máquina MULTISPEED34-V1171 donde fue ensayado y se toma dos muestras las cuales sirvieron para obtener un nuevo contenido de humedad.

El mismo procedimiento se lo realiza tanto para los 27 y 56 golpes que dicta la norma.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$CBR (\%) = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100 \%$$



Fig. 10 Ensayo CBR

2) Fase II: Determinación de correlaciones

En la segunda etapa se usó la investigación Correlacional la cual consiste en la aplicación de los resultados obtenidos en los ensayos realizados anteriormente para correlacionarlos.

En esta etapa se realizó el análisis de correlaciones múltiples utilizando diferentes procedimientos los cuales son la Correlación lineal, Correlación exponencial, Correlación potencial, descritas a continuación:

• Correlación lineal múltiple

Para la aplicación de este tipo de correlación se hizo uso de una hoja de Excel, donde se encuentran las tres propiedades del suelo y se efectuó cálculos como se muestra en la *Tabla 1*. Se usó las fórmulas mostradas a continuación:

$$a * n + b_1 + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y$$

Ec. 4

$$a\Sigma X_1 + b_1\Sigma X_1^2 + b_2\Sigma(X_1 * X_2) = \Sigma(X_1 * Y)$$

Ec. 5

$$a\Sigma X_2 + b_1\Sigma(X_1 * X_2) + b_2\Sigma(X_2)^2 = \Sigma(X_2 * Y)$$

Ec. 6

TABLA I
CORRELACIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Variable	Variable	Variable	$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$					
Dep.	Dep.	In.						
X_1	X_2	Y	$X_1 * Y$	$X_2 * Y$	$X_1 * X_2$	X_1^2	X_2^2	Y^2
ΣX_1	ΣX_2	ΣY	$\Sigma(X_1 * Y)$	$\Sigma(X_2 * Y)$	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_1^2)$	$\Sigma(X_2^2)$	$\Sigma(Y^2)$

También se empleó otra tabla, en esta se usó el método de matriz inversa la cual se ocupó para lograr determinar una ecuación de correlación dentro de este interviene un factor de correlación determinado por la siguiente fórmula:

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

Ec. 7

TABLA II
ECUACIONES PARA CORRELACIÓN MÚLTIPLE

A	b_1	b_2	=
N	ΣX_1	ΣX_2	ΣY
ΣX_1	$\Sigma(X_1^2)$	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_1 * Y)$
ΣX_2	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_2^2)$	$\Sigma(X_2 * Y)$

$$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 \quad \text{Ec. 8}$$

- **Correlación potencial**

Para la aplicación de la correlación potencial se usó la Tabla 3 donde se introdujeron tanto variables dependientes como independientes. De igual manera en esta se aplicó el método de mínimos cuadrados con las ecuaciones mostradas a continuación:

$$a * n + b_1 + b_1 \Sigma X_1' + b_2 \Sigma X_2' = \Sigma Y'$$

Ec. 8

$$a \Sigma X_1' + b_1 \Sigma X_1'^2 + b_2 \Sigma (X_1' * X_2') = \Sigma (X_1' * Y')$$

Ec. 9

$$a \Sigma X_2' + b_1 \Sigma (X_1' * X_2') + b_2 \Sigma (X_2')^2 = \Sigma (X_2' * Y')$$

Ec. 10

TABLA III
CORRELACIÓN POTENCIAL MÚLTIPLE

Vari able Dep.	Varia ble Dep.	Varia ble In.	Ecuación Múltiple Tipo Potencial			$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$					
X_1	X_2	Y	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
ΣX_1	ΣX_2	ΣY	$\Sigma X_1'$	$\Sigma X_2'$	$\Sigma Y'$	$\Sigma (X_1' * Y')$	$\Sigma (X_2' * Y')$	$\Sigma (X_1' * X_2')$	$\Sigma (X_1'^2)$	$\Sigma (X_2'^2)$	$\Sigma (Y'^2)$

La resolución del Sistema de ecuaciones se presenta en la tabla a continuación, para dicha resolución se utilizó el método de matriz inversa y con ésta se determinó la ecuación de correlación

TABLA IV
SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN POTENCIAL

A	b_1	b_2	=
N	$\Sigma X_1'$	$\Sigma X_2'$	$\Sigma Y'$
$\Sigma X_1'$	$\Sigma (X_1'^2)$	$\Sigma (X_1' * X_2')$	$\Sigma (X_1' * Y')$

$\Sigma X_2'$	$\Sigma(X_1' * X_2')$	$\Sigma(X_2'^2)$	$\Sigma(X_2' * Y')$
---------------	-----------------------	------------------	---------------------

Se ocupó un factor de correlación determinado por la siguiente fórmula:

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

Ec. 11

• Correlación exponencial

En este tipo de correlación de igual manera se introducen variables dependientes e independientes las cuales fueron introducidas como se puede observar en la Tabla 5

TABLA V

SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN POTENCIAL

Vari able Dep.	Varia ble Dep.	Varia ble In.	Ecuación Múltiple		$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$				
			Tipo Potencial						
X_1	X_2	Y	Y'	$X_1 * Y'$	$X_2 * Y'$	$X_1 *$	X_1^2		Y'^2
			$= \log(Y)$			X_2		X_2^2	
ΣX_1	ΣX_2	ΣY	$\Sigma Y'$	$\Sigma(X_1 * Y')$	$\Sigma(X_2 * Y')$	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_1^2)$	$\Sigma(X_2^2)$	$\Sigma(Y'^2)$

De la misma manera que en las anteriores correlaciones se aplicó el método de mínimos cuadrados con las ecuaciones mostradas a continuación:

$$a * n + b_1 \Sigma X_1 + b_2 \Sigma X_2 = \Sigma Y'$$

Ec. 12

$$a \Sigma X_1 + b_1 \Sigma X_1^2 + b_2 \Sigma(X_1 * X_2) = \Sigma(X_1 * Y')$$

Ec. 13

$$a \Sigma X_2 + b_1 \Sigma(X_1 * X_2) + b_2 \Sigma(X_2^2) = \Sigma(X_2 * Y')$$

Ec. 14

Con el fin de obtener los resultados mostrados en la siguiente tabla donde se aplicó la matriz inversa obteniendo un factor de correlación mostrado a continuación:

TABLA VI
SISTEMA DE ECUACIONES DE LA CORRELACIÓN EXPONENCIAL

A	b_1	b_2	=
N	ΣX_1	ΣX_2	$\Sigma Y'$
ΣX_1	$\Sigma(X_1^2)$	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_1 * Y')$
ΣX_2	$\Sigma(X_1 * X_2)$	$\Sigma(X_2^2)$	$\Sigma(X_2 * Y')$

Se ocupó un factor de correlación determinado por la siguiente fórmula:

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

Ec. 15

Las correlaciones finalmente fueron clasificadas dentro de un rango como el de la tabla

TABLA VII

CRITERIOS DE CORRELACIONES	
R2	Criterio
≥ 0.9	Excelente
0.7 - 0.89	Buena
0.4 - 0.69	Aceptable
0.2-0.39	Pobre
≤ 0.19	Muy Pobre

Fuente: Estadística y Muestreo[23]

3) *Fase III: Diseño del pavimento flexible*

La Fase III se llevó a cabo después de haber obtenido las correlaciones entre los diferentes parámetros con un nivel de confiabilidad superior al 70%, en esta etapa se utilizó la investigación aplicativa en la cual se desarrolló el diseño del pavimento en el cual se aplicó el método de diseño AASHTO-93.

Para la obtención de diferentes parámetros necesarios para el diseño del pavimento como primer punto se realizó el conteo vehicular, el cuál fue efectuado durante 7 días durante 12 horas diarias. Una vez determinado este se procedió a determinar los parámetros establecidos a continuación:

a) Parámetros para el diseño del pavimento flexible

- **FHP (Factor hora pico)**

Para la determinación del factor de hora pico se aplicó la fórmula mostrada a continuación [24]

$$FHP = \frac{\text{Volumen horario de máxima demanda (VHMD)}}{\text{periodos durante hora de máxima demanda (N) * Flujo máximo 15 min (Q15MÁX)}}$$

Ec. 16

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

Para el cálculo del TPDA se tomó en cuenta los dos sentidos de circulación de la vía

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

Ec. 17

Donde:

VHP: Volumen de vehículos durante la hora pico.

FHP: Factor de hora pico (El valor ocupado es 1)

k: Porcentaje de la 30va hora de diseño.

El factor K se lo determinó usando la tabla mostrada a continuación

TABLA VIII

FACTOR K

ZONA	k
Urbana	8 – 12%
Rural	12 – 18%

Fuente: Ministerio de transporte y obras públicas [25]

Es importante mencionar que en este caso de estudio se registraron diferentes tipos de vehículos por lo cual para la determinación del TPDA general se dividieron las categorías y se estableció un TPDA diferente para finalmente ser sumado y obtener el resultado general, dentro de estas categorías se obtuvo la de los livianos, buses y camiones dando como resultado la siguiente ecuación:

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

Ec. 18

- **Ta (Tráfico atraído)**

El tráfico atraído es el que se proyecta en el tránsito que puede generar al ser construida una carretera nueva [24]

$$Ta = 10\% * TPDA$$

Ec. 19

- **Tg (Tráfico generado)**

El tráfico generado hace referencia a aquello tránsito que ya se realizó anteriormente [24]

$$Tg = 20\% * TPDA$$

Ec. 20

- **Td (Tráfico desarrollado)**

Para determinar el tráfico desarrollado se tomó en cuenta la Ec. 21 en la cual se considera el 5% del TPDA actual [24]

$$Td = 5\% * TPDA$$

Ec. 21

- **Tráfico total**

Para determinar el tráfico total se realizó la sumatoria de cada uno de los parámetros que se mencionan en la parte superior

$$TPDA_{Total} = TPDA_{actual} + Ta + Tg + Td$$

Ec. 22

- **Tf (Tráfico futuro)**

Para el pronóstico del volumen de tráfico a futuro se utiliza el tráfico determinado actualmente, en este caso se utilizó una predicción a 20 años, es decir para el año 2044. [26]

$$Tf = TPDA_{total} * (1 + i)^n$$

Ec. 23

Donde:

i: Tasa de crecimiento total

El factor i se lo determinó usando la tabla mostrada a continuación:

TABLA IX
FACTOR I (TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO)

Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)			
Período	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 – 2040	3.25	1.62	1.58
2035 – 2040	3.25	1.62	1.58
2040 - 2045	3.25	1.62	1.58

Fuente: NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS [26]

b) Tipo de carretera

La norma de diseño geométrico de vías se recomienda clasificar la vía en función del pronóstico del tráfico, para esta clasificación se usó la tabla 9, la cual proporciona la misma norma

TABLA X
TIPO DE CARRETERA

Función	Clase de Carretera	TPDA
Corredor Arterial	RI o RII	Más de 8000 De 3000 a 8000
	I	
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

Fuente: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS [26]

c) Diseño del pavimento AASHTO 93

Con los datos necesarios para empezar con el diseño del pavimento se comenzó a efectuar el proceso de diseño guiándose mediante la Norma AASHTO 93.

- **SN (Número estructural)**

Como primer punto dentro de este proceso se determinó el SN (número estructural) este se lo obtuvo por medio de la siguiente fórmula [27]

$$\text{Log } 10(W18) = Z_r * S_o + \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{LOG}_{10}(Mr) - 0.87$$

Ec. 24

Donde:

W18: Ejes equivalentes.

Zr: Desviación estándar normal.

So: Desviación estándar global.

SN: Número estructural.

ΔPSI: Pérdida de serviciabilidad.

Mr: Módulo de resiliencia.

- **Periodo de diseño**

El periodo de diseño hace referencia a la vida útil que se le va a dar a la vía es decir el tiempo en el cual la vía necesitaría rehabilitación [28]

TABLA XI
PERIODO DE DISEÑO

Tipo de Carretera	Período 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: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

- **Número de ejes equivalentes**

Para determinar este parámetro fue esencial obtener previamente el FD (Factor de daño) este hace referencia al daño generado por los ejes al momento de la movilización dentro del periodo

con el cual fue diseñada la vía. En este cálculo se tomaron en cuenta solamente aquellos vehículos cuyo peso este por debajo de las 8.2 TON. [27]

- **FD (Factor de daño)**

El factor de daño se lo calcula en base de las siguientes fórmulas:

$$FD_{\text{eje simple}} = \left(\frac{P}{6.6}\right)^4$$

Ec. 25

$$FD_{\text{eje doble}} = \left(\frac{P}{8.6}\right)^4$$

Ec. 26

$$FD_{\text{eje triple}} = \left(\frac{P}{15}\right)^4$$

Ec. 27

Donde:

P: Carga por eje en Ton

- **Factor de distribución por carril**

Para obtener dicho factor se utilizó la siguiente tabla en la cual se proporciona el factor de distribución por carril

TABLA XII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN

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: NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS [26]

De igual manera se aplicaron las fórmulas proporcionadas continuamente:

$$W18 = TPDA_{\text{final}} * 365 * FD * Fd$$

Ec. 28

$$W18 \text{ Total} = W18 \text{ Acumulado} * 0.5$$

Ec. 29

- **R (Confiabilidad)**

La confiabilidad dentro del diseño de pavimentos hace referencia a que la estructura del pavimento va a actuar de manera adecuada es decir cumplir su función dentro del periodo de vida para el que se diseña bajo las condiciones que éste reciba durante ese lapso.[27]

Para determinar la confiabilidad de la vía diseñada se utilizó la tabla mostrada a continuación

TABLA XIII
CONFIABILIDAD

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: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

- **Zr (Desviación estándar normal)**

La desviación estándar tiene un significado muy parecido al de la confiabilidad ya que mediante la determinación del nivel de confiabilidad se puede llegar a determinar dicho parámetro es por esto que se puede definir como cierto grado de certidumbre de que la vía va a llegar en buen estado al final de su período de diseño. [27]

TABLA XIV
DESVIACIÓN ESTÁNDAR ZR

Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Zr
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	-1.6545
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99,9	-3.09
99,99	-3.75

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

- **Sr (Desviación estándar global)**

La norma de diseño establece la desviación estándar global para dar cierta confianza en el diseño de la vía puesto que esta se implementa como un factor que busca corregir errores que se puedan presentar en el cálculo del tráfico a futuro es por esto por lo que se tomó en cuenta la tabla 14 los cuales poseen valores aplicados en los cálculos. [27]

TABLA XV

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Desviación Estándar Normal (So)	
Pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
Pavimentos flexibles	0.40 – 0.50

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

- **Índice de serviciabilidad**

La serviciabilidad hace referencia a la capacidad del pavimento de dar confortabilidad al usuario cuando este viaje por la carretera es decir que la misma sea segura para el libre tránsito, la norma también establece que para carreteras de importancia media y baja se ocupa un valor de 4.2 y en el caso de que esta sea de tránsito menor se ocupa 2.0. En este caso se adoptó la siguiente fórmula para determinarla. [27]

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

Donde:

Δ PSI: Pérdida de serviciabilidad.

PSI inicial: Serviciabilidad inicial.

PSI final: Serviciabilidad final.

- **Mr (Módulo de resiliencia)**

Para determinar el módulo resiliente de cada capa se empleó la siguiente fórmula

$$Mr \text{ (psi)} = 1500 \text{ CBR (CBR} > 10\%)$$

Ec. 31

$$Mr \text{ (psi)} = 3000 \text{ CBR}^{0.65} \text{ (10\%} < \text{CBR} < 20\%)$$

Ec. 32

$$Mr \text{ (psi)} = 4325 \ln (\text{CBR}) + 241 \text{ (CBR} > 20\%) \text{ Para suelos granulares}$$

Ec. 33

d) Coeficientes estructurales de cada capa del paquete estructural

Los coeficientes estructurales son de gran importancia dentro de la determinación del espesor de las capas del pavimento es por esto por lo que para determinarlos se utilizó la Ec. 34

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Ec. 34

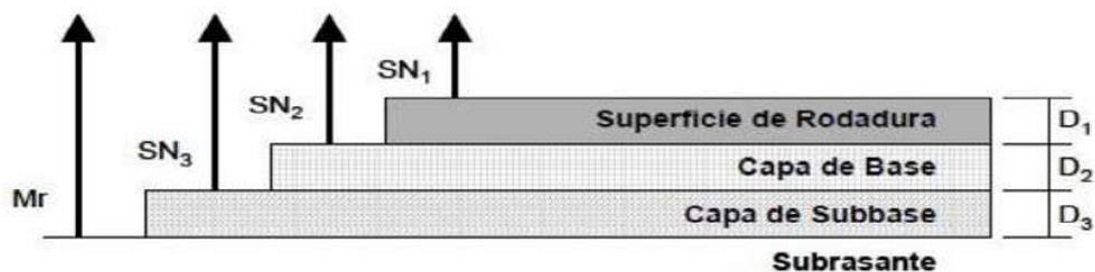
Donde:

a1, a2, a3: coeficientes estructurales que componen la estructura del pavimento.

D1, D2, D3: espesores de la capa subbase, base y carpeta asfáltica.

m2, m3: Coeficiente de drenaje.

Fig. 11 Distribución SN [23]



- **a1 (Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica)**

Para el cálculo de todos los coeficientes se utilizaron diferentes nomogramas encontrados a continuación

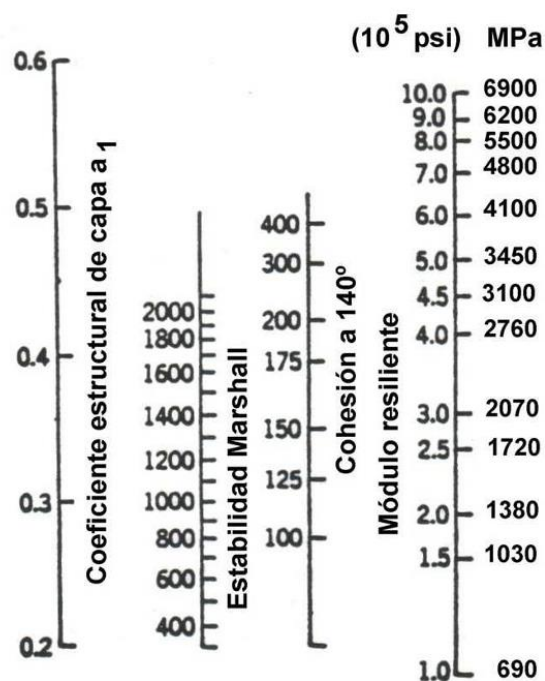
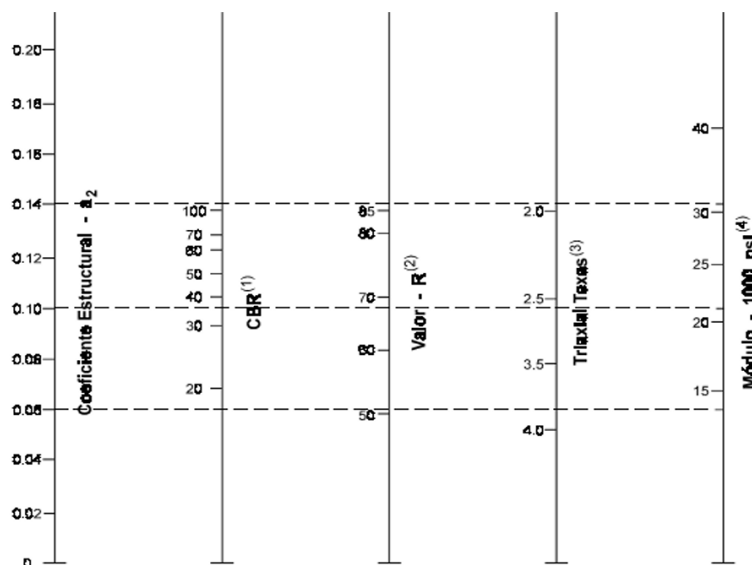


Fig. 12 Nomograma Coeficiente a1 [23]

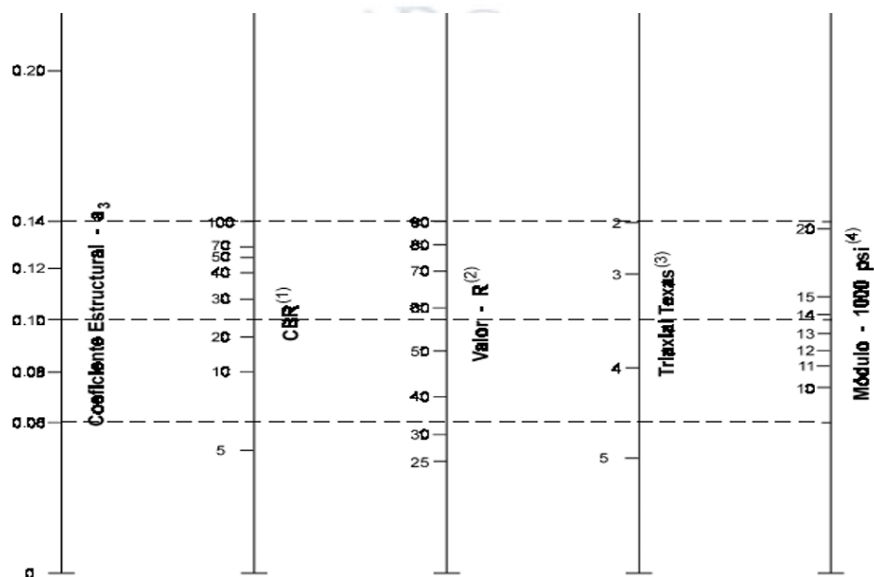
- **a2 (Coeficiente estructural de la base)**

Específicamente para este coeficiente la Norma MTOP indica que el CBR debe ser igual o superior al 80% para lograr determinarlo, de igual manera se utilizó su respectivo nomograma.

Fig. 13 Nomograma Coeficiente a_2 [23]

- **a_3 (Coeficiente estructural de la subbase)**

En el caso de las subbases la Norma MTOP también establece que el valor del CBR mínimo debe ser del 30%.

Fig. 14 Nomograma Coeficiente a_3 [23]

- **Coeficiente de drenaje (m_2 , m_3)**

El coeficiente de drenaje se lo estimó tomando en cuenta la tabla mostrada a continuación

TABLA XVI
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: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

- **Espesores mínimos**

Para determinar los espesores mínimos se utilizó la tabla 16 la cual en base a los ejes equivalentes se pudo determinar cada espesor

TABLA XVII
ESPESORES SEGÚN EJE EQUIVALENTES

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

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

e) Espesores del paquete estructural

- **Carpeta asfáltica – SN1**

En el caso de la carpeta asfáltica se tomó en cuenta la siguiente fórmula para el cálculo del número estructural

$$SN1 = a_1 * D_1$$

Ec. 35

Donde:

D1: Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

a1: Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

- **Base – SN2**

En el caso de la Base se tomó en cuenta la siguiente fórmula para el cálculo del número estructural

$$SN2 = a_2 * D_2 * m_2$$

Ec. 36

Donde:

D2: Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

a2: Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

m2: Coeficiente de drenaje

- **Subbase – SN3**

Para facilitar el proceso del cálculo del número estructural se utilizó el software llamado AASHTO.EXE el cual se muestra a continuación

Fig. 15 Screenshot del programa AASHTO.EXE [23]

Para determinar el espesor de la sub-base se aplicó la siguiente ecuación:

$$D3 \geq \frac{SN3 - SN2 - SN1}{a3 * m3}$$

Ec. 37

Donde:

D3: Espesor mínimo de la carpeta asfáltica

SN3: Número estructural sub-base determinada por el programa

SN2: Número estructural base

SN1: Número estructural carpeta asfáltica

a3: Coeficiente estructural de la sub-base

m3: Coeficiente de drenaje

Una vez obtenido los valores necesarios para el cálculo del espesor se tomó en cuenta que este debe ser un múltiplo de 5, con esto se obtuvo el número estructural real aplicando la siguiente ecuación:

$$SN3 = a_3 * D_3 * m_3$$

Ec. 38

Para lograr comprobar el diseño efectuado se aplicó la siguiente fórmula

$$\sum SN \text{ (calculado)} \geq SN3 \text{ Programa}$$

Ec. 39

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

E. Análisis y discusión de resultados

Una vez concluido el proceso de elaboración de ensayos se recolectó los resultados hallados de las 12 muestras obtenidas del sector motivo de estudio, estos resultados se demostrarán a continuación en cada una de sus fases correspondientes

1) Fase I: Ensayos de Campo y Laboratorio

a) Resultados Ensayos in situ

• DCP

Los resultados obtenidos en el ensayo DCP se encuentran dentro del 18,51% al 56,36% esto indica la variabilidad que existe en la resistencia que tiene el suelo, los valores cercanos al 18% son menos compactos a comparación de aquellos con valores más altos.

En el municipio de Arauca- Colombia Florez, Torres y Peña [29] realizaron un trabajo experimental bastante parecido al ejecutado, donde se obtuvieron valores de DCP los cuales tuvieron una variación entre 9,80% a 44,92%

TABLA XVIII

RESULTADOS DEL ENSAYO DCP			
Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	DCP
			DN mm/golpe
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	29,90
		P1.2	31,99
		P1.3	40,54
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinliví	P2.1	45,49
		P2.2	49,06
		P2.3	56,36
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	18,51
		P3.2	20,88
		P3.3	21,28
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	29,09
		P4.2	36,05
		P4.3	31,37

- **Densidad de Campo**

Las propiedades índice del suelo se determinan a través de los ensayos de densidad de campo, para la relación de vacíos los análisis arrojaron resultados entre 1,390 a 1,980 los valores indican que el suelo con porosidad moderada.

Dentro del grado de saturación del agua se obtuvieron valores entre 16,190% a 88,650%, es decir el suelo analizado se lo determinó como un suelo parcialmente saturado a saturado completamente.

TABLA XIX

DENSIDAD DE CAMPO MUESTRAS

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	DENSIDAD DE CAMPO			
			RELACIÓN DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	1,500	60,000	88,650	11,350
		P1.2	1,980	66,490	66,830	33,170
		P1.3	1,690	62,850	80,310	19,690
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinliví	P2.1	1,530	60,430	72,540	27,460
		P2.2	1,770	63,930	55,280	44,720
		P2.3	1,950	66,150	58,590	41,410
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	1,710	63,130	42,250	57,750
		P3.2	1,390	58,170	41,700	58,300
		P3.3	1,860	64,980	28,840	71,160
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	1,460	59,420	22,830	77,170
		P4.2	1,540	60,710	16,190	83,810
		P4.3	1,460	59,380	43,500	56,500

b) Resultados Ensayos de laboratorio

- **Contenido de humedad natural**

En el ensayo de contenido de humedad se identificó que el contenido de humedad de las muestras varía en un rango de 9,07 % a 53,55 %. Esto sucede debido a varios factores como el tipo de suelo, las condiciones ambientales, la profundidad de muestreo, etc.

TABLA XX

CONTENIDO DE HUMEDAD MUESTRAS			
Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	%w Natural
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinlivi	P1.1	50,19
		P1.2	49,89
		P1.3	53,55
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi	P2.1	42,60
		P2.2	38,53
		P2.3	43,72
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	22,54
		P3.2	20,44
		P3.3	19,24
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	10,59
		P4.2	9,07
		P4.3	22,32

- **Granulometría**

El suelo se puede clasificar como grueso ya que el porcentaje que pasa por el tamiz 200 es menor al 50% en las 12 muestras, por ende existe mayor contenido de arena

TABLA XXI

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA								
Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	GRANULOMETRÍA					
			% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinlivi	P1.1	0,00	95,89	4,11	4,57	1,31	2,360
		P1.2	0,00	95,64	4,36	3,13	1,09	2,360
		P1.3	0,00	95,43	4,57	4,34	1,19	2,360
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi	P2.1	0,00	90,15	9,85	4,55	1,08	2,000
		P2.2	0,00	90,45	9,55	4,56	1,13	4,760
		P2.3	0,00	91,05	8,95	4,59	0,71	2,360
3		P3.1	0,00	93,32	6,68	6,97	1,24	2,360

4	Quebrada la Morita-Chugchilán	P3.2	0,00	93,10	6,90	7,19	1,25	2,360
		P3.3	0,00	92,96	7,04	6,86	1,59	2,360
	Chugchilán-Mirador las golondrinas	P4.1	0,00	96,32	3,86	8,15	0,83	4,760
		P4.2	0,00	96,15	3,85	8,22	0,94	4,760
		P4.3	0,00	96,20	3,80	9,02	0,79	4,760

Una vez analizado el porcentaje de grava, arena y finos presentes en las 12 muestras se pudo concluir con la ayuda de la SUCS que el suelo predominante es arenoso. Esto fue evidenciado ya que el porcentaje de arena supera el 90% en cada muestra.

• Límite Líquido y Límite Plástico

Los porcentajes de las muestras que presenta el límite líquido comprenden valores entre 19,807% hasta el 43,309% los cuales son valores representativos donde las muestras pasan de un estado plástico a uno líquido.

Se concluyó que el rango del límite plástico donde las muestras cambian de un estado semi solido a uno plástico se encuentran entre un 17,330% al 42,678%.

TABLA XXII

LÍMITES DE ATTERBERG					
Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	35,564	34,804	0,760
		P1.2	31,668	31,007	0,661
		P1.3	32,322	31,801	0,521
2	San Miguel de Pilapuchin-Isinliví	P2.1	39,807	39,242	0,565
		P2.2	37,094	36,237	0,857
		P2.3	43,309	42,678	0,631
3	Quebrada la Morita-Chugchilán	P3.1	29,081	24,314	4,767
		P3.2	27,919	23,933	3,986
		P3.3	27,170	23,994	3,176
4	Chugchilán-Mirador las golondrinas	P4.1	23,384	21,096	2,288
		P4.2	19,840	17,330	2,510
		P4.3	19,807	17,602	2,205

Por otro lado, el valor del índice plástico permitió clasificar a las muestras mediante la SUCS con el uso de la carta de plasticidad, demostrando así que las muestras son arenas con limos de baja plasticidad.

Carta de Casagrande
UCS

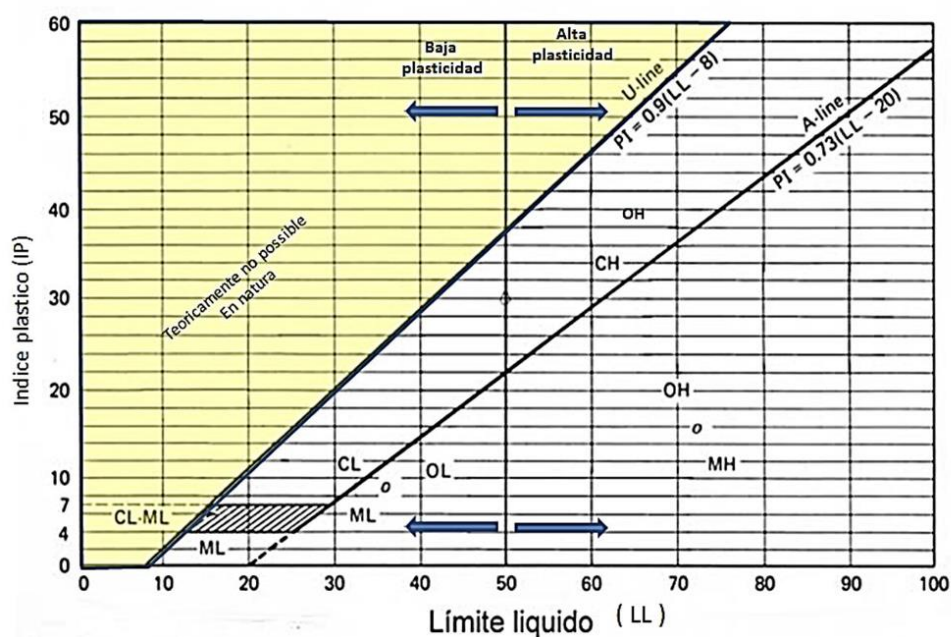


Fig. 16 Carta de Plasticidad [30]

- **Gravedad Específica**

Los valores obtenidos de gravedad específica se encuentran entre 2,320 al 2,703 para el suelo determinado de arena con limo.

TABLA XXIII

GRAVEDAD ESPECÍFICA MUESTRAS			
Nº	UBICACIÓN	POZO	GRAVEDAD
PUNTO			ESPECÍFICA
1	Cerro	P1.1	2,703
	Sagrado	P1.2	2,604
	Guingopana	P1.3	2,669
	- Isinliví		
2	San Miguel	P2.1	2,476
	de	P2.2	2,672
		P2.3	2,515

Pilapuchin- Isinliví			
3	Quebrada la	P3.1	2,458
	Morita-	P3.2	2,654
	Chugchilán	P3.3	2,540
4	Chugchilán-	P4.1	2,320
	Mirador las	P4.2	2,702
	golondrinas	P4.3	2,529

- **Proctor modificado tipo B**

Los resultados que se obtuvieron realizando el ensayo de Proctor se encuentran en la Tabla XXIV, como primer punto se puede observar el contenido de humedad óptimo que se encuentra dentro de un rango de 10% al 24,10%, por otro lado, los valores del peso volumétrico seco que se encuentran dentro de un rango de 1,462 a 1,915 gr/cm³ y por último este ensayo arrojó los valores del grado de compactación de las muestras los cuales se encuentran entre 55,47 al 71,34 %

TABLA XXIV

PROCTOR MODIFICADO MUESTRAS					
Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	COMPACTACIÓN		
			w% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRICO SECO γ_d (g/cm ³)	GRADO DE COMPACTACIÓN Gc (%)
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	17,10	1,670	64,31%
		P1.2	17,70	1,472	61,21%
		P1.3	13,70	1,487	66,11%
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinliví	P2.1	24,10	1,462	71,34%
		P2.2	19,20	1,495	63,21%
		P2.3	14,00	1,539	58,09%
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	14,65	1,732	58,60%
		P3.2	12,00	1,713	65,50%
		P3.3	16,00	1,598	58,51%
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	11,60	1,915	57,18%
		P4.2	10,00	1,884	55,47%
		P4.3	15,80	1,759	62,02%

- **CBR**

Finalmente, los datos obtenidos del ensayo CBR se encuentran dentro del rango de 7,60 a 32,80, para la clasificación de los valores de CBR se indica que aquellos que se encuentran entre el 20 y 50% se clasifican como suelos buenos, por otro lado, aquellos que son menores al 20% se los clasifica como suelos regulares. [31]

TABLA XXV

CBR MUESTRAS

Nº PUNTO	UBICACIÓN	POZO	CBR %				
			90 % γ_d máx.		95 % γ_d máx.		MÁXIMO
			0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	8,80	8,40	17,10	15,10	17,10
		P1.2	13,10	12,00	18,60	17,10	18,60
		P1.3	9,10	8,40	12,80	12,10	12,80
2	San Miguel de Pilapuchin-Isinliví	P2.1	6,50	6,60	7,10	7,60	7,60
		P2.2	9,40	10,60	16,40	16,90	16,90
		P2.3	6,70	6,30	11,20	11,90	11,90
3	Quebrada la Morita-Chugchilán	P3.1	6,00	6,50	11,90	13,80	13,80
		P3.2	9,50	10,00	15,90	16,10	16,10
		P3.3	13,20	12,00	19,00	18,00	19,00
4	Chugchilán-Mirador las golondrinas	P4.1	20,80	23,20	30,70	32,80	32,80
		P4.2	17,40	16,80	26,30	24,60	26,30
		P4.3	13,80	14,20	15,20	16,30	16,30

A continuación, se encuentra una tabla condensada donde se muestran los resultados de los ensayos que se utilizaron para determinar las propiedades índice del suelo y sus respectivos datos los cuales fueron detallados con anterioridad:

Para mayor comprensión acerca de la nomenclatura utilizada se muestra el significado a continuación en la tabla XXVI.

TABLA XXVI

TABLA RESUMEN PROPIEDADES ÍNDICE

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	%w Natural	GRANULOMETRÍA						LL (%)	LP (%)	IP (%)	GRAV. ESP. (Gs)	DENSIDAD DE CAMPO			
				% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)					RELACIÓ N DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	50,19	0,00	95,89	4,11	4,57	1,31	2,360	35,564	34,804	0,760	2,703	1,500	60,000	88,650	11,350
		P1.2	49,89	0,00	95,64	4,36	3,13	1,09	2,360	31,668	31,007	0,661	2,604	1,980	66,490	66,830	33,170
		P1.3	53,55	0,00	95,43	4,57	4,34	1,19	2,360	32,322	31,801	0,521	2,669	1,690	62,850	80,310	19,690
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinliví	P2.1	42,60	0,00	90,15	9,85	4,55	1,08	2,000	39,807	39,242	0,565	2,476	1,530	60,430	72,540	27,460
		P2.2	38,53	0,00	90,45	9,55	4,56	1,13	4,760	37,094	36,237	0,857	2,672	1,770	63,930	55,280	44,720
		P2.3	43,72	0,00	91,05	8,95	4,59	0,71	2,360	43,309	42,678	0,631	2,515	1,950	66,150	58,590	41,410
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	22,54	0,00	93,32	6,68	6,97	1,24	2,360	29,081	24,314	4,767	2,458	1,710	63,130	42,250	57,750
		P3.2	20,44	0,00	93,10	6,90	7,19	1,25	2,360	27,919	23,933	3,986	2,654	1,390	58,170	41,700	58,300
		P3.3	19,24	0,00	92,96	7,04	6,86	1,59	2,360	27,170	23,994	3,176	2,540	1,860	64,980	28,840	71,160
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	10,59	0,00	96,32	3,86	8,15	0,83	4,760	23,384	21,096	2,288	2,320	1,460	59,420	22,830	77,170
		P4.2	9,07	0,00	96,15	3,85	8,22	0,94	4,760	19,840	17,330	2,510	2,702	1,540	60,710	16,190	83,810
		P4.3	22,32	0,00	96,20	3,80	9,02	0,79	4,760	19,807	17,602	2,205	2,529	1,460	59,380	43,500	56,500

TABLA XXVII

TABLA RESUMEN PROPIEDADES MECÁNICAS

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	DENSIDAD DE CAMPO		COMPACTACIÓN			CBR %					DCP
			DENSIDAD HÚMEDA IN SITU γm (g/cm3)	DENSIDAD SECA IN SITU γd (g/cm3)	w% ÓPTIMO	PESO VOLUM. SECO γd (g/cm3)	GRADO DE COMPACTACIÓN Gc (%)	90 % γd máx. 0.1 in 0.2 in		95 % γd máx. 0.1 in 0.2 in MÁX.			DN mm/golpe
1	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	P1.1	1,613	1,074	17,10	1,670	64,31%	8,80	8,40	17,10	15,10	17,10	29,90
		P1.2	1,350	0,901	17,70	1,472	61,21%	13,10	12,00	18,60	17,10	18,60	31,99
		P1.3	1,509	0,983	13,70	1,487	66,11%	9,10	8,40	12,80	12,10	12,80	40,54
2	San Miguel de Pilapuchin- Isinliví	P2.1	1,487	1,043	24,10	1,462	71,34%	6,50	6,60	7,10	7,60	7,60	45,49
		P2.2	1,309	0,945	19,20	1,495	63,21%	9,40	10,60	16,40	16,90	16,90	49,06
		P2.3	1,285	0,894	14,00	1,539	58,09%	6,70	6,30	11,20	11,90	11,90	56,36
3	Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	1,244	1,015	14,65	1,732	58,60%	6,00	6,50	11,90	13,80	13,80	18,51
		P3.2	1,351	1,122	12,00	1,713	65,50%	9,50	10,00	15,90	16,10	16,10	20,88
		P3.3	1,115	0,935	16,00	1,598	58,51%	13,20	12,00	19,00	18,00	19,00	21,28
4	Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	1,211	1,095	11,60	1,915	57,18%	20,80	23,20	30,70	32,80	32,80	29,09
		P4.2	1,140	1,045	10,00	1,884	55,47%	17,40	16,80	26,30	24,60	26,30	36,05
		P4.3	1,335	1,091	15,80	1,759	62,02%	13,80	14,20	15,20	16,30	16,30	31,37

2) Fase II: Determinación de correlaciones

En esta fase se hallaron las correlaciones entre el CBR, DCP y las distintas propiedades índice y mecánicas de los suelos en estudio. Para mayor comprensión acerca de la nomenclatura utilizada en esta fase se presenta el significado de cada una en la tabla XXVII.

TABLA XXVIII
NOMENCLATURA

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
W nat.	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

En la tabla XXIX se presentan las correlaciones halladas, donde se encuentra cada correlación con su respectiva ecuación y tipo de función, todas estas arrojaron un valor de R² superior al 70% ya que estas se consideran buenas y validas.

TABLA XXIX

CORRELACIONES SIMPLES

N.	CORRELACIÓN	ECUACIÓN	TIPO DE FUNCIÓN	# MUESTRA	R2 (%)	COMPATIBILIDAD
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE						
1	LP-LL	$LP = 0,0062(LL)^2 + 0,734(LL) + 0,1299$	Polinómica	12	98,16	CUMPLE
2	Gw-Want	$GW = -0,0039(Wnat)^2 + 1,6017(Wnat) + 5,2673$	Polinómica	12	91,37	CUMPLE
3	Ga-Want	$GA = -0,0027(Wnat)^2 - 0,4135(Wnat) + 59,666$	Polinómica	12	91,95	CUMPLE
4	Cu-Want	$Cu = -2,778 \ln(Wnat) + 15,214$	Logarítmica	12	77,62	CUMPLE
5	n-e	$N = -4,9908(e)^2 + 30,805(e) + 25,036$	Polinómica	12	99,98	CUMPLE
6	Ga-Gw	$GA = 8E - 17(GW)^2 - (GW) + 100$	Polinómica	12	100	CUMPLE
7	LP-TMN-IP	$LP = 48,163 - 26,114 \log(TMN) - 3,799(IP)$	Logarítmica	12	71,05	CUMPLE
8	GW-e-GA	$GW = 100 + \log(e) - 1(GA)$	Logarítmica	12	100	CUMPLE
9	LL-Cu-TNM	$LL = 50,934 - 2,959(Cu) - 0,818(TNM)$	Lineal	12	70,74	CUMPLE
10	LL-Cc-LP	$LL = 3,509 + 1,694(Cc) + 0,880(LP)$	Lineal	12	98,31	CUMPLE
11	e-IP-n	$E = -2,788 + (IP) + 0,071(n)$	Lineal	12	99,67	CUMPLE
12	LP-LL-IP	$LP = 1(LL) - 1(IP)$	Lineal	12	100	CUMPLE
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICA						
13	Yd in situ-n	$Yd \text{ in situ} = 0,0002(N)^2 - 0,0537(N) + 3,5396$	Polinómica	12	97,35	CUMPLE
14	ym-Ga	$ym = -0,232 \ln(GA) + 2,1961$	Logarítmica	12	86,72	CUMPLE
15	yd-e	$yd = 0,18(e)^2 - 0,9919(e) + 2,153$	Polinómica	12	97,4	CUMPLE
16	GA-n-ym	$GA = 460,075 - 3,295(n) - 155,614(ym)$	Lineal	12	99,67	CUMPLE
17	Ym-yd-GW	$Ym = 0,228 + 0,007(yd) + 0,757(GW)$	Lineal	12	99,42	CUMPLE
18	yd-Wopt.	$yd = 0,0035(WOPT)^2 - 0,1491(WOPT) + 3,0384$	Polinómica	10	70,77	CUMPLE
CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS						
19	yd-yd-Gc	$yd = 1,593 + 1,666(yd) - 0,026(Gc)$	Lineal	12	99,50	CUMPLE
CORRELACIONES ENTRE CBR, DN Y PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS						
20	CBR-W nat.	$CBR = 0,022(Wnat)^2 - 1,6506(Wnat) + 42,477$	Polinómica	12	72,27	CUMPLE
21	DN- LP	$DN = 0,1037(LP)^2 - 5,1111(LP) + 88,721$	Polinómica	12	76,21	CUMPLE
22	DN-LL	$DN = 0,1239(LL)^2 - 6,644(LL) + 115,14$	Polinómica	12	73,54	CUMPLE

a) Interpretación acerca de las correlaciones simples

- **Correlación Límite Líquido vs Límite Plástico**

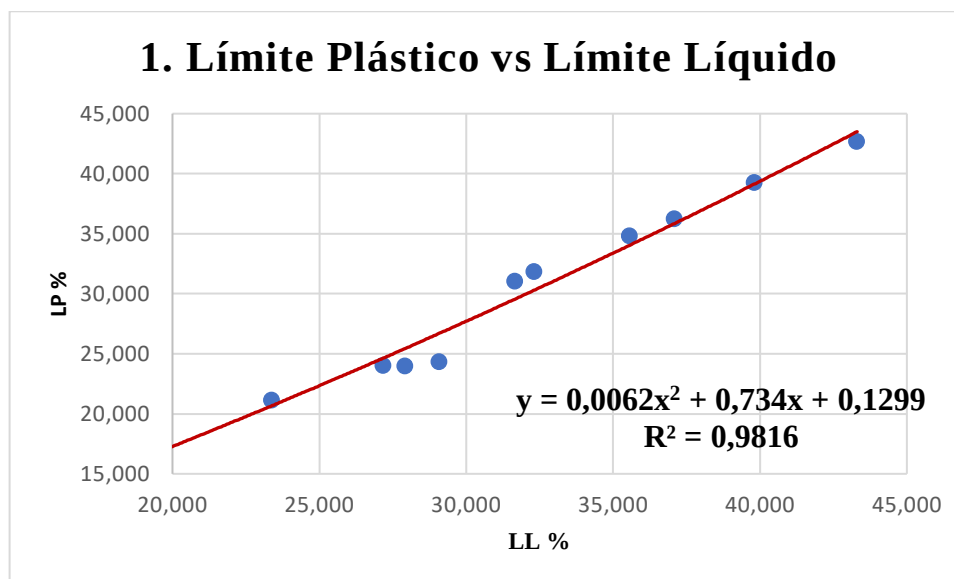


Fig. 17 Correlación LL vs LP

Ecuación:

$$LP = 0,0062(LL)^2 + 0,734(LL) + 0,1299$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 98,16\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el límite plástico y el límite líquido se muestra en la Fig. 17, esta correlación se la obtuvo sometiendo 12 muestras al análisis, resultando una línea de tendencia polinómica de segundo grado cuyo coeficiente de correlación igual a 0,9816, esto debido a que el límite plástico y límite líquido son directamente proporcionales entre si el cual entra dentro de la denominación excelente haciendo uso de la Tabla VII.

