



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

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL.**

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP,
PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PROVINCIA
DE COTOPAXI; DEL CANTÓN LATACUNGA; PARROQUIA MULALÓ”**

Autor: Bryan Alexander Viscarra Nájera

Tutor: Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2023

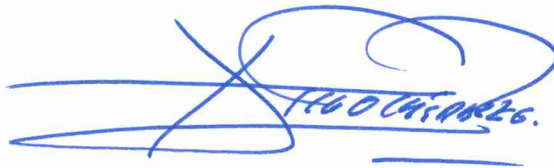
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI; DEL CANTÓN LATACUNGA; PARROQUIA MULALÓ”, elaborado por el Sr. Bryan Alexander Viscarra Nájera, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 202192746, 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.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, septiembre 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Diego Sebastián Chérrez Gavilanes', is written over a horizontal line.

Ing. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes, Mg.
TUTOR.

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Bryan Alexander Viscarra Nájera, con C.I. 0202192746, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI; DEL CANTÓN LATACUNGA; PARROQUIA MULALÓ”**, así como también los análisis: estadísticos, geográficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



Bryan Alexander Viscarra Nájera
C.I. 0202192746
AUTOR

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, septiembre 2023



Bryan Alexander Viscarra Nájera
C.I. 0202192746
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

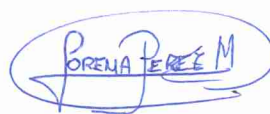
Los miembros del Tribunal de grado aprueban el informe del trabajo experimental, realizado por el estudiante Bryan Alexander Viscarra Nájera de la carrera de Ingeniería Civil bajo el tema **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI; DEL CANTÓN LATACUNGA; PARROQUIA MULALÓ”**

Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman:



Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Ruth Lorena Pérez Maldonado, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN EJECUTIVO	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO 1	1
1. TEMA:	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 OBJETIVO GENERAL	3
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II	4
2.1 EQUIPOS Y MATERIALES	4
2.2 MÉTODOS.....	5
2.2.1 Etapa 1: ensayos de campo y laboratorio.....	5
2.2.1.1 Ensayo pozo a cielo abierto	6
2.2.1.2 Ensayo de densidad de campo (Cono y arena de Ottawa).....	6
2.2.1.3 Ensayo DCP (Cono Dinámico de Penetración)	6
2.2.1.4 Ensayo de Granulometría.....	7
2.2.1.5 Ensayo de gravedad específica	7
2.2.1.6 Ensayo límite líquido	7
2.2.1.7 Ensayo Límite plástico.....	8
2.2.1.8 Ensayo de Proctor modificado.....	8

2.2.1.9	Ensayo CBR.....	8
2.2.2	Etapa 2: Elaboración de correlaciones	9
2.2.3	Etapa 3: Diseño de pavimento flexible	12
2.2.3.1	Factor hora pico	12
2.2.3.2	Tráfico promedio diario anual (TPDA)	12
2.2.3.3	Tipo de vía a diseñar	13
2.2.3.4	Diseño de pavimento flexible método AASHTO T93.....	14
2.2.3.5	Periodo De diseño	14
2.2.3.6	Factor de daño.....	14
2.2.3.7	Porcentaje de ejes equivalentes (W18)	15
2.2.3.8	Nivel de confiabilidad R.....	15
2.2.3.9	Desviación estándar (Z_r).....	16
2.2.3.10	Desviación estándar global S_o	16
2.2.3.11	Índice de serviciabilidad	16
2.2.3.12	Módulo de Resiliencia M_r	17
2.2.3.13	Número estructural SN	17
2.3.3	Clasificación de suelos	22
2.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	24
2.4.3	Población.....	24
2.3.1	Muestra.....	24
CAPÍTULO III.....		26
3.1	Análisis y discusión de resultados.....	26
3.1.1	Etapa 1: Resultado de propiedades índice, mecánicas, DCP y CBR ...	27
3.1.2	Etapa 2 Elaboración de correlaciones	30
3.1.2.21	Cuadro resumen de las correlaciones planteadas.....	51
3.1.3	Etapa 3 – Diseño de pavimento flexible método AASHTO T-93	52
3.1.3.1	Parámetros para el cálculo del número estructural SN.....	66