- **Correlación Contenido de Humedad natural vs Grado de saturación del agua**

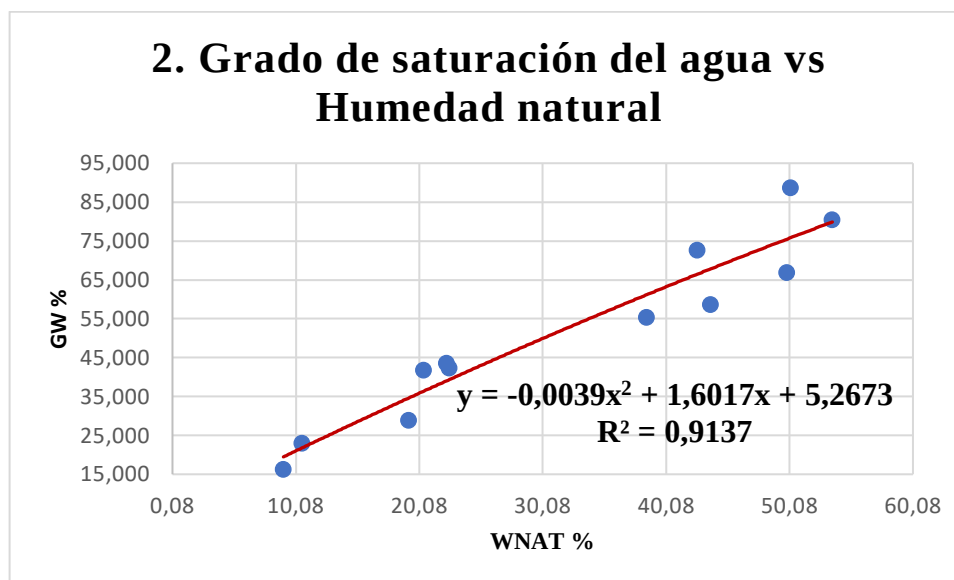


Fig. 18 Contenido de Humedad natural vs Grado de saturación del agua

Ecuación:

$$GW = -0,0039(Wnat)^2 + 1,6017 (Wnat) + 5,2673$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 91,37\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el Contenido de Humedad natural vs Grado de saturación del agua se muestra en la Fig. 18, esta correlación se la obtuvo con una línea de tendencia polinómica de segundo grado cuyo coeficiente de determinación es igual a 0,9137.

Ambas propiedades llegan a correlacionarse puesto que el grado de saturación del agua hace referencia a los poros que contiene el suelo los cuales están llenos de agua es por esto por lo que a mayor contenido de humedad mayor grado de saturación se encuentra dentro del suelo, esta correlación se la denomina dentro de un rango Excelente según la Tabla VII.

- **Correlación Grado de saturación del aire vs Humedad natural**

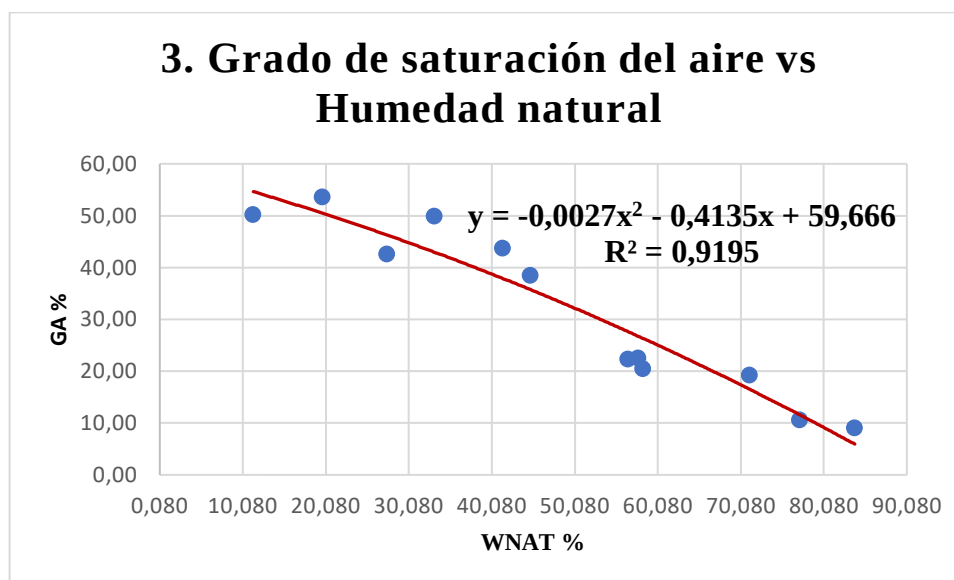


Fig. 19 Grado de saturación del aire vs Humedad natural

Ecuación:

$$GA = -0,0027(Wnat)^2 - 0,4135(Wnat) + 59,666$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 91,95\%$$

Análisis e interpretación:

Para la correlación entre el grado de saturación del aire vs humedad natural se la presenta mediante una línea de tendencia polinómica de segundo grado, cuyo coeficiente de determinación de 0,9195, lo cual sugiere una excelente correlación según la Tabla VII.

Ambas propiedades se correlacionan ya que a medida que la humedad del suelo aumenta, el grado de saturación tiende a disminuir, esto se explica porque cuando hay más contenido de humedad en un suelo es evidente que existe más poros con agua a comparación de los poros con aire presentes en el mismo.

- **Correlación Contenido de humedad natural vs coeficiente de uniformidad**

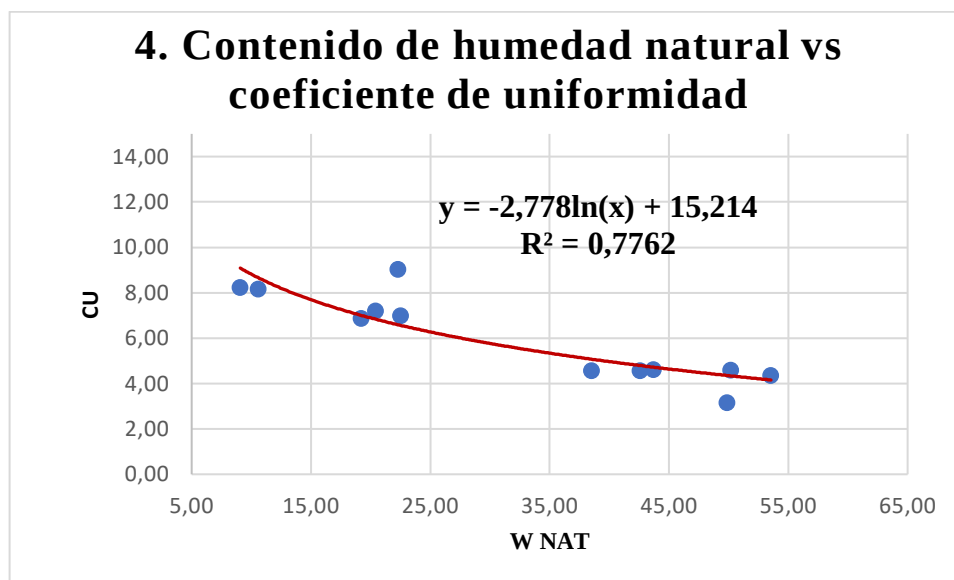


Fig. 20 Contenido de humedad natural vs coeficiente de uniformidad

Ecuación:

$$Cu = -2,778\ln(Wnat) + 15,214$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 77,62\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el contenido de humedad natural VS el coeficiente de uniformidad viene dada por una línea de tendencia logarítmica la cual resulta con un coeficiente R2 igual a 0,7762 el cual entra dentro del rango de correlaciones presentada en la Tabla VII como una correlación con un criterio bueno.

Se puede determinar que los suelos con mayor humedad natural pueden tener una menor variabilidad en el tamaño de sus partículas es por esto por lo que a medida que el contenido de humedad va aumentando el coeficiente de uniformidad va disminuyendo.

- **Correlación Relación de vacíos VS Porosidad**

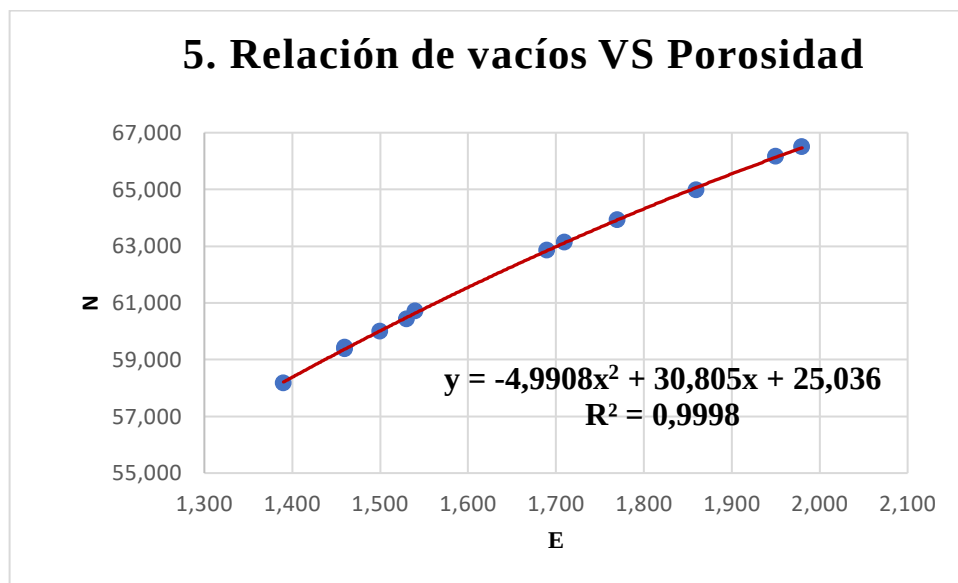


Fig. 21 Relación de vacíos VS Porosidad

Ecuación:

$$N = -4,9908(e)^2 + 30,805(e) + 25,036$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 99,98\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre la relación de vacíos vs la porosidad viene dada por una línea de tendencia polinómica de segundo grado con un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,9998 el cual está dentro de nivel de criterio excelente según la tabla VII.

Analizando la correlación dada se puede analizar que a medida que la relación de vacíos aumenta la porosidad también tiende a aumentar, esto viene dado ya que los suelos con mayor relación de vacíos tienden a ser más porosos ya que existe una mayor cantidad de espacios vacíos sólidos en el suelo.

- **Correlación Grado de saturación del agua VS Grado de saturación del aire**

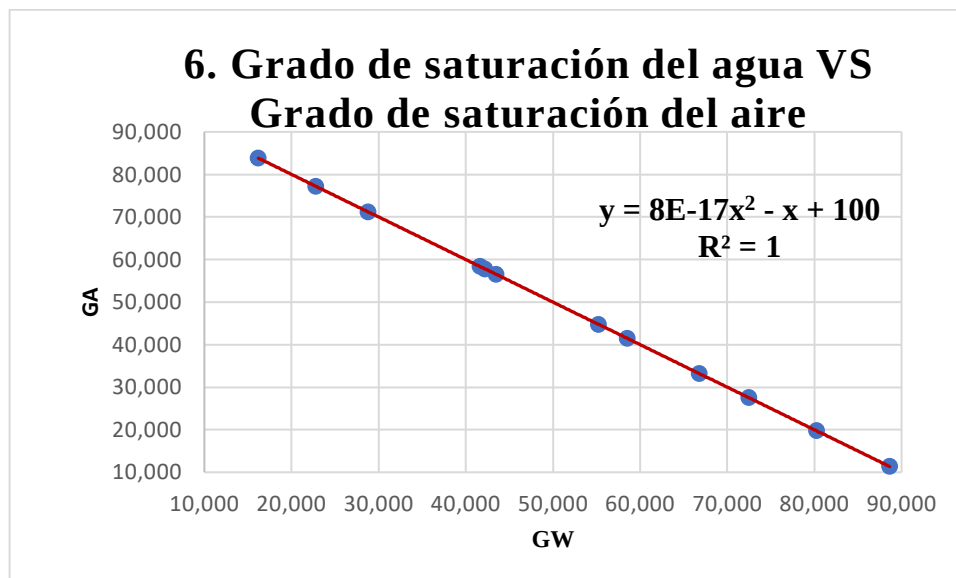


Fig. 22 Grado de saturación del agua VS Grado de saturación del aire

Ecuación:

$$GA = 8E - 17(GW)^2 - (GW) + 100$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 100\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el grado de saturación del agua vs el grado de saturación del aire se obtuvo por una línea de tendencia polinómica de segundo grado cuyo coeficiente de determinación R^2 es igual a 1, este coeficiente entra dentro del rango de criterio excelente según la Tabla VII.

Es evidente que el grado de saturación del aire va disminuyendo el grado de saturación del agua, esto se debe a que dentro de la estructura del suelo el agua y el aire compiten por el mismo espacio en los poros del suelo.

- **Correlación Tamaño Nominal Máximo - Índice de plasticidad vs Límite plástico**

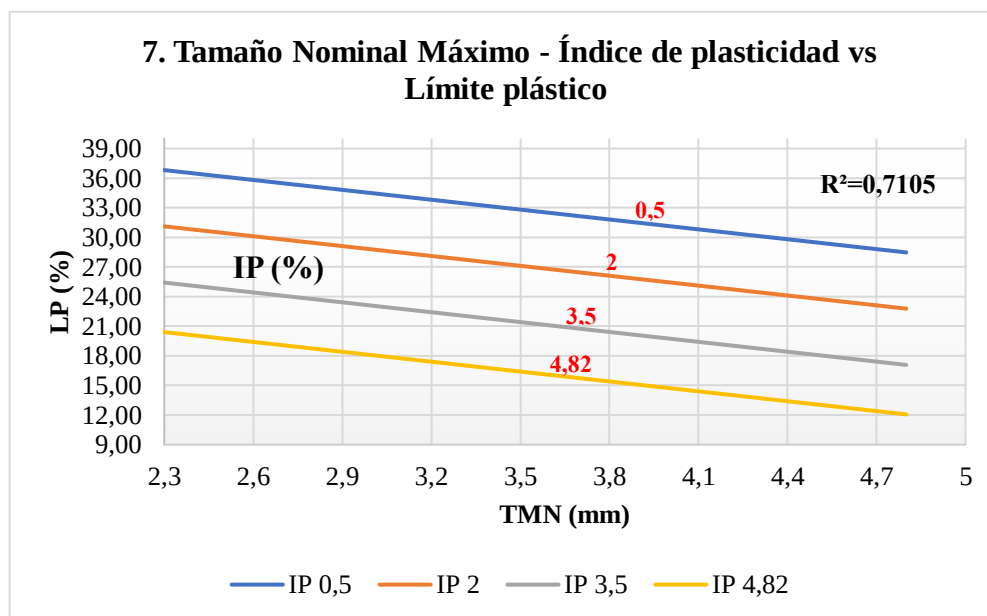


Fig. 23 Tamaño Nominal Máximo - Índice de plasticidad vs Límite plástico

Ecuación:

$$LP = 48,163 - 26,114 \log(TMN) - 3,799(IP)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 71,05\%$$

Análisis e interpretación:

En esta correlación se utilizó un tipo de correlación logarítmica donde intervino el tamaño nominal máximo, índice de plasticidad y límite plástico. Resultando un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,7105 el cual se encuentra dentro de un rango de criterio bueno según la tabla VII.

Estas tres propiedades se relacionan debido a que existe una gran influencia en cuanto al tamaño de las partículas para la retención de agua y la cohesión del suelo, es por esto por lo que en el gráfico se puede observar que a medida que el tamaño nominal máximo aumenta el límite plástico disminuye. Esto se debe a que cuando se tiene un suelo con partículas más grandes el suelo reduce su plasticidad.

- **Correlación Relación de vacíos - Grado de Saturación del Aire vs Grado de Saturación del Agua**

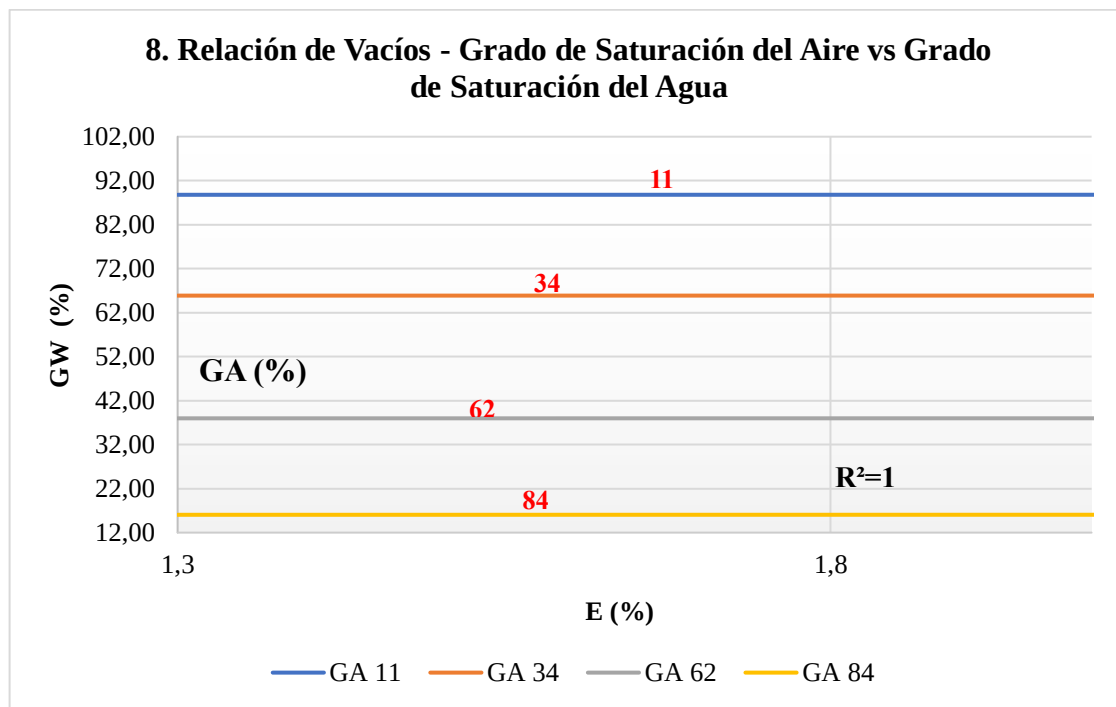


Fig. 24 Relación de Vacíos - Grado de Saturación del Aire vs Grado de Saturación del Agua

Ecuación:

$$GW = 100 + \log(e) - 1(GA)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 1\%$$

Análisis e interpretación:

Para la correlación entre la relación de vacíos, el grado de saturación del aire y el grado de saturación del agua se utilizó un tipo de correlación logarítmica cuyo coeficiente de determinación fue igual a 1 este coeficiente entra dentro de un criterio excelente según la Tabla VII.

Como se puede observar en la parte superior la relación de vacíos de un suelo está ligada con el grado de saturación de agua y de aire ya que el suelo tiene poros y estos pueden estar llenados a su vez tanto de agua como de aire, es evidente que en el gráfico muestra que cuando existe una menor cantidad agua (grado de saturación del agua) la cantidad de aire será mayor por ende mayor grado de saturación del aire.

- **Correlación Coeficiente de uniformidad - Tamaño Nominal Máximo vs Límite líquido**

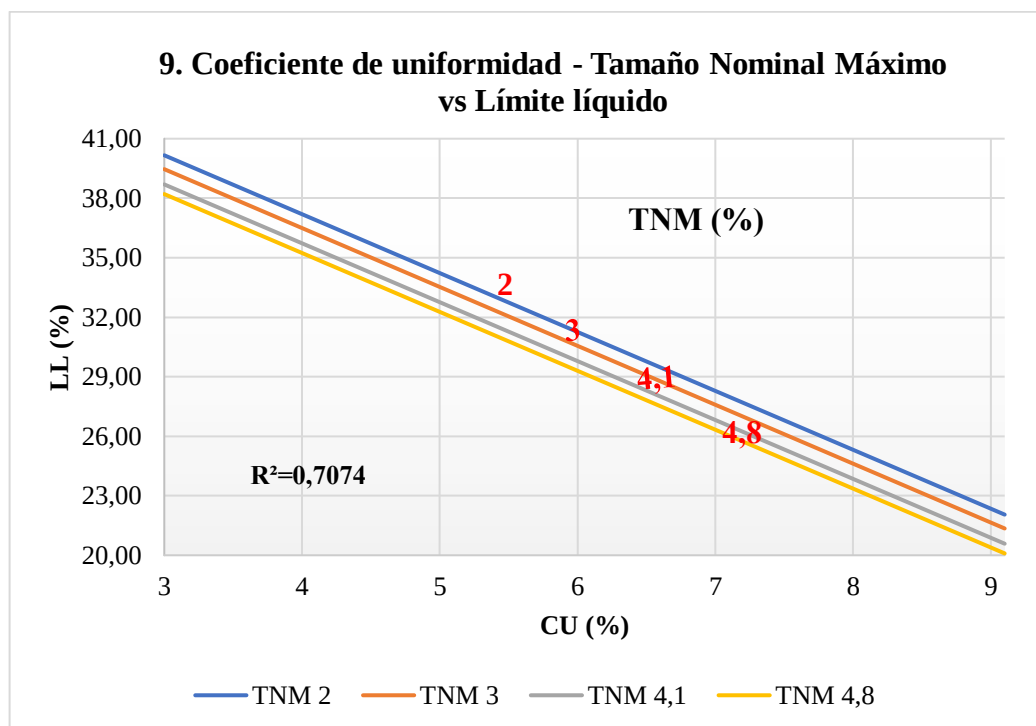


Fig. 25 Coeficiente de uniformidad - Tamaño Nominal Máximo vs Límite líquido

Ecuación:

$$LL = 50,934 - 2,959(Cu) - 0,818(TNM)$$

Coeficiente de correlación:

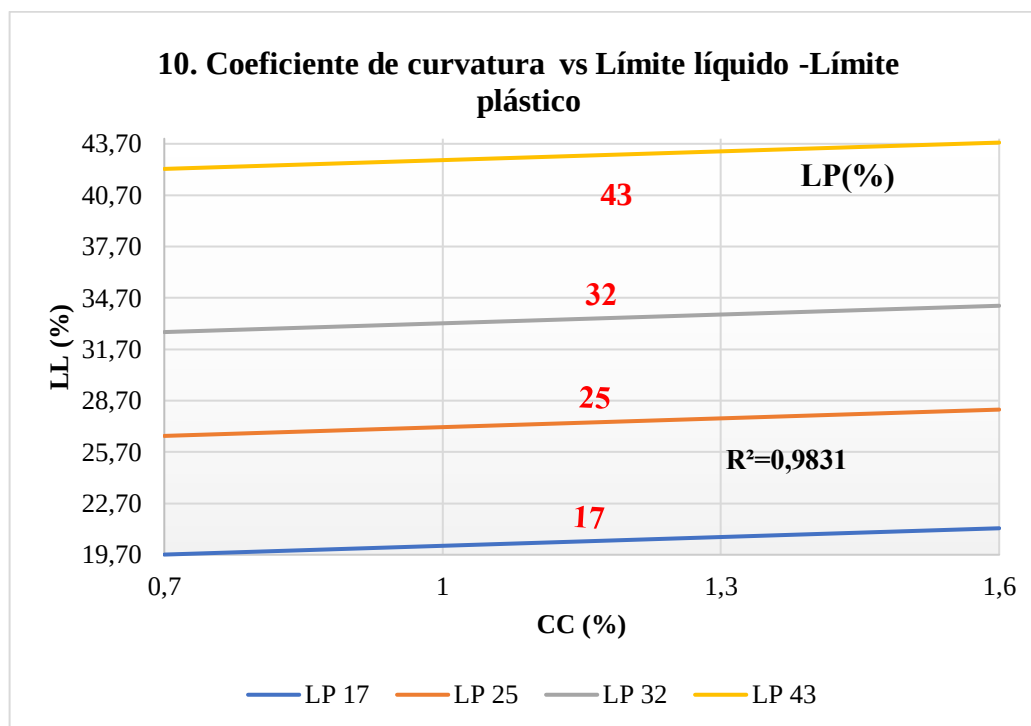
$$R^2 = 70,74\%$$

Análisis e interpretación:

Para la correlación entre el coeficiente de uniformidad, el tamaño nominal máximo y el límite líquido se utilizó un tipo de correlación lineal el cual arrojó un coeficiente de determinación igual a 0,7074 el cual según la tabla VII se encuentra dentro de un criterio bueno.

Como se puede observar en el gráfico de la parte superior a medida que el tamaño nominal máximo aumenta el límite líquido disminuye esto debido a que la capacidad de retención del agua tiende a disminuir cuando existe un tamaño nominal máximo alto, de igual manera cuando hablamos del coeficiente de uniformidad ya que cuando existe mayor tamaño de partículas el límite líquido disminuye por ende la capacidad de retención del agua del suelo

- **Correlación Coeficiente de curvatura vs Límite líquido -Límite plástico**



Ecuación:

$$LL = 3,509 + 1,694(Cc) + 0,880(LP)$$

Coeficiente de correlación:

$$R^2 = 98,31\%$$

Análisis e interpretación:

Se realizó una correlación de tipo lineal en el cual intervienen el coeficiente de curvatura, el límite líquido y el límite plástico, dando como resultado una correlación cuyo coeficiente de determinación R^2 fue igual a 0,9831, el cual está dentro de un rango de criterio excelente según la Tabla VII. Como se puede observar los valores de límite líquido y límite plástico son directamente proporcionales mientras que el coeficiente de curvatura se encuentra distribuido de manera uniforme.

- **Correlación Índice Plástico - Porosidad vs Relación de Vacíos**

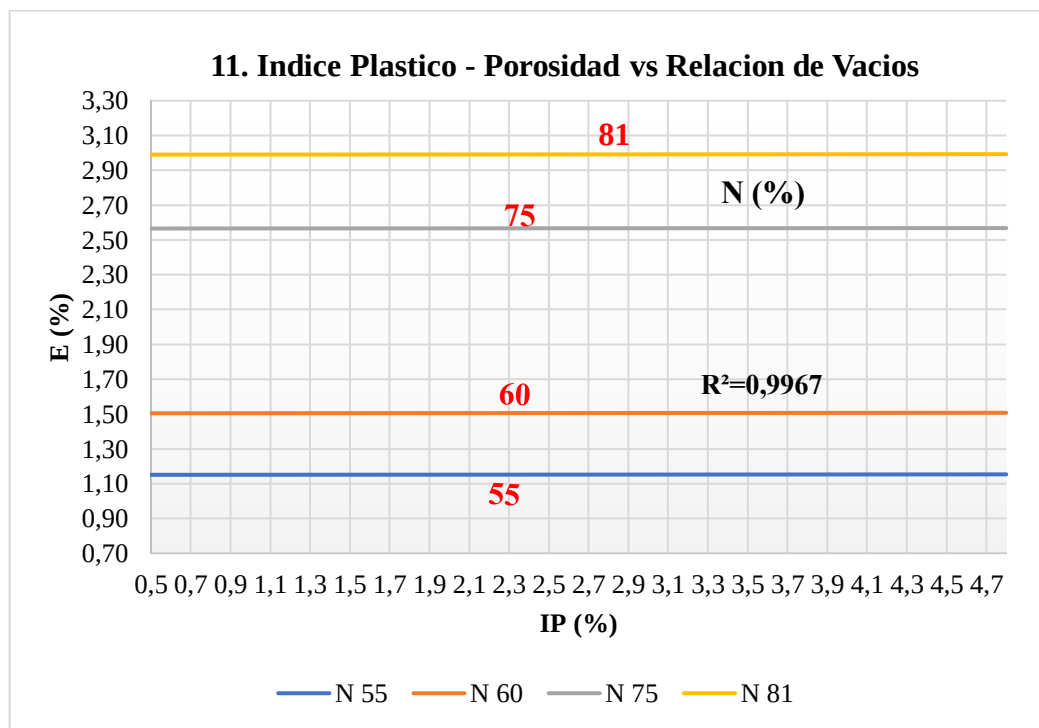


Fig. 27 Índice Plástico - Porosidad vs Relación de Vacíos

Ecuación:

$$E = -2,788 + (IP) + 0,071(n)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 99,67\%$$

Análisis e interpretación:

En este caso se realizó una correlación de tipo lineal entre el índice plástico, la porosidad y la relación de vacíos el cual arrojó un coeficiente de determinación igual a 0,9967 el cual según la tabla VII se encuentra dentro de un rango de un criterio excelente.

Dichas propiedades indican una alta correlación lineal entre el índice plástico y la relación de vacíos, como se puede observar en el gráfico a mayor plasticidad, mayor cantidad de vacíos, lo cual resulta en una mayor porosidad.

- **Correlación Límite Líquido - Límite Plástico vs Índice Plástico**

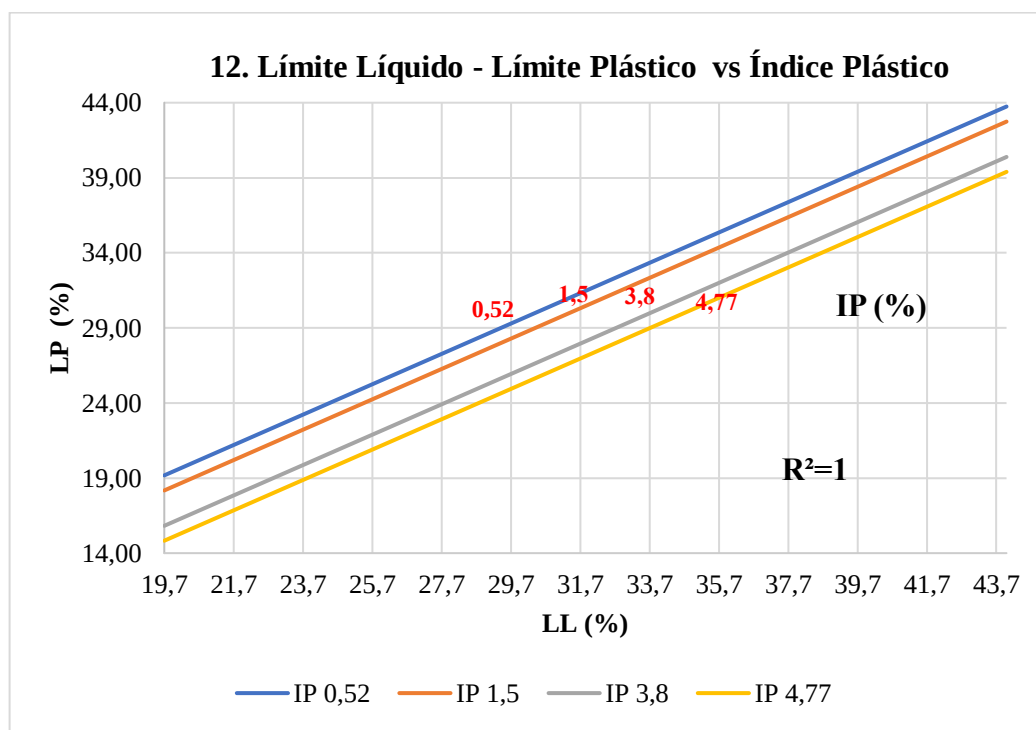


Fig. 28 Límite Líquido - Límite Plástico vs Índice Plástico

Ecuación:

$$LP = 1(LL) - 1(IP)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 100\%$$

Análisis e interpretación:

Para realizar la correlación entre el límite líquido, límite plástico e índice plástico hoy se ha ocupó un tipo de correlación lineal cuyo coeficiente de determinación R^2 dio como resultado 1 el cual se la considera como una correlación excelente según la tabla VII.

La correlación entre estas propiedades es bastante acertada ya que los valores de límite líquido y límite plástico son proporcionales, analizando la gráfica se puede determinar que al momento de tener un índice plástico mayor, el límite plástico menora.

- **Correlación Densidad seca in situ vs porosidad**

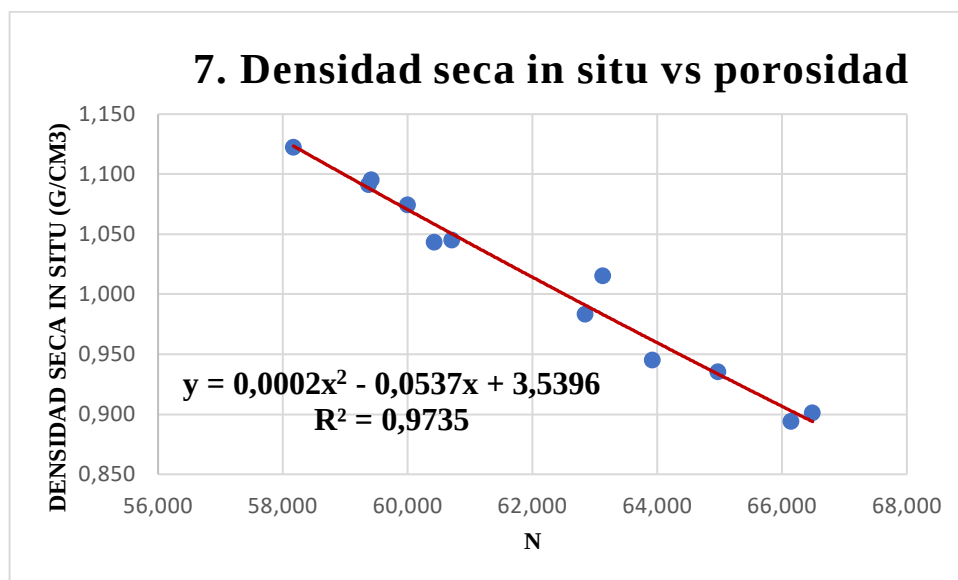


Fig. 29 Densidad seca in situ vs porosidad

Ecuación:

$$Y_d \text{ in situ} = 0,0002(N)^2 - 0,0537(N) + 3,5396$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 97,35\%$$

Análisis e interpretación:

La línea de tendencia que se obtiene correlacionando la densidad seca in situ vs la porosidad es de tipo polinómica de segundo grado, ésta refleja un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,9735 denominada como excelente según Tabla VII.

Ambas propiedades hacen referencia a que cuando la porosidad presente en el suelo es relativamente alta existe mayor proporción de su volumen ya que está compuesto por aire o agua y menor por material sólido, lo cual como consecuencia hace que se reduzca la densidad seca presente en el suelo. Por este motivo en el gráfico se puede observar que a la vez que la porosidad aumenta, la densidad seca disminuye.

- **Correlación Grado de saturación del aire VS Densidad húmeda in situ**

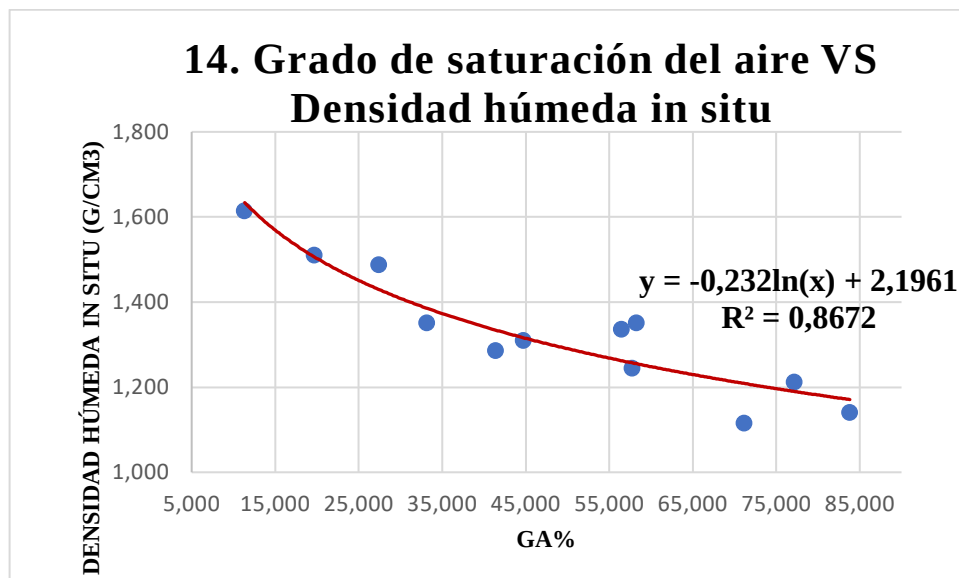


Fig. 30 Grado de saturación del aire VS Densidad húmeda in situ

Ecuación:

$$y_m = -0,232\ln(GA) + 2,1961$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 86,72\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el grado de saturación del aire VS la densidad de humedad in situ viene dada por una línea de tendencia logarítmica cuyo coeficiente R^2 es igual a 0,8672, dentro de la Tabla VII este coeficiente de correlación se encuentra dentro de un criterio bueno.

Esta correlación viene dada ya que cuando existe una mayor cantidad de aire en el suelo esto hace que exista menos agua en los poros del suelo, por lo cual menora la densidad de humedad del suelo.

- **Correlación Relación de Vacíos VS Densidad seca in situ**

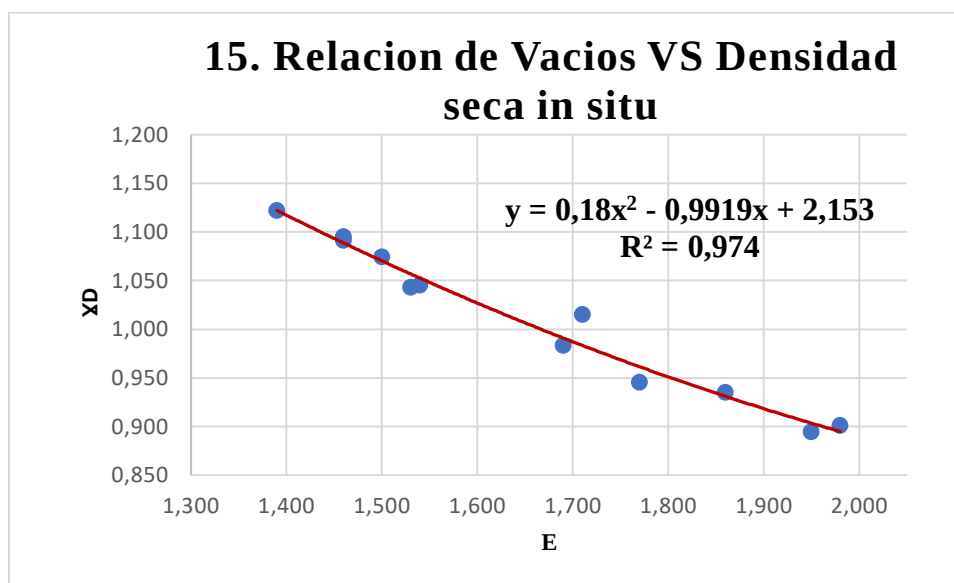


Fig. 31 Relación de Vacíos VS Densidad seca in situ

Ecuación:

$$y_d = 0,18(e)^2 - 0,9919(e) + 2,153$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 97,4\%$$

Análisis e interpretación:

la línea de tendencia que se presenta en la correlación entre la relación de vacíos vs la densidad seca in situ es de tipo polinómica de segundo grado, cuyo coeficiente de determinación R^2 es igual a 0,974, el cual entra en un criterio de aceptación excelente según la Tabla VII.

Como se puede observar en la Fig.31 cuando la relación de vacíos disminuye la densidad seca in situ aumenta, Esto se debe a que cuando en el suelo tiene muchos espacios porosos es decir una alta relación de vacíos el suelo se vuelve más suelto por lo que la densidad seca será menor.

- **Correlación Porosidad - Grado de Saturación del Aire vs Densidad Húmeda In Situ**

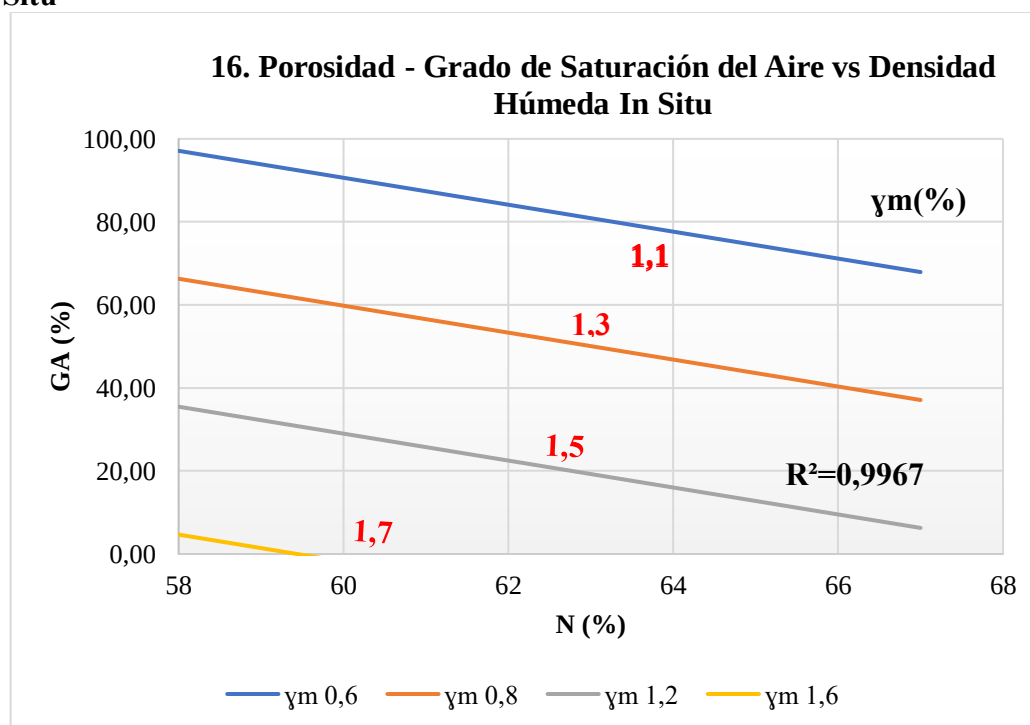


Fig. 32 Porosidad - Grado de Saturación del Aire vs Densidad Húmeda In Situ

Ecuación:

$$GA = 460,075 - 3,295(n) - 155,614(\gamma_m)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 99,67\%$$

Análisis e interpretación:

Para determinar la correlación entre la porosidad, grado de saturación del aire y la densidad húmeda in situ se ocupó una correlación de tipo lineal cuyo coeficiente de determinación R^2 fue igual a 0,9967, cuyo valor se encuentra dentro de un criterio excelente según la tabla VII.

Observando la gráfica de la parte superior se puede visualizar que cuando la porosidad es mayor el grado de saturación también tiende a ser mayor mientras que la densidad húmeda tiende a hacer menor o disminuir. Esto se debe a que cuando los suelos son muy porosos estos suelen estar llenos de aire por lo cual tienen un menor contenido de humedad y este contenido de humedad está estrechamente relacionada con la densidad húmeda.

- **Correlación Grado de Saturación del Agua - Densidad Seca In Situ vs Densidad Húmeda In Situ**

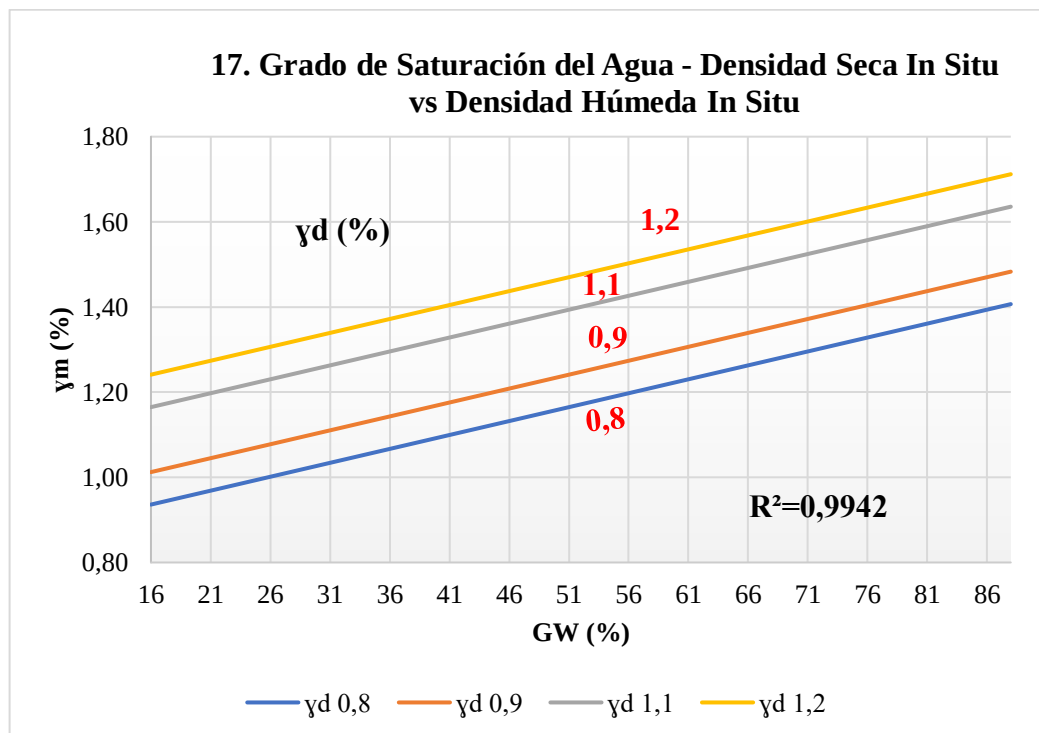


Fig. 33 Grado de Saturación del Agua - Densidad Seca In Situ vs Densidad Húmeda In Situ

Ecuación:

$$\gamma_m = 0,228 + 0,007(\gamma_d) + 0,757(GW)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 99,42\%$$

Análisis e interpretación:

En este caso se utilizó una correlación de tipo lineal en el cual interviene el grado de saturación del agua, la densidad seca in situ y la densidad húmeda in situ, dando como resultado un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,9942 el cual entra dentro de un rango de criterio excelente según la tabla VII.

Estas se correlacionan debido a que cuando existe gran contenido de agua en el suelo esto hace que sea mayor el peso del suelo y por lo tanto mayor su densidad húmeda. De igual manera cuando el suelo tiene mayor densidad seca, la densidad húmeda tiende a ser mayor.

- **Correlación Contenido de humedad óptimo VS peso volumétrico seco**

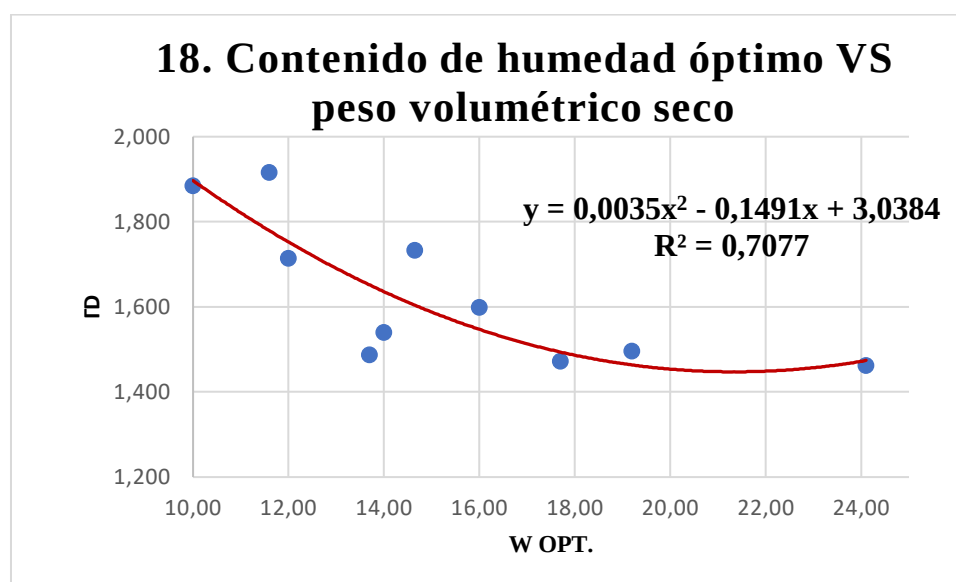


Fig. 34 Contenido de humedad optimo VS peso volumétrico seco

Ecuación:

$$\gamma_d = 0,0035(WOPT)^2 - 0,1491(WOPT) + 3,0384$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 70,77\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el contenido de humedad óptimo vs el peso volumétrico seco da como resultado una línea de tendencia de tipo polinómica de segundo grado cuyo coeficiente de confiabilidad R^2 es igual a 0,7077, el cual se puede identificar como bueno dentro del criterio que se encuentra en la tabla VII.

Observando esta correlación se puede observar que cuando el contenido de humedad óptimo aumenta el valor del peso volumétrico seco disminuye, esto se debe a que cuando existe una mayor cantidad de agua en el suelo no puede el mismo estar seco.

- **Correlación Densidad Seca In Situ - Peso Volumétrico Seco vs Grado de Compactación**

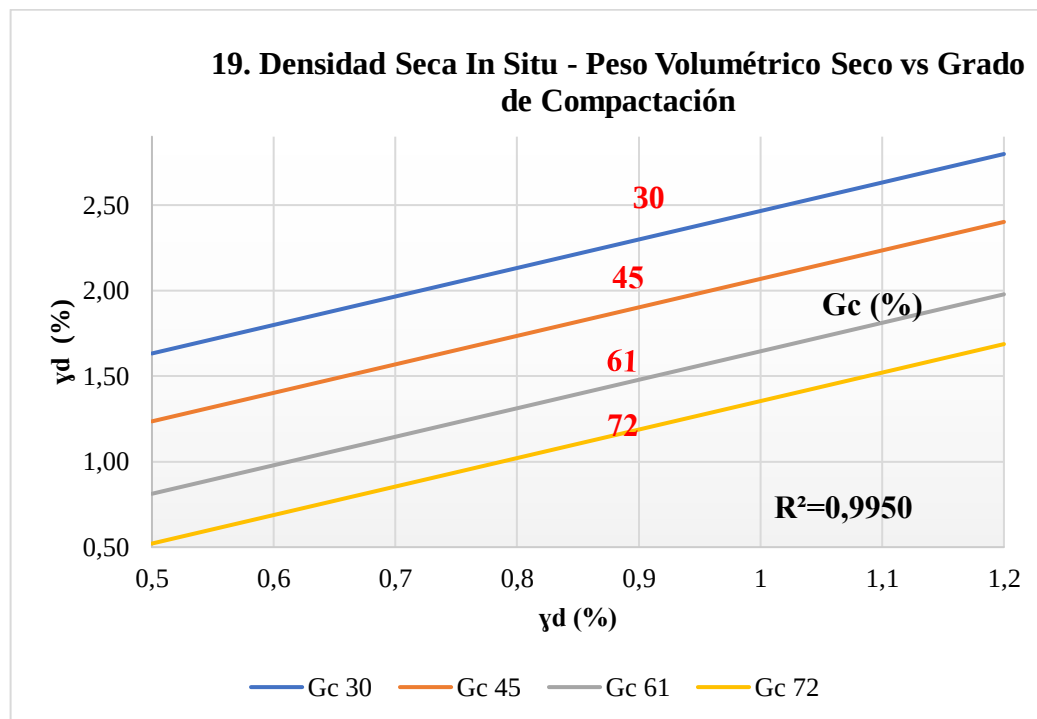


Fig. 35 Densidad Seca In Situ - Peso Volumétrico Seco vs Grado de Compactación

Ecuación:

$$\gamma_d = 1,593 + 1,666(\gamma_d) - 0,026(G_c)$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 99,50\%$$

Análisis e interpretación:

En este caso de igual manera se ocupó una correlación de tipo lineal en este se correlaciona la densidad seca in situ, el peso volumétrico seco y el grado de compactación, de esta se obtiene un coeficiente de determinación R^2 igual a 0,9950 el cual se encuentra dentro de un rango de criterio excelente.

Como se puede evidenciar en la Fig. 35 cuando existe un alto grado de compactación la densidad seca y el peso volumétrico seco aumentan de manera lineal esto hace que el suelo sea más denso y estable.

- **Correlación Contenido de humedad Natural VS CBR**

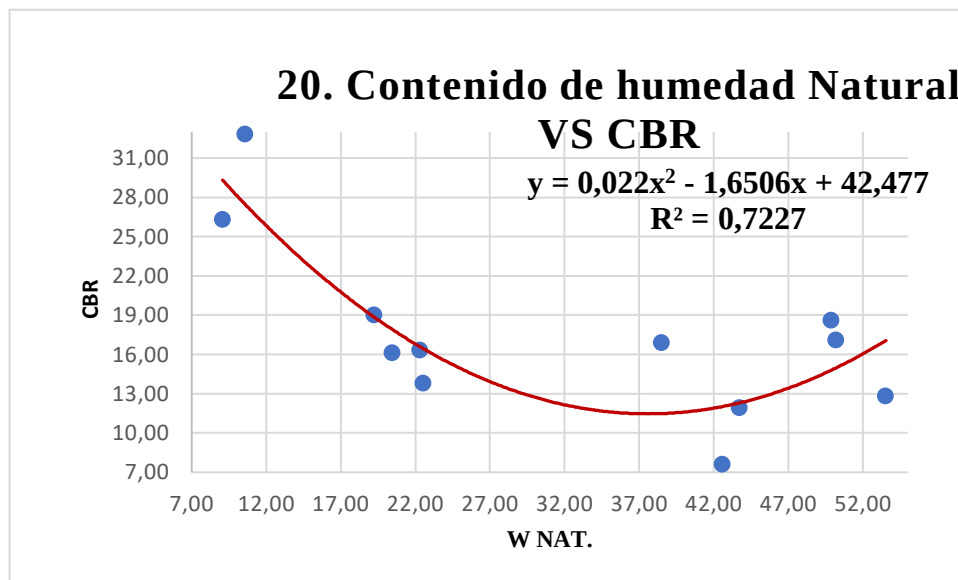


Fig. 36 Contenido de humedad Natural VS CBR

Ecuación:

$$CBR = 0,022(Wnat)^2 - 1,6506(Wnat) + 42,477$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 72,27\%$$

Análisis e interpretación:

La correlación entre el contenido de humedad natural vs CBR se presenta mediante una línea polinómica de segundo grado cuyo coeficiente R2 es igual a 0,7227, el cual se encuentra dentro de un nivel de aceptación bueno según la tabla VII.

Ambas propiedades llegan a correlacionarse ya que están implicadas al momento de analizar la resistencia del suelo, ya que la resistencia del suelo tiene que ver con el contenido de humedad que se presente. Cuando existe un suelo con contenido de humedad muy alto su resistencia disminuye por lo que afectará al valor del CBR puesto que éste será menor.

- **Correlación Límite plástico vs Índice de penetración**

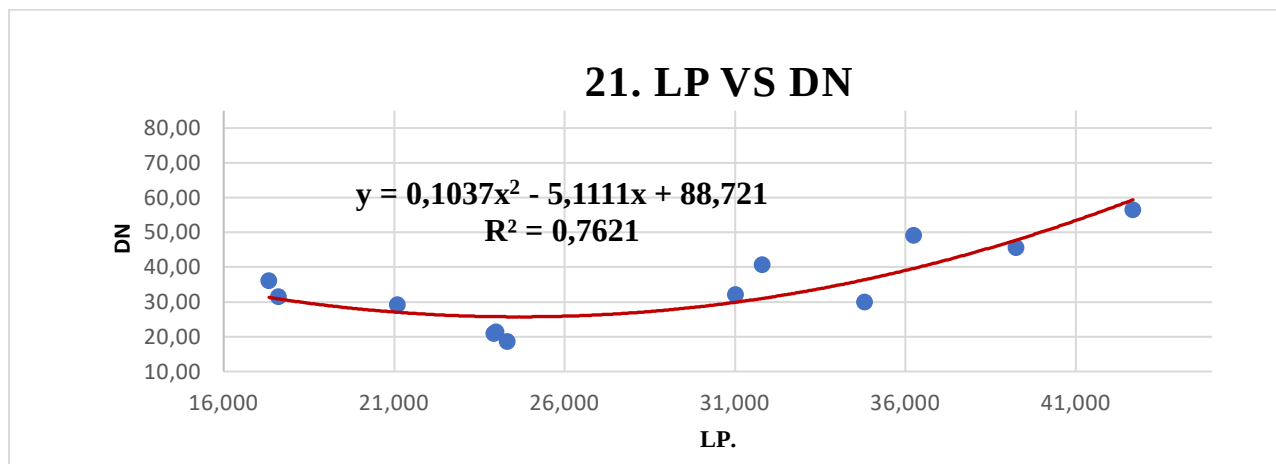


Fig. 37 Límite plástico vs Índice de penetración

Ecuación:

$$DN = 0,1037(LP)^2 - 5,1111(LP) + 88,721$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 76,21\%$$

Análisis e interpretación:

La línea de tendencia que se presenta en la correlación entre el límite plástico vs el índice de penetración es de tipo polinómica de segundo grado cuyo coeficiente de determinación R^2 es igual a 0,7621 el cual entra dentro de criterio bueno según la Tabla VII.

Esta correlación se representa ya que cuando el suelo se convierte en un suelo más plástico su resistencia al corte tiende a disminuir esto tiene como efecto que las partículas del suelo logren separarse con mayor facilidad y permitan que exista una mayor penetración

- **Correlación Índice de penetración vs Límite Líquido**

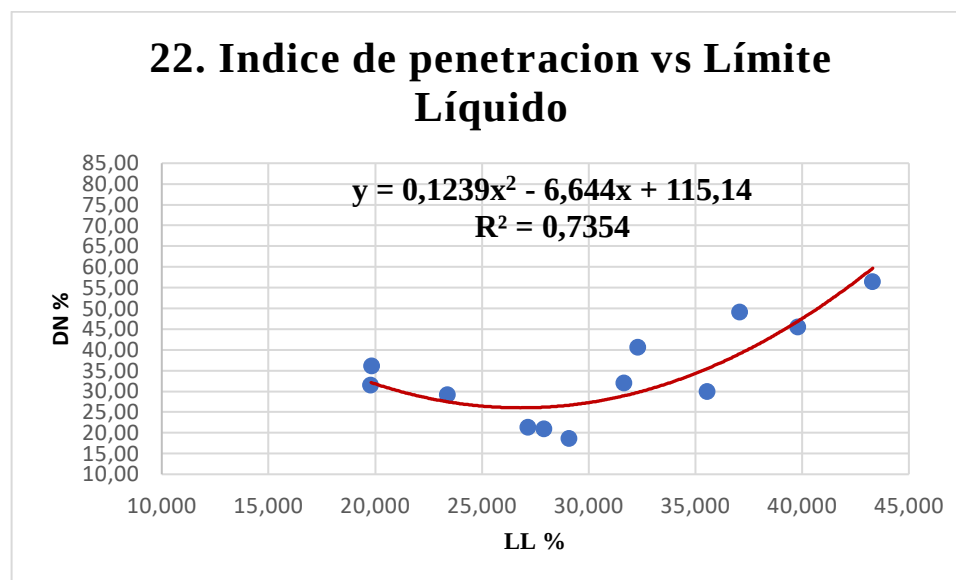


Fig. 38 Índice de penetración vs Límite Líquido

Ecuación:

$$DN = 0,1239(LL)^2 - 6,644(LL) + 115,14$$

Coefficiente de correlación:

$$R^2 = 73,54\%$$

Análisis e interpretación:

La línea de tendencia mostrada en la correlación entre el índice de penetración vs el límite líquido es denominada como una línea polinómica de segundo grado, cuyo coeficiente R^2 es igual a 0,7354 el cual entra en un nivel de aceptación Bueno según Tabla VII.

Analizando esta correlación se puede determinar que cuando el límite líquido es más bajo el suelo tiende a ser más rígido por ende tiene menor contenido de agua esto hace que la resistencia a la penetración que presenta el suelo sea mucho mayor, por otro lado, a medida que el límite líquido es mayor el suelo se vuelve más blando por lo cual pierde resistencia, sin embargo mediante la gráfica se puede observar que en cierto punto la resistencia del suelo puede aumentar nuevamente esto puede deberse a la cohesividad que tiene el suelo.

3) Fase III: Diseño del pavimento flexible

Finalmente, en la última etapa del trabajo experimental se ejecutó el diseño del pavimento usando el método AASHTO 93 para el cual se ocuparon todos los datos determinados con anterioridad especialmente el valor del CBR, es importante mencionar que para el diseño se seleccionó una vía que conecta a Isinliví y a Chugchilán, los datos recolectados y cálculos correspondientes se muestran a continuación:

a) Diseño del pavimento usando el CBR determinado en laboratorio

Usando el método de conteo vehicular manual, se recolectaron los datos de vehículos livianos buses obtenidos de 7 días de registro durante 12 horas, éste se lo realizó en la Vía Cerro Sagrado Guingopana donde los vehículos predominantes fueron los vehículos livianos

La tabla XXX presenta un registro condensado del conteo vehicular durante los 7 días de la semana

TABLA XXX

CONTEO VEHICULAR 7 DÍAS

PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.							
DÍA	TOTAL LIVIANOS	TOTAL BUSES	Pesados			TOTAL PESADOS	Total Vehículos 12 h
			2DA	2DB	3A		
LUNES	54	5	17	13	0	30	89
MARTES	80	7	27	9	0	36	123
MIÉRCOLES	60	6	20	6	0	26	92
JUEVES	69	5	23	5	0	28	102
VIERNES	49	5	14	12	5	31	85
SÁBADO	56	6	20	12	0	32	94
DOMINGO	70	6	22	14	0	36	112
TOTAL	438	40	143	71	5	219	697

Para determinar la hora pico fue de suma importancia identificar el día con mayor afluencia vehicular es decir el día en el que se registró mayor número de vehículos, como se puede observar en la Fig.39 donde se muestra que el martes se registran 123 vehículos siendo este el día seleccionado.

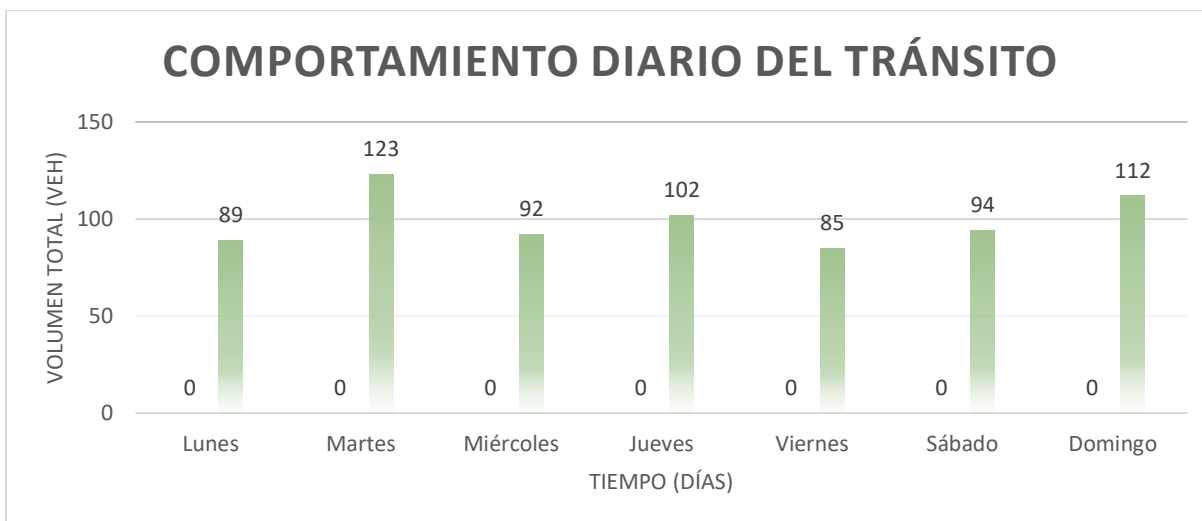


Fig. 39 Comportamiento diario vehicular

En la Fig., 40 se puede observar el comportamiento que se tuvo el martes en lapsos de 1 hora.

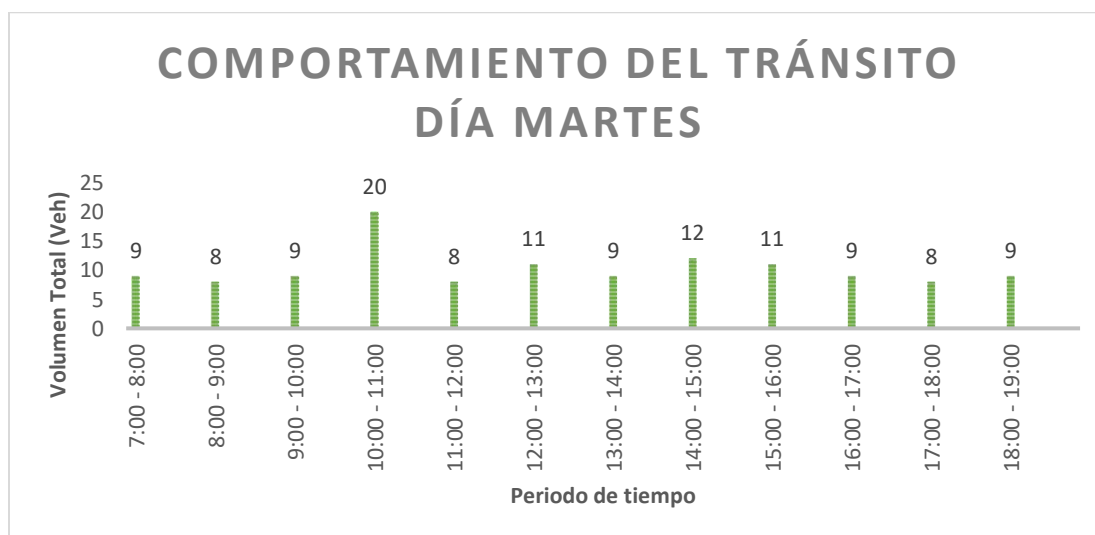


Fig. 40 Comportamiento vehicular Día Martes

b) Factor hora pico

Empleando el método de la treintava hora, a la hora pico donde se presentó mayor número de vehículos se la subdividió en lapsos de 15 minutos como se muestra en la Tabla XXXI.

TABLA XXXI

CONTEO HORA PICO DÍA MARTES							
PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.							
Ubicación	Isinliví		Año			2024	N Días:
Mes	Marzo		Sentido			Ambos	7 Días
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL
			2DA	2DB	3A	ΣPesados	
10:00 – 10:15	4	0	2	0	0	2	6
10:15 – 10 :30	4	1	0	0	0	0	5
10:30 – 10:45	3	0	1	0	0	1	4
10:45 – 11:00	4	0	1	0	0	1	5
TOTAL	15	1	4	0	0	4	20
TOTAL (%)	75,00%	5,00%	20,00%	0,00%	0,00%	20,00%	100%

Presenciando la Fig.28 el porcentaje más alto de vehículos con un 75% son los vehículos livianos, siguiendo con el 20% de camiones 2DA y el 5% correspondiente a buses.

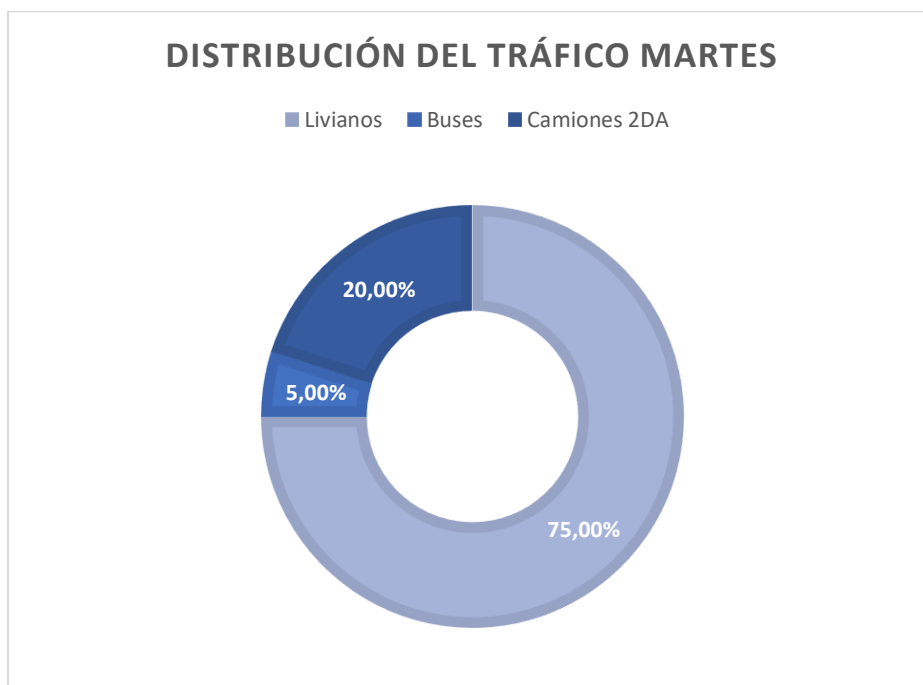


Fig. 41 Distribución Tráfico Martes

Utilizando la Ec.16 El factor de hora pico determinado fue de 0.9

$$FHP = \frac{20}{4 * 6}$$

$$FHP = 0.833$$

Cabe recalcar que en la en la MOP 2003 indica que si el factor de hora pico es inferior a 1 se debe adaptar el número 1 como resultado. Es por eso que en este caso se adopta al factor de hora pico como 1.

$$FHP = 1$$

c) Cálculo del TPDA

El valor K se subdivide dentro de un rango en el cual se separa la zona Urbana y Rural como se muestra en la tabla VIII, la vía seleccionada está dentro de una zona rural y el rango del factor es de 12% a 18% se promedió ambos valores dando como resultado la selección del 15% como factor K.

TABLA VIII

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

$$K = 15\%$$

Mediando el uso de la Ec. 17 se determinaron los valores para el TPDA de vehículos livianos, buses y camiones dando como resultado los siguientes datos

$$TPDA_{livianos} = \frac{15 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 100 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{buses} = \frac{1 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{buses} = 7 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{camiones} = \frac{4 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{camiones} = 27 \text{ veh/día}$$

Por otro lado, al momento de obtener dichos valores de TPDA individuales se empleó la Ec. 18 donde se sumaron los mismos

$$TPDA_{actual} = 100 \text{ veh/día} + 7 \text{ veh/día} + 27 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{actual} = 133 \text{ veh/día}$$

TABLA XXXII

TPDA ACTUAL		
Tipo de vehículo	Hora Pico	TPDA Actual
Liviano	15	100
Buses	1	7
Camiones	4	27
Total:		133

d) Ta Cálculo del tráfico atraído

Para determinar los valores de tráfico atraído de cada tipo de vehículos se aplicó la Ec.19

$$Ta_{livianos} = 10\% * 100$$

$$Ta_{livianos} = 10 \text{ veh/día}$$

$$Ta \text{ buses} = 10\% * 7$$

$$\mathbf{Ta \text{ buses} = 1 veh/día}$$

$$Ta \text{ camiones} = 10\% * 27$$

$$\mathbf{Ta \text{ camiones} = 3 veh/día}$$

e) Tg Cálculo del tráfico generado

Así mismo ocupando la Ec. 20 se obtuvieron los valores del tráfico generado dando como resultado:

$$Tg \text{ livianos} = 20\% * 100$$

$$\mathbf{Tg \text{ livianos} = 20 veh/día}$$

$$Tg \text{ buses} = 20\% * 7$$

$$\mathbf{Tg \text{ buses} = 1 veh/día}$$

$$Tg \text{ camiones} = 20\% * 27$$

$$\mathbf{Tg \text{ camiones} = 5 veh/día}$$

f) Td Cálculo del tráfico desarrollado

Por otro lado, se reemplazaron los valores en la Ec. 21 donde se obtuvo que:

$$Td \text{ livianos} = 5\% * 100$$

$$\mathbf{Td \text{ livianos} = 5 veh/día}$$

$$Td \text{ buses} = 5\% * 7$$

$$\mathbf{Td \text{ buses} = 1 veh/día}$$

$$Td \text{ camiones} = 5\% * 27$$

$$\mathbf{Td \text{ camiones} = 1 veh/día}$$

g) TPDA aproximado o total

Por último, con la ayuda de los datos obtenidos previamente se procedió a calcular el TPDA total con la ayuda de la Ec.22 donde el total fue de 181 como se muestra a continuación en su respectiva fórmula así mismo en el cuadro resumen:

$$TPDA_{Total} = 134 + 26 + 14 + 7$$

$$TPDA_{Total} = 181 \text{ veh/día}$$

TABLA XXXIII

TRÁFICO ACTUAL					
Tráfico actual del proyecto					
Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico generado	Tráfico atraído	Tráfico desarrollado	TPDA Aproximado
Liviano	100	20	10	5	135
Bus	7	1	1	1	10
Camión	27	5	3	1	36
Total	134	26	14	7	181

h) Tráfico a futuro

Como se mencionó en la parte de la metodología para el cálculo del tráfico a futuro se debe elegir un periodo de diseño en el cual la vía pueda cumplir de manera adecuada su función, el periodo escogido fue de 20 años es decir el año 2044. Para esto en la tabla se seleccionó el Periodo entre el año 2040-2045.

TABLA XXXIV

FACTOR I (TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO)

Tasa de crecimiento anual del tráfico (%)			
Período	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 – 2040	3.25	1.62	1.58
2035 – 2040	3.25	1.62	1.58
2040 - 2045	3.25	1.62	1.58

Fuente: NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS [26]

Los cálculos del año 2044 se muestran especificados como siguiente punto aplicando la Ec.23

$$Tf \text{ livianos} = 135 * \left(1 + \frac{3,25}{100}\right)^{20}$$

$$Tf \text{ livianos} = 256 \text{ veh/día}$$

$$Tf \text{ buses} = 10 * \left(1 + \frac{1,62}{100}\right)^{20}$$

$$Tf \text{ buses} = 14 \text{ veh/día}$$

$$Tf \text{ camiones} = 36 * \left(1 + \frac{1,58}{100}\right)^{20}$$

$$Tf \text{ camiones} = 50 \text{ veh/día}$$

Dando un total de 320 veh/día el cual se estima para el año 2044.

Los resultados obtenidos a través del análisis de los 20 años se muestran en la Tabla XXXV condensada a continuación:

TABLA XXXV

TRÁNSITO AÑO 2044							
AÑO	%CRECIAMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			
	LIVIANO	BUS	CAMION	LIVIANO	BUS	CAMION	TPDA Total
2024	3,57	1,78	1,74	135	10	36	181
2025	3,57	1,78	1,74	140	11	37	188
2026	3,25	1,62	1,58	144	11	38	193
2027	3,25	1,62	1,58	149	11	38	198
2028	3,25	1,62	1,58	154	11	39	204
2029	3,25	1,62	1,58	159	11	39	209
2030	3,25	1,62	1,58	164	12	40	216
2031	3,25	1,62	1,58	169	12	41	222
2032	3,25	1,62	1,58	175	12	41	228
2033	3,25	1,62	1,58	181	12	42	235
2034	3,25	1,62	1,58	186	12	43	241
2035	3,25	1,62	1,58	192	12	43	247
2036	3,25	1,62	1,58	199	13	44	256
2037	3,25	1,62	1,58	205	13	45	263
2038	3,25	1,62	1,58	212	13	45	270
2039	3,25	1,62	1,58	219	13	46	278
2040	3,25	1,62	1,58	226	13	47	286
2041	3,25	1,62	1,58	233	14	47	294
2042	3,25	1,62	1,58	241	14	48	303
2043	3,25	1,62	1,58	248	14	49	311
2044	3,25	1,62	1,58	256	14	50	320

i) Tipo de vía

El tipo de vía se seleccionó a medida que se obtuvo el resultado del tráfico a futuro, una vez obtenido el valor de los 320 veh/día se procedió a determinar que la misma sería una vía Colectora Clase III puesto que su tráfico está dentro del rango de 300 a 1000, esto se lo determinó con la ayuda de la tabla proporcionada a continuación:

TABLA XXXVI
TIPO DE CARRETERA

Función	Clase de Carretera	TPDA
Corredor Arterial	RI o RII	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

Fuente: NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS [26]

j) Factor de daño para cada vehículo

Para analizar el factor de daño de los vehículos se utilizó la tabla proporcionada por la NEVI-12 donde se hallan los datos necesarios para el cálculo de éste.

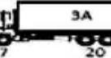
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10

Fig. 42 Distribución de carga [32]

Una vez obtenidos estos datos se los reemplazó en las Ec. 25, Ec.26 y Ec.27

$$FD_{bus} = \left(\frac{4 \text{ ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{8 \text{ ton}}{8.2}\right)^4$$

$$FD_{bus} = 1.041$$

$$FD_{2DA} = \left(\frac{3 \text{ ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{7 \text{ ton}}{6.6}\right)^4$$

$$FD_{2DA} = 1.308$$

$$FD_{2DB} = \left(\frac{7 \text{ ton}}{6.6}\right)^4 + \left(\frac{11 \text{ ton}}{8.2}\right)^4$$

$$FD_{2DB} = 4.504$$

A continuación, un cuadro resumen sobre el factor de daño según los vehículos

TABLA XXXVII

CUADRO RESUMEN FACTOR DE DAÑO

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	7	-	-	-	-	-	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

k) Factor de distribución por carril

Al momento de seleccionar a la vía con su clasificación como colector se considera la sugerencia presentada en la MTOP donde dice que para este tipo de vía se tiene que diseñar la misma con un solo carril ya que la misma no es de alta ocurrencia vehicular, es decir la vía se diseñó con un solo sentido es por esto que el W18 se lo coma con un valor de 100 como se muestra en la tabla XII.

TABLA XII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN

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: NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS [26]

l) Cálculo del número de ejes equivalentes

Se utilizó la Ec. 28 y Ec.29 para finalmente determinar el W18 Total es importante aclarar que la vía es de un solo carril por lo cual el W18 se lo multiplicó por 0.5

$$W18 = (1.041 * 14 * 365) + (1.308 * 50 * 365)$$

$$\mathbf{W18 = 29190,84}$$

$$W18 \text{ ACUMULADO} = (29190,84) + (497568,82)$$

$$\mathbf{W18 \text{ ACUMULADO} = 526759,65}$$

$$W18 \text{ Total} = (526759,65) * 0.5$$

$$\mathbf{W18 \text{ Total} = 263379,8256}$$

Antes de finalizar con este punto se presenta una tabla condensada XXXVIII para cada año donde se encuentran los resultados que se especificó en el cálculo anterior desde el año 2024 hasta el 2044.

TABLA XXXVIII

W18 PARA DISEÑO

AÑO	% Tasa de crecimiento (i)			Tráfico Futuro			Total	W18 parcial	W18 acumulado	W18 por dirección
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2024	3,57	1,78	1,74	135	10	36	181	20987,01	20987,01	10493,50
2025	3,57	1,78	1,74	140	11	37	188	21844,36	42831,37	21415,69
2026	3,25	1,62	1,58	144	11	38	193	22321,80	65153,18	32576,59
2027	3,25	1,62	1,58	149	11	38	198	22321,80	87474,98	43737,49
2028	3,25	1,62	1,58	154	11	39	204	22799,24	110274,23	55137,11
2029	3,25	1,62	1,58	159	11	39	209	22799,24	133073,47	66536,74
2030	3,25	1,62	1,58	164	12	40	216	23656,60	156730,07	78365,04
2031	3,25	1,62	1,58	169	12	41	222	24134,04	180864,11	90432,06
2032	3,25	1,62	1,58	175	12	41	228	24134,04	204998,16	102499,08
2033	3,25	1,62	1,58	181	12	42	235	24611,48	229609,64	114804,82
2034	3,25	1,62	1,58	186	12	43	241	25088,92	254698,56	127349,28
2035	3,25	1,62	1,58	192	12	43	247	25088,92	279787,48	139893,74
2036	3,25	1,62	1,58	199	13	44	256	25946,28	305733,76	152866,88
2037	3,25	1,62	1,58	205	13	45	263	26423,72	332157,48	166078,74
2038	3,25	1,62	1,58	212	13	45	270	26423,72	358581,19	179290,60
2039	3,25	1,62	1,58	219	13	46	278	26901,16	385482,35	192741,18
2040	3,25	1,62	1,58	226	13	47	286	27378,60	412860,95	206430,48
2041	3,25	1,62	1,58	233	14	47	294	27758,51	440619,47	220309,73
2042	3,25	1,62	1,58	241	14	48	303	28235,95	468855,42	234427,71
2043	3,25	1,62	1,58	248	14	49	311	28713,40	497568,82	248784,41
2044	3,25	1,62	1,58	256	14	50	320	29190,84	526759,65	263379,8256

m) Confiabilidad R

La confiabilidad hace referencia a la probabilidad de que la vía mantenga un comportamiento uniforme a lo largo de su vida útil, La Norma AASHTO-93 aporta la tabla XIII, esta dice que en el caso de ser una vía colectora y estar ubicada en el sector Rural el nivel de

confianza recomendado es del 75% al 95% por lo cual se sacó un promedio entre los dos se estableció la confiabilidad R con el 85%.

TABLA XXXIX
CONFIABILIDAD

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: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

$$R = 85\%.$$

n) Zr Desviación estándar

Como el valor de la desviación estándar depende del nivel de confiabilidad escogido desviación estándar varía según el nivel de confianza escogido, es decir si se escogió el 85% la desviación estándar será de -1.037 como se muestra en la tabla XIV

TABLA XIV
DESVIACIÓN ESTÁNDAR ZR

Confiabilidad (R)	Desviación Estándar Zr
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	-1.6545

96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99,9	-3.09
99,99	-3.75

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

ñ) So desviación estándar global

En este caso la desviación estándar global se la determina dependiendo del tipo de pavimento con el que se diseñó, en este caso se escogió un pavimento flexible en el cual los valores de desviación se encuentran entre el 0.40 al 0.50 como se muestra en la tabla es por esto por lo que promediando ambos valores se toma el valor de la desviación estándar global como 0.45.

TABLA XV

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Desviación Estándar Normal (So)	
Pavimentos rígidos	0.30 – 0.40
Pavimentos flexibles	0.40 – 0.50

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

o) Índice de serviciabilidad

Como dice la norma AASHTO 93 indica que en la serviciabilidad inicial es de 4.2 cuando la carretera es de importancia media y baja, por otro lado, la servicio habilidad final para carreteras de tránsito menor es de 2.0

Es por esto por lo que en la Ec. 30 se reemplazan dichos valores y se obtiene un índice de servicio habilidad del 2.2

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

o) Cálculo del módulo de resiliencia

Para el cálculo del módulo de residencia se tomó en cuenta el valor del CBR determinado el cual fue del 12,80% dicho valor determinado mediante los ensayos de laboratorio, observando que el valor del CBR se encuentra dentro de un rango en el cual es $10\% < \text{CBR} < 20\%$, por esto que se aplicó la Ec.32

$$M_r (\text{psi}) = 3000 (\text{CBR})^{0.65}$$

$$M_r (\text{psi}) = 15732,86 \text{ psi}$$

$$\mathbf{M_r (\text{psi}) = 15,73286 \text{ ksi}}$$

p) Coeficientes estructurales de cada capa del paquete estructural

Para determinar los diferentes coeficientes estructurales se le debe tomar en cuenta los valores tanto del CBR los cuales serán utilizados para determinar los coeficientes de las bases y sus bases y los valores de estabilidad de Marshall que servirán para determinar el coeficiente de la carpeta asfáltica.

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

Haciendo referencia a la norma el valor recomendado para determinar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica dentro del nomograma es de 1800 lb como mínimo en la estabilidad de Marshall es por esto que al trazar una línea sobre los 1800 se determinó que el Módulo elástico obtenido de acuerdo al nomograma es de 399000 psi.

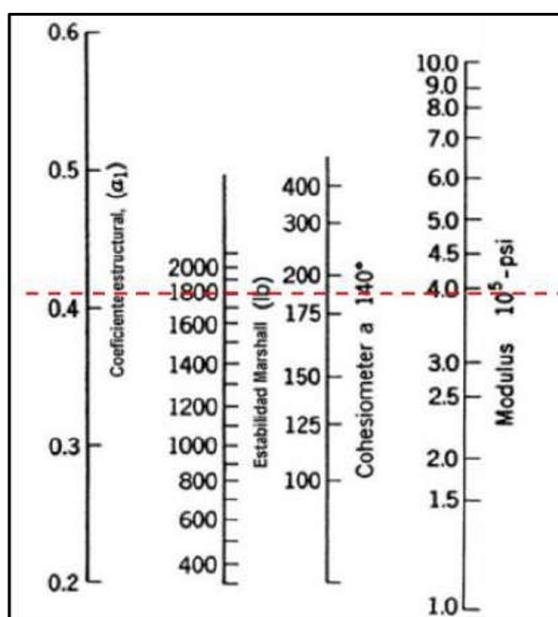


Fig. 43 Coeficiente estructural a_1 [27]

Determinando que para una estabilidad de 1800 lb se obtiene un coeficiente a uno igual a 0.415 con un Mr igual a 399000.

$$a_1 = 0.415$$

$$Mr = 399000 \text{ psi}$$

- **Coeficiente estructural a_2 (base)**

Como se menciona en la norma de MTOP [33] el valor mínimo a ocupar dentro del CBR para bases es del 80% tomando en cuenta con esta especificación se marca una línea recta dentro del nomograma pasando por dicho valor se obtuvo que el coeficiente a_2 es aproximadamente de 0.133.

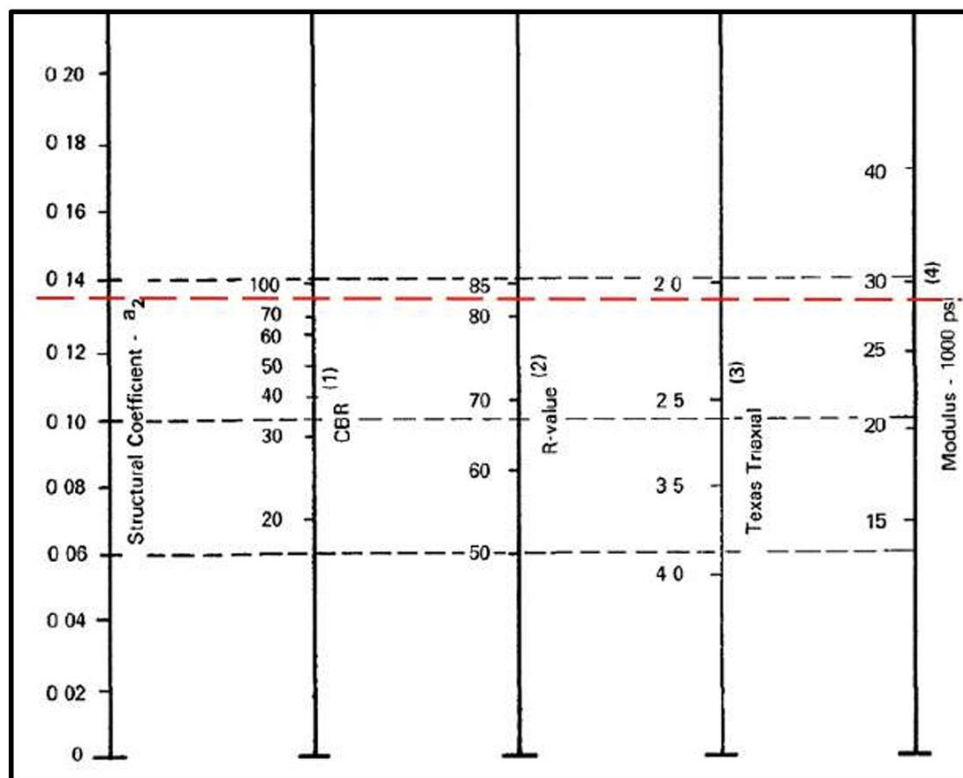


Fig. 44 Nomograma coeficiente a_2 [27]

Cómo se puede comprobar en la tabla proporcionada se confirma que el valor determinado es correcto dando como resultado:

TABLA XL

VALORES COEFICIENTE A_2

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

Fuente: [27]

$$a2 = 0.133$$

$$Mr = 28000 \text{ psi}$$

- **Coefficiente estructural a3 (subbase)**

En el caso del coeficiente estructural de la subbase de igual manera la normativa MTOP [33] hace referencia a que el valor mínimo del CBR para la subbase es del 30%, es por esto que dentro del nomograma se trazó una línea sobre el porcentaje mencionado dando como resultado estimado un coeficiente igual a 0.108 y un MR de 14900 PSI

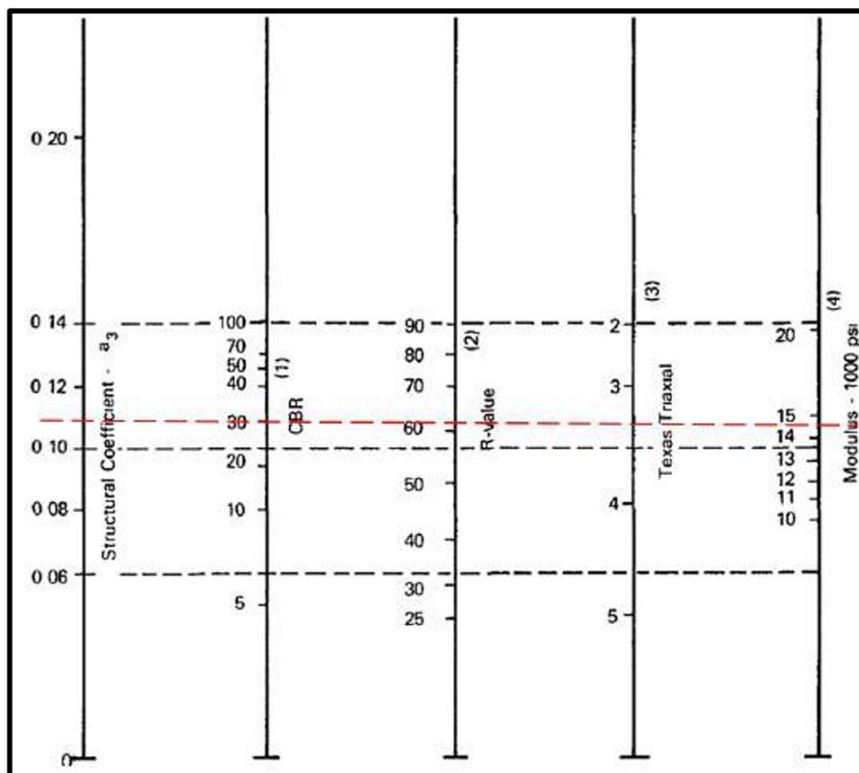


Fig. 45 Nomograma coeficiente a3 [27]

De igual manera se comprueba este resultado utilizando la tabla proporcionada por la AASHTO donde hace referencia que para un CBR del 30% el coeficiente estructural a_3 va a ser igual a 0.108

TABLA XLI

VALORES COEFICIENTE a_3

Sub - base Granular	
CBR	a_3
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: [27]

Dando como resultado los siguientes datos

$$a_3 = 0.108$$

$$M_r = 14900 \text{ psi}$$

- **Coeficiente estructural m_2 y m_3 (De drenaje)**

Al momento de identificar el coeficiente estructural de drenaje fue necesario realizar una investigación previa en los anuarios meteorológicos que nos facilita el INAMHI [34] para lograr identificar cómo se distribuye las precipitaciones en el sector, es importante mencionar que en el caso de estudio los sectores analizados no cuentan con estaciones meteorológicas propias del lugar es por esto que se optó por escoger la estación más cercana a dichos sectores, en este caso la estación M1066 ubicada en COTOPILALO.

Como se puede observar en el gráfico a continuación el INAMHI presenta un diagrama dónde se puede observar las precipitaciones que se registraron durante el año 2013.

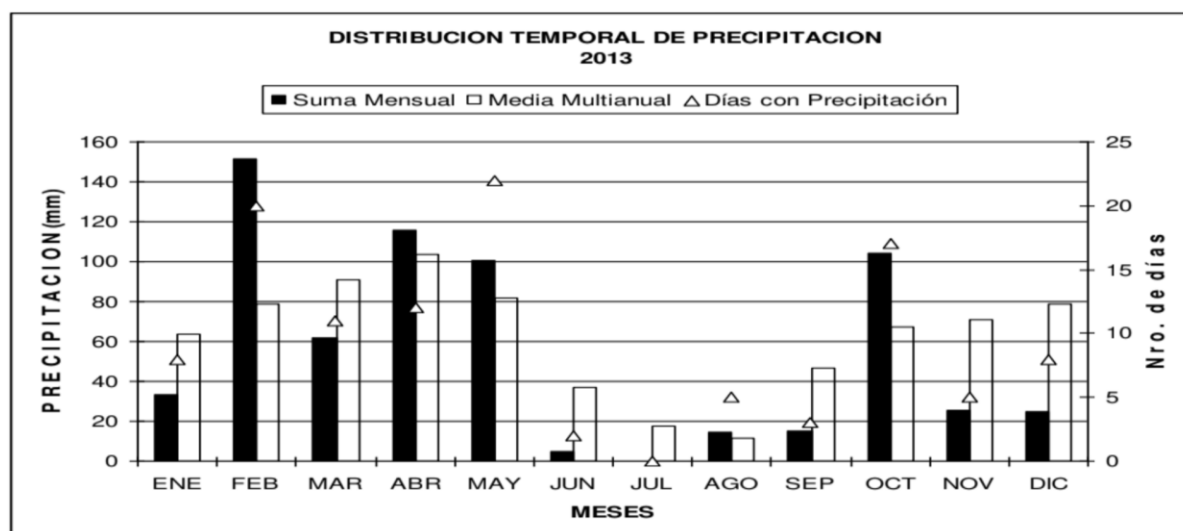


Fig. 46 Distribución temporal de precipitación M1066 [34]

Es notable las lluvias presentes al transcurrir el año, considerando los datos proporcionados y en base a investigaciones acerca de la calidad de drenaje que presenta el sector se estableció que la vía tendrá un drenaje regular con respecto a la tabla a continuación:

TABLA XLII

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

Fuente: [27]

Como se presencia un porcentaje mayor al 25% de presencia de lluvias se utilizó la tabla mostrada a continuación donde a partir de la calidad del drenaje determinado se obtuvo un coeficiente igual a 0.8

TABLA XLIII

RESUMEN FACTOR DE DAÑO

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

$$m2 = m3 = 0.8$$

- **Espesores mínimos**

Para determinar los espesores mínimos se utilizó la tabla en la cual se especifica que la determinación de los espesores está directamente relacionada con el número de ejes equivalentes que se determinó con anterioridad cuyo valor fue de 213788.66, por esto se seleccionó el rango entre 150001 a 500000 dentro de la tabla cómo dando como resultado que el espesor para la carpeta asfáltica va a ser igual a 6,5 y el valor del espesor por la carpeta base es de 10 cm.

TABLA XLIV

ESPESORES SEGÚN EJE EQUIVALENTES

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

Fuente: DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93 [27]

$$D1 = 6.5 \text{ cm}$$

$$D2 = 10 \text{ cm}$$

Pese a esta aclaración para lograr un diseño mucho más económico se optó por disminuir el espesor de la carpeta asfáltica y este recompensarlo con espesores en la sub-base que es más económica

Posteriormente en la tabla XLVI se muestra un resumen de los datos calculados previamente, los cuales fueron necesarios para hallar el número estructural de cada una de las capas, los cuales se obtuvieron con la ayuda del software AASHTO 93 (Software Gratuito)

TABLA XLV

DATOS NECESARIOS PARA DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL SN

Datos para el diseño de pavimento		
Tipo de pavimento		Flexible
Clasificación de la vía		Vía Clase III
Tráfico promedio diario anual para 2044		320
Periodo de diseño		20 años
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	263379,8256
CBR Diseño	CBR [%]	12,8
Confiabilidad	R [R]	85
Desviación estándar normal	Zr	-1,037
Desviación estándar global	So	0,45
Índice de serviciabilidad	PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	15732,86
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	399
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1 [cm]	0,163
Coeficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coeficiente estructural de la sub-base	a3 [cm]	0,043
Coeficiente de drenaje	m2	0,8
	m3	0,8

- **Cálculo de espesores y número estructural SN_{total}**

Para facilitar y hallar de una manera más rápida el SN total se utilizó el programa AASHTO 93 el cual proporcionó dicho valor ingresando los datos necesarios, dando como resultado un valor de SN igual a 1,99.

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento

☒ Pavimento flexible ☐ Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)

85 % $Z_r = -1.037$ So 0.45

Serviciabilidad inicial y final

PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante

Mr 15732.86 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)

Coefficiente de transmisión de carga - (J)

Coefficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis

☒ Calcular SN **W18 =** 263379.8256

☐ Calcular W18

Número Estructural

SN = 1.99

Calcular **Salir**

Fig. 47 Uso del programa AASHTO 93 para determinar el SN total

Posteriormente se hizo uso de la hoja de cálculo realizada con la ayuda de Excel mostrada a continuación en la tabla XLVI donde se evidencia los espesores determinados.

TABLA XLVI

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CALCULADA CON CBR DE LABORATORIO

DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES		DATOS	
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			399,00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,00
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			263,380
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			85%
DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1,037
DESVIACIÓN ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			15,73
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,415
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})			1,99
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ÁSFALTICA (SN _{CA})			1,58
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})			0,44
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})			-0,03
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEÓRICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ÁSFALTICA (cm)	9,7 cm	5,0 cm	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,5 cm	15,0 cm	0,63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-1,0 cm	20,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	2,13

- **Comprobación**

Con el uso de la Ec.39 se determinaron los espesores asumidos dando como resultado de que este valor cumple con las especificaciones necesarias para que la vía se diseñe de manera correcta.

$$0,82 + 0,63 + 0,68 \geq 1,99$$

$$2.13 \geq 1.99 \text{ CUMPLE}$$

Una vez comprobada la información los espesores de las capas para el CBR del laboratorio establecidas fueron de:

TABLA XLVII

ESPESORES PARA EL CBR DE LABORATORIO

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	15
Subbase	20

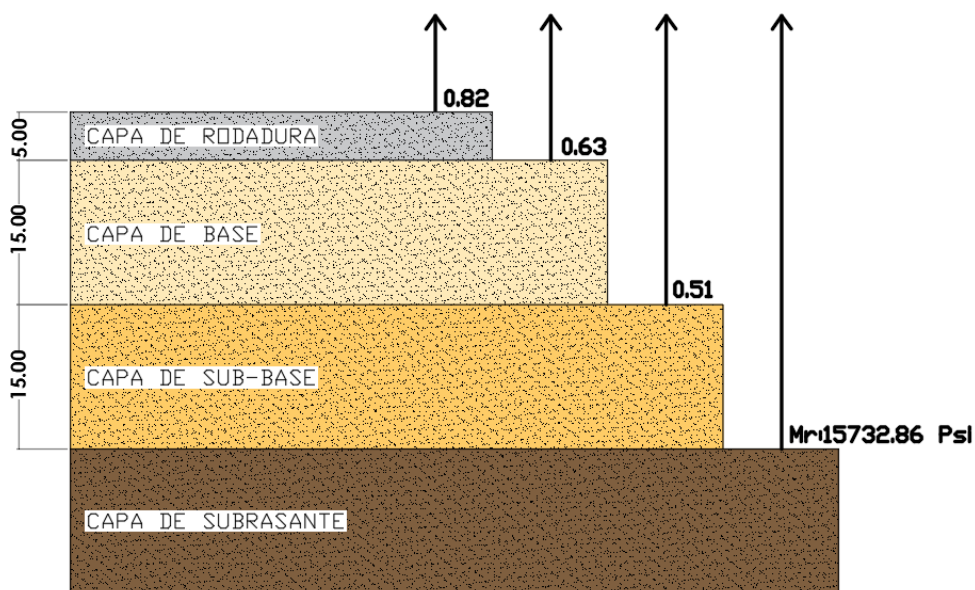


Fig. 48 Paquete estructural CBR

- **Diseño del pavimento con la Correlación Contenido de humedad Natural VS CBR para obtener el CBR de diseño**

Para determinar el CBR se utilizó la correlación número 20 como se muestra a continuación

$$\text{CBR} = 0,022(53,55)^2 - 1,6506(53,55) + 42,477$$

$$\text{CBR} = 17.17\%$$

Para la determinación de los parámetros del nuevo diseño sólo se necesitó recalcular el módulo de resiliencia

$$Mr (\text{psi}) = 3000 (\text{CBR})^{0.65}$$

$$Mr (\text{psi}) = 19042.41 \text{ psi}$$

$$Mr (\text{psi}) = 19.04241 \text{ ksi}$$

Para evitar confusiones se resaltó el nuevo cálculo dentro de la tabla resumen mostrada a continuación

TABLA XLVIII

DATOS NECESARIOS PARA DETERMINAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL SN CON CBR DE CORRELACIÓN

Datos para el diseño de pavimento		
Tipo de pavimento		Flexible
Clasificación de la vía		Vía Clase III
Tráfico promedio diario anual para 2044		320
Periodo de diseño		20 años
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	263379,8256
CBR Diseño	CBR [%]	12,8
Confiabilidad	R [R]	85
Desviación estándar normal	Zr	-1,037
Desviación estándar global	So	0,45
Índice de serviciabilidad	PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	19042.41
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	399
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1 [cm]	0,163
Coeficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coeficiente estructural de la sub-base	a3 [cm]	0,043
Coeficiente de drenaje	m2	0,8
	m3	0,8

- **Cálculo de espesores y número estructural SN_{total}**

Así mismo se procedió a utilizar el programa AASHTO 93 para calcular el valor del SN total dando como resultado un valor de SN igual a 1,85.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' window with the following inputs and outputs:

- Tipo de Pavimento:** ☒ Pavimento flexible, ☐ Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 85 % $Z_r = -1.037$, $S_o = 0.45$
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** $M_r = 19042.41$ psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:**
 - Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi): []
 - Coeficiente de transmisión de carga - (J): []
 - Módulo de rotura del concreto - S_c (psi): []
 - Coeficiente de drenaje - (Cd): []
- Tipo de Análisis:** ☒ Calcular SN, ☐ Calcular W18
- Número Estructural:** $SN = 1.85$
- W18 =** 263379.8256
- Buttons:** Calcular, Salir

Fig. 49 Uso del programa AASHTO 93 para determinar el SN total CBR de correlación

Posteriormente se hizo uso de la hoja de cálculo realizada con la ayuda de Excel mostrada a continuación en la tabla XLIX donde se evidencia los espesores determinados.

TABLA XLIX

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CALCULADA CON CBR DE LABORATORIO

DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ÁSFALTICA (ksi)			399,00
B. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,00
C. MÓDULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			263,380
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			85%
DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1,037
DESVIACIÓN ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			19,04
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACIÓN DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,415
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})			1,84
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ÁSFALTICA (SN _{CA})			1,58
NÚMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})			0,45
NÚMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})			-0,18
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEÓRICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ÁSFALTICA (cm)	9,6 cm	5,0 cm	0,82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,6 cm	15,0 cm	0,63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-5,2 cm	15,0 cm	0,51
ESPESOR TOTAL (cm)		35,0 cm	1,96

- **Comprobación**

Con el uso de la Ec.39 se determinaron los espesores asumidos dando como resultado de que este valor cumple con las especificaciones necesarias para que la vía se diseñe de manera correcta.

$$0,82 + 0,63 + 0,51 \geq 1.85$$

$$1.96 \geq 1.85 \text{ CUMPLE}$$

Una vez comprobada la información los espesores de las capas para el CBR del laboratorio establecidas fueron de:

TABLA L

ESPESORES PARA EL CBR DE LABORATORIO

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	15
Subbase	15

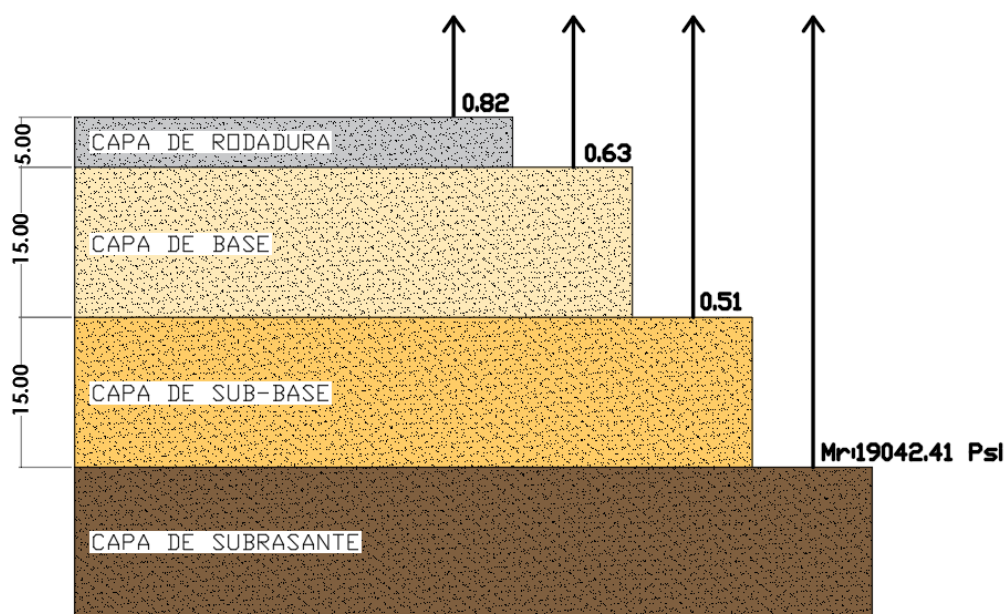


Fig. 50 Paquete Estructural CBR de Correlación

q) Resumen del diseño de pavimentos para ambos CBR

Por último, se presenta la Tabla con los espesores determinados para el CBR de laboratorio pertenecientes a la Vía Cerro Sagrado Guingopana – Isinliví en el que se realizó el conteo vehicular y el CBR determinado por medio de la correlación.

Ya que no existe mayor flujo de vehículos en la vía seleccionada se escogió valores mínimos de espesor de capas, logrando así tener una buena relación costo-calidad.

TABLA LI

TABLA RESUMEN DISEÑO DE PAVIMENTOS

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	ESPEJOR DEL CBR DE LABORATORIO (cm)	ESPEJOR CBR DE CORRELACIÓN (cm)
Capa de Rodadura	5	5
Capa de Base	15	15
Capa de Subbase	20	15

F. Verificación de hipótesis

1) Hipótesis:

Existe una correlación significativa entre CBR, DCP, las propiedades índice y mecánicas en los suelos de la parroquia Isinliví y Chugchilán del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi.

2) Verificación:

Mediante el estudio se pudo comprobar que, si existe una correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índice y mecánicas de los suelos estudiados pues que a través de este se determinó que existe un nivel de confiabilidad alto al momento de realizar las correlaciones además se pudo obtener valores acertados al momento de realizar el diseño del pavimento

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES

G. Conclusiones

- Se determinó mediante la elaboración de ensayos que los porcentajes del límite líquido comprenden valores entre 19,807% hasta el 43,309%, mientras que los valores del índice plástico se encuentran dentro de un rango comprendido entre 0,521% a 4,767%, hallando que las muestras analizadas son arenas con limos de baja plasticidad.
- La correlación entre el CBR y DCP no se pudo considerar ya que el valor del coeficiente R^2 resultó menor al 0,7 es decir no entró dentro del rango de exactitud con el cual se trabajaron el resto de las correlaciones.
- Se hallaron 22 correlaciones entre las distintas propiedades y ensayos, dentro de estas se encontraron correlaciones simples y múltiples, cuyos coeficientes de determinación R^2 se encuentran en un rango de 70,59% al 100% denominándolas dentro de rangos de criterio como buenas a excelentes.
- Se halló el valor del CBR por medio de correlación establecida entre el CBR y el contenido de humedad natural, empleando la ecuación $CBR = 0,022(W_{nat})^2 - 1,6506(W_{nat}) + 42,477$, cuyo coeficiente R^2 resultó 0,7227, el cual proporciona una buena determinación para determinar el CBR.
- Se empleó los resultados obtenidos tanto del CBR de laboratorio, como el CBR de correlación resultando espesores similares, obteniendo un diseño de 5 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base en ambos casos con una variación en la subbase debido a que para el CBR de laboratorio se ocupa 20 cm y para el de correlación 15 cm.

H. Recomendaciones

- En el caso del uso de las correlaciones halladas se recomienda que el suelo en análisis contenga propiedades similares a las establecidas en el proyecto para lograr resultados óptimos en próximas investigaciones.
- Para la ejecución de los ensayos es fundamental tener conocimiento acerca de cada una de las normas que los rigen para evitar errores al momento de la ejecución y cálculos de los mismos.
- Para zonas cuyo flujo vehicular sea mínimo se recomienda bajar los espesores de la capa de rodadura ya que esto permite reducir los costos iniciales de ejecución de la vía.
- A la Universidad Técnica de Ambato se recomienda abastecer de mayor cantidad de equipos dentro del laboratorio de ingeniería civil ya que los que se tienen en la actualidad no abastecen a los estudiantes lo cual hace que la ejecución de ensayos se vuelva más tardada.

CAPÍTULO V.- REFERENCIAS

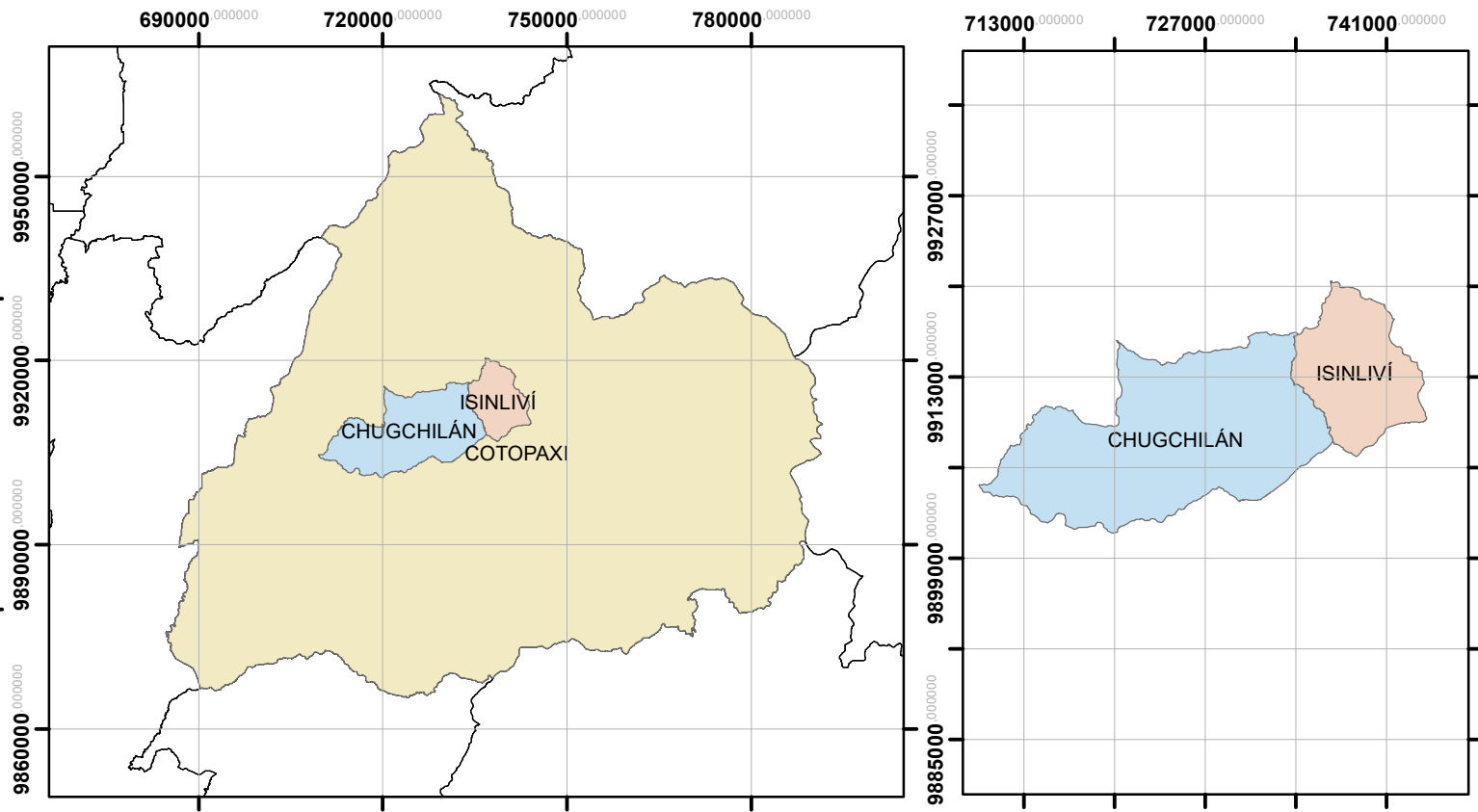
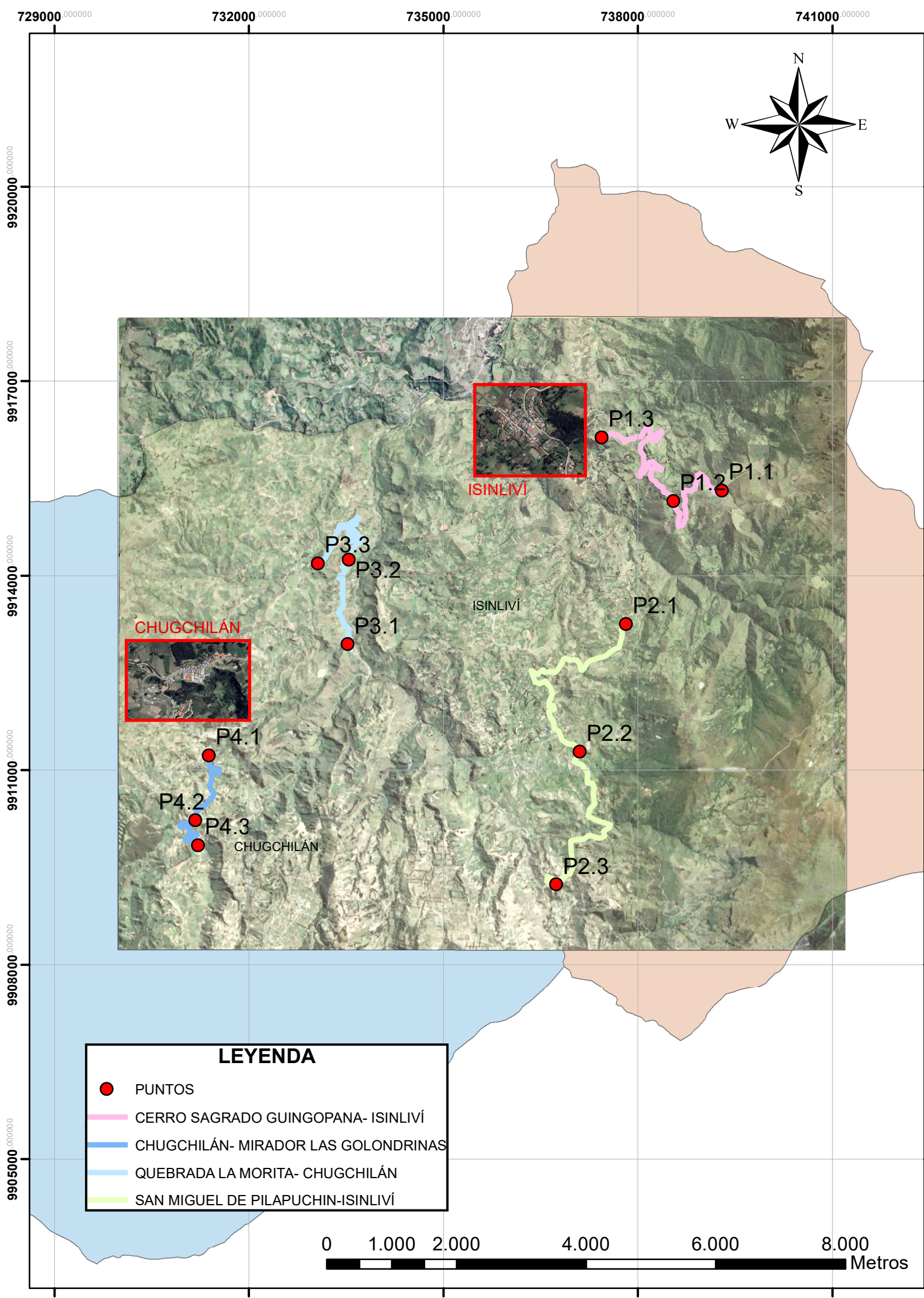
- [1] N. ; Ekeocha and Egesi, “Evaluation of Subgrade Soils using California Bearing Ratio (Cbr) in Parts of Rivers State,” *J. Appl. Sci. Environ. Manage*, vol. 18, no. 2, 2014, doi: 10.4314/jasem.v18.
- [2] O. B. Bassey, I. C. Attah, E. E. Ambrose, O. Bassey Bassey, E. Ambrose, and R. K. Etim, “Correlation between CBR Values and Index Properties of Soils: A Case Study of Ibiono, Oron and Onna in Akwa Ibom State,” *Resources and Environment*, vol. 7, no. 4, pp. 94–102, 2017, doi: 10.5923/j.re.20170704.02.
- [3] MacGregor Agustin, Gallarda Romel, and Jaramillo Haidee, “Caracterización de suelos de subrasante mediante el uso del penetrómetro dinámico de cono (PDC),” *Respuestas*, vol. 24, no. 2, pp. 56–64, May 2019, doi: 10.22463/0122820x.1831.
- [4] J. Sarifah and B. Pasaribu, “ENHANCE MANAGEMENT CORRELATION OF LABORATORY CBR VALUE AND DCP IN LANDCOMPENSATED ON ROAD CONSTRUCTION HIGH CLAB TOLL – INDERAPURA,” *Jurnal Ekonomi*, vol. 12, no. 01, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.seaninstitute.or.id/index.php/Ekonomi>
- [5] F. J. Wilches, J. Jairo, F. Díaz, J. Rodrigo, and H. Ávila, “Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for soil from Sincelejo city in Colombia,” 2018. [Online]. Available: <http://www.ripublication.com>
- [6] E. Sobiya Sidiq and R. Goyal, “EXPERIMENTAL STUDY ON DEVELOPMENT OF CORRELATION BETWEEN CBR AND DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, 2016, [Online]. Available: www.irjet.net
- [7] C. Rajasekhar, A. N. Sai Baba, and M. K. Rao, “TO DEVELOP A CORRELATION BETWEEN CBR AND DYNAMIC CONE PENETRATION VALUE,” 2016. [Online]. Available: www.ijtre.com
- [8] F. Feitosa Monteiro *et al.*, “CBR Value Estimation Using Dynamic Cone Penetrometer-A Case Study of Brazil’s Midwest Federal Highway,” 2016.
- [9] D. D. Parmar, A. Mathakiya, and P. G. Student, “To Develop Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) value for subgrade soil of selected stretches of Suredranagar District,” *JETIR*, 2019. [Online]. Available: www.jetir.org
- [10] N. NTIRENGANYA, B. Basher, E. Suliman Ahmed, and Dr. M. Shallal, “Development of Correlation between Soaked CBR and In-Situ CBR Determined by DCP for Soil in the Southern Province of Rwanda,” *International Journal of Scientific Research and Management*, vol. 8, no. 01, pp. 314–318, Jan. 2020, doi: 10.18535/ijssrm/v8i01.ec02.

- [11] E. S. Encinares, J. Krizzia, and D. Encela, “Prediction of California Bearing Ratio (CBR) using Dynamic Cone Penetrometer (DCP) for Soils from Second District in the Province of Sorsogon,” 2022.
- [12] Merino Hugo, Castillo Joan, Mena Lenin, and Guerrero David, “CORRELACIÓN ENTRE EL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO Y LA RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA EN CAMPO PARA EL SUELO DE SUB- RASANTE DE LA VIA PORTOVIEJO-MANTA,” *Revista Gaceta Técnica.*, vol. 21, no. 1, pp. 27–43, 2020, doi: 10.13140/RG.2.2.12491.54569.
- [13] Mejia Cristopher, Gilces Ricardo, Ortiz Eduardo, and Garcia Jeffrey, “Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí,” *REVISTA RIEMAT*, vol. 4, no. 2, 2019.
- [14] F. P. Portilla Yandún, “Correlación entre el CBR de laboratorio, el índice DCP y propiedades físicas y mecánicas de suelos granulares,” *ConcienciaDigital*, vol. 5, no. 4.1, pp. 45–59, Nov. 2022, doi: 10.33262/concienciadigital.v5i4.1.2396.
- [15] Ibarra Alison, ““ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI,”” 2023.
- [16] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, “MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES,” *Peru progresa para todos*, 2016.
- [17] Bermudez Josue, Vásquez Oswaldo, and Moncada Mentor, “VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE DCP APLICADO EN CAMPO EN RELACIÓN AL ENSAYO CBR EN LABORATORIO,” *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology “Engineering Innovations for Global Sustainability*, vol. 14, 2016.
- [18] D. Braja, “Fundamentos de ingeniería geotécnica,” Mexico, 2015.
- [19] W. Á. Gutiérrez Rodríguez, “Ensayo granulométrico de los suelos mediante el método del tamizado,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, no. 2, pp. 6908–6927, May 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i2.5834.
- [20] G. Bakr Bapeer, R. Kamal Muhammad, K. A. Nadr, L. Khodakarami, and N. Al-Ansari, “Geotechnical Properties of Soil in Ranya and Arbat Area, Sulaimaniya, Kurdistan Region, Iraq,” online) Scientific Press International Limited, 2020.
- [21] Y. Alonso, Q. Otalora, J. Sebastián, and M. Herrera, “Análisis de la variación de la densidad seca máxima y humedad óptima de afirmados provenientes de diferentes canteras de la sabana de Bogotá,” 2020. [Online]. Available: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil//ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/891
- [22] W. Sapta, Y. Harianto, and N. Gofar, “CBR Correlation with Index and Compaction Properties of Soil,” *Indonesian Geotechnical Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 179–188, Dec. 2023, doi: 10.56144/igj.v2i3.72.

- [23] C. M. Bencardino, “Décima tercera edición Estadística y muestreo,” 2012. [Online]. Available: www.FreeLibros.org
- [24] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola, *Ingeniería de tránsito : fundamentos y aplicaciones*. 2017.
- [25] Ministerio de transporte y obras públicas, “VOLUMEN N° 3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES,” 2013.
- [26] “NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS.”
- [27] E. Caporal, “DISEÑO DE PAVIMENTOS AASHTO - 93,” 2006.
- [28] G. Yanez, “DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES,” 2019.
- [29] C. Florez, F. Torres, C. Torres, and S. Peña, “ESTIMACION DEL VALOR DE CBR USANDO PENETROMETRO DE CONO DINAMICO ESTIMATION OF CBR VALUE USING DYNAMIC CONE PENETROMETER,” 2021.
- [30] L. Borselli, “GEOTECNIA I Año Académico 2023-2024,” 2024. [Online]. Available: www.lorenzo-borselli.eu
- [31] O. A. Guerrero, R. Toro Mora, and O. A. Guerrero Camargo, “Non-invasive Geological Methods for Solving Geotechnical Problems of Slope Stability: Case Study,” *Respuestas*, vol. 24, no. 2, pp. 56–64, May 2019, doi: 10.22463/0122820x.1831.
- [32] N. Ecuatoriana Vial, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR,” 2013.
- [33] Ministerio de Obras Públicas, “ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES DE CAMINOS Y PUENTES,” Quito, 2002.
- [34] INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA, “ANUARIO METEOROLÓGICO,” 2017.

CAPÍTULO VI.- ANEXOS

PLANO DE UBICACIÓN



UBICACIÓN	POZO	ESTE (m)	NORTE (m)	LONGITUD (Km)
Cerro Sagrado Guingopana - Isinlivi	P1.1	739290.33	9915317.52	5715,74
	P1.2	738550.15	9915157.48	
	P1.3	737434.00	9916136.16	
San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi	P2.1	737792.00	9913303.00	7643,52
	P2.2	737093.06	9911276.13	
	P2.3	736740.10	9909231.52	
Quebrada la Morita- Chugchilán	P3.1	733624.25	9912796.40	4073,44
	P3.2	733487.71	9914260.49	
	P3.3	733002.46	9914189.18	
Chugchilán- Mirador las golondrinas	P4.1	731367.32	9911188.89	3188,82
	P4.2	731174.08	9910221.47	
	P4.3	731159.16	9909378.86	

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Carrera de Ingeniería Civil



Proyecto:

Correlación entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la Parroquia Isinlivi y Chugchilán del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi.

Elaborado por:

Revisado por:

María Paula Gallardo Castañeda

Ing. Mg. Gabriela Peñafiel

Ubicación: Isinlivi -Chugchilán-Cotopaxi

Fecha: Junio 2024

Página: 1/1

ENSAYO DCP



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



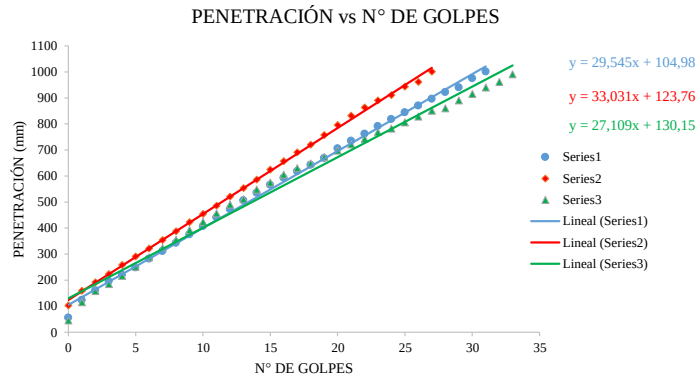
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 99,6 cm
Coordenadas: 17 - Sur | 739290.33 | 9915317.52 |

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	55	103	45
1	123	159	115
2	160	192	158
3	195	223	185
4	220	258	216
5	248	291	251
6	282	321	287
7	311	354	323
8	342	387	355
9	375	422	392
10	407	454	423
11	440	486	456
12	472	520	490
13	506	553	510
14	535	586	548
15	566	624	575
16	593	657	605
17	617	691	630
18	642	720	648
19	668	757	673
20	705	795	697
21	735	831	721
22	762	863	742
23	791	890	768
24	818	910	782
25	844	943	806
26	870	961	828
27	896	1000	850
28	922		859
29	940		890
30	974		915
31	1000		939
32			961
33			990



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	29,545	29,90
2	33,031	
3	27,109	



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



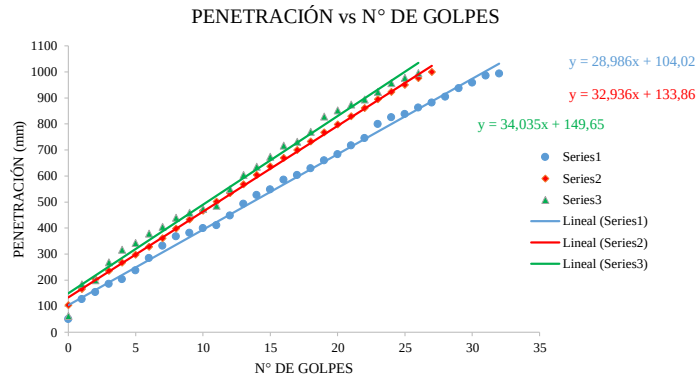
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 98,4 cm
Coordenadas: 17 - Sur | 738550.15 | 9915157.48 |

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	50	104	62
1	126	165	184
2	153	203	199
3	185	235	268
4	203	267	317
5	237	297	342
6	284	328	379
7	331	361	404
8	367	398	439
9	381	432	458
10	399	466	473
11	410	501	486
12	447	534	549
13	492	568	604
14	526	604	635
15	547	637	674
16	585	669	716
17	603	700	731
18	629	732	769
19	659	767	828
20	683	798	852
21	716	829	874
22	745	861	893
23	799	894	923
24	825	923	956
25	837	950	977
26	862	976	995
27	881	999	
28	904		
29	936		
30	957		
31	985		
32	993		
33			



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	28,986	31,99
2	32,936	
3	34,035	



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Via: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví

Capa Vegetal: 5 cm

ID Muestra: P1.3

Profundidad: 89,1 cm

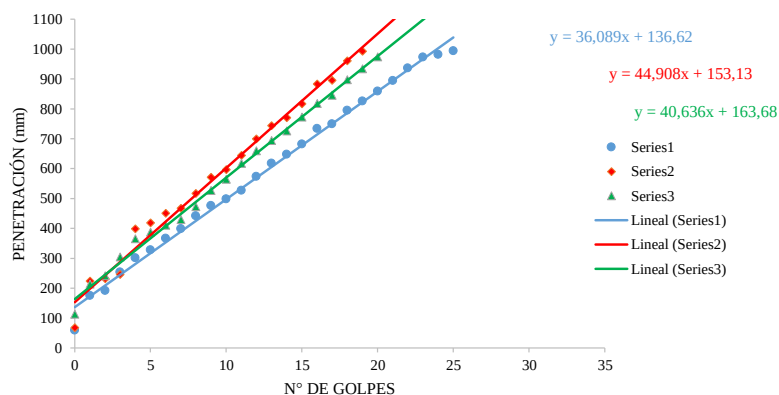
Norma: ASTM D6951

Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	59	68	113
1	175	224	214
2	192	231	242
3	254	246	304
4	301	399	365
5	328	419	388
6	367	450	411
7	399	467	429
8	442	517	473
9	476	571	527
10	498	597	565
11	527	644	618
12	573	699	660
13	618	744	694
14	648	770	726
15	682	817	772
16	734	883	818
17	749	895	846
18	795	961	898
19	826	993	934
20	859		974
21	894		
22	936		
23	973		
24	982		
25	994		

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	36,089	
2	44,908	40,54
3	40,636	



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



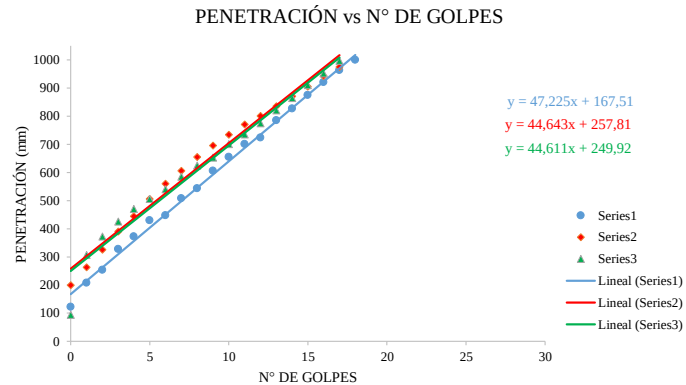
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 99,1 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	122	199	94
1	207	263	306
2	253	325	372
3	327	390	425
4	372	444	470
5	429	505	505
6	447	560	540
7	508	605	585
8	543	654	624
9	605	695	652
10	654	734	700
11	700	770	735
12	723	800	774
13	785	835	820
14	826	870	864
15	874	905	910
16	920	942	952
17	963	975	996
18	1000		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	47,225	
2	44,643	45,49
3	44,611	



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

Capa Vegetal: 5 cm

ID Muestra: P2.2

Profundidad: 80,4 cm

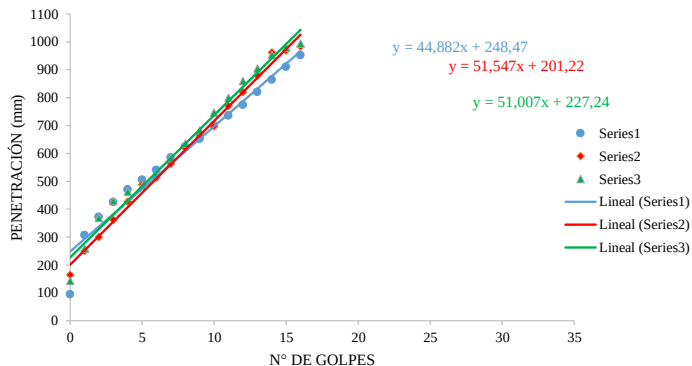
Norma: ASTM D6951

Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	94	164	143
1	306	250	258
2	372	300	368
3	425	362	429
4	470	427	462
5	505	488	483
6	540	513	524
7	585	562	583
8	624	620	635
9	652	665	682
10	700	697	746
11	735	770	799
12	774	820	859
13	820	879	904
14	864	962	953
15	910	969	979
16	952	983	993

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	44,611	
2	51,547	49,06
3	51,007	



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



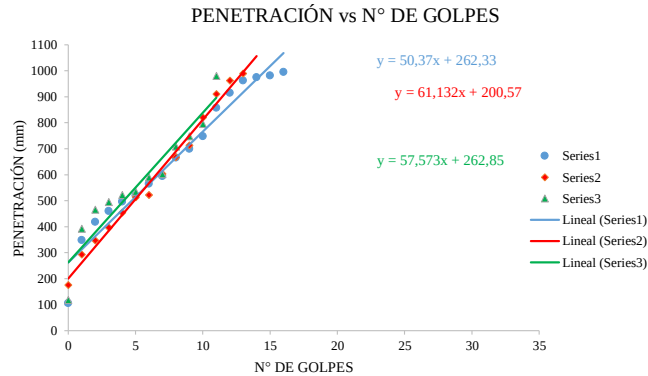
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 87,8 cm
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	106	176	118
1	349	293	392
2	419	347	466
3	460	397	495
4	496	455	522
5	520	513	535
6	565	522	590
7	594	604	603
8	666	668	708
9	700	713	748
10	748	820	796
11	858	911	981
12	915	962	
13	962	990	
14	975		
15	982		
16	995		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	50,370	
2	61,132	56,36
3	57,573	



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

Capa Vegetal: 5 cm

ID Muestra: P3.1

Profundidad: 94,6 cm

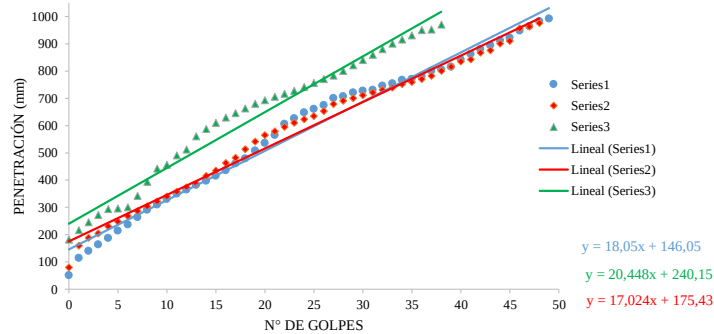
Norma: ASTM D6951

Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	50	79	182
1	114	159	216
2	140	188	245
3	163	204	272
4	187	230	293
5	214	247	296
6	236	268	300
7	263	286	342
8	290	303	393
9	310	322	442
10	330	340	456
11	349	357	490
12	365	373	512
13	382	386	560
14	397	415	587
15	415	434	610
16	436	462	629
17	460	482	645
18	479	513	662
19	507	541	680
20	536	565	693
21	565	579	705
22	605	595	716
23	626	610	727
24	647	623	741
25	660	634	756
26	674	653	770
27	700	679	783
28	706	690	800
29	720	700	820
30	727	711	840
31	730	720	859
32	745	730	880
33	754	739	900
34	767	752	915
35	770	759	930
36	781	770	949
37	800	782	952
38	804	800	970
39	815	815	
40	842	834	
41	861	842	
42	880	867	
43	894	875	
44	912	900	
45	922	910	
46	947	956	
47	963	962	
48	982	975	
49	992		

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	18,050	
2	20,448	18,51
3	17,024	



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

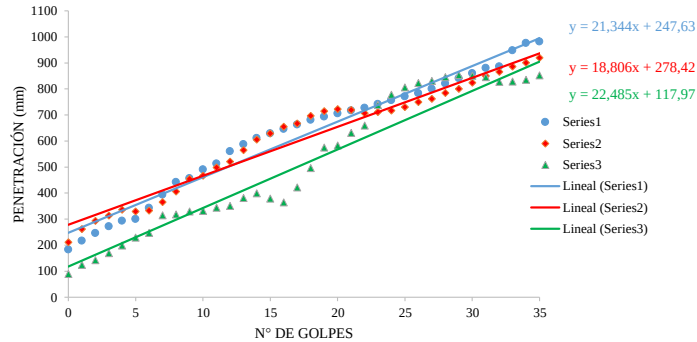
Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 91,6 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	182	211	89
1	216	261	124
2	245	293	142
3	272	313	169
4	293	336	198
5	300	329	229
6	342	332	247
7	393	365	314
8	442	406	318
9	456	454	329
10	490	466	331
11	512	498	343
12	560	520	350
13	587	564	381
14	610	605	399
15	629	629	378
16	645	655	364
17	662	667	421
18	680	696	496
19	693	714	574
20	705	722	582
21	716	719	631
22	727	706	659
23	741	711	738
24	756	717	777
25	770	730	805
26	783	749	822
27	800	762	830
28	820	784	845
29	840	800	853
30	859	824	850
31	880	849	845
32	885	865	827
33	947	885	828
34	976	900	835
35	981	919	852
36	982	938	866
37		934	866
38		966	894
39			920
40			953

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	21,344	
2	18,806	20,88
3	22,485	



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

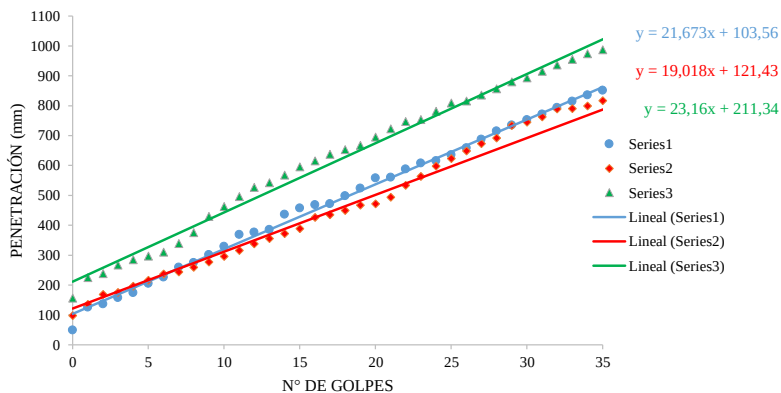
Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: ASTM D6951

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 98,9 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	49	98	156
1	125	135	225
2	136	169	238
3	157	175	267
4	174	196	285
5	205	216	297
6	226	237	310
7	259	244	339
8	275	259	375
9	301	277	430
10	329	296	463
11	369	316	496
12	376	338	527
13	385	355	542
14	436	372	568
15	457	389	596
16	468	426	615
17	472	435	638
18	498	449	653
19	524	467	667
20	558	472	695
21	560	494	723
22	588	534	747
23	608	563	754
24	615	598	781
25	635	623	809
26	659	649	816
27	687	673	835
28	715	692	857
29	735	734	880
30	753	745	893
31	771	762	915
32	794	789	936
33	814	790	955
34	836	799	974

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	21,673	
2	19,018	
3	23,160	21,28



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas

Capa Vegetal: 5 cm

ID Muestra: P4.1

Profundidad: 85,3 cm

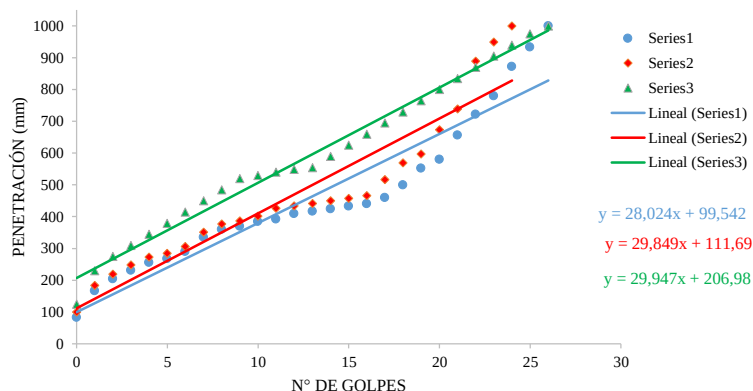
Norma: ASTM D6951

Coordenadas: 17 - Sur 731367.32 9911188.89

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	83	100	125
1	167	184	230
2	205	220	275
3	231	248	310
4	256	273	345
5	268	285	380
6	290	307	415
7	335	352	450
8	360	377	485
9	370	387	520
10	385	402	530
11	392	427	541
12	410	434	549
13	417	442	555
14	425	450	590
15	433	458	625
16	441	466	660
17	460	517	695
18	500	569	730
19	552	597	765
20	580	674	800
21	657	739	835
22	722	889	870
23	780	950	905
24	872	1000	940
25	933		975
26	1000		1000

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	28,024	
2	29,849	
3	29,387	



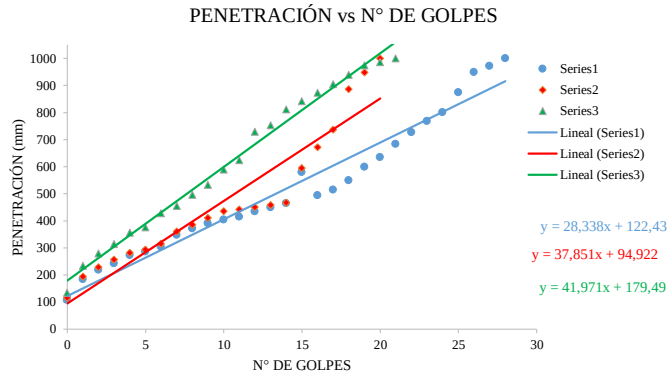
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN (DCP)



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4.2 **Profundidad:** 97,4 cm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 - Sur 731174.08 9910221.47

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	108	117	135
1	185	194	235
2	219	229	280
3	243	257	315
4	274	282	357
5	287	294	376
6	305	316	428
7	348	361	456
8	372	386	497
9	392	411	534
10	405	436	590
11	415	443	625
12	435	451	730
13	450	459	753
14	465	467	812
15	580	595	842
16	495	672	874
17	515	737	905
18	550	887	940
19	600	948	974
20	635	1000	986
21	684		1000
22	727		
23	769		
24	801		
25	875		
26	950		
27	972		
28	1000		



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	28,338	
2	37,851	36,05
3	41,971	



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



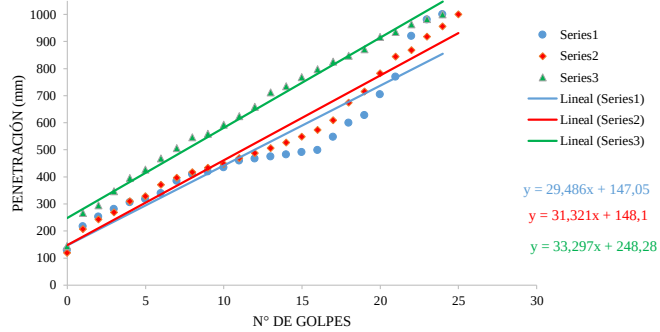
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4.3 **Profundidad:** 105 cm
Norma: ASTM D6951 **Coordenadas:** 17 - Sur 731159.16 9909378.86

ENSAYO DE DCP

Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	130	120	145
1	217	207	267
2	253	243	295
3	281	269	347
4	306	310	396
5	318	329	427
6	340	371	469
7	385	397	506
8	410	418	547
9	420	434	560
10	435	448	593
11	460	470	625
12	467	488	659
13	475	507	712
14	483	527	735
15	491	549	769
16	499	574	798
17	548	609	826
18	600	674	848
19	628	716	872
20	705	783	917
21	770	845	936
22	920	868	964
23	981	918	983
24	1000	956	1000
25		1000	

PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES



DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	29,486	
2	31,321	31,37
3	33,297	

ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Capa Vegetal: 5 cm	
ID Muestra: P1.1	Gravedad Esp. 2,703	
Norma: AASHTO T191 2014	Coordenadas: 17 - Sur	739290.33 9915317.52

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1954	g
Peso de recipiente (funda plástica)	5	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1949	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6939	g
Peso final frasco + cono + arena	2104	g
Peso de la arena en el cono	2758	g
Peso de la arena en el hueco	2077	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1208,26	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M1-1	M1-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105,69	107,52	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	71,82	72,736	g
Peso del agua (Ww)	33,88	34,784	g
Peso del recipiente (Wr)	3,89	3,88	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67,93	68,856	g
Contenido de humedad (ω)	49,87	50,517021	%
Promedio contenido de humedad (ω)	50,19		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

				Volúmenes		Masas	
cm^3 Vm Vv Va Vw Vs Aire Agua Sólidos g Wa Ww Ws Wm	Vv =	38,21					
	Va =	4,34			Wa =	0,00	
	Vw =	33,88			Ww =	33,88	
	Vs =	25,47			Ws =	68,86	
	Vm =	63,69			Wm =	102,73	

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,613	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,074	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	50,19	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,50	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	60,00	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	88,65	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	11,35	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T191 2014

Capa Vegetal: 5 cm
Gravedad Esp. 2,604
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1838	g
Peso de recipiente (funda plástica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1834	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	7479	g
Peso final frasco + cono + arena	3860	g
Peso de la arena en el cono	1284	g
Peso de la arena en el hueco	2335	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1358,35	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M2-1	M2-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	101,670	103,425	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	69,078	70,339	g
Peso del agua (Ww)	32,592	33,086	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	65,188	66,449	g
Contenido de humedad (ω)	49,997	49,792	%
Promedio contenido de humedad (ω)	49,89		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 Vm Vv Va Vw Vs Aire Agua Sólidos g Wm Wa Ww Ws	Volúmenes		Masas	
	Vv =	48,77	Wa =	0,00
	Va =	16,18	Ww =	32,59
	Vw =	32,59	Ws =	66,45
	Vs =	24,58	Wm =	99,04

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,350	g/cm ³
Densidad seca (γd)	0,901	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	49,89	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,98	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	66,49	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	66,83	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	33,17	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía:	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P1.3	Gravedad Esp.	2,669	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 - Sur	737434.00 9916136.16

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2586	g
Peso de recipiente (funda plástica)	3	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2583	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6361	g
Peso final frasco + cono + arena	1835	g
Peso de la arena en el cono	1583,4	g
Peso de la arena en el hueco	2942,6	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1711,81	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M3-1	M3-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	84,023	89,250	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	56,082	59,475	g
Peso del agua (Ww)	27,941	29,775	g
Peso del recipiente (Wr)	3,880	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	52,202	55,585	g
Contenido de humedad (ω)	53,525	53,567	%
Promedio contenido de humedad (ω)	53,55		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 Vm Vv Va Vw Vs Aire Agua Sólidos g Wa Ww Ws Wm			
Volúmenes		Masas	
Vv =	34,79		
Va =	6,85	Wa =	0,00
Vw =	27,94	Ww =	27,94
Vs =	20,56	Ws =	55,59
Vm =	55,35	Wm =	83,53

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,509	g/cm ³
Densidad seca (γd)	0,983	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	53,55	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,69	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	62,85	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	80,31	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	19,69	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía:	San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P2.2	Gravedad Esp.	2,672	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 - Sur	737093.06 9911276.13

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1783	g
Peso de recipiente (funda plástica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1779	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

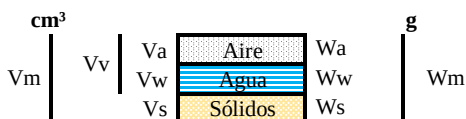
Peso inicial frasco + cono + arena	7037	g
Peso final frasco + cono + arena	3083	g
Peso de la arena en el cono	1618,3	g
Peso de la arena en el hueco	2335,7	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1358,76	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M5-1	M5-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105,682	109,624	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77,513	80,063	g
Peso del agua (Ww)	28,17	29,561	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,880	g
Peso de la muestra seca (Ws)	73,623	76,183	g
Contenido de humedad (ω)	38,261	38,803	%
Promedio contenido de humedad (ω)	38,53		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

				Volúmenes		Masas	
				Vv =	50,95		
				Va =	22,78	Wa =	0,00
				Vw =	28,17	Ww =	28,17
				Vs =	28,75	Ws =	76,18
				Vm =	79,70	Wm =	104,35



DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,309	g/cm ³
Densidad seca (γd)	0,945	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	38,53	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,77	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	63,93	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	55,28	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	44,72	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía:	San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P2.3	Gravedad Esp.	2,515	
Norma:	AASHTO T191 2014	Coordenadas:	17 - Sur	736740.10 9909231.52

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2394	g
Peso de recipiente (funda plástica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2390	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6194	g
Peso final frasco + cono + arena	1592	g
Peso de la arena en el cono	1403,6	g
Peso de la arena en el hueco	3198,4	g
Calibración de la arena de Ottawa y sand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1860,62	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M6-1	M6-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98,725	99,628	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	69,985	70,396	g
Peso del agua (Ww)	28,74	29,232	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	66,095	66,506	g
Contenido de humedad (ω)	43,483	43,954	%
Promedio contenido de humedad (ω)	43,72		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

				Volúmenes		Masas	
cm³ Vm Vv Va Vw Vs Aire Agua Sólidos Wa Ww Ws g Wm	Vv =		49,05				
	Va =		20,31	Wa =	0,00		
	Vw =		28,74	Ww =	28,74		
	Vs =		25,10	Ws =	66,51		
	Vm =		74,15	Wm =	95,25		

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,285	g/cm ³
Densidad seca (γd)	0,894	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	43,72	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,95	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	66,15	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	58,59	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	41,41	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3.1 **Gravedad Esp.** 2,458
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 733624.25 9912796.40

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2462	g
Peso de recipiente (funda plástica)	3	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2459	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	7046	g
Peso final frasco + cono + arena	2074	g
Peso de la arena en el cono	1573,5	g
Peso de la arena en el hueco	3398,5	g
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1977,02	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	68	70	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	122,47	102,13	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	100,56	84,13	
Peso del agua (Ww)	21,91	18,00	
Peso del recipiente (Wr)	3,89	3,88	
Peso de la muestra seca (Ws)	96,67	80,25	
Contenido de humedad (ω)	22,66	22,43	
Promedio contenido de humedad (ω)	22,54		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 Vm Vv Va Vw Vs g Wa Ww Ws Wm	Volúmenes		Masas	
	Vv =	51,85		
	Va =	29,94	Wa =	0,00
	Vw =	21,91	Ww =	21,91
	Vs =	30,28	Ws =	80,25
	Vm =	82,14	Wm =	102,16

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,244	g/cm ³
Densidad seca (γd)	1,015	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	22,54	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,71	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	63,13	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	42,25	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	57,75	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3.2 **Gravedad Esp.** 2,654
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 733487.71 9914260.49

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2184	g
Peso de recipiente (funda plástica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2180	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6739	g
Peso final frasco + cono + arena	2118	g
Peso de la arena en el cono	1847,4	g
Peso de la arena en el hueco	2773,6	g
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	1613,50	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M8-1	M8-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	107,276	101,287	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	89,543	84,938	
Peso del agua (Ww)	17,733	16,349	
Peso del recipiente (Wr)	3,880	3,890	
Peso de la muestra seca (Ws)	85,663	81,048	
Contenido de humedad (ω)	20,701	20,172	
Promedio contenido de humedad (ω)	20,44		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 V_m V_v V_a V_w V_s W_a W_w W_s g W_m			
Volúmenes		Masas	
V _v =	42,53		
V _a =	24,79	W _a =	0,00
V _w =	17,73	W _w =	17,73
V _s =	30,58	W _s =	81,05
V _m =	73,11	W _m =	98,78

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,351	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,122	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	20,44	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	1,39	-
Porosidad ($n = V_v / V_m$) * 100%	58,17	%
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$) * 100%	41,70	%
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$) * 100%	58,30	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P3.3 **Gravedad Esp.** 2,54
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 733002.46 9914189.18

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1783	g
Peso de recipiente (funda plástica)	3	g
Peso de la masa del suelo (W_m)	1780	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	7253	g
Peso final frasco + cono + arena	2936	g
Peso de la arena en el cono	1573,6	g
Peso de la arena en el hueco	2743,4	g
Calibración de la arena de Ottawa y sand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa V_m	1595,93	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M9-1	M9-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente ($W_m + W_r$)	131,840	127,938	
Peso muestra seca + recipiente ($W_s + W_r$)	110,736	108,376	
Peso del agua (W_w)	21,104	19,562	
Peso del recipiente (W_r)	3,880	3,880	
Peso de la muestra seca (W_s)	106,856	104,496	
Contenido de humedad (ω)	19,750	18,720	
Promedio contenido de humedad (ω)	19,24		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

cm^3 V_m V_v V_a V_w V_s Aire Agua Sólidos g W_m W_a W_w W_s	Volúmenes		Masas	
	$V_v =$	73,18		
	$V_a =$	52,08	$W_a =$	0,00
	$V_w =$	21,10	$W_w =$	21,10
	$V_s =$	39,43	$W_s =$	104,50
	$V_m =$	112,61	$W_m =$	125,60

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,115	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	0,935	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	19,24	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	1,86	-
Porosidad ($n = V_v / V_m$) * 100%	64,98	%
Grado de saturación de agua ($G_w = V_w / V_v$) * 100%	28,84	%
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$) * 100%	71,16	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4.1 **Gravedad Esp.** 2,320
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 731367.32 9911188.89

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1649	g
Peso de recipiente (funda plástica)	3	g
Peso de la masa del suelo (W_m)	1646	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6936	g
Peso final frasco + cono + arena	3005	g
Peso de la arena en el cono	1594,6	g
Peso de la arena en el hueco	2336,4	g
Calibración de la arena de Ottawa y sand	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa V_m	1359,162304	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M10-1	M10-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente ($W_m + W_r$)	136,91	113,43	
CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS	124,44	102,72	
Peso del agua (W_w)	12,47	10,71	
Peso del recipiente (W_r)	3,89	3,89	
Peso de la muestra seca (W_s)	120,55	98,83	
Contenido de humedad (ω)	10,34	10,84	
Promedio contenido de humedad (ω)	10,59		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

		Volúmenes		Masas	
cm³ Vm Vv Va Vw Vs Aire Agua Sólidos Wa Ww Ws g Wm		Vv =	54,60		
		Va =	42,14	Wa =	0,00
		Vw =	12,47	Ww =	12,47
		Vs =	37,29	Ws =	98,83
		Vm =	91,90	Wm =	111,29

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,211	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,095	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	10,59	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	1,46	-
Porosidad ($n = V_v / V_m$) * 100%	59,42	%
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$) * 100%	22,83	%
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$) * 100%	77,17	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: P4.2 **Gravedad Esp.** 2,702
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 731174.08 9910221.47

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	1384	g
Peso de recipiente (funda plástica)	2	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	1382	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6535	g
Peso final frasco + cono + arena	2953	g
Peso de la arena en el cono	1497,3	g
Peso de la arena en el hueco	2084,7	g
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1,719	g/cm³
Volumen del hueco de la masa Vm	1212,74	cm³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M11-1	M11-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	106,263	101,283	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	97,843	93,097	
Peso del agua (Ww)	8,420	8,186	
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,880	
Peso de la muestra seca (Ws)	93,953	89,217	
Contenido de humedad (ω)	8,962	9,175	
Promedio contenido de humedad (ω)	9,07		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

				Volúmenes		Masas	
cm^3 Vm $\left \begin{array}{l} V_v \\ V_w \\ V_s \end{array} \right $ $\left \begin{array}{l} V_a \\ V_w \\ V_s \end{array} \right $ $\left \begin{array}{l} \text{Aire} \\ \text{Agua} \\ \text{Sólidos} \end{array} \right $ $\left \begin{array}{l} W_a \\ W_w \\ W_s \end{array} \right $ $\left \begin{array}{l} W_m \end{array} \right $ g				Vv =	52,01		
				Va =	43,59	Wa =	0,00
				Vw =	8,42	Ww =	8,42
				Vs =	33,67	Ws =	89,22
				Vm =	85,68	Wm =	97,64

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1,140	g/cm³
Densidad seca (γd)	1,045	g/cm³
Contenido de humedad (ω)	9,07	%
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)	1,54	-
Porosidad (n = Vv/Vm) * 100%	60,71	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv) * 100%	16,19	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv) * 100%	83,81	%



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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Capa Vegetal:** 5 cm
ID Muestra: 4.3 **Gravedad Esp.** 2,529
Norma: AASHTO T191 2014 **Coordenadas:** 17 - Sur 731159.16 9909378.86

DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO

Peso de la masa del suelo + recipiente	2834	g
Peso de recipiente (funda plástica)	4	g
Peso de la masa del suelo (Wm)	2830	g

DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO

Peso inicial frasco + cono + arena	6926	g
Peso final frasco + cono + arena	1742	g
Peso de la arena en el cono	1539,09	g
Peso de la arena en el hueco	3644,91	g
Calibración de la arena de Ottawa γ_{sand}	1,719	g/cm ³
Volumen del hueco de la masa Vm	2120,37	cm ³

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	M12-1	M12-2	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	128,637	119,263	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	106,038	98,067	
Peso del agua (Ww)	22,599	21,196	
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	
Peso de la muestra seca (Ws)	102,148	94,177	
Contenido de humedad (ω)	22,124	22,507	
Promedio contenido de humedad (ω)	22,32		%

DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO

				Volúmenes		Masas	
cm^3 Vm V_v Va Vw Vs		g Wm	Wa Ww Ws	Vv =	51,96		
				Va =	29,36	Wa =	0,00
				Vw =	22,60	Ww =	22,60
				Vs =	35,54	Ws =	94,18
				Vm =	87,49	Wm =	116,78

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO

Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γ_m)	1,335	g/cm ³
Densidad seca (γ_d)	1,091	g/cm ³
Contenido de humedad (ω)	22,32	%
Relación de vacíos ($e = V_v / V_s$)	1,46	-
Porosidad ($n = V_v / V_m$) * 100%	59,38	%
Grado de saturación de agua ($G_w = W_w / V_v$) * 100%	43,50	%
Grado de saturación de aire ($G_a = V_a / V_v$) * 100%	56,50	%

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 739290.33 9915317.52

Recipiente Número	M1-1	M1-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105,692	107,520	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	71,817	72,736	g
Peso del agua (Ww)	33,875	34,784	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,880	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67,927	68,856	g
Contenido de humedad (ω)	49,870	50,517	%
Promedio contenido de humedad (ω)	50,19		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía:	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Capa Vegetal:	5	cm
ID Muestra:	P1.2	Profundidad:	100	cm
Norma:	AASHTO T265 2015	Coordenadas:	17 - Sur	738550.15 9915157.48

Recipiente Número	M2-1	M2-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	101,670	103,425	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	69,078	70,339	g
Peso del agua (Ww)	32,592	33,086	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	65,188	66,449	g
Contenido de humedad (ω)	49,997	49,792	%
Promedio contenido de humedad (ω)	49,89		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

Recipiente Número	M3-1	M3-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	84,023	89,250	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	56,082	59,475	g
Peso del agua (Ww)	27,941	29,775	g
Peso del recipiente (Wr)	3,880	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	52,202	55,585	g
Contenido de humedad (ω)	53,525	53,567	%
Promedio contenido de humedad (ω)	53,55		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

Recipiente Número	M4-1	M4-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	113,906	117,370	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	80,313	84,229	g
Peso del agua (Ww)	33,59	33,141	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	76,423	80,339	g
Contenido de humedad (ω)	43,957	41,251	%
Promedio contenido de humedad (ω)	42,60		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

Recipiente Número	M5-1	M5-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105,682	109,624	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77,513	80,063	g
Peso del agua (Ww)	28,17	29,561	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,880	g
Peso de la muestra seca (Ws)	73,623	76,183	g
Contenido de humedad (ω)	38,261	38,803	%
Promedio contenido de humedad (ω)	38,53		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

Recipiente Número	M6-1	M6-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98,725	99,628	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	69,985	70,396	g
Peso del agua (Ww)	28,74	29,232	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	66,095	66,506	g
Contenido de humedad (ω)	43,483	43,954	%
Promedio contenido de humedad (ω)	43,72		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán

Capa Vegetal: 5 cm

ID Muestra: P3.1

Profundidad: 100 cm

Norma: AASHTO T265 2015

Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

Recipiente Número	M7-1	M8-2	
Peso muestra húmeda + recipiente ($W_m + W_r$)	122,471	102,130	g
Peso muestra seca + recipiente ($W_s + W_r$)	100,564	84,133	g
Peso del agua (W_w)	21,907	17,997	g
Peso del recipiente (W_r)	3,890	3,880	g
Peso de la muestra seca (W_s)	96,674	80,253	g
Contenido de humedad (ω)	22,661	22,425	%
Promedio contenido de humedad (ω)	22,54		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

Recipiente Número	M8-1	M8-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	107,276	101,287	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	89,543	84,938	g
Peso del agua (Ww)	17,733	16,349	g
Peso del recipiente (Wr)	3,880	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	85,663	81,048	g
Contenido de humedad (ω)	20,701	20,172	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,44		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

Recipiente Número	M9-1	M9-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	131,840	127,938	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	110,736	108,376	g
Peso del agua (Ww)	21,104	19,562	g
Peso del recipiente (Wr)	3,880	3,880	g
Peso de la muestra seca (Ws)	106,856	104,496	g
Contenido de humedad (ω)	19,750	18,720	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,24		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731367.32 9911188.89

Recipiente Número	M10-1	M10-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	136,905	113,426	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	124,439	102,715	g
Peso del agua (Ww)	12,466	10,711	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	120,549	98,825	g
Contenido de humedad (ω)	10,341	10,838	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,59		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731174.08 9910221.47

Recipiente Número	M11-1	M11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	106,263	101,283	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	97,843	93,097	g
Peso del agua (Ww)	8,420	8,186	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,880	g
Peso de la muestra seca (Ws)	93,953	89,217	g
Contenido de humedad (ω)	8,962	9,175	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9,07		%



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



Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T265 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

Recipiente Número	M12-1	M12-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	128,637	119,263	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	106,038	98,067	g
Peso del agua (Ww)	22,599	21,196	g
Peso del recipiente (Wr)	3,890	3,890	g
Peso de la muestra seca (Ws)	102,148	94,177	g
Contenido de humedad (ω)	22,124	22,507	%
Promedio contenido de humedad (ω)	22,32		%

ENSAYO
GRAVEDAD
ESPECÍFICA



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



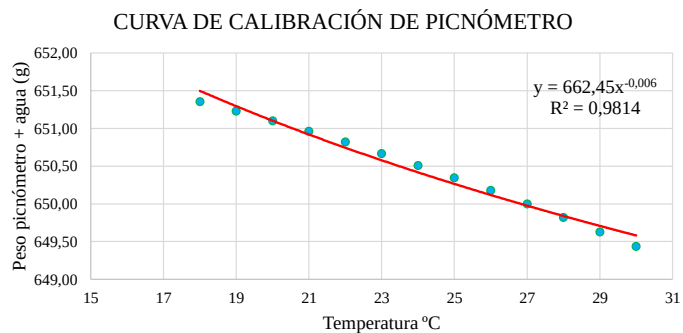
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 739290.33 9915317.52

Recipiente Número	1	
Temperatura del agua + suelo	26,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	195,70	g
Peso del recipiente (W_r)	148,60	g
Peso del suelo seco (W_s)	47,10	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	651,10	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	698,20	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	680,80	g
Desplazamiento de agua (D_w)	17,40	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99858	
Gravedad específica (G_s)	2,703	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,35
19	651,23
20	651,10
21	650,96
22	650,82
23	650,66
24	650,51
25	650,34
26	650,18
27	650,00
28	649,82
29	649,63
30	649,43





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

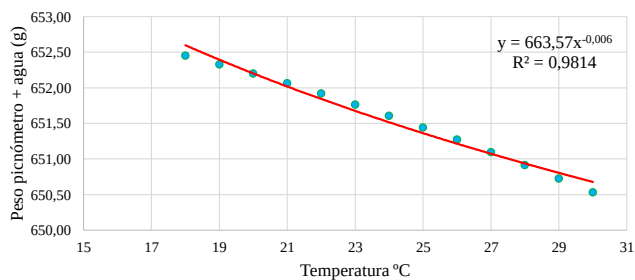
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

Recipiente Número	1	
Temperatura del agua + suelo	25,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	184,60	g
Peso del recipiente (W_r)	138,20	g
Peso del suelo seco (W_s)	46,40	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	652,20	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	698,60	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	680,80	g
Desplazamiento de agua (D_w)	17,80	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99884	
Gravedad específica (G_s)	2,604	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	652,45
19	652,33
20	652,20
21	652,06
22	651,92
23	651,76
24	651,61
25	651,44
26	651,27
27	651,10
28	650,92
29	650,73
30	650,53

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





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



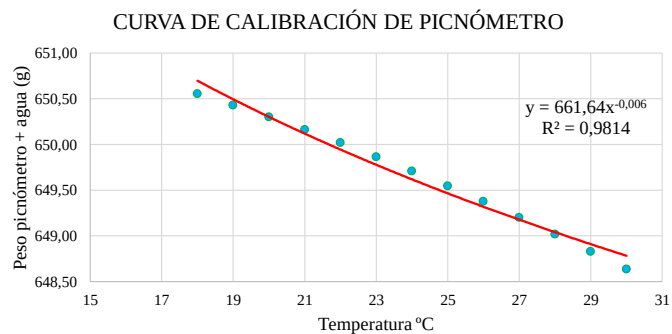
Proyecto: "CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS GUASAGANDA Y PUCAYACU DEL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinlivi
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

Recipiente Número	1	
Temperatura del agua + suelo	25,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	157,30	g
Peso del recipiente (Wr)	108,56	g
Peso del suelo seco (Ws)	48,74	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	650,30	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	699,04	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	680,80	g
Desplazamiento de agua (Dw)	18,24	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99884	
Gravedad específica (Gs)	2,669	

Calibración del Picnómetro	
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





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

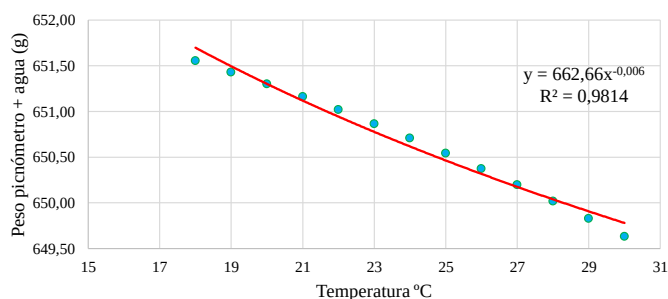
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

Recipiente Número	25	
Temperatura del agua + suelo	23,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	251,00	g
Peso del recipiente (Wr)	200,70	g
Peso del suelo seco (Ws)	50,30	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,30	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	701,60	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	681,30	g
Desplazamiento de agua (Dw)	20,30	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99933	
Gravedad específica (Gs)	2,476	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,55
19	651,43
20	651,30
21	651,16
22	651,02
23	650,86
24	650,71
25	650,54
26	650,38
27	650,20
28	650,02
29	649,83
30	649,63

CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO





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



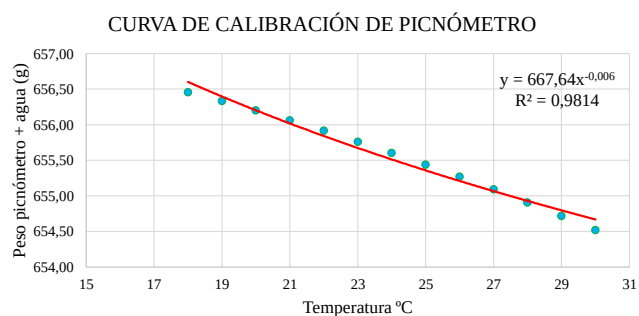
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

Recipiente Número	25	
Temperatura del agua + suelo	23,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	183,60	g
Peso del recipiente (W_r)	143,50	g
Peso del suelo seco (W_s)	40,10	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	656,20	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	696,30	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	681,30	g
Desplazamiento de agua (D_w)	15,00	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99933	
Gravedad específica (G_s)	2,672	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	656,46
19	656,33
20	656,20
21	656,06
22	655,92
23	655,76
24	655,60
25	655,44
26	655,27
27	655,09
28	654,91
29	654,72
30	654,52





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



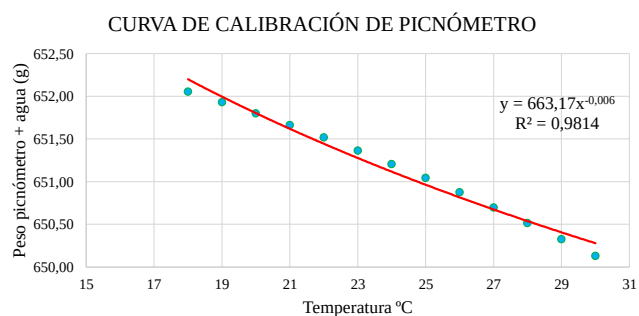
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

Recipiente Número	25	
Temperatura del agua + suelo	25,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	146,53	g
Peso del recipiente (Wr)	97,60	g
Peso del suelo seco (Ws)	48,93	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,80	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	700,73	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	681,30	g
Desplazamiento de agua (Dw)	19,43	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99884	
Gravedad específica (Gs)	2,515	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	652,05
19	651,93
20	651,80
21	651,66
22	651,52
23	651,36
24	651,21
25	651,04
26	650,87
27	650,70
28	650,52
29	650,33
30	650,13





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



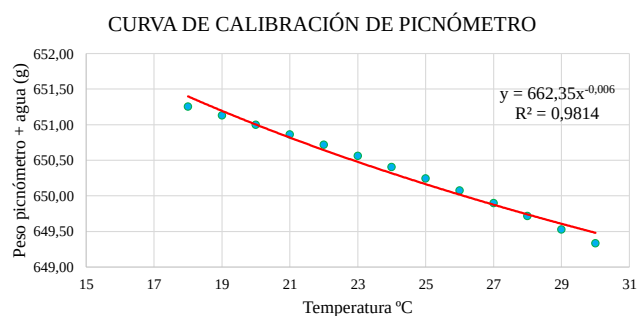
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

Recipiente Número	62	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	153,20	g
Peso del recipiente (Wr)	109,90	g
Peso del suelo seco (Ws)	43,30	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,00	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	694,30	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	676,70	g
Desplazamiento de agua (Dw)	17,60	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (Gs)	2,458	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,25
19	651,13
20	651,00
21	650,86
22	650,72
23	650,56
24	650,41
25	650,24
26	650,08
27	649,90
28	649,72
29	649,53
30	649,33





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



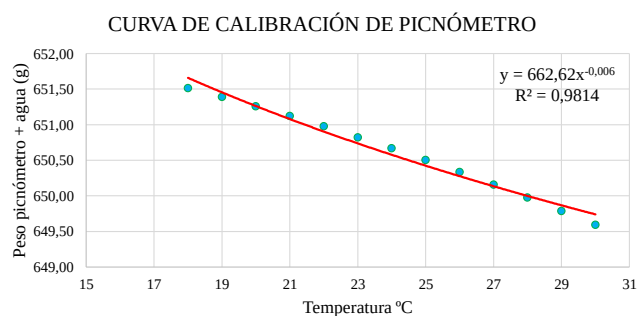
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

Recipiente Número	62	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	178,40	g
Peso del recipiente (Wr)	137,60	g
Peso del suelo seco (Ws)	40,80	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,26	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	692,06	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	676,70	g
Desplazamiento de agua (Dw)	15,36	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (Gs)	2,654	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,51
19	651,39
20	651,26
21	651,12
22	650,98
23	650,82
24	650,67
25	650,50
26	650,34
27	650,16
28	649,98
29	649,79
30	649,59





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



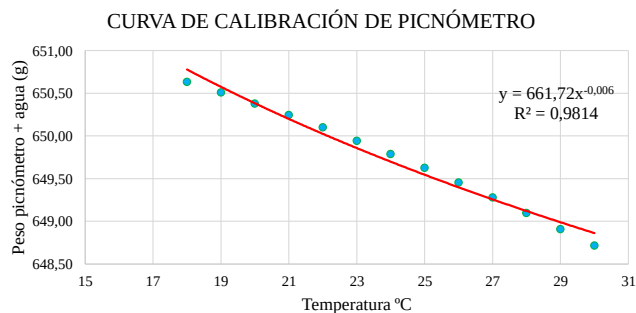
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

Recipiente Número	62	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	173,60	g
Peso del recipiente (W_r)	130,22	g
Peso del suelo seco (W_s)	43,38	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	650,38	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	693,76	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	676,70	g
Desplazamiento de agua (D_w)	17,06	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (G_s)	2,540	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	650,63
19	650,51
20	650,38
21	650,24
22	650,10
23	649,94
24	649,79
25	649,63
26	649,46
27	649,28
28	649,10
29	648,91
30	648,72





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



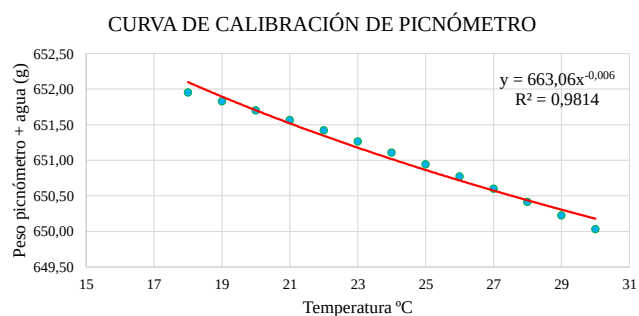
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731367.32 9911188.89

Recipiente Número	4	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	157,20	g
Peso del recipiente (Wr)	110,30	g
Peso del suelo seco (Ws)	46,90	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	651,70	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	698,60	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	678,40	g
Desplazamiento de agua (Dw)	20,20	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (Gs)	2,320	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	651,95
19	651,83
20	651,70
21	651,56
22	651,42
23	651,26
24	651,11
25	650,94
26	650,77
27	650,60
28	650,42
29	650,23
30	650,03





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



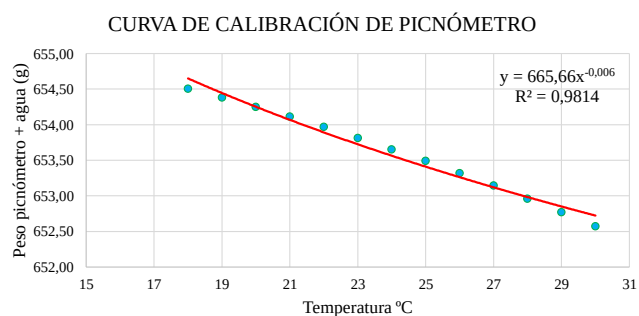
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731174.08 9910221.47

Recipiente Número	4	
Temperatura del agua + suelo	224,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	305,70	g
Peso del recipiente (Wr)	267,42	g
Peso del suelo seco (Ws)	38,28	g
Peso picnómetro + agua (Wbw)	654,25	g
Peso del suelo seco (Ws) + picnómetro + agua (Wbw)	692,53	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (Wbws)	678,40	g
Desplazamiento de agua (Dw)	14,13	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99744	
Gravedad específica (Gs)	2,702	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	654,51
19	654,38
20	654,25
21	654,11
22	653,97
23	653,81
24	653,65
25	653,49
26	653,32
27	653,14
28	652,96
29	652,77
30	652,58





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



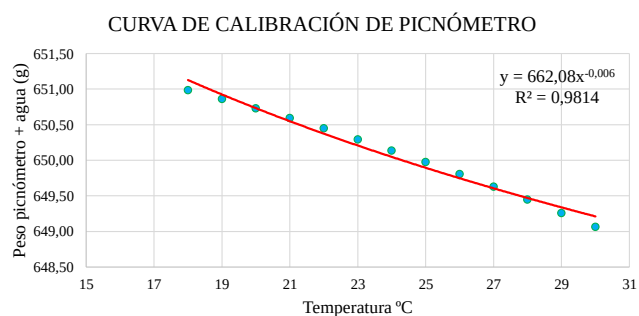
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI

Via: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T100 2015

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

Recipiente Número	4	
Temperatura del agua + suelo	24,00	°C
Peso del recipiente + suelo seco	185,24	g
Peso del recipiente (W_r)	139,50	g
Peso del suelo seco (W_s)	45,74	g
Peso picnómetro + agua (W_{bw})	650,73	g
Peso del suelo seco (W_s) + picnómetro + agua (W_{bw})	696,47	g
Peso del picnómetro + agua + suelo (W_{bws})	678,40	g
Desplazamiento de agua (D_w)	18,07	g
Factor de corrección por temperatura (K)	0,99909	
Gravedad específica (G_s)	2,529	

Calibración del Picnómetro	
Temperatura °C	Masa (g)
18	650,98
19	650,86
20	650,73
21	650,59
22	650,45
23	650,29
24	650,14
25	649,98
26	649,81
27	649,63
28	649,45
29	649,26
30	649,06



ENSAYO
DE
GRANULOMETRÍA



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

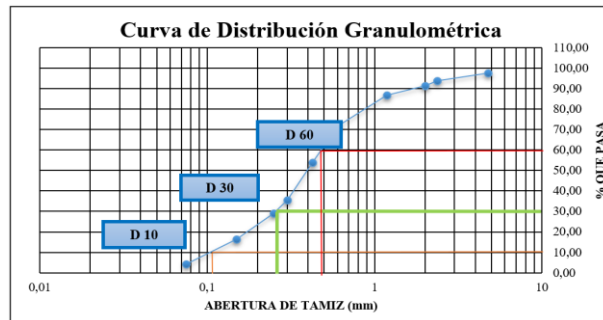


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	23,20	2,33	97,67
8	2,36	62,20	6,24	93,76
10	2	86,30	8,65	91,35
16	1,18	131,10	13,15	86,85
30	0,6	283,40	28,42	71,58
40	0,425	460,30	46,16	53,84
50	0,3	642,30	64,41	35,59
60	0,25	707,80	70,98	29,02
100	0,15	835,00	83,73	16,27
200	0,075	956,20	95,89	4,11
BANDEJA		997,20	4,11	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,10	$C_u = D_{60} / D_{10}$	4,57
D30 (mm)	0,26	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,31
D60 (mm)	0,48	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,28%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	95,89	4,11
AASHTO	91,98	4,11



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

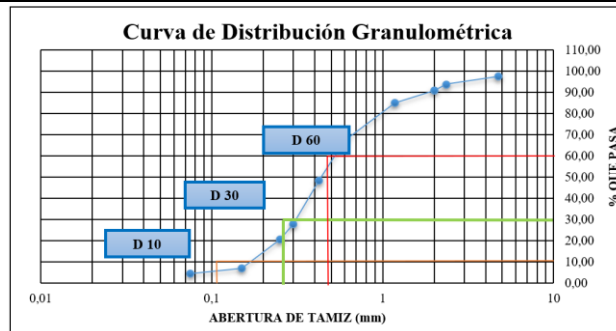


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	25,19	2,52	97,48
8	2,36	62,99	6,31	93,69
10	2	91,93	9,21	90,79
16	1,18	150,30	15,06	84,94
30	0,6	328,65	32,93	67,07
40	0,425	515,85	51,69	48,31
50	0,3	720,44	72,18	27,82
60	0,25	792,82	79,44	20,56
100	0,15	928,50	93,03	6,97
200	0,075	954,49	95,64	4,36
BANDEJA		998,05	4,36	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,17	$C_u = D_{60} / D_{10}$	3,13
D30 (mm)	0,31	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,09
D60 (mm)	0,53	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,20%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	95,64	4,36
AASHTO	91,85	4,36



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

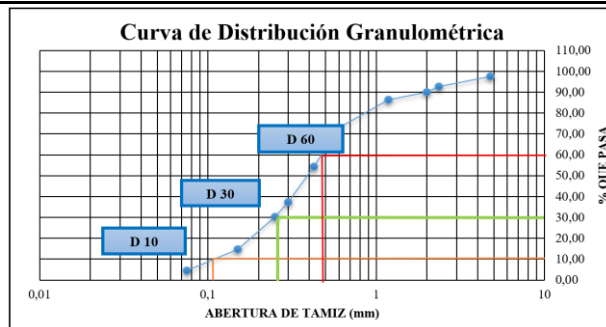


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	24,65	2,47	97,53
8	2,36	73,19	7,33	92,67
10	2	99,64	9,98	90,02
16	1,18	135,06	13,53	86,47
30	0,6	270,66	27,11	72,89
40	0,425	457,39	45,81	54,19
50	0,3	625,37	62,63	37,37
60	0,25	695,60	69,66	30,34
100	0,15	852,42	85,37	14,63
200	0,075	952,87	95,43	4,57
BANDEJA		998,54	4,57	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,11	$C_u = D_{60} / D_{10}$	4,34
D30 (mm)	0,25	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,19
D60 (mm)	0,47	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,15%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	95,43	4,57
AASHTO	90,57	4,57



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

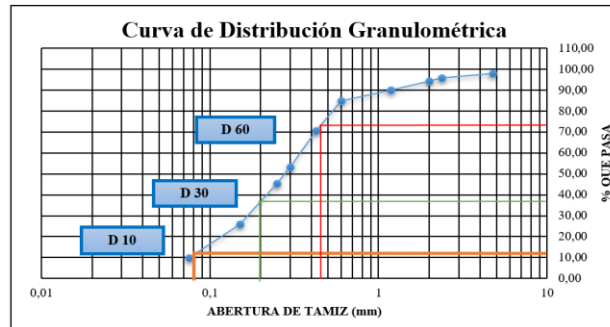


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	21,96	2,20	97,80
8	2,36	41,88	4,20	95,80
10	2	57,74	5,79	94,21
16	1,18	101,16	10,14	89,86
30	0,6	152,00	15,24	84,76
40	0,425	294,65	29,53	70,47
50	0,3	465,43	46,65	53,35
60	0,25	544,77	54,60	45,40
100	0,15	739,15	74,09	25,91
200	0,075	899,37	90,15	9,85
BANDEJA		997,67	9,85	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,08	$Cu = D60 / D10$	4,55
D30 (mm)	0,17	$Cc = D30^2 / (D60 * D10)$	1,08
D60 (mm)	0,34	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,23%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	90,15	9,85
AASHTO	88,15	9,85



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

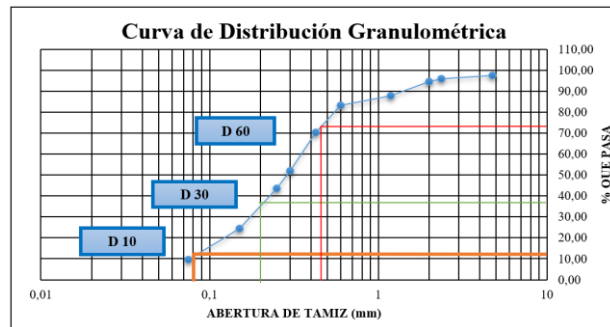


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	23,64	2,37	97,63
8	2,36	41,16	4,13	95,87
10	2	54,85	5,50	94,50
16	1,18	120,62	12,09	87,91
30	0,6	166,01	16,64	83,36
40	0,425	294,64	29,54	70,46
50	0,3	480,04	48,12	51,88
60	0,25	563,44	56,48	43,52
100	0,15	753,70	75,56	24,44
200	0,075	902,24	90,45	9,55
BANDEJA		997,54	9,55	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,08	$Cu = D60 / D10$	4,56
D30 (mm)	0,17	$Cc = D30^2 / (D60 * D10)$	1,13
D60 (mm)	0,35	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4,76
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,25%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	90,45	9,55
AASHTO	88,69	9,55



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

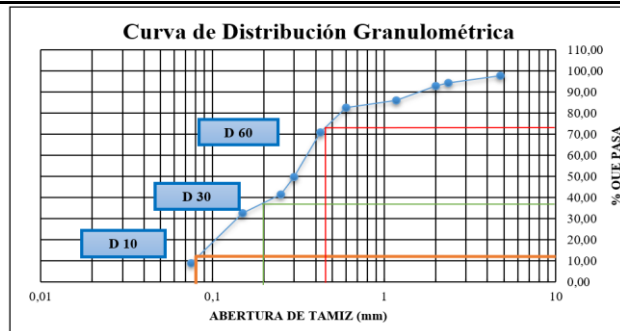


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	22,45	2,25	97,75
8	2,36	56,01	5,61	94,39
10	2	71,68	7,18	92,82
16	1,18	140,21	14,04	85,96
30	0,6	172,77	17,30	82,70
40	0,425	291,41	29,18	70,82
50	0,3	500,64	50,14	49,86
60	0,25	583,50	58,44	41,56
100	0,15	673,84	67,48	32,52
200	0,075	909,16	91,05	8,95
BANDEJA		998,54	8,95	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,08	$C_u = D_{60} / D_{10}$	4,59
D30 (mm)	0,14	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,71
D60 (mm)	0,36	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,15%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	91,05	8,95
AASHTO	87,69	8,95



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

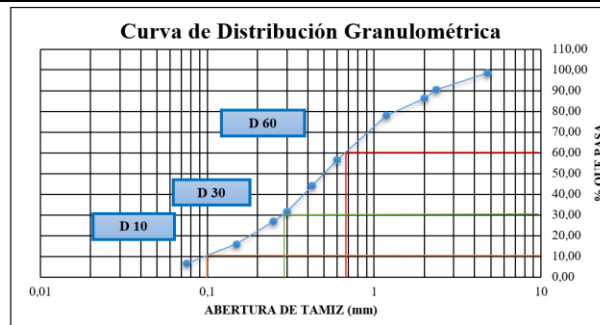


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	14,60	1,46	98,54
8	2,36	94,60	9,48	90,52
10	2	138,30	13,86	86,14
16	1,18	221,10	22,15	77,85
30	0,6	434,70	43,55	56,45
40	0,425	557,90	55,90	44,10
50	0,3	684,10	68,54	31,46
60	0,25	730,90	73,23	26,77
100	0,15	839,80	84,14	15,86
200	0,075	931,40	93,32	6,68
BANDEJA		998,10	6,68	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,10	$C_u = D_{60} / D_{10}$	6,97
D30 (mm)	0,28	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,24
D60 (mm)	0,67	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,19%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	93,32	6,68
AASHTO	85,30	6,68



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

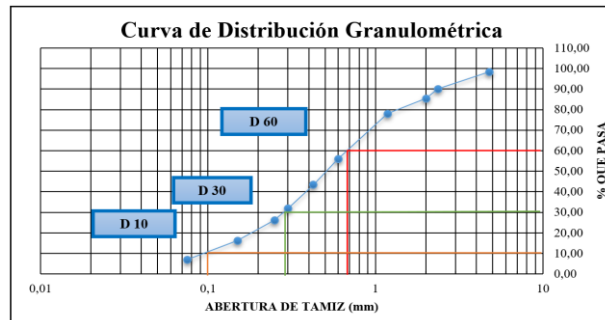


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: 3.2
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	15,82	1,58	98,42
8	2,36	99,38	9,95	90,05
10	2	144,81	14,50	85,50
16	1,18	219,64	21,99	78,01
30	0,6	439,58	44,01	55,99
40	0,425	564,98	56,56	43,44
50	0,3	680,70	68,14	31,86
60	0,25	736,98	73,78	26,22
100	0,15	836,47	83,74	16,26
200	0,075	929,96	93,10	6,90
BANDEJA		998,91	6,90	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,09	$C_u = D_{60} / D_{10}$	7,19
D30 (mm)	0,28	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,25
D60 (mm)	0,68	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,11%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	93,10	6,90
AASHTO	84,73	6,90



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

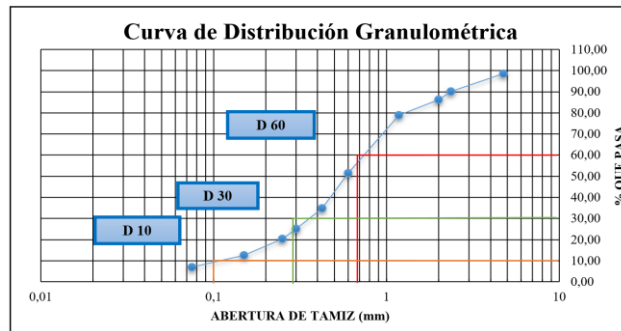


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	13,83	1,39	98,61
8	2,36	99,20	9,94	90,06
10	2	136,66	13,69	86,31
16	1,18	210,42	21,07	78,93
30	0,6	483,96	48,47	51,53
40	0,425	649,78	65,08	34,92
50	0,3	747,12	74,83	25,17
60	0,25	795,50	79,67	20,33
100	0,15	871,77	87,31	12,69
200	0,075	928,11	92,96	7,04
BANDEJA		998,45	7,04	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,11	$Cu = D_{60} / D_{10}$	6,86
D30 (mm)	0,36	$Cc = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	1,59
D60 (mm)	0,74	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2,36
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,15%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	92,96	7,04
AASHTO	84,40	7,04



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

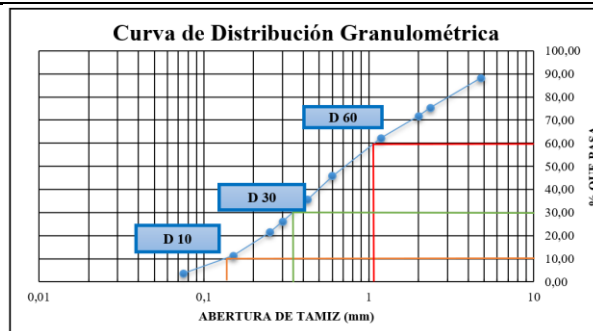


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731367.32 9911188.89

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	116,50	11,68	88,32
8	2,36	245,30	24,59	75,41
10	2	280,70	28,14	71,86
16	1,18	377,60	37,85	62,15
30	0,6	540,20	54,16	45,84
40	0,425	640,40	64,20	35,80
50	0,3	737,50	73,93	26,07
60	0,25	783,30	78,53	21,47
100	0,15	884,00	88,62	11,38
200	0,075	960,80	96,32	3,68
BANDEJA		997,50	3,68	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,13	$C_u = D_{60} / D_{10}$	8,15
D30 (mm)	0,35	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,83
D60 (mm)	1,08	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4,76
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,25%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	96,32	3,68
AASHTO	83,41	3,68



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

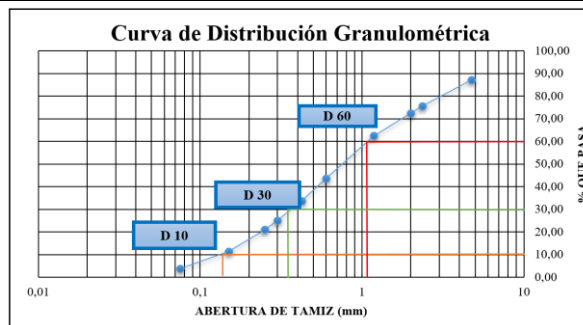


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731174.08 9910221.47

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	128,39	12,86	87,14
8	2,36	243,03	24,35	75,65
10	2	275,60	27,61	72,39
16	1,18	374,94	37,56	62,44
30	0,6	562,46	56,35	43,65
40	0,425	660,91	66,21	33,79
50	0,3	748,28	74,96	25,04
60	0,25	788,63	79,00	21,00
100	0,15	883,98	88,55	11,45
200	0,075	959,81	96,15	3,85
BANDEJA		998,24	3,85	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,13	$C_u = D_{60} / D_{10}$	8,22
D30 (mm)	0,37	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,94
D60 (mm)	1,08	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4,76
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,18%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	96,15	3,85
AASHTO	84,67	3,85



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

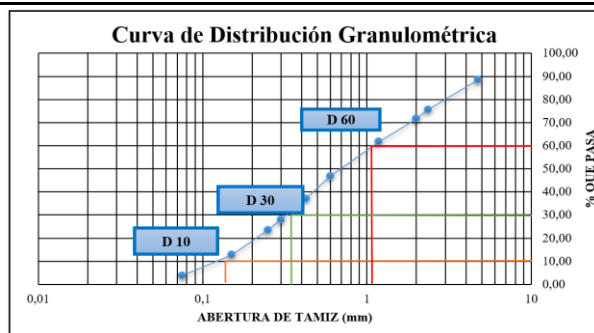


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T 88 2013
Peso Muestra Seca: 1000 g

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	113,94	11,42	88,58
8	2,36	243,41	24,41	75,59
10	2	282,69	28,35	71,65
16	1,18	382,11	38,31	61,69
30	0,6	529,95	53,14	46,86
40	0,425	626,96	62,87	37,13
50	0,3	716,93	71,89	28,11
60	0,25	763,77	76,58	23,42
100	0,15	870,12	87,25	12,75
200	0,075	959,36	96,20	3,80
BANDEJA		997,30	3,80	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0,12	$C_u = D_{60} / D_{10}$	9,02
D30 (mm)	0,32	$C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,79
D60 (mm)	1,09	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4,76
Error Permitido	1,00%	Error Calculado	0,27%

PORCENTAJE DE MATERIAL		
	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	96,20	3,80
AASHTO	83,21	3,80

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: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

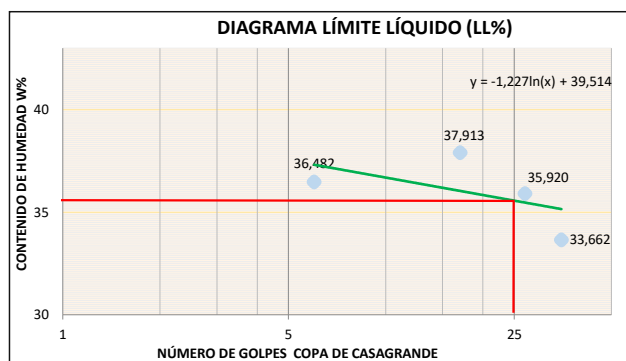
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví

ID Muestra: P1.1

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 739290.33 9915317.52

Número de Golpes	6		17		27		35		
Identificación de Recipiente	G6-1	G6-2	G17-1	G17-1	G27-1	G27-2	G35-1	G35-2	
Peso de Recipiente	1,800	1,800	1,800	1,700	1,800	1,800	1,700	1,800	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	7,807	8,207	7,312	6,945	8,889	9,334	10,212	13,123	g
Peso de muestra seca + Recipiente	6,400	6,300	5,800	5,500	7,045	7,312	8,112	10,214	g
Peso del agua	1,407	1,907	1,512	1,445	1,844	2,022	2,100	2,909	g
Peso de la muestra seca	4,600	4,500	4,000	3,800	5,245	5,512	6,412	8,414	g
Contenido de humedad (ω)	30,587	42,378	37,800	38,026	35,157	36,684	32,751	34,573	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	36,482		37,913		35,920		33,662		%
Límite Líquido (LL)					35,564				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

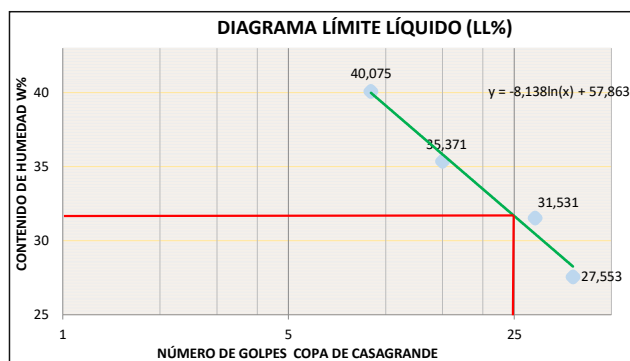
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví

ID Muestra: P1.2

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 738550.15 9915157.48

Número de Golpes	9		15		29		38		
Identificación de Recipiente	G9-1	G9-2	G15-1	G15-1	G29-1	G29-2	G38-1	G38-2	
Peso de Recipiente	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,700	1,700	1,700	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	7,276	6,273	8,322	8,163	7,623	8,585	9,635	8,637	g
Peso de muestra seca + Recipiente	5,732	4,975	6,601	6,517	6,225	6,937	7,925	7,135	g
Peso del agua	1,544	1,298	1,721	1,646	1,398	1,648	1,710	1,502	g
Peso de la muestra seca	3,932	3,175	4,801	4,717	4,425	5,237	6,225	5,435	g
Contenido de humedad (ω)	39,268	40,882	35,847	34,895	31,593	31,468	27,470	27,636	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	40,075		35,371		31,531		27,553		%
Límite Líquido (LL)					31,668				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

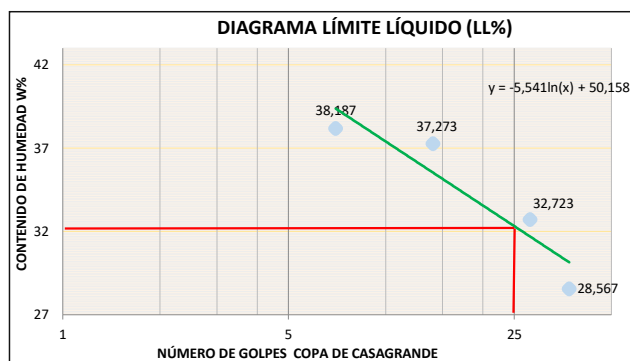
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví

ID Muestra: P1.3

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 737434.00 9916136.16

Número de Golpes	7		14		28		37			
Identificación de Recipiente	G7-1	G7-2	G14-1	G14-2	G28-1	G28-2	G37-1	G37-2		
Peso de Recipiente	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,700	1,800	1,800	g	
Peso de muestra húmeda + Recipiente	9,234	9,678	10,283	9,827	8,146	8,862	10,025	9,975	g	
Peso de muestra seca + Recipiente	7,159	7,523	7,978	7,649	6,578	7,100	8,189	8,167	g	
Peso del agua	2,075	2,155	2,305	2,178	1,568	1,762	1,836	1,808	g	
Peso de la muestra seca	5,359	5,723	6,178	5,849	4,778	5,400	6,389	6,367	g	
Contenido de humedad (ω)	38,720	37,655	37,310	37,237	32,817	32,630	28,737	28,396	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	38,187		37,273		32,723		28,567		%	
Límite Líquido (LL)					32,322					%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

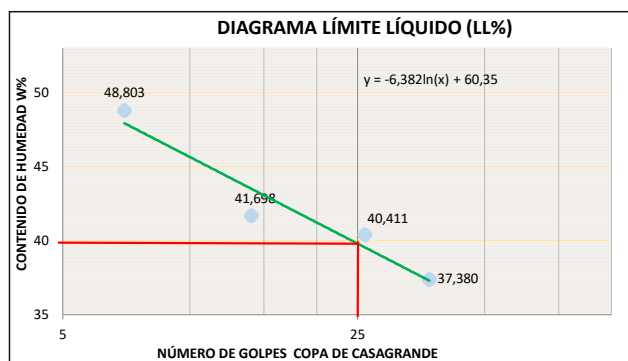
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

ID Muestra: P2.1

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 737792.00 9913303.00

Número de Golpes	7		14		26		37		
Identificación de Recipiente	G7-1	G7-2	G14-1	G14-2	G26-1	G26-2	G37-1	G37-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,700	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	7,400	8,300	8,000	9,200	9,900	9,100	8,100	10,100	g
Peso de muestra seca + Recipiente	5,500	6,100	6,200	6,900	7,000	7,500	6,400	7,700	g
Peso del agua	1,900	2,200	1,800	2,300	2,900	1,600	1,700	2,400	g
Peso de la muestra seca	3,900	4,500	4,500	5,300	5,400	5,900	4,800	6,100	g
Contenido de humedad (ω)	48,718	48,889	40,000	43,396	53,704	27,119	35,417	39,344	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	48,803		41,698		40,411		37,380		%
Límite Líquido (LL)					39,807				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

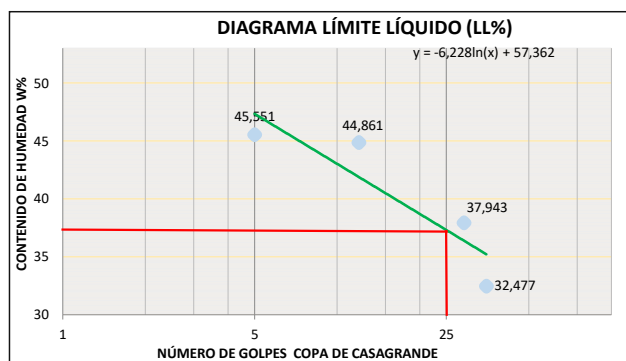
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

ID Muestra: P2.2

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 737093.06 9911276.13

Número de Golpes	5		12		29		35		
Identificación de Recipiente	G5-1	G5-2	G12-1	G12-2	G29-1	G29-2	G35-1	G35-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,700	1,600	1,600	1,700	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	9,624	9,145	8,673	9,027	10,253	9,962	8,257	8,973	g
Peso de muestra seca + Recipiente	7,102	6,794	6,502	6,738	7,835	7,699	6,642	7,174	g
Peso del agua	2,522	2,351	2,171	2,289	2,418	2,263	1,615	1,799	g
Peso de la muestra seca	5,502	5,194	4,902	5,038	6,235	6,099	4,942	5,574	g
Contenido de humedad (ω)	45,838	45,264	44,288	45,435	38,781	37,104	32,679	32,275	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	45,551		44,861		37,943		32,477		%
Límite Líquido (LL)					37,094				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

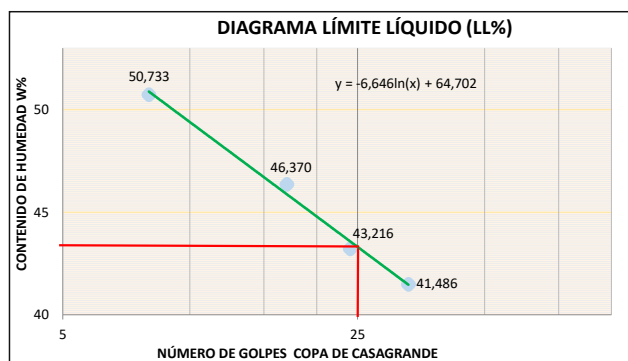
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

ID Muestra: P2.3

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 736740.10 9909231.52

Número de Golpes	8		17		24		33		
Identificación de Recipiente	G8-1	G8-2	G17-1	G17-2	G24-1	G24-2	G33-1	G33-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	11,639	11,247	9,431	8,976	8,531	8,631	9,426	8,964	g
Peso de muestra seca + Recipiente	8,256	8,004	6,943	6,646	6,436	6,513	7,131	6,805	g
Peso del agua	3,383	3,243	2,488	2,330	2,095	2,118	2,295	2,159	g
Peso de la muestra seca	6,656	6,404	5,343	5,046	4,836	4,913	5,531	5,205	g
Contenido de humedad (ω)	50,826	50,640	46,566	46,175	43,321	43,110	41,493	41,479	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	50,733		46,370		43,216		41,486		%
Límite Líquido (LL)					43,309				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

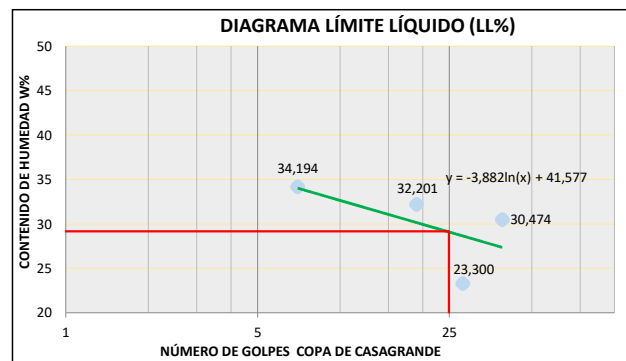
Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.1

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 733624.25 9912796.40

Número de Golpes	7		19		28		39		
Identificación de Recipiente	G7-1	G7-2	G19-1	G19-2	G28-1	G28-2	G39-1	G39-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	9,800	8,700	10,200	9,600	10,400	9,100	10,200	9,700	g
Peso de muestra seca + Recipiente	7,700	6,900	8,400	7,400	8,400	8,000	8,200	7,800	g
Peso del agua	2,100	1,800	1,800	2,200	2,000	1,100	2,000	1,900	g
Peso de la muestra seca	6,100	5,300	6,800	5,800	6,800	6,400	6,600	6,200	g
Contenido de humedad (ω)	34,426	33,962	26,471	37,931	29,412	17,188	30,303	30,645	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	34,194		32,201		23,300		30,474		%
Límite Líquido (LL)					29,081				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

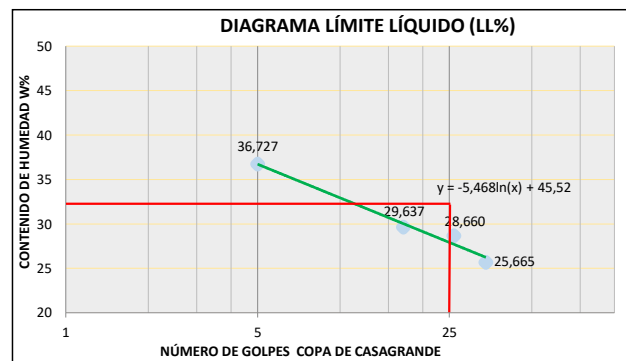
Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.2

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 733487.71 9914260.49

Número de Golpes	5		17		26		34		
Identificación de Recipiente	G5-1	G5-2	G17-1	G17-2	G26-1	G26-2	G34-1	G34-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	9,873	9,748	9,873	8,456	10,234	9,340	10,234	9,027	g
Peso de muestra seca + Recipiente	7,645	7,565	7,974	6,895	8,315	7,612	8,479	7,503	g
Peso del agua	2,228	2,183	1,899	1,561	1,919	1,728	1,755	1,524	g
Peso de la muestra seca	6,045	5,965	6,374	5,295	6,715	6,012	6,879	5,903	g
Contenido de humedad (ω)	36,857	36,597	29,793	29,481	28,578	28,743	25,512	25,817	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	36,727		29,637		28,660		25,665		%
Límite Líquido (LL)					27,919				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

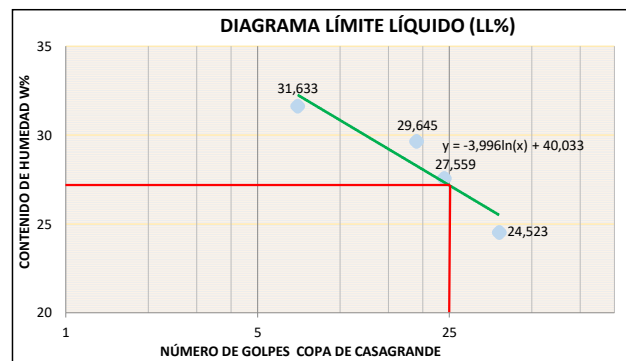
Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.3

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 733002.46 9914189.18

Número de Golpes	7		19		24		38		
Identificación de Recipiente	G7-1	G7-2	G19-1	G19-2	G24-1	G24-2	G38-1	G38-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	10,642	10,258	9,631	9,124	9,134	9,739	8,642	9,138	g
Peso de muestra seca + Recipiente	8,542	8,109	7,792	7,406	7,504	7,983	7,238	7,672	g
Peso del agua	2,100	2,149	1,839	1,718	1,630	1,756	1,404	1,466	g
Peso de la muestra seca	6,942	6,509	6,192	5,806	5,904	6,383	5,638	6,072	g
Contenido de humedad (ω)	30,251	33,016	29,700	29,590	27,608	27,511	24,902	24,144	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	31,633		29,645		27,559		24,523		%
Límite Líquido (LL)					27,170				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

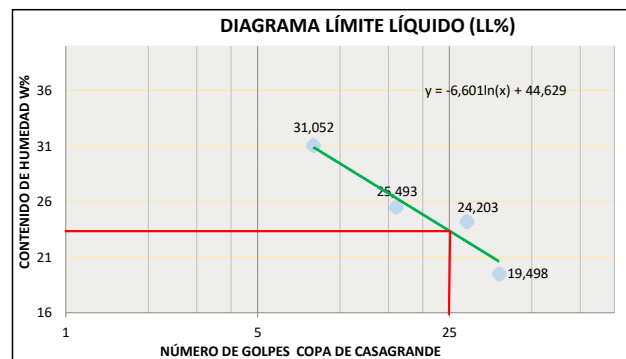
Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas

ID Muestra: P4.1

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 731367.32 9911188.89

Número de Golpes	8		16		29		38		
Identificación de Recipiente	G8-1	G8-2	G16-1	G16-2	G29-1	G29-2	G38-1	G38-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,700	3,100	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	8,400	9,500	7,500	8,500	7,200	7,300	8,600	9,700	g
Peso de muestra seca +Recipiente	7,300	8,200	6,300	7,100	6,200	6,100	6,900	8,200	g
Peso del agua	1,100	1,300	1,200	1,400	1,000	1,200	1,700	1,500	g
Peso de la muestra seca	5,700	6,600	4,700	5,500	4,600	4,500	5,200	5,100	g
Contenido de humedad (ω)	19,298	19,697	25,532	25,455	21,739	26,667	32,692	29,412	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	19,498		25,493		24,203		31,052		%
Límite Líquido (LL)					23,384				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

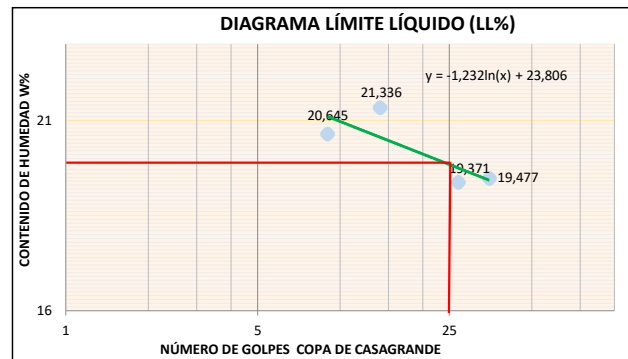
Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas

ID Muestra: P4.2

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 731174.08 9910221.47

Número de Golpes	9		14		27		35		
Identificación de Recipiente	G9-1	G9-2	G14-1	G14-2	G27-1	G27-2	G35-1	G35-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,700	g
Peso de muestra húmeda + Recipiente	8,346	9,567	8,346	7,195	8,734	9,034	7,206	8,734	g
Peso de muestra seca +Recipiente	7,148	8,256	7,148	6,221	7,575	7,829	6,302	7,575	g
Peso del agua	1,198	1,311	1,198	0,974	1,159	1,205	0,904	1,159	g
Peso de la muestra seca	5,548	6,656	5,548	4,621	5,975	6,229	4,702	5,875	g
Contenido de humedad (ω)	21,593	19,697	21,593	21,078	19,397	19,345	19,226	19,728	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	20,645		21,336		19,371		19,477		%
Límite Líquido (LL)					19,840				%





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



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

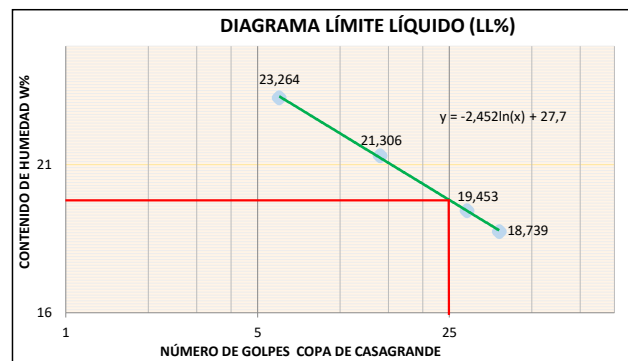
Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas

ID Muestra: P4.3

Norma: AASHTO T 89 2013

Coorder 17 - Sur 731159.16 9909378.86

Número de Golpes	6		14		29		38		
Identificación de Recipiente	G6-1	G6-2	G14-1	G14-2	G29-1	G29-2	G38-1	G38-2	
Peso de Recipiente	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,700	1,600	1,600	
Peso de muestra húmeda + Recipiente	9,283	9,346	9,283	9,346	8,374	8,102	9,283	9,346	g
Peso de muestra seca +Recipiente	7,837	7,880	7,937	7,982	7,283	7,048	8,077	8,117	g
Peso del agua	1,446	1,466	1,346	1,364	1,091	1,054	1,206	1,229	g
Peso de la muestra seca	6,237	6,280	6,337	6,382	5,683	5,348	6,477	6,517	g
Contenido de humedad (ω)	23,184	23,344	21,240	21,373	19,198	19,708	18,620	18,858	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	23,264		21,306		19,453		18,739		%
Límite Líquido (LL)					19,807				%



ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 739290.33 9915317.52

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	4,803	5,402	5,002	4,992	4,693	g
Peso muestra seca + recipiente	4,005	4,511	4,196	4,060	3,902	g
Peso del agua	0,798	0,891	0,806	0,932	0,791	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,305	2,811	2,496	2,360	2,202	g
Contenido de humedad (ω)	34,620	31,697	32,292	39,492	35,922	%
Promedio contenido de humedad	34,804					%
Límite Plástico (Lp)	34,804					%
Límite Líquido (LL)	35,564					%
Índice Plástico (IP)	0,760					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,172	4,863	4,762	5,284	4,179	g
Peso muestra seca + recipiente	4,342	4,148	4,068	4,373	3,592	g
Peso del agua	0,830	0,715	0,694	0,911	0,587	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,642	2,448	2,368	2,673	1,892	g
Contenido de humedad (ω)	31,416	29,208	29,307	34,082	31,025	%
Promedio contenido de humedad	31,007					%
Límite Plástico (Lp)	31,007					%
Límite Líquido (LL)	31,668					%
Índice Plástico (IP)	0,661					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipi	5,298	5,127	4,977	5,052	5,132	g
Peso muestra seca + recipient	4,504	4,323	4,137	4,226	4,283	g
Peso del agua	0,794	0,804	0,840	0,826	0,849	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,804	2,623	2,437	2,526	2,583	g
Contenido de humedad (ω)	28,317	30,652	34,469	32,700	32,869	%
Promedio contenido de humed	31,801					%
Límite Plástico (Lp)	31,801					%
Límite Líquido (LL)	32,322					%
Índice Plástico (IP)	0,521					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	4,600	4,700	4,600	4,800	4,600	g
Peso muestra seca + recipiente	4,200	4,200	4,200	4,300	4,200	g
Peso del agua	0,400	0,500	0,400	0,500	0,400	g
Peso del recipiente	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	g
Peso de la muestra seca	1,100	1,100	1,100	1,200	1,100	g
Contenido de humedad (ω)	36,364	45,455	36,364	41,667	36,364	%
Promedio contenido de humedad (ω)	39,242					%
Límite Plástico (Lp)	39,242					%
Límite Líquido (LL)	39,807					%
Índice Plástico (IP)	0,565					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,072	4,926	5,245	4,862	4,729	g
Peso muestra seca + recipiente	4,564	4,452	4,663	4,401	4,274	g
Peso del agua	0,508	0,474	0,582	0,461	0,455	g
Peso del recipiente	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	g
Peso de la muestra seca	1,464	1,352	1,563	1,301	1,174	g
Contenido de humedad (ω)	34,699	35,059	37,236	35,434	38,756	%
Promedio contenido de humedad (ω)	36,237					%
Límite Plástico (Lp)	36,237					%
Límite Líquido (LL)	37,094					%
Índice Plástico (IP)	0,857					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	4,863	5,134	4,536	4,854	5,234	g
Peso muestra seca + recipiente	4,357	4,487	4,099	4,337	4,614	g
Peso del agua	0,506	0,647	0,437	0,517	0,620	g
Peso del recipiente	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	g
Peso de la muestra seca	1,257	1,387	0,999	1,237	1,514	g
Contenido de humedad (ω)	40,255	46,647	43,744	41,795	40,951	%
Promedio contenido de humedad (ω)	42,678					%
Límite Plástico (Lp)	42,678					%
Límite Líquido (LL)	43,309					%
Índice Plástico (IP)	0,631					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,100	4,900	4,500	5,100	4,700	g
Peso muestra seca + recipiente	4,800	4,500	4,200	4,700	4,400	g
Peso del agua	0,300	0,400	0,300	0,400	0,300	g
Peso del recipiente	3,100	3,100	3,100	3,100	3,100	g
Peso de la muestra seca	1,700	1,400	1,100	1,600	1,300	g
Contenido de humedad (ω)	17,647	28,571	27,273	25,000	23,077	%
Promedio contenido de humedad (ω)	24,314					%
Límite Plástico (Lp)	24,314					%
Límite Líquido (LL)	29,081					%
Índice Plástico (IP)	4,767					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,388	4,938	4,497	5,038	4,653	g
Peso muestra seca + recipiente	4,568	4,371	3,992	4,372	4,103	g
Peso del agua	0,820	0,567	0,505	0,666	0,550	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,868	2,671	2,292	2,672	2,403	g
Contenido de humedad (ω)	28,591	21,228	22,033	24,925	22,888	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23,933					%
Límite Plástico (Lp)	23,933					%
Límite Líquido (LL)	27,919					%
Índice Plástico (IP)	3,986					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,374	4,875	4,567	5,235	4,324	g
Peso muestra seca + recipiente	4,573	4,254	4,005	4,605	3,856	g
Peso del agua	0,801	0,621	0,562	0,630	0,468	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,873	2,554	2,305	2,905	2,156	g
Contenido de humedad (ω)	27,880	24,315	24,382	21,687	21,707	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23,994					%
Límite Plástico (Lp)	23,994					%
Límite Líquido (LL)	27,170					%
Índice Plástico (IP)	3,176					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731367.32 9911188.89

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	4,900	5,000	5,200	5,500	5,300	g
Peso muestra seca + recipiente	4,345	4,576	4,587	4,643	4,715	g
Peso del agua	0,555	0,424	0,613	0,857	0,585	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,645	2,876	2,887	2,943	3,015	g
Contenido de humedad (ω)	20,983	14,743	21,233	29,120	19,403	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,096					%
Límite Plástico (Lp)	21,096					%
Límite Líquido (LL)	23,384					%
Índice Plástico (IP)	2,288					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731174.08 9910221.47

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	5,230	4,912	4,356	4,763	5,104	g
Peso muestra seca + recipiente	4,663	4,432	4,006	4,255	4,663	g
Peso del agua	0,567	0,480	0,350	0,508	0,441	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,963	2,732	2,306	2,555	2,963	g
Contenido de humedad (ω)	19,136	17,570	15,178	19,883	14,884	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,330					%
Límite Plástico (Lp)	17,330					%
Límite Líquido (LL)	19,840					%
Índice Plástico (IP)	2,510					%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO



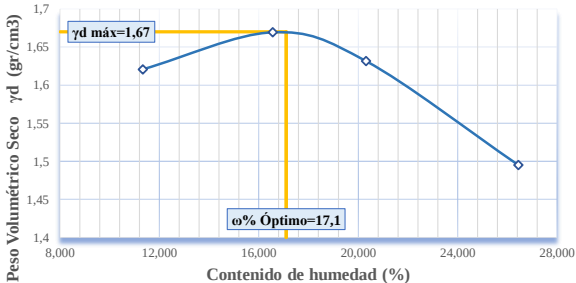
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T90 2016

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

Recipiente Número	G1	G2	G3	G4	G5	
Peso muestra húmeda + recipiente	4,965	5,103	4,916	5,104	4,807	g
Peso muestra seca + recipiente	4,563	4,532	4,392	4,551	4,403	g
Peso del agua	0,402	0,571	0,524	0,553	0,404	g
Peso del recipiente	1,700	1,700	1,700	1,700	1,700	g
Peso de la muestra seca	2,863	2,832	2,692	2,851	2,703	g
Contenido de humedad (ω)	14,041	20,162	19,465	19,397	14,946	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,602					%
Límite Plástico (Lp)	17,602					%
Límite Líquido (LL)	19,807					%
Índice Plástico (IP)	2,205					%

ENSAYO PROCTOR

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")			
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.			
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví		Elaborado por: GALLARDO PAULA	
ID Muestra: P1.1		Coordenadas: 17 - Sur 739290.33 9915317.52	
Norma: AASHTO T 180 2018			
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint 15
Peso Inicial Deseado	5600		5600
			5600
			g
PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	12%	16%	20%
P. molde+ Suelo húmedo	20670	20982	21020
Peso suelo húmedo Wm	3986	4298	4336
Peso unitario húmedo γm	1,804	1,946	1,963
			g/cm ³
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente número	13	38	35
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	57,000	62,000	67,000
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	51,500	55,700	57,900
Peso de la muestra seca (Ws)	49,90	54,10	56,30
Peso del agua (Ww)	5,50	6,30	9,10
Contenido de humedad (ω)	11,02	11,65	16,16
Promedio contenido de humedad (ω)	11,33	16,56	20,32
Peso Volumétrico Seco γd	1,621	1,669	1,631
			g/cm ³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
Cont. Humedad óptimo ω		17,100	
Peso Volumétrico Seco máximo γd		1,670	
		g/cm ³	
Contenido de humedad vs densidad seca			
			



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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	10%	14%	18%	22%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20122	20406	20512	20.186	g
Peso suelo húmedo Wm	3438	3722	3828	3502	g
Peso unitario húmedo γm	1,556	1,685	1,733	1,585	g/cm ³

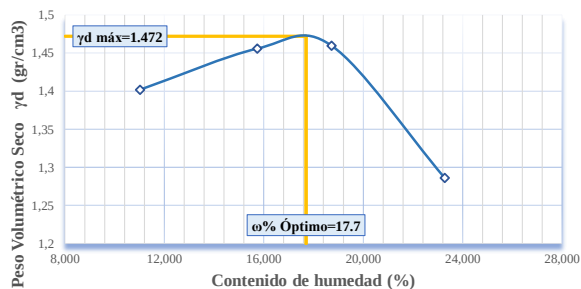
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	59,100	72,800	92,100	88,400	76,000	79,300	82,100	80,500	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	53,500	65,600	80,000	76,400	64,500	66,800	67,000	65,500	g
Peso de la muestra seca (Ws)	51,90	64,00	78,40	74,80	62,90	65,20	65,40	63,90	g
Peso del agua (Ww)	5,60	7,20	12,10	12,00	11,50	12,50	15,10	15,00	g
Contenido de humedad (ω)	10,79	11,25	15,43	16,04	18,28	19,17	23,09	23,47	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11,02	15,74	18,73	23,28	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,402	1,456	1,460	1,286	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	17,700	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,472	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	4%	8%	12%	16%	%
P. molde+ Suelo húmedo	19845	20135	20426	20397	g
Peso suelo húmedo Wm	3161	3451	3742	3713	g
Peso unitario húmedo γm	1,431	1,562	1,694	1,681	g/cm ³

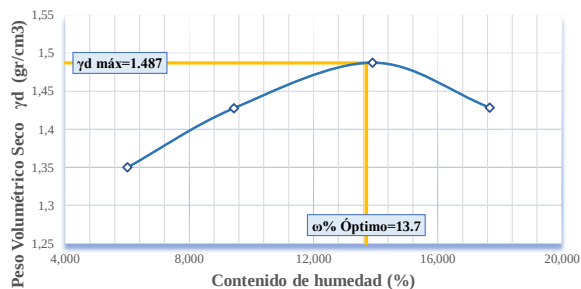
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	82,200	76,300	68,000	65,000	75,500	80,000	85,500	75,100	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	77,700	72,000	62,100	59,700	66,800	70,100	73,200	63,800	g
Peso de la muestra seca (Ws)	76,10	70,40	60,50	58,10	65,20	68,50	71,60	62,20	g
Peso del agua (Ww)	4,50	4,30	5,90	5,30	8,70	9,90	12,30	11,30	g
Contenido de humedad (ω)	5,91	6,11	9,75	9,12	13,34	14,45	17,18	18,17	%
Promedio contenido de humedad (ω)	6,01	9,44	13,90	17,67	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,350	1,428	1,487	1,428	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	13,700	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,487	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	20%	24%	28%	32%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20497	20691	20.787	20.598	g
Peso suelo húmedo Wm	3813	4007	4103	3914	g
Peso unitario húmedo γm	1,726	1,814	1,857	1,772	g/cm ³

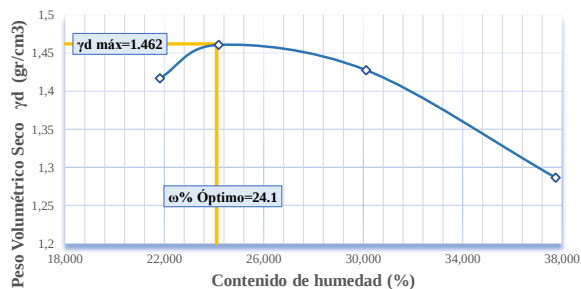
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	43,000	48,000	39,000	47,000	69,000	62,000	68,800	61,200	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	35,400	39,900	31,600	38,300	53,200	48,200	49,800	45,400	g
Peso de la muestra seca (Ws)	33,80	38,30	30,00	36,70	51,60	46,60	48,20	43,80	g
Peso del agua (Ww)	7,60	8,10	7,40	8,70	15,80	13,80	19,00	15,80	g
Contenido de humedad (ω)	22,49	21,15	24,67	23,71	30,62	29,61	39,42	36,07	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,82	24,19	30,12	37,75	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,417	1,461	1,428	1,286	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	24,100	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,462	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	14%	18%	22%	26%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20348	20591	20.703	20.611	g
Peso suelo húmedo Wm	3664	3907	4019	3927	g
Peso unitario húmedo γm	1,659	1,769	1,819	1,778	g/cm ³

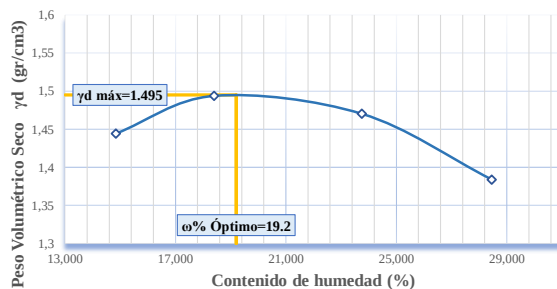
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	56,100	58,500	63,500	71,000	82,500	75,000	91,500	90,000	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	49,100	51,100	53,800	60,300	67,100	60,800	71,400	70,600	g
Peso de la muestra seca (Ws)	47,50	49,50	52,20	58,70	65,50	59,20	69,80	69,00	g
Peso del agua (Ww)	7,00	7,40	9,70	10,70	15,40	14,20	20,10	19,40	g
Contenido de humedad (ω)	14,74	14,95	18,58	18,23	23,51	23,99	28,80	28,12	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,84	14,95	18,41	18,23	23,75	23,99	28,46	28,46	%
Peso Volumétrico Seco γd	1,444	1,494	1,470	1,470	1,470	1,470	1,384	1,384	g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	19,200	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,495	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	8%	12%	16%	20%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20303	20493	20.611	20.598	g
Peso suelo húmedo Wm	3619	3809	3927	3914	g
Peso unitario húmedo γm	1,638	1,724	1,778	1,772	g/cm ³

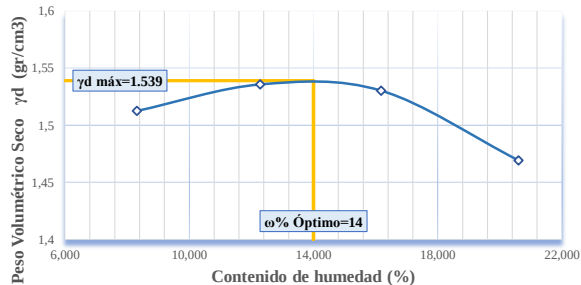
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	53,100	55,500	47,800	45,000	66,800	67,100	72,200	85,000	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	49,300	51,200	42,800	40,200	57,600	58,100	60,100	70,800	g
Peso de la muestra seca (Ws)	47,70	49,60	41,20	38,60	56,00	56,50	58,50	69,20	g
Peso del agua (Ww)	3,80	4,30	5,00	4,80	9,20	9,00	12,10	14,20	g
Contenido de humedad (ω)	7,97	8,67	12,14	12,44	16,43	15,93	20,68	20,52	%
Promedio contenido de humedad (ω)	8,32	12,29	16,18	20,60	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,513	1,536	1,530	1,469	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	14,000	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,539	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 733624.25 9912796.40

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	8%	12%	16%	20%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20812	21071	21.085	20.936	g
Peso suelo húmedo Wm	4128	4387	4401	4252	g
Peso unitario húmedo γm	1,869	1,986	1,992	1,925	g/cm ³

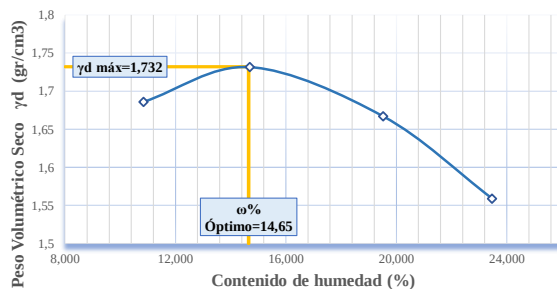
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	41,800	54,300	44,500	54,500	65,900	73,300	57,500	61,500	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	37,900	49,100	39,100	47,600	55,300	61,700	46,700	50,300	g
Peso de la muestra seca (Ws)	36,30	47,50	37,50	46,00	53,70	60,10	45,10	48,70	g
Peso del agua (Ww)	3,90	5,20	5,40	6,90	10,60	11,60	10,80	11,20	g
Contenido de humedad (ω)	10,74	10,95	14,40	15,00	19,74	19,30	23,95	23,00	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,85	14,70	19,52	23,47	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,686	1,731	1,667	1,559	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	14,650	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,732	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 733487.71 9914260.49

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	4%	8%	12%	16%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20190	20784	20.934	20.711	g
Peso suelo húmedo Wm	3506	4100	4250	4027	g
Peso unitario húmedo γm	1,587	1,856	1,924	1,823	g/cm ³

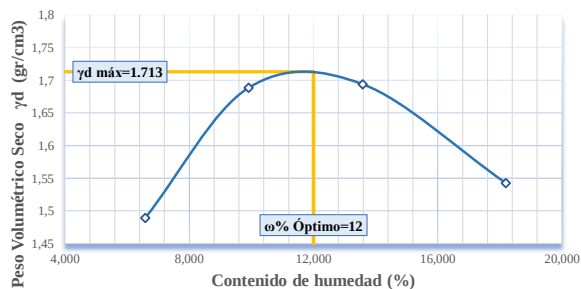
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	85,100	64,500	58,900	88,000	83,500	92,500	90,000	79,500	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	79,700	60,800	53,800	80,100	74,000	81,300	76,400	67,500	g
Peso de la muestra seca (Ws)	78,10	59,20	52,20	78,50	72,40	79,70	74,80	65,90	g
Peso del agua (Ww)	5,40	3,70	5,10	7,90	9,50	11,20	13,60	12,00	g
Contenido de humedad (ω)	6,91	6,25	9,77	10,06	13,12	14,05	18,18	18,21	%
Promedio contenido de humedad (ω)	6,58	9,92	13,59	18,20	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,489	1,689	1,694	1,542	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	12,000	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,713	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T 180 2018

Elaborado por: GALLARDO PAULA
Coordenadas: 17 - Sur 733002.46 9914189.18

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	8%	12%	16%	20%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20476	20740	20.846	20.713	g
Peso suelo húmedo Wm	3792	4056	4162	4029	g
Peso unitario húmedo γm	1,717	1,836	1,884	1,824	g/cm ³

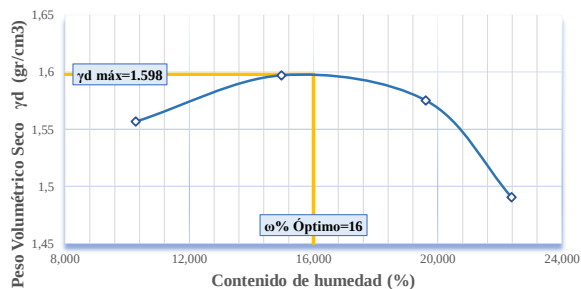
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	75,300	71,600	85,400	59,400	85,700	83,400	76,800	79,000	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	68,300	65,200	74,600	51,800	72,000	69,900	62,900	65,000	g
Peso de la muestra seca (Ws)	66,70	63,60	73,00	50,20	70,40	68,30	61,30	63,40	g
Peso del agua (Ww)	7,00	6,40	10,80	7,60	13,70	13,50	13,90	14,00	g
Contenido de humedad (ω)	10,49	10,06	14,79	15,14	19,46	19,77	22,68	22,08	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,28	14,97	19,61	22,38					%
Peso Volumétrico Seco γd	1,557	1,597	1,575	1,490					g/cm ³

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	16,000	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,598	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Elaborado por:** GALLARDO PAULA
ID Muestra: P4.1 **Coordenadas:** 17 - Sur 731367.32 9911188.89
Norma: AASHTO T 180 2018

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	8%	10%	12%	14%	%
P. molde+ Suelo húmedo	21109	21225	21.395	20.598	g
Peso suelo húmedo Wm	4425	4541	4711	3914	g
Peso unitario húmedo γm	2,003	2,056	2,133	1,772	g/cm ³

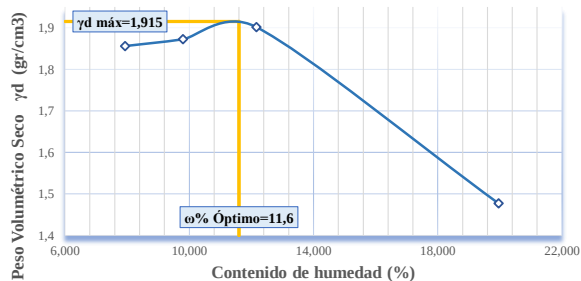
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	54,500	52,100	69,600	49,900	63,400	49,500	72,700	79,400	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	50,700	48,300	63,800	45,400	56,200	44,700	58,100	69,800	g
Peso de la muestra seca (Ws)	49,10	46,70	62,20	43,80	54,60	43,10	56,50	68,20	g
Peso del agua (Ww)	3,80	3,80	5,80	4,50	7,20	4,80	14,60	9,60	g
Contenido de humedad (ω)	7,74	8,14	9,32	10,27	13,19	11,14	25,84	14,08	%
Promedio contenido de humedad (ω)	7,94	9,80	12,16	19,96	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,856	1,872	1,901	1,477	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	11,600	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,915	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Elaborado por:** GALLARDO PAULA
ID Muestra: P4.2 **Coordenadas:** 17 - Sur 731174.08 9910221.47
Norma: AASHTO T 180 2018

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	6%	8%	10%	12%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20986	21168	21.270	21.152	g
Peso suelo húmedo Wm	4302	4484	4586	4468	g
Peso unitario húmedo γm	1,948	2,030	2,076	2,023	g/cm ³

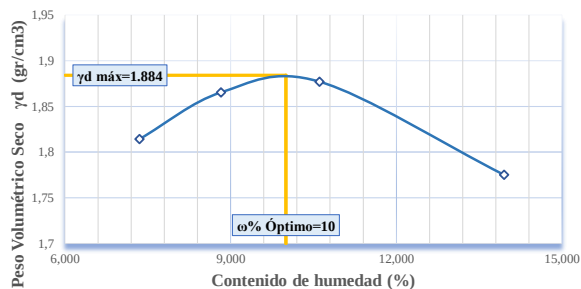
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	65,500	72,300	72,500	70,000	55,800	53,700	68,900	71,500	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	61,000	67,600	66,700	64,500	50,500	48,800	60,700	62,900	g
Peso de la muestra seca (Ws)	59,40	66,00	65,10	62,90	48,90	47,20	59,10	61,30	g
Peso del agua (Ww)	4,50	4,70	5,80	5,50	5,30	4,90	8,20	8,60	g
Contenido de humedad (ω)	7,58	7,12	8,91	8,74	10,84	10,38	13,87	14,03	%
Promedio contenido de humedad (ω)	7,35	8,83	10,61	13,95	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,814	1,865	1,877	1,775	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	10,000	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,884	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca





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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")

Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas **Elaborado por:** GALLARDO PAULA
ID Muestra: P4.3 **Coordenadas:** 17 - Sur 731159.16 9909378.86
Norma: AASHTO T 180 2018

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16684	g	-
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³	-
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie ³	Øint	15	h	12,5	cm
Peso Inicial Deseado	5600	5600	5600	5600	5600	g	

PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4	-
Humedad inicial añadida	8%	12%	16%	20%	%
P. molde+ Suelo húmedo	20779	21114	21.234	21.206	g
Peso suelo húmedo Wm	4095	4430	4550	4522	g
Peso unitario húmedo γm	1,854	2,005	2,060	2,047	g/cm ³

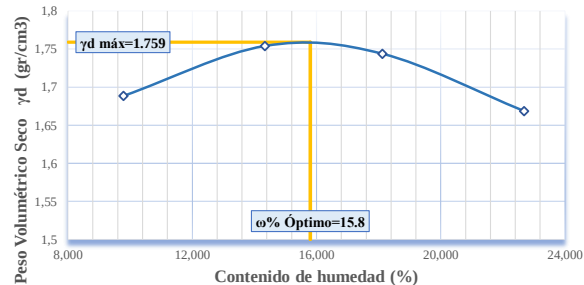
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	13	38	35	44	35	64	10	28	-
Peso del recipiente Wr	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	56,600	65,300	82,300	82,000	95,600	90,800	75,500	68,900	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	51,800	59,500	72,000	72,100	81,300	77,000	61,900	56,400	g
Peso de la muestra seca (Ws)	50,20	57,90	70,40	70,50	79,70	75,40	60,30	54,80	g
Peso del agua (Ww)	4,80	5,80	10,30	9,90	14,30	13,80	13,60	12,50	g
Contenido de humedad (ω)	9,56	10,02	14,63	14,04	17,94	18,30	22,55	22,81	%
Promedio contenido de humedad (ω)	9,79	14,34	18,12	22,68	%				
Peso Volumétrico Seco γd	1,689	1,754	1,744	1,669	g/cm ³				

DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

Cont. Humedad óptimo ω	15,800	%
Peso Volumétrico Seco máximo γd	1,759	g/cm ³

Contenido de humedad vs densidad seca



ENSAYO

CBR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
Proyecto:	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.						
Vía:	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví			Capa \	5	cm	
ID Muestra:	P1.1			Profund	100	cm	
Norma:	AASHTO T 193 - 2013			Coord	17 - Sur	739290.33	9915317.52
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,670	g/cm³	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17,10	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12888		12339		13113		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4165		3873		3692		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1,886		1,753		1,671		g/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wt)	62,300	62,400	70,100	71,000	39,900	39,800	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + V)	53,440	53,530	60,100	60,870	34,310	34,230	g
Peso del agua (Ww)	8,860	8,870	10,000	10,130	5,590	5,570	g
Peso del recipiente (Wr)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (Ws)	51,840	51,930	58,500	59,270	32,710	32,630	g
Contenido de humedad (ω)	17,091	17,081	17,094	17,091	17,090	17,070	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,086		17,093		17,080		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,610		1,497		1,428		g/cm³
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12893		12542		13358		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4170		4076		3937		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm³
Peso unitario Húmedo γm	1,888		1,845		1,782		g/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wt)	58,300	56,400	58,400	54,900	59,900	59,500	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + V)	42,000	42,200	41,100	39,900	41,400	42,500	g
Peso del agua (Ww)	16,300	14,200	17,300	15,000	18,500	17,000	g
Peso del recipiente (Wr)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (Ws)	40,400	40,600	39,500	38,300	39,800	40,900	g
Contenido de humedad (ω)	40,347	34,975	43,797	39,164	46,482	41,565	%
Promedio contenido de humedad (ω)	37,661		41,481		44,024		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



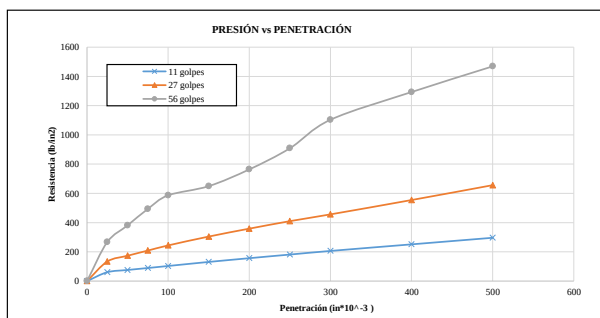
Proyec: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Cap 5 cm
Prof 100 cm
Coo 17 - Sur 739290.3: 9915317.52

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in²	Velocidad de carga	1,270 0,05	mm/min in/min
----------------	---	-----	--------------------	---------------	------------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in²)	MOLDE N° 12 (56 Golpes)				MOLDE N° 8 (27 Golpes)				MOLDE N° 4 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leída Correg.		CBR %
mm	in *10-3													
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		266,8	88,9			133,7	44,6			60,6	20,2		
1,27	50		380,9	127,0			173,3	57,8			75,8	25,3		
1,91	75		493,6	164,5			208,6	69,5			89,3	29,8		
2,54	100	1000	586,4	195,5	195,47	19,5	243,9	81,3	81,30	8,13	103,2	34,4	34,40	3,44
3,81	150		649,3	216,4			304,5	101,5			130,9	43,6		
5,08	200	1500	763,8	254,6	254,60	17,0	358,6	119,5	119,53	7,97	156,6	52,2	52,20	3,48
6,35	250		908,3	302,8			409,8	136,6			181,3	60,4		
7,62	300		1103,3	367,8			456,2	152,1			206,2	68,7		
10,16	400		1293,1	431,0			554,3	184,8			251,2	83,7		
12,7	500		1468,8	489,6			656,2	218,7			296,2	98,7		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

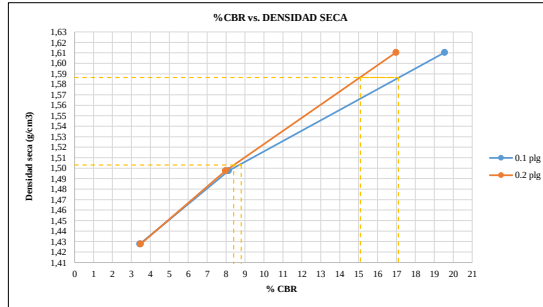


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 739290.33 9915317.52

MOLDE	CBR %	1	2	3
		0.1"	0.2"	g/cm3
		19,55	8,13	3,44
		16,97	7,97	3,48
		1,610	1,497	1,428



Densidad seca máx :	1,670	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,503	8,8	8,4	8,8
95% DSM= 1,587	17,1	15,1	17,1

17,1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR				
Proyecto CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.						
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví ID Muestra: P1.2 Norma: AASHTO T 193 - 2013		Capa 5 cm Profund 100 cm Coord 17 - Sur 738550.15 9915157.48				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,472	g/cm³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17,70	%
Altura de Caí	18	in				
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
MOLDE	12	8	4			
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5
Nº de Capas	5	5	5			
Nº de Golpes	56	27	11			
Peso Húmeda + Molde	12493	12086	12773			
Peso Molde	8723	8466	9421			
Peso de Muestra Húmeda	3770	3620	3352			
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93			
Peso unitario Húmedo γm	1,707	1,639	1,517			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2
Peso muestra húmeda + recipiente (Ws)	68,900	70,300	86,500	80,000	92,500	90,400
Peso muestra seca + recipiente (Ws + W)	58,700	60,200	73,600	68,200	78,600	76,900
Peso del agua (Ww)	10,200	10,100	12,900	11,800	13,900	13,500
Peso del recipiente (Wr)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Peso de la muestra seca (Ws)	57,100	58,600	72,000	66,600	77,000	75,300
Contenido de humedad (ω)	17,863	17,235	17,917	17,718	18,052	17,928
Promedio contenido de humedad (ω)	17,549		17,817		17,990	
Peso Volumétrico Seco γd	1,452		1,391		1,286	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	12830		12390		13594	
Peso Molde	8723		8466		9421	
Peso de Muestra Húmeda	4107		3924		4173	
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93	
Peso unitario Húmedo γm	1,859		1,776		1,889	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2
Peso muestra húmeda + recipiente (Ws)	85,600	83,400	76,800	79,400	65,800	82,400
Peso muestra seca + recipiente (Ws + W)	63,100	61,400	55,300	57,300	46,000	57,400
Peso del agua (Ww)	22,500	22,000	21,500	22,100	19,800	25,000
Peso del recipiente (Wr)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Peso de la muestra seca (Ws)	61,500	59,800	53,700	55,700	44,400	55,800
Contenido de humedad (ω)	36,585	36,789	40,037	39,677	44,595	44,803
Promedio contenido de humedad (ω)	36,687		39,857		44,699	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyec: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví

ID Muestra: P1.2

Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap 5 cm

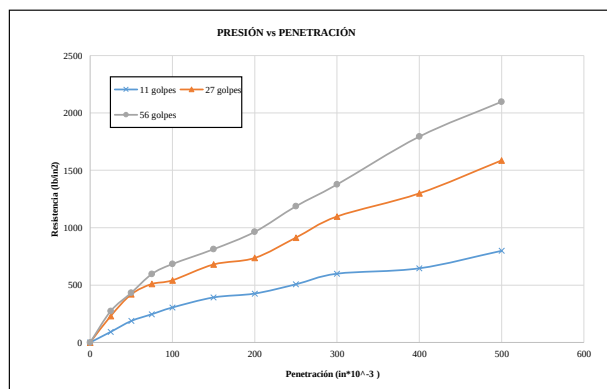
Prof 100 cm

Coo 17 - Sur 738550.1; 9915157.48

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in²		Velocidad de carga	1,270	mm/min
					0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in²)	MOLDE N° 12 (56 Golpes)				MOLDE N° 8 (27 Golpes)				MOLDE N° 4 (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		
0,64	25		273,4	91,1			230,6	76,9			92,6	30,9		
1,27	50		432,8	144,3			419,5	139,8			187,3	62,4		
1,91	75		596,3	198,8			509,7	169,9			246,3	82,1		
2,54	100	1000	683,4	227,8	227,80	22,8	541,8	180,6	180,60	18,06	304,8	101,6	101,60	10,16
3,81	150		812,6	270,9			679,6	226,5			392,5	130,8		
5,08	200	1500	963,4	321,1	321,13	21,4	736,4	245,5	245,47	16,36	426,1	142,0	142,03	9,47
6,35	250		1186,4	395,5			913,1	304,4			506,7	168,9		
7,62	300		1376,4	458,8			1097,6	365,9			599,4	199,8		
10,16	400		1793,6	597,9			1299,1	433,0			646,3	215,4		
12,7	500		2097,6	699,2			1586,3	528,8			798,6	266,2		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

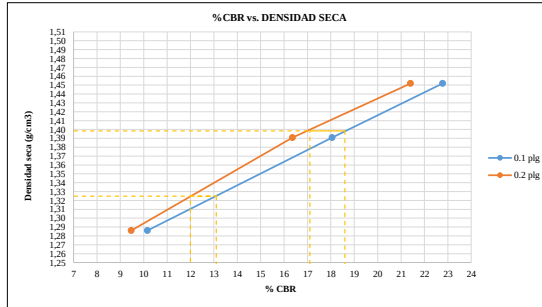


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 738550.15 9915157.48

MOLDE	1	2	3
CBR %	0.1"	22.78	18.06
	0.2"	21.41	16.36
Densidad Seca	g/cm3	1.452	1.391



Densidad seca máx :	1.472	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,325	13,1	12	13,1
95% DSM= 1,398	18,6	17,1	18,6

18.6

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR 	
Proyecto:	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI
Vía:	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra:	P1.3
Norma:	AASHTO T 193 - 2013
Capa:	5 cm
Profundidad:	100 cm
Coordenadas:	17 - Sur 737434.00 9916136.16
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO	
Peso Muestra	5000 g
Peso Martillo	10 lb
Altura de Caída	18 in
Densidad Máx. Seca	1,487 g/cm³
W% Óptimo	13,70 %
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR	
MOLDE	12 8 4
DIMENSIONES	Diámetro 15 Diámetro 15 Diámetro 15 cm
	Altura 12,5 Altura 12,5 Altura 12,5 cm
Nº de Capas	5
Nº de Golpes	56 27 11
Peso Húmeda + Molde	12416 11843 12579 g
Peso Molde	8723 8466 9421 g
Peso de Muestra Húmeda	3693 3377 3158 g
Volumen Muestra	2208,93 2208,93 2208,93 cm³
Peso unitario Húmedo γm	1,672 1,529 1,430 g/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Recipiente Número	56-1 56-2 27-1 27-2 11-1 11-2
Peso muestra húmeda + recipiente (Ws)	73,600 76,400 81,200 85,600 81,600 88,400 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + W)	64,800 67,300 71,800 75,600 71,600 77,500 g
Peso del agua (Ww)	8,800 9,100 9,400 10,000 10,000 10,900 g
Peso del recipiente (Wr)	1,600 1,600 1,600 1,600 1,600 1,600 g
Peso de la muestra seca (Ws)	63,200 65,700 70,200 74,000 70,000 75,900 g
Contenido de humedad (ω)	13,924 13,851 13,390 13,514 14,286 14,361 %
Promedio contenido de humedad (ω)	13,887 13,452 14,323 %
Peso Volumétrico Seco γd	1,468 1,348 1,251 g/cm³
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN	
Peso Húmeda + Molde	12186 11764 12439 g
Peso Molde	8723 8466 9421 g
Peso de Muestra Húmeda	3463 3298 3018 g
Volumen Muestra	2208,93 2208,93 2208,93 cm³
Peso unitario Húmedo γm	1,568 1,493 1,366 g/cm³
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Recipiente Número	56-1 56-2 27-1 27-2 11-1 11-2
Peso muestra húmeda + recipiente (Ws)	58,300 56,400 58,400 54,900 59,900 59,500 g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + W)	42,000 42,200 41,100 39,900 41,400 42,500 g
Peso del agua (Ww)	16,300 14,200 17,300 15,000 18,500 17,000 g
Peso del recipiente (Wr)	1,600 1,600 1,600 1,600 1,600 1,600 g
Peso de la muestra seca (Ws)	40,400 40,600 39,500 38,300 39,800 40,900 g
Contenido de humedad (ω)	40,347 34,975 43,797 39,164 46,482 41,565 %
Promedio contenido de humedad (ω)	37,661 41,481 44,024 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

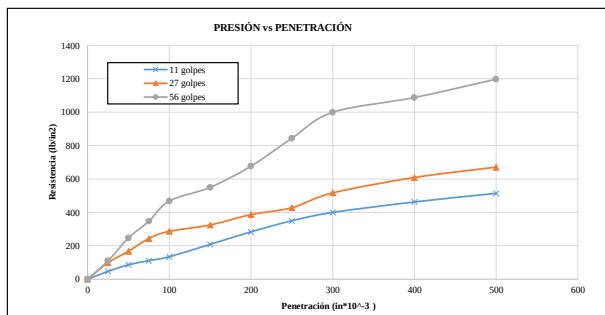
Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap: 5 cm
Prof: 100 cm
Cool: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in²	Velocidad de carga	1,270 0,05	mm/min in/min
----------------	---	-----	--------------------	---------------	------------------

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in²)	MOLDE N° 12 (56 Golpes)				MOLDE N° 8 (27 Golpes)				MOLDE N° 4 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones Leida Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leida Correg.		CBR %	Q Carga	Presiones Leida Correg.		CBR %
mm	in *10-3													
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		109,7	36,6			98,7	32,9			46,7	15,6		
1,27	50		246,7	82,2			167,4	55,8			86,4	28,8		
1,91	75		346,8	115,6			243,7	81,2			110,9	37,0		
2,54	100	1000	467,8	155,9	155,93	15,6	286,7	95,6	95,57	9,56	134,5	44,8	44,83	4,48
3,81	150		549,7	183,2			324,6	108,2			208,4	69,5		
5,08	200	1500	676,7	225,6	225,57	15,0	386,7	128,9	128,90	8,59	283,7	94,6	94,57	6,30
6,35	250		843,5	281,2			428,0	142,7			349,7	116,6		
7,62	300		999,1	333,0			516,7	172,2			399,7	133,2		
10,16	400		1087,6	362,5			608,7	202,9			462,5	154,2		
12,7	500		1197,0	399,0			670,8	223,6			513,7	171,2		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

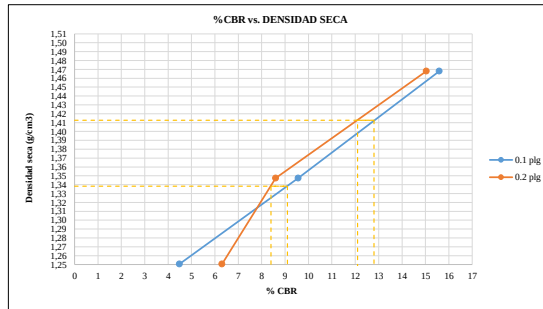


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví
ID Muestra: P1.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 737434.00 9916136.16

MOLDE:	1	2	3
CBR %	0.1"	15.59	9.56
	0.2"	15.04	8.59
Densidad Seca	g/cm3	1.468	1.348



Densidad seca máx :	1.467	g/cm3
---------------------	-------	-------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,338	9,1	8,4	9,1
95% DSM= 1,413	12,8	12,1	12,8

12.8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vege 5 cm
Profundida 100 cm
Coordenad 17 - Sur 737792.00 9913303.00

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,462	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	24,100	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12806		12510		13029		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4083		4044		3608		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,848		1,831		1,633		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	58,500	51,800	33,700	32,000	36,100	36,800	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	45,810	40,600	26,530	25,210	28,400	28,950	g
Peso del agua (W _w)	12,690	11,200	7,170	6,790	7,700	7,850	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	44,310	39,100	25,030	23,710	26,900	27,450	g
Contenido de humedad (ω)	28,639	28,645	28,646	28,638	28,625	28,597	%
Promedio contenido de humedad (ω)	28,642		28,642		28,611		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,437		1,423		1,270		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12846	12621	13381	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4123	4155	3960	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,867	1,881	1,793	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	68,700	60,600	55,700	49,200	56,700	46,500	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	53,700	47,100	43,100	37,100	43,100	34,700	g
Peso del agua (W _w)	15,000	13,500	12,600	12,100	13,600	11,800	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	52,200	45,600	41,600	35,600	41,600	33,200	g
Contenido de humedad (ω)	28,736	29,605	30,288	33,989	32,692	35,542	%
Promedio contenido de humedad (ω)	29,170		32,139		34,117		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

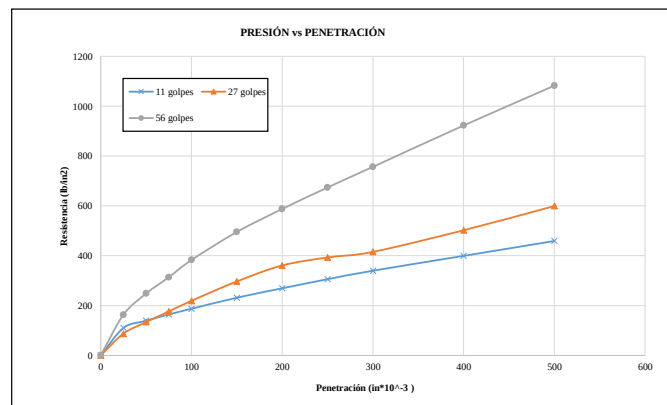
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa: 5 cm
Profu: 80 cm
Coord: 17 - Sur 737792.00/913303.00

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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		163,2	54,4			87,3	29,1			109,9	36,6		
1,27	50		248,3	82,8			133,8	44,6			139,3	46,4		
1,91	75		313,6	104,5			176,4	58,8			164,3	54,8		
2,54	100	1000	382,8	127,6	127,60	12,76	219,1	73,0	73,03	7,30	187,2	62,4	62,40	6,24
3,81	150		495,2	165,1			296,8	98,9			231,5	77,2		
5,08	200	1500	587,6	195,9	195,87	13,06	360,9	120,3	120,30	8,02	269,2	89,7	89,73	5,98
6,35	250		673,7	224,6			392,9	131,0			305,8	101,9		
7,62	300		756,5	252,2			415,3	138,4			339,8	113,3		
10,16	400		922,5	307,5			502,2	167,4			399,3	133,1		
12,7	500		1082,3	360,8			599,3	199,8			459,1	153,0		





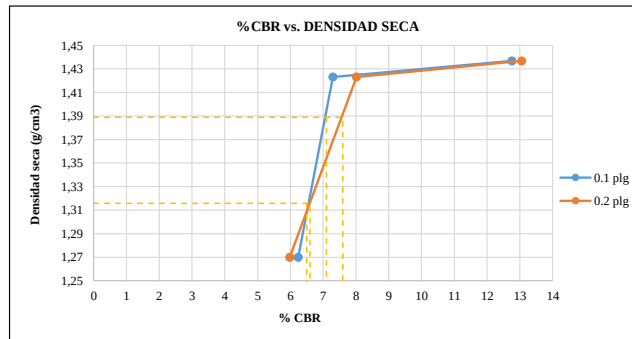
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vege: 5 cm
Profundida: 100 cm
Coordenad: 17 - Sur 737792.00 9913303.00

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	12,76	7,30	6,24
	0.2"	13,06	8,02	5,98
Densida Seca		g/cm3 1,437	1,423	1,270



Densidad seca máx :	1,462	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,316	6,5	6,6	6,6
95% DSM= 1,389	7,1	7,6	7,6

7,6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenada: 17 - Sur 737093.06 9911276.13

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,495	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	19,200	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12549		12126		12910		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	3826		3660		3489		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,732		1,657		1,579		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	56,700	58,400	64,300	65,000	73,400	72,100	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	47,600	49,100	54,200	54,600	61,700	60,500	g
Peso del agua (W _w)	9,100	9,300	10,100	10,400	11,700	11,600	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	46,100	47,600	52,700	53,100	60,200	59,000	g
Contenido de humedad (ω)	19,740	19,538	19,165	19,586	19,435	19,661	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,639		19,375		19,548		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,448		1,388		1,321		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13046	12746	13476	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4323	4280	4055	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,957	1,938	1,836	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	63,460	75,400	73,100	82,100	64,500	66,700	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	49,600	58,700	57,400	63,400	50,400	51,400	g
Peso del agua (W _w)	13,860	16,700	15,700	18,700	14,100	15,300	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	48,100	57,200	55,900	61,900	48,900	49,900	g
Contenido de humedad (ω)	28,815	29,196	28,086	30,210	28,834	30,661	%
Promedio contenido de humedad (ω)	29,005		29,148		29,748		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



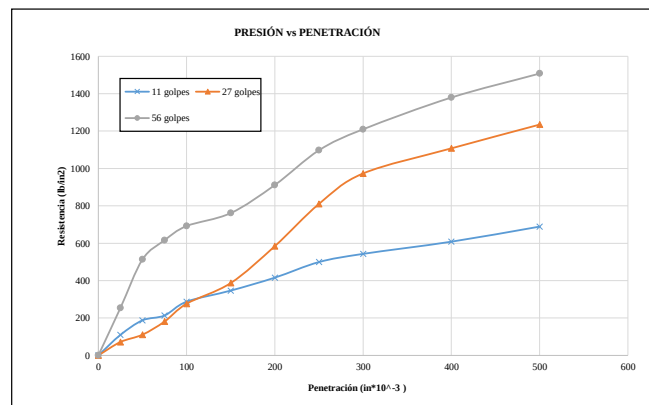
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Cap: 5 cm
Prof: 80 cm
Coo: 17 - Sur 737093.069911276.13

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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		253,4	84,5			71,6	23,9			109,5	36,5		
1,27	50		513,2	171,1			110,9	37,0			187,6	62,5		
1,91	75		615,8	205,3			181	60,3			213,5	71,2		
2,54	100	1000	691,9	230,6	230,63	23,06	276,4	92,1	92,13	9,21	287,4	95,8	95,80	9,58
3,81	150		761,3	253,8			387,1	129,0			346,7	115,6		
5,08	200	1500	911,6	303,9	303,87	20,26	584,6	194,9	194,87	12,99	416,1	138,7	138,70	9,25
6,35	250		1097,4	365,8			810,3	270,1			499,3	166,4		
7,62	300		1209,7	403,2			973,4	324,5			543,1	181,0		
10,16	400		1379,6	459,9			1107,6	369,2			608,4	202,8		
12,7	500		1507,8	502,6			1234,8	411,6			689,1	229,7		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto

CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía:

San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

Capa Vege

5 cm

ID Muestra:

P2.2

Profundida

100 cm

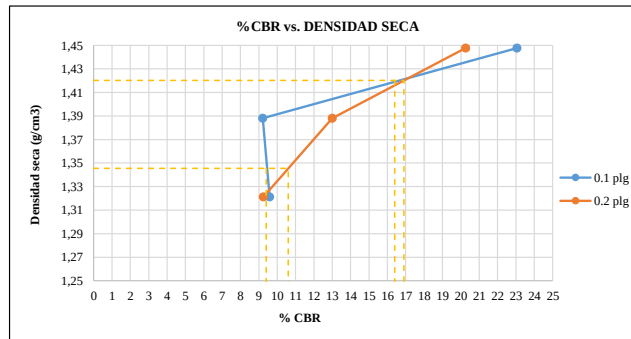
Norma:

AASHTO T 193 - 2013

Coordenad

17 - Sur 737093.06 9911276.13

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	23,06	9,21	9,58
	0.2"	20,26	12,99	9,25
Densida Seca	g/cm3	1,448	1,388	1,321



Densidad seca máx :	1,495	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,346	9,4	10,6	10,6
95% DSM= 1,420	16,4	16,9	16,9

16,9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenada: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,539	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14,000	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12621		12136		12908		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	3898		3670		3487		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,765		1,661		1,579		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	56,500	57,500	63,200	70,000	85,400	91,900	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	49,600	50,500	55,600	61,700	75,000	80,500	g
Peso del agua (W _w)	6,900	7,000	7,600	8,300	10,400	11,400	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	48,100	49,000	54,100	60,200	73,500	79,000	g
Contenido de humedad (ω)	14,345	14,286	14,048	13,787	14,150	14,430	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,315		13,918		14,290		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,544		1,458		1,381		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12973		12608		13433		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4250		4142		4012		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,924		1,875		1,816		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	82,600	80,400	65,400	72,100	73,400	71,000	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	69,400	67,100	52,800	58,400	56,800	54,800	g
Peso del agua (W _w)	13,200	13,300	12,600	13,700	16,600	16,200	g
Peso del recipiente (W _r)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	g
Peso de la muestra seca (W _s)	67,900	65,600	51,300	56,900	55,300	53,300	g
Contenido de humedad (ω)	19,440	20,274	24,561	24,077	30,018	30,394	%
Promedio contenido de humedad (ω)	19,857		24,319		30,206		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

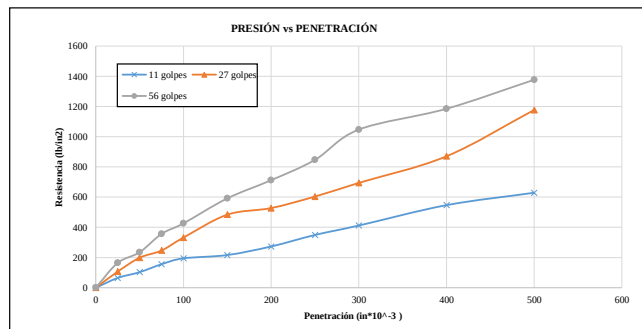
Vía: San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi
ID Muestra: P2.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap: 5 cm
Profi: 80 cm
Coor: 17 - Sur 736740.10 9909231.52

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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25	1000	164,5	54,8	142,03	14,20	106,8	35,6	110,63	11,06	64,8	21,6	64,90	6,49
1,27	50		234,6	78,2			198,76	66,3			103,1	34,4		
1,91	75		356,4	118,8			246,5	82,2			155,6	51,9		
2,54	100		426,1	142,0			331,9	110,6			194,7	64,9		
3,81	150		591,6	197,2			483,7	161,2			216,4	72,1		
5,08	200		711,9	237,3			527,4	175,8			273,1	91,0		
6,35	250		846,7	282,2			603,7	201,2			349,3	116,4		
7,62	300		1047,1	349,0			694,1	231,4			411,8	137,3		
10,16	400		1184,8	394,9			870,3	290,1			546,7	182,2		
12,7	500		1376,8	458,9			1176,8	392,3			628,9	209,6		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto

CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía:

San Miguel de Pilapuchin- Isinlivi

Capa Vege

5 cm

ID Muestra:

P2.3

Profundida

100 cm

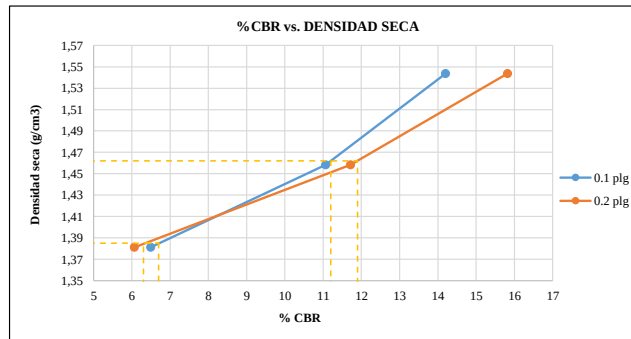
Norma:

AASHTO T 193 - 2013

Coordenad

17 - Sur 736740.10 9909231.52

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	14,20	11,06	6,49
	0.2"	15,82	11,72	6,07
Densida Seca	g/cm3	1,544	1,458	1,381



Densidad seca máx :	1,539	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM =	1,385	6,7	6,3
95% DSM=	1,462	11,2	11,9

11,9



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 733624.25 9912796.40

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,732	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	14,65	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13197		12697		13278		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4474		4231		3857		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,025		1,915		1,746		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	64,900	67,700	76,200	63,000	55,400	43,700	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	56,830	59,270	66,690	55,180	48,540	38,340	g
Peso del agua (W _w)	8,070	8,430	9,510	7,820	6,860	5,360	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	55,230	57,670	65,090	53,580	46,940	36,740	g
Contenido de humedad (ω)	14,612	14,618	14,611	14,595	14,614	14,589	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,615		14,603		14,602		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,767		1,671		1,524		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13239	12887	13585	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4516	4421	4164	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,044	2,001	1,885	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	65,100	62,900	55,300	56,500	57,100	57,700	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	53,700	52,600	43,600	46,300	45,000	46,400	g
Peso del agua (W _w)	11,400	10,300	11,700	10,200	12,100	11,300	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	52,100	51,000	42,000	44,700	43,400	44,800	g
Contenido de humedad (ω)	21,881	20,196	27,857	22,819	27,880	25,223	%
Promedio contenido de humedad (ω)	21,039		25,338		26,552		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.1

Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap 5 cm

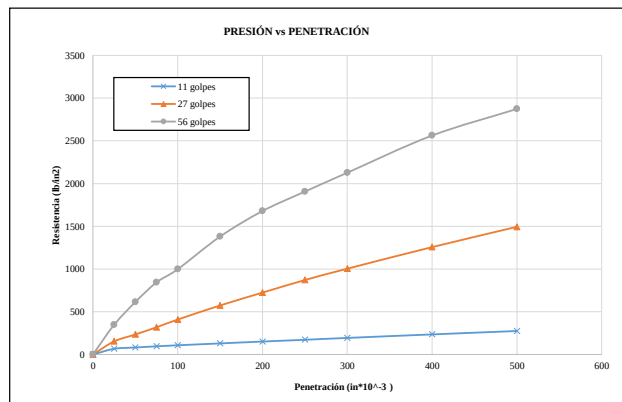
Prof 80 cm

Coo 17 - Sur 733624.253912796.40

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	Correg.		
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		346,8	115,6			153,2	51,1			66,2	22,1		
1,27	50		613,8	204,6			233,8	77,9			81,6	27,2		
1,91	75		843,6	281,2			318,6	106,2			95,3	31,8		
2,54	100	1000	997,5	332,5	332,50	33,25	408,3	136,1	136,10	13,61	107,6	35,9	35,87	3,59
3,81	150		1379,8	459,9			573,4	191,1			129,5	43,2		
5,08	200	1500	1678,3	559,4	559,43	37,30	723,8	241,3	241,27	16,08	151,3	50,4	50,43	3,36
6,35	250		1906,0	635,3			870,8	290,3			171,8	57,3		
7,62	300		2126,7	708,9			1003,9	334,6			193,7	64,6		
10,16	400		2561,9	854,0			1256,1	418,7			234,8	78,3		
12,7	500		2873,1	957,7			1493,6	497,9			274,8	91,6		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

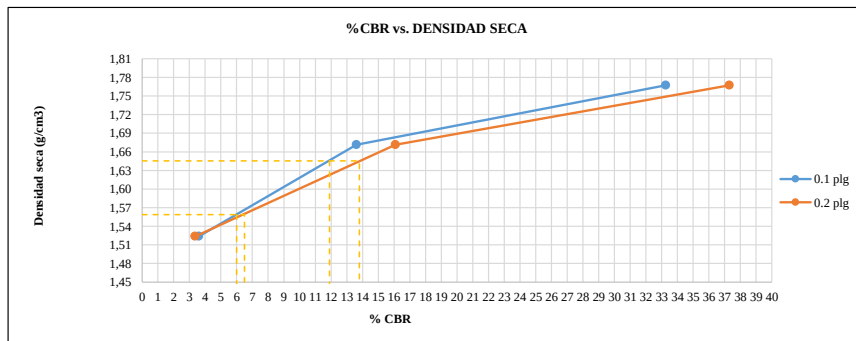


Proyecto CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Veget 5 cm
Profundida 100 cm
Coordenad 17 - Sur 733624.25 9912796.40

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	33,25	13,61	3,59
	0.2"	37,30	16,08	3,36
Densida Seca	g/cm3	1,767	1,671	1,524



Densidad seca máx :	1,732	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM =	1,559	6	6,5
95% DSM=	1,645	11,9	13,8

13,8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 733487.71 9914260.49

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,713	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	12,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12916		12431		13212		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4193		3965		3791		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,898		1,795		1,716		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	95,400	90,100	86,600	92,400	68,700	72,400	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	85,000	80,400	77,300	82,600	61,200	64,500	g
Peso del agua (W _w)	10,400	9,700	9,300	9,800	7,500	7,900	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	83,400	78,800	75,700	81,000	59,600	62,900	g
Contenido de humedad (ω)	12,470	12,310	12,285	12,099	12,584	12,560	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12,390		12,192		12,572		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,689		1,600		1,525		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13146	12576	13507	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4423	4110	4086	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,002	1,861	1,850	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	63,400	66,700	85,700	73,400	68,400	90,400	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	54,900	58,000	73,100	62,500	58,000	76,400	g
Peso del agua (W _w)	8,500	8,700	12,600	10,900	10,400	14,000	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	53,300	56,400	71,500	60,900	56,400	74,800	g
Contenido de humedad (ω)	15,947	15,426	17,622	17,898	18,440	18,717	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,686		17,760		18,578		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.2

Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap 5 cm

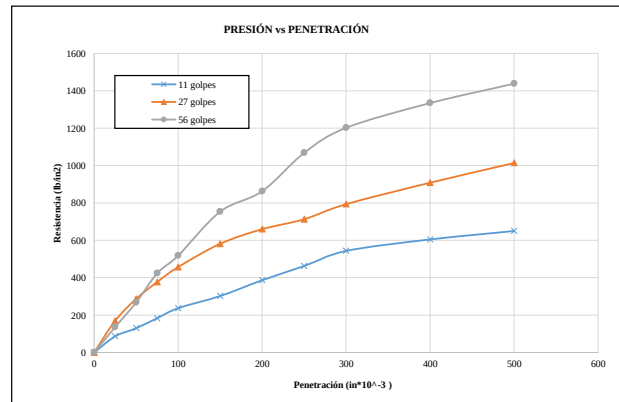
Prof 80 cm

Coo 17 - Sur 733487.711914260.49

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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		135,6	45,2			169,4	56,5			86,4	28,8		
1,27	50		267,5	89,2			286,7	95,6			129,7	43,2		
1,91	75		423,4	141,1			376,8	125,6			183,4	61,1		
2,54	100	1000	517,8	172,6	172,60	17,26	456,8	152,3	152,27	15,23	236,8	78,9	78,93	7,89
3,81	150		753,2	251,1			581,3	193,8			301,9	100,6		
5,08	200	1500	862,4	287,5	287,47	19,16	659,4	219,8	219,80	14,65	386,4	128,8	128,80	8,59
6,35	250		1067,5	355,8			712,8	237,6			462,5	154,2		
7,62	300		1201,7	400,6			793,4	264,5			543,1	181,0		
10,16	400		1334,2	444,7			908,1	302,7			604,7	201,6		
12,7	500		1437,9	479,3			1013,6	337,9			649,8	216,6		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

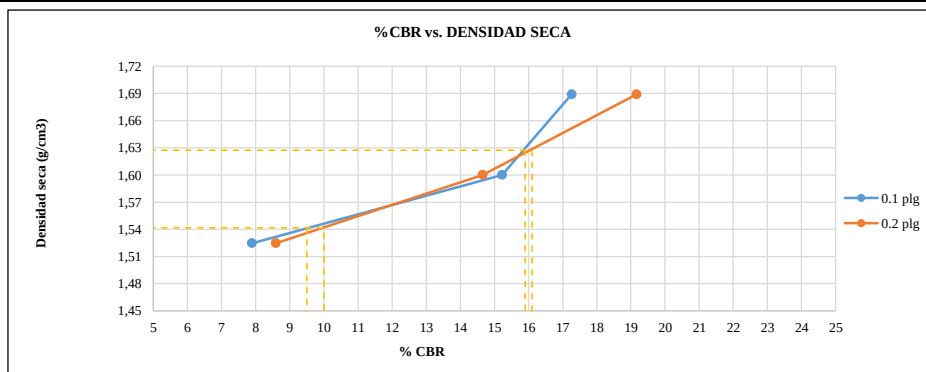


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 733487.71 9914260.49

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	17,26	15,23	7,89
	0.2"	19,16	14,65	8,59
Densida Seca	g/cm3	1,689	1,600	1,525



Densidad seca máx :	1,713	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,542	9,5	10	10
95% DSM= 1,627	15,9	16,1	16,1

16,1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 733002.46 9914189.18

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,598	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12646		12376		13087		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	3923		3910		3666		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,776		1,770		1,660		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	68,800	67,700	76,200	75,400	58,600	55,400	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	59,700	58,600	65,700	64,900	50,700	47,900	g
Peso del agua (W _w)	9,100	9,100	10,500	10,500	7,900	7,500	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	58,100	57,000	64,100	63,300	49,100	46,300	g
Contenido de humedad (ω)	15,663	15,965	16,381	16,588	16,090	16,199	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,814		16,484		16,144		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,533		1,520		1,429		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	12846	12670	13346	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4123	4204	3925	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,867	1,903	1,777	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	85,500	80,000	75,600	73,000	70,400	72,100	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	71,100	66,400	61,100	59,200	55,900	57,000	g
Peso del agua (W _w)	14,400	13,600	14,500	13,800	14,500	15,100	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	69,500	64,800	59,500	57,600	54,300	55,400	g
Contenido de humedad (ω)	20,719	20,988	24,370	23,958	26,703	27,256	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,854		24,164		26,980		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán

ID Muestra: P3.3

Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap 5 cm

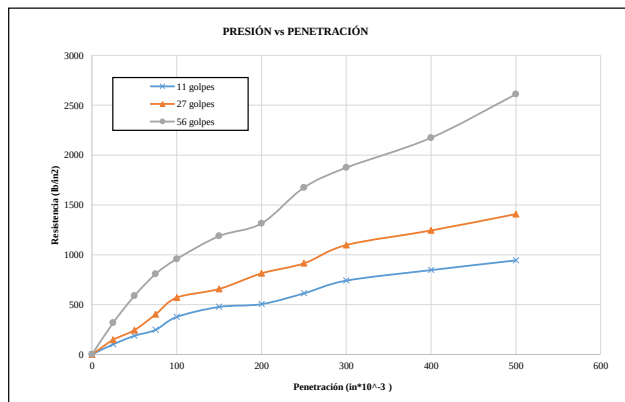
Prof 80 cm

Coo 17 - Sur 733002.469914189.18

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	Correg.		
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		316,7	105,6			146,7	48,9			101,8	33,9		
1,27	50		586,4	195,5			243,5	81,2			186,7	62,2		
1,91	75		806,1	268,7			401,8	133,9			246,5	82,2		
2,54	100	1000	957,5	319,2	319,17	31,92	570,1	190,0	190,03	19,00	376,1	125,4	125,37	12,54
3,81	150		1186,9	395,6			657,2	219,1			476,8	158,9		
5,08	200	1500	1314,6	438,2	438,20	29,21	813,4	271,1	271,13	18,08	504,9	168,3	168,30	11,22
6,35	250		1673,1	557,7			913,6	304,5			612,8	204,3		
7,62	300		1873,8	624,6			1097,3	365,8			740,6	246,9		
10,16	400		2173,4	724,5			1243,7	414,6			846,3	282,1		
12,7	500		2609,3	869,8			1407,9	469,3			943,6	314,5		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

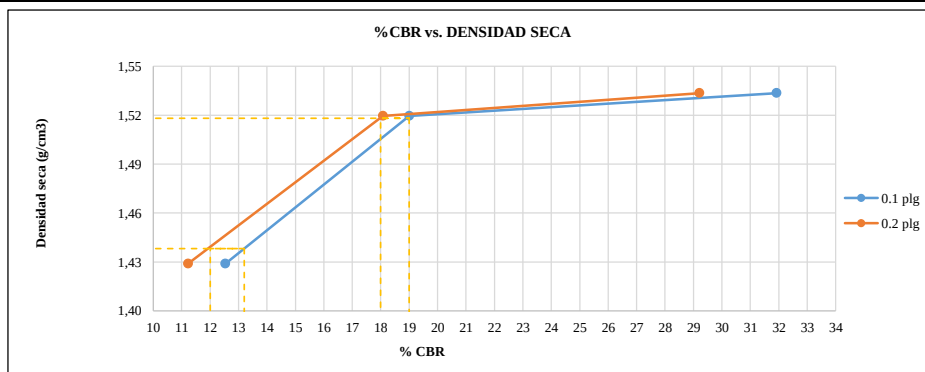


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Quebrada la Morita- Chugchilán
ID Muestra: P3.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 733002.46 9914189.18

MOLDE	1	2	3
CBR %	0.1"	31,92	19,00
	0.2"	29,21	18,08
Densida Seca	g/cm3	1,533	1,520



Densidad seca máx :	1,598	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,438	13,2	12	13,2
95% DSM= 1,518	19	18,0	19,0

19,0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 731367.32 9911188.89

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,915	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	11,60	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	12		8		4		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13422		12865		13624		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4699		4399		4203		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,127		1,991		1,903		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	57,700	63,300	52,200	50,000	54,400	61,100	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	51,900	56,900	46,970	44,990	48,920	54,940	g
Peso del agua (W _w)	5,800	6,400	5,230	5,010	5,480	6,160	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	50,300	55,300	45,370	43,390	47,320	53,340	g
Contenido de humedad (ω)	11,531	11,573	11,527	11,546	11,581	11,549	%
Promedio contenido de humedad (ω)	11,552		11,537		11,565		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,907		1,785		1,705		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13395		13016		13923		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4672		4550		4502		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,115		2,060		2,038		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m +	56,700	57,000	60,000	74,800	66,600	69,300	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	48,800	48,700	51,000	63,600	57,200	59,500	g
Peso del agua (W _w)	7,900	8,300	9,000	11,200	9,400	9,800	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	47,200	47,100	49,400	62,000	55,600	57,900	g
Contenido de humedad (ω)	16,737	17,622	18,219	18,065	16,906	16,926	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17,180		18,142		16,916		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyec: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

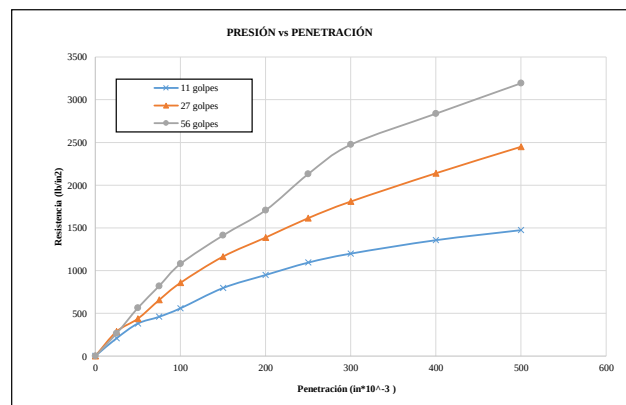
Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Cap 5 cm
ProI 80 cm
Coo 17 - Sur 731367.329911188.89

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in²		Velocidad de carga	1,270	mm/min	
					0,05	in/min	

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in²)	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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		263,7	87,9			286,7	95,6			208,4	69,5		
1,27	50		563,3	187,8			437,3	145,8			380,9	127,0		
1,91	75		819,2	273,1			655,9	218,6			459,6	153,2		
2,54	100	1000	1078,6	359,5	359,53	35,95	856,9	285,6	285,63	28,56	558,8	186,3	186,27	18,63
3,81	150		1411,6	470,5			1163,8	387,9			796,3	265,4		
5,08	200	1500	1706,2	568,7	568,73	37,92	1386,8	462,3	462,27	30,82	948,6	316,2	316,20	21,08
6,35	250		2129,4	709,8			1613,8	537,9			1093,6	364,5		
7,62	300		2473,4	824,5			1808,3	602,8			1198,8	399,6		
10,16	400		2836,5	945,5			2139,3	713,1			1356,2	452,1		
12,7	500		3192,1	1064,0			2449,2	816,4			1473,6	491,2		





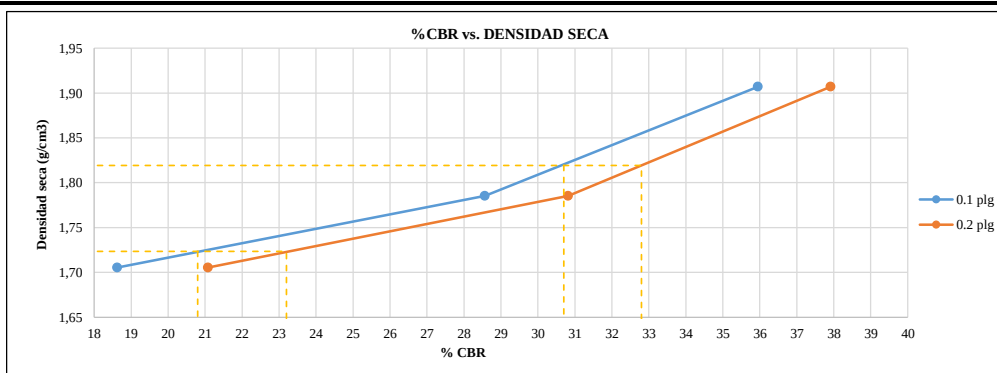
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.1
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 731367.32 9911188.89

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	35,95	28,56	18,63
	0.2"	37,92	30,82	21,08
Densida Seca	g/cm3	1,907	1,785	1,705



Densidad seca máx :	1,915	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,724	20,8	23,2	23,2
95% DSM= 1,819	30,7	32,8	32,8

32,8



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegetal: 5 cm
Profundidad: 100 cm
Coordenadas: 17 - Sur 731174.08 9910221.47

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,884	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	10,00	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	12		8		4		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13173		12643		13470		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4450		4177		4049		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,015		1,891		1,833		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	56,400	58,400	55,500	50,600	70,400	68,400	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	51,300	52,900	50,500	46,000	64,100	62,400	g
Peso del agua (W _w)	5,100	5,500	5,000	4,600	6,300	6,000	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	49,700	51,300	48,900	44,400	62,500	60,800	g
Contenido de humedad (ω)	10,262	10,721	10,225	10,360	10,080	9,868	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,491		10,293		9,974		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,823		1,714		1,667		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13308	12840	13582	g
Peso Molde	8723	8466	9421	g
Peso de Muestra Húmeda	4585	4374	4161	g
Volumen Muestra	2208,93	2208,93	2208,93	cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,076	1,980	1,884	g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	54,800	56,700	49,100	70,000	82,400	85,500	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	47,800	48,600	39,700	56,200	62,300	63,900	g
Peso del agua (W _w)	7,000	8,100	9,400	13,800	20,100	21,600	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	46,200	47,000	38,100	54,600	60,700	62,300	g
Contenido de humedad (ω)	15,152	17,234	24,672	25,275	33,114	34,671	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16,193		24,973		33,892		%



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



ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

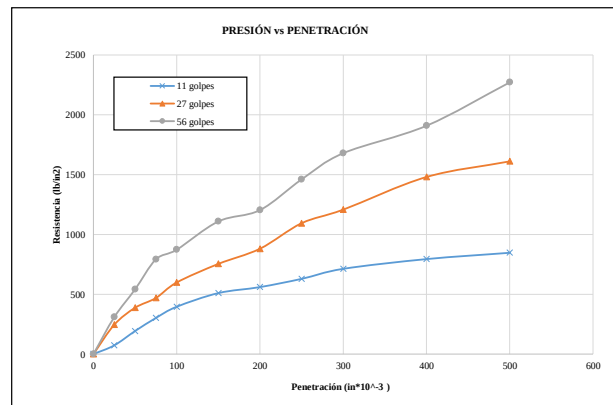
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Cap: 5 cm
Prof: 80 cm
Coo: 17 - Sur 731174.08910221.47

MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in²		Velocidad de carga	1,270	mm/min	
					0,05	in/min	

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in²)	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	Correg.	
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		308,4	102,8			245,1	81,7			72,8	24,3		
1,27	50		540,8	180,3			387,1	129,0			192,4	64,1		
1,91	75		791,4	263,8			468,6	156,2			301,7	100,6		
2,54	100	1000	872,4	290,8	290,80	29,08	598,3	199,4	199,43	19,94	395,5	131,8	131,83	13,18
3,81	150		1108,7	369,6			753,8	251,3			509,7	169,9		
5,08	200	1500	1203,4	401,1	401,13	26,74	880,5	293,5	293,50	19,57	559,9	186,6	186,63	12,44
6,35	250		1459,7	486,6			1093,7	364,6			628,7	209,6		
7,62	300		1679,1	559,7			1207,3	402,4			712,6	237,5		
10,16	400		1908,4	636,1			1480,1	493,4			793,8	264,6		
12,7	500		2270,9	757,0			1610,7	536,9			846,7	282,2		





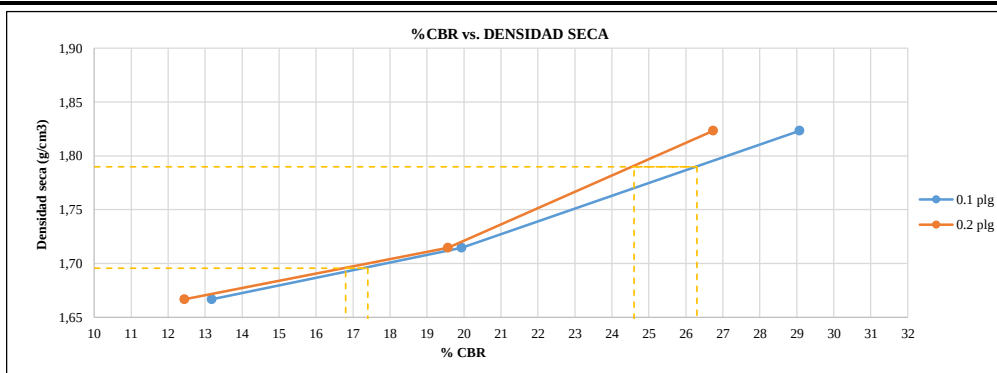
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.2
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 731174.08 9910221.47

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	29,08	19,94	13,18
	0.2"	26,74	19,57	12,44
Densida Seca	g/cm3	1,823	1,714	1,667



Densidad seca máx :	1,884	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,696	17,4	16,8	17,4
95% DSM= 1,790	26,3	24,6	26,3

26,3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 731159.16 9909378.86

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1,759	g/cm ³
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15,80	%
Altura de Caída	18	in				

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	12		8		4		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5	cm
Nº de Capas	12		8		4		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13137		12707		13430		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4414		4241		4009		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	1,998		1,920		1,815		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	65,800	66,400	59,900	60,000	75,500	74,800	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	57,200	57,700	51,900	51,800	65,300	64,800	g
Peso del agua (W _w)	8,600	8,700	8,000	8,200	10,200	10,000	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	55,600	56,100	50,300	50,200	63,700	63,200	g
Contenido de humedad (ω)	15,468	15,508	15,905	16,335	16,013	15,823	%
Promedio contenido de humedad (ω)	15,488		16,120		15,918		%
Peso Volumétrico Seco γ _d	1,730		1,653		1,566		g/cm ³

DESPÚES DE LA SATURACIÓN

Peso Húmeda + Molde	13420		13107		13708		g
Peso Molde	8723		8466		9421		g
Peso de Muestra Húmeda	4697		4641		4287		g
Volumen Muestra	2208,93		2208,93		2208,93		cm ³
Peso unitario Húmedo γ _m	2,126		2,101		1,941		g/cm ³

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Número	56-1	56-2	27-1	27-2	11-1	11-2	
Peso muestra húmeda + recipiente (W _m + W _r)	85,500	82,300	80,400	89,600	75,800	80,400	g
Peso muestra seca + recipiente (W _s + W _r)	71,400	68,700	65,000	72,100	58,700	62,400	g
Peso del agua (W _w)	14,100	13,600	15,400	17,500	17,100	18,000	g
Peso del recipiente (W _r)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	g
Peso de la muestra seca (W _s)	69,800	67,100	63,400	70,500	57,100	60,800	g
Contenido de humedad (ω)	20,201	20,268	24,290	24,823	29,947	29,605	%
Promedio contenido de humedad (ω)	20,234		24,556		29,776		%



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR



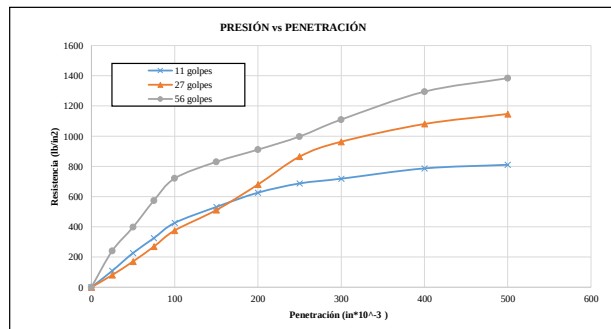
Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013
Cap: 5 cm
Prof: 80 cm
Coor: 17 - Sur 731159.16 9909378.86

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 Leída	Correg.	CBR %	Q Carga	Presiones Leída	Correg.	CBR %	Q Carga	Presiones Leída	Correg.	CBR %
mm	in *10 ⁻³													
0	0		0	0			0	0			0	0		
0,64	25		240,7	80,2			80,5	26,8			108,6	36,2		
1,27	50		397,6	132,5			170,6	56,9			226,5	75,5		
1,91	75		573,5	191,2			268,9	89,6			324,9	108,3		
2,54	100		720,4	240,1	240,13	24,01	375,6	125,2	125,20	12,52	425,7	141,9	141,90	14,19
3,81	150		830,1	276,7			510,9	170,3			531,3	177,1		
5,08	200	1000	910,7	303,6	303,57	20,24	679,6	226,5	226,53	15,10	625,8	208,6	208,60	13,91
6,35	250	1500	997,6	332,5			864,5	288,2			686,8	228,9		
7,62	300		1109,7	369,9			963,1	321,0			718,3	239,4		
10,16	400		1294,6	431,5			1080,6	360,2			786,4	262,1		
12,7	500		1383,8	461,3			1146,7	382,2			810,4	270,1		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO PARA DETERMINAR CBR

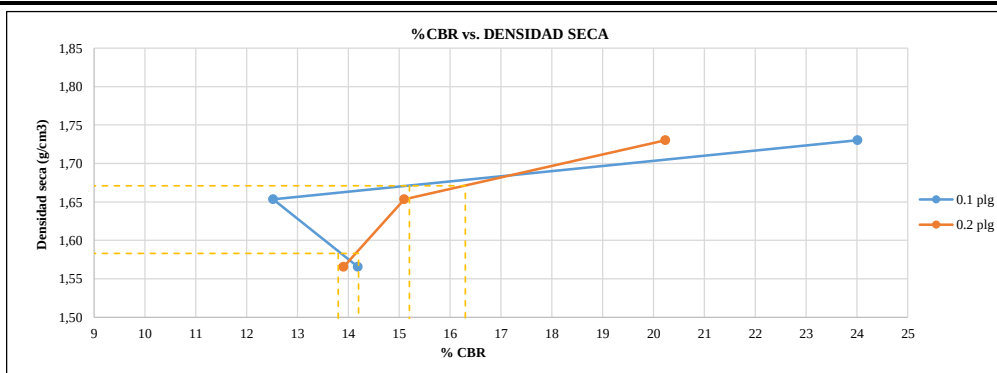


Proyecto: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Vía: Chugchilán- Mirador las golondrinas
ID Muestra: P4.3
Norma: AASHTO T 193 - 2013

Capa Vegeta 5 cm
Profundidad 100 cm
Coordenadas 17 - Sur 731159.16 9909378.86

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	24,01	12,52	14,19
	0.2"	20,24	15,10	13,91
Densida Seca		g/cm3 1,730	1,653	1,566



Densidad seca máx :	1,759	gr/cm3
---------------------	-------	--------

Densidad seca máx	%CBR-0,1 in	%CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1,583	13,8	14,2	14,2
95% DSM= 1,671	15,2	16,3	16,3

16,3

CONTEO VEHICULAR



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 1
	Lunes	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
	Livianos	Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total	
2DA	2DB	3A						
7:00 – 7:15	1		0	0	0	1	8	
7:15 – 7 :30	3		0	0	0	3		
7:30 – 7:45	1		0	2	0	3		
7:45 – 8:00	1		0	0	0	1		
8:00 – 8:15	1		1	0	0	2	8	
8:15 – 8 :30	0	1	0	1	0	2		
8:30 – 8:45	2		1	1	0	4		
8:45 – 9:00	0		0	0	0	0		
9:00 – 9:15	1		0	0	0	1	8	
9:15 – 9 :30	1	1	1	0	0	3		
9:30 – 9:45	2		0	0	0	2		
9:45 – 10:00	1		0	1	0	2		
10:00 – 10:15	0		0	0	0	0	7	
10:15 – 10 :30	1		1	0	0	2		
10:30 – 10:45	2	1	0	0	0	3		
10:45 – 11:00	2		0	0	0	2		
11:00 – 11:15	1		1	0	0	2	8	
11:15 – 11 :30	0		0	1	0	1		
11:30 – 11:45	3		0	1	0	4		
11:45 – 12:00	0		1	0	0	1		
12:00 – 12:15	0		0	0	0	0	4	
12:15 – 12 :30	1		0	0	0	1		
12:30 – 12:45	1		0	0	0	1		
12:45 – 13:00	0		1	1	0	2		
13:00 – 13:15	1		0	0	0	1	7	
13:15 – 13 :30	2	1	0	0	0	3		
13:30 – 13:45	1		0	0	0	1		
13:45 – 14:00	1		1	0	0	2		
14:00 – 14:15	1		1	0	0	2	10	
14:15 – 14 :30	2		0	1	0	3		
14:30 – 14:45	2		0	1	0	3		
14:45 – 15:00	1		1	0	0	2		
15:00 – 15:15	1		2	0	0	3	9	
15:15 – 15 :30	2		0	0	0	2		
15:30 – 15:45	1	1	0	0	0	2		
15:45 – 16:00	1		1	0	0	2		
16:00 – 16:15	1		0	1	0	2	8	
16:15 – 16 :30	1		1	0	0	2		
16:30 – 16:45	1		0	0	0	1		
16:45 – 17:00	2		0	1	0	3		
17:00 – 17:15	0		1	0	0	1	8	
17:15 – 17 :30	2		0	1	0	3		
17:30 – 17:45	2		0	0	0	2		
17:45 – 18:00	1		1	0	0	2		
18:00 – 18:15	0		1	0	0	1	4	
18:15 – 18 :30	1		0	0	0	1		
18:30 – 18:45	1		0	0	0	1		
18:45 – 19:00	1		0	0	0	1		
Total	54		5	17	13	0	89	89



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 2
	Martes	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
	Hora	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehiculos/ 15min
7:00 – 7:15	1			0	0	0	1	9
7:15 – 7 :30	1			0	1	0	2	
7:30 – 7:45	2		1	1	0	0	4	
7:45 – 8:00	1			1	0	0	2	
8:00 – 8:15	2			0	0	0	2	8
8:15 – 8 :30	1			0	0	0	1	
8:30 – 8:45	3			0	0	0	3	
8:45 – 9:00	1			1	0	0	2	
9:00 – 9:15	1		1	0	0	0	2	9
9:15 – 9 :30	1			1	1	0	3	
9:30 – 9:45	1			1	0	0	2	
9:45 – 10:00	2			0	0	0	2	
10:00 – 10:15	4			2	0	0	6	20
10:15 – 10 :30	4		1	0	0	0	5	
10:30 – 10:45	3			1	0	0	4	
10:45 – 11:00	4			1	0	0	5	
11:00 – 11:15	1			0	1	0	2	8
11:15 – 11 :30	1			0	0	0	1	
11:30 – 11:45	2			1	0	0	3	
11:45 – 12:00	1			1	0	0	2	
12:00 – 12:15	3			2	0	0	5	11
12:15 – 12 :30	0			1	0	0	1	
12:30 – 12:45	2		1	0	1	0	4	
12:45 – 13:00	1			0	0	0	1	
13:00 – 13:15	2			1	0	0	3	9
13:15 – 13 :30	3			0	0	0	3	
13:30 – 13:45	2			0	0	0	2	
13:45 – 14:00	0			1	0	0	1	
14:00 – 14:15	1			1	0	0	2	12
14:15 – 14 :30	3		1	0	1	0	5	
14:30 – 14:45	2			2	0	0	4	
14:45 – 15:00	1			0	0	0	1	
15:00 – 15:15	1			0	0	0	1	11
15:15 – 15 :30	1			1	0	0	2	
15:30 – 15:45	3			2	1	0	6	
15:45 – 16:00	1			1	0	0	2	
16:00 – 16:15	2		1	1	0	0	4	9
16:15 – 16 :30	1			0	0	0	1	
16:30 – 16:45	2			0	1	0	3	
16:45 – 17:00	1			0	0	0	1	
17:00 – 17:15	2			1	0	0	3	8
17:15 – 17 :30	0			1	0	0	1	
17:30 – 17:45	2			0	1	0	3	
17:45 – 18:00	1			0	0	0	1	
18:00 – 18:15	0			0	0	0	0	9
18:15 – 18 :30	2		1	0	0	0	3	
18:30 – 18:45	3			1	1	0	5	
18:45 – 19:00	1			0	0	0	1	
Total	80		7	27	9	0	123	123



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 3
	Miércoles	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total
				2DA	2DB	3A		
7:00 – 7:15	1			0	0	0	1	7
7:15 – 7:30	1			1	1	0	3	
7:30 – 7:45	2			0	0	0	2	
7:45 – 8:00	0			1	0	0	1	
8:00 – 8:15	2			0	0	0	2	11
8:15 – 8:30	1			1	0	0	2	
8:30 – 8:45	2	1		0	0	0	3	
8:45 – 9:00	2			2	0	0	4	
9:00 – 9:15	1			0	0	0	1	7
9:15 – 9:30	1			0	0	0	1	
9:30 – 9:45	2			0	0	0	2	
9:45 – 10:00	1	1		1	0	0	3	
10:00 – 10:15	1			0	0	0	1	8
10:15 – 10:30	2			1	1	0	4	
10:30 – 10:45	1			1	0	0	2	
10:45 – 11:00	1			0	0	0	1	
11:00 – 11:15	1			0	0	0	1	10
11:15 – 11:30	3			1	0	0	4	
11:30 – 11:45	2			1	0	0	3	
11:45 – 12:00	1			0	1	0	2	
12:00 – 12:15	1	1		1	0	0	3	7
12:15 – 12:30	1			0	0	0	1	
12:30 – 12:45	1			0	0	0	1	
12:45 – 13:00	1			1	0	0	2	
13:00 – 13:15	1			0	0	0	1	9
13:15 – 13:30	1			1	0	0	2	
13:30 – 13:45	1	1		0	1	0	3	
13:45 – 14:00	2			1	0	0	3	
14:00 – 14:15	1			0	0	0	1	6
14:15 – 14:30	1			0	0	0	1	
14:30 – 14:45	2			1	0	0	3	
14:45 – 15:00	1			0	0	0	1	
15:00 – 15:15	1			0	0	0	1	9
15:15 – 15:30	2			0	1	0	3	
15:30 – 15:45	2			0	0	0	2	
15:45 – 16:00	1			2	0	0	3	
16:00 – 16:15	1	1		0	0	0	2	7
16:15 – 16:30	1			0	0	0	1	
16:30 – 16:45	1			1	0	0	2	
16:45 – 17:00	2			0	0	0	2	
17:00 – 17:15	1			0	0	0	1	6
17:15 – 17:30	1			0	0	0	1	
17:30 – 17:45	1			0	0	0	1	
17:45 – 18:00	1			1	1	0	3	
18:00 – 18:15	0			0	0	0	0	5
18:15 – 18:30	0	1		0	0	0	1	
18:30 – 18:45	1			0	0	0	1	
18:45 – 19:00	2			1	0	0	3	
Total	60		6	20	6	0	92	92



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 4
	Jueves	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
Hora	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total
				2DA	2DB	3A		
7:00 – 7:15	2			0	0	0	2	6
7:15 – 7:30	1			1	0	0	2	
7:30 – 7:45	1			0	0	0	1	
7:45 – 8:00	1			0	0	0	1	
8:00 – 8:15	1			1	0	0	2	10
8:15 – 8:30	2			0	1	0	3	
8:30 – 8:45	1	1		0	0	0	2	
8:45 – 9:00	1			2	0	0	3	
9:00 – 9:15	2			1	0	0	3	9
9:15 – 9:30	1			0	0	0	1	
9:30 – 9:45	1			1	0	0	2	
9:45 – 10:00	2	1		0	0	0	3	
10:00 – 10:15	1			0	1	0	2	10
10:15 – 10:30	3			1	0	0	4	
10:30 – 10:45	1			0	0	0	1	
10:45 – 11:00	2			1	0	0	3	
11:00 – 11:15	1			0	1	0	2	9
11:15 – 11:30	2			0	0	0	2	
11:30 – 11:45	1	1		2	0	0	4	
11:45 – 12:00	1			0	0	0	1	
12:00 – 12:15	1			1	0	0	2	6
12:15 – 12:30	2			0	0	0	2	
12:30 – 12:45	2			0	0	0	2	
12:45 – 13:00	0			0	0	0	0	
13:00 – 13:15	1			0	1	0	2	7
13:15 – 13:30	1			0	0	0	1	
13:30 – 13:45	2			1	0	0	3	
13:45 – 14:00	1			0	0	0	1	
14:00 – 14:15	1			1	1	0	3	9
14:15 – 14:30	2			0	0	0	2	
14:30 – 14:45	1			0	0	0	1	
14:45 – 15:00	1			2	0	0	3	
15:00 – 15:15	1			0	0	0	1	11
15:15 – 15:30	2			2	0	0	4	
15:30 – 15:45	2	1		0	0	0	3	
15:45 – 16:00	1			2	0	0	3	
16:00 – 16:15	2			1	0	0	3	11
16:15 – 16:30	2			0	0	0	2	
16:30 – 16:45	3			0	0	0	3	
16:45 – 17:00	3			0	0	0	3	
17:00 – 17:15	1			1	0	0	2	8
17:15 – 17:30	1			0	0	0	1	
17:30 – 17:45	2			1	0	0	3	
17:45 – 18:00	1	1		0	0	0	2	
18:00 – 18:15	1			1	0	0	2	6
18:15 – 18:30	1			0	0	0	1	
18:30 – 18:45	1			0	0	0	1	
18:45 – 19:00	2			0	0	0	2	
Total	69		5	23	5	0	102	102



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 5
	Viernes	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
Hora	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total
				2DA	2DB	3A		
7:00 – 7:15	1			0	0	0	1	7
7:15 – 7:30	1			0	0	0	1	
7:30 – 7:45	1			0	1	1	3	
7:45 – 8:00	2			0	0	0	2	
8:00 – 8:15	1			1	0	0	2	9
8:15 – 8:30	2	1		0	0	0	3	
8:30 – 8:45	1			1	0	0	2	
8:45 – 9:00	0			1	1	0	2	
9:00 – 9:15	1			0	0	1	2	7
9:15 – 9:30	2			0	0	0	2	
9:30 – 9:45	0			1	0	0	1	
9:45 – 10:00	1			0	1	0	2	
10:00 – 10:15	1			0	0	0	1	7
10:15 – 10:30	2			0	0	0	2	
10:30 – 10:45	1	1		0	1	0	3	
10:45 – 11:00	1			0	0	0	1	
11:00 – 11:15	0			1	2	0	3	8
11:15 – 11:30	2			0	1	1	4	
11:30 – 11:45	1			0	0	0	1	
11:45 – 12:00	0			0	0	0	0	
12:00 – 12:15	0			1	1	0	2	5
12:15 – 12:30	0			0	0	0	0	
12:30 – 12:45	2			0	0	0	2	
12:45 – 13:00	1			0	0	0	1	
13:00 – 13:15	1	1		1	1	0	4	9
13:15 – 13:30	1			0	0	0	1	
13:30 – 13:45	2			1	0	0	3	
13:45 – 14:00	0			1	0	0	1	
14:00 – 14:15	1			1	0	0	2	9
14:15 – 14:30	0			0	1	0	1	
14:30 – 14:45	2	1		0	0	0	3	
14:45 – 15:00	2			0	0	1	3	
15:00 – 15:15	1			0	0	0	1	6
15:15 – 15:30	1			0	0	0	1	
15:30 – 15:45	0			1	1	0	2	
15:45 – 16:00	2			0	0	0	2	
16:00 – 16:15	1			0	0	0	1	4
16:15 – 16:30	1			0	0	0	1	
16:30 – 16:45	0			0	0	0	0	
16:45 – 17:00	0	1		1	0	0	2	
17:00 – 17:15	2			0	0	0	2	6
17:15 – 17:30	2			0	1	0	3	
17:30 – 17:45	0			0	0	0	0	
17:45 – 18:00	0			1	0	0	1	
18:00 – 18:15	2			0	0	0	2	8
18:15 – 18:30	1			1	0	0	2	
18:30 – 18:45	1			0	0	1	2	
18:45 – 19:00	2			0	0	0	2	
Total	49		5	14	12	5	85	85



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 6
	Sábado	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
Hora	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total
				2DA	2DB	3A		
7:00 – 7:15	1			1	1	0	3	8
7:15 – 7:30	2			0	0	0	2	
7:30 – 7:45	1			0	0	0	1	
7:45 – 8:00	1			1	0	0	2	
8:00 – 8:15	1		1	0	1	0	3	9
8:15 – 8:30	2			0	0	0	2	
8:30 – 8:45	2			1	0	0	3	
8:45 – 9:00	1			0	0	0	1	
9:00 – 9:15	1			0	0	0	1	8
9:15 – 9:30	2			0	1	0	3	
9:30 – 9:45	1		1	1	0	0	3	
9:45 – 10:00	1			0	0	0	1	
10:00 – 10:15	1			0	0	0	1	8
10:15 – 10:30	1			1	0	0	2	
10:30 – 10:45	2			1	1	0	4	
10:45 – 11:00	1			0	0	0	1	
11:00 – 11:15	0			1	0	0	1	7
11:15 – 11:30	1			1	0	0	2	
11:30 – 11:45	0			0	0	0	0	
11:45 – 12:00	2		1	0	1	0	4	
12:00 – 12:15	1			0	0	0	1	6
12:15 – 12:30				1	0	0	1	
12:30 – 12:45	1			0	0	0	1	
12:45 – 13:00	1			1	1	0	3	
13:00 – 13:15	1			1	0	0	2	11
13:15 – 13:30	2			0	0	0	2	
13:30 – 13:45	2			1	0	0	3	
13:45 – 14:00	2		1	0	1	0	4	
14:00 – 14:15	0			0	0	0	0	6
14:15 – 14:30	1			1	0	0	2	
14:30 – 14:45	1			0	0	0	1	
14:45 – 15:00	2			0	1	0	3	
15:00 – 15:15	1			1	0	0	2	8
15:15 – 15:30	1			0	0	0	1	
15:30 – 15:45	1		1	0	0	0	2	
15:45 – 16:00	1			1	1	0	3	
16:00 – 16:15	2			1	0	0	3	9
16:15 – 16:30	1			0	0	0	1	
16:30 – 16:45	0			1	0	0	1	
16:45 – 17:00	2		1	0	1	0	4	
17:00 – 17:15	2			0	0	0	2	7
17:15 – 17:30	1			1	0	0	2	
17:30 – 17:45	0			0	0	0	0	
17:45 – 18:00	2			0	1	0	3	
18:00 – 18:15	1			1	0	0	2	7
18:15 – 18:30	0			0	0	0	0	
18:30 – 18:45	1			0	1	0	2	
18:45 – 19:00	2			1	0	0	3	
Total	56		6	20	12	0	94	94



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



PROYECTO: CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PARROQUIA
ISINLIVÍ Y CHUGCHILÁN DEL CANTÓN SIGCHOS, PROVINCIA DE COTOPAXI.

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado		Día N° 7
	Domingo	Marzo	2024	Ambos	Cerro Sagrado Guingopana - Isinliví	Gallardo Paula		
	Livianos		Buses	Pesados			Total Vehículos/ 15min	Total
				2DA	2DB	3A		
7:00 – 7:15	1			1	0	0	2	8
7:15 – 7:30	0			0	0	0	0	
7:30 – 7:45	0			0	2	0	2	
7:45 – 8:00	2			2	0	0	4	
8:00 – 8:15	1		1	1	0	0	3	10
8:15 – 8:30	0			0	0	0	0	
8:30 – 8:45	2			1	0	0	3	
8:45 – 9:00	3			1	0	0	4	
9:00 – 9:15	1			0	1	0	2	8
9:15 – 9:30	1		1	0	0	0	2	
9:30 – 9:45	2			0	0	0	2	
9:45 – 10:00	1			1	0	0	2	
10:00 – 10:15	2			0	1	0	3	12
10:15 – 10:30	2			0	0	0	2	
10:30 – 10:45	3			0	0	0	3	
10:45 – 11:00	2		1	1	0	0	4	
11:00 – 11:15	1			0	0	0	1	9
11:15 – 11:30	2			2	0	0	4	
11:30 – 11:45	1			0	1	0	2	
11:45 – 12:00	1		1	0	0	0	2	
12:00 – 12:15	1			0	0	0	1	9
12:15 – 12:30	2			1	0	0	3	
12:30 – 12:45	1			1	1	0	3	
12:45 – 13:00	2			0	0	0	2	
13:00 – 13:15	1			0	0	0	1	10
13:15 – 13:30	3			1	1	0	5	
13:30 – 13:45	1			0	0	0	1	
13:45 – 14:00	2			1	0	0	3	
14:00 – 14:15	1			1	1	0	3	11
14:15 – 14:30	1		1	0	0	0	2	
14:30 – 14:45	3			0	0	0	3	
14:45 – 15:00	1			1	1	0	3	
15:00 – 15:15	1			0	0	0	1	7
15:15 – 15:30	2			0	0	0	2	
15:30 – 15:45	1			1	1	0	3	
15:45 – 16:00	1			0	0	0	1	
16:00 – 16:15	3			0	0	0	3	10
16:15 – 16:30	2			1	1	0	4	
16:30 – 16:45	1			0	0	0	1	
16:45 – 17:00	1		1	0	0	0	2	
17:00 – 17:15	1			1	1	0	3	10
17:15 – 17:30	1			0	0	0	1	
17:30 – 17:45	2			0	0	0	2	
17:45 – 18:00	2			1	1	0	4	
18:00 – 18:15	2			0	0	0	2	8
18:15 – 18:30	1			0	1	0	2	
18:30 – 18:45	1			2	0	0	3	
18:45 – 19:00	1			0	0	0	1	
Total	70		6	22	14	0	112	112