3.1.3.2	Cálculo de espesores de cada capa del paquete estructural	68
3.1.3.3	Dimensiones del paquete estructural con CBR de laboratorio	69
3.1.3.4	Cálculo de espesores de cada capa del paquete estructural	70
3.1.3.5	Dimensiones del paquete estructural con CBR por correlación ...	71
3.1.4	Zonificación de los suelos	71
CAPÍTULO IV		74
4.1	Conclusiones	74
4.2	Recomendaciones	76
BIBLIOGRAFÍA		77
ANEXOS		80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Listado de equipos y materiales necesarios para el trabajo de investigación .	5
Tabla 2 Modelo de matriz de correlación lineal múltiple	9
Tabla 3 Modelo de matriz de correlación logarítmica múltiple	10
Tabla 4 Modelo de matriz de correlación potencial múltiple	11
Tabla 5 Modelo de matriz de correlación exponencial múltiple.....	11
Tabla 6 Porcentaje de la treintava hora en función del sector.....	12
Tabla 7 Tasa de crecimiento anual vehicular. MTOP 2003.....	13
Tabla 8 Tipo de vía en función del TPDA. MTOP 2003.....	13
Tabla 9 Periodo de diseño según el tipo de vía a diseñar. MTOP 2003	14
Tabla 10 Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques NAVI-12....	15
Tabla 11 Factor de distribución por carril. AASHTO 1993.....	15
Tabla 12 Nivel de confiabilidad según el tipo de via AASHTO 1993.....	15
Tabla 13 Valores de Zr.....	16
Tabla 14 descripción de capacidad / tiempo de drenaje [11].....	21
Tabla 15 Coeficientes de drenaje y % de exposición a la humedad [11].....	21
Tabla 16 espesores mínimos de capa base y carpeta asfáltica [11].....	21
Tabla 170 Tabla de clasificación de suelos AASHTO.....	23
Tabla 18 Clasificación de suelos SUCS.....	24
Tabla 19 Coordenadas de las muestras de suelo ejecutadas	25
Tabla 20 Nomenclatura, unidad de medida y detalle de los resultados obtenidos....	26
Tabla 21 Resultados obtenidos de las propiedades índice de las 12 muestras.....	27
Tabla 22 Resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de las 12 muestras....	29
Tabla 23 Rango de valores de los resultados obtenidos en el ensayo Proctor	30
Tabla 24 Resumen de las correlaciones ejecutadas en la investigación.....	51
Tabla 25 Datos de conteo vehicular en la hora con más afluencia vehicular	53
Tabla 26 factor k rural seleccionado para el TPDA.....	53
Tabla 27 Tasa de crecimiento por años de vehículos livianos y pesados	54
Tabla 28 cuadro resumen de tráfico actual total	57
Tabla 29Periodo de diseño en función del tipo de carretera	57
Tabla 30 Tasa de crecimiento del tráfico a lo largo de los años	57
Tabla 31Tipo de vía a diseñar en función del tráfico futuro	58

Tabla 32 Coeficientes de factor de daño en función del tonelaje de los vehículos....	59
Tabla 33 Porcentaje de w18 en función del número de carriles por sentido.....	59
Tabla 34 Numero de ejes equivalentes W18.....	59
Tabla 35 Nivel de confiabilidad de la vía	60
Tabla 36 Valor de desviación estándar normal en función del nivel de confiabilidad.....	60
Tabla 37 Desviación estándar global en función del tipo de pavimento.....	61
Tabla 38 CBR del material granular para base en función del coeficiente a2	63
Tabla 39 Valor de CBR para la subbase en función del coeficiente a3	64
Tabla 40 Calidad de drenaje en función del tiempo de eliminación de agua.....	65
Tabla 41 Coeficientes de drenaje en función de su calidad	65
Tabla 42 Espesores mínimos de base y asfalto en función de W18.....	66
Tabla 43 Datos generales para el diseño de pavimento	66
Tabla 44 Diseño de pavimento flexible con por correlación	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Detalle de dimensiones del pozo de excavación.....	6
Figura 2 Detalle del paquete estructural del pavimento.....	17
Figura 3 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a1	18
Figura 4 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a2	19
Figura 5 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a3	20
Figura 6 Distribución temporal de precipitación 2013 estación M0004 [10]	20
Figura 7 interfaz del software Aastho.exe.....	22
Figura 8 Correlación #1, límite líquido y límite plástico	31
Figura 9 Correlación #2, grado de saturación de agua y contenido de humedad natural	32
Figura 10 Correlación #3, índice de penetración y límite plástico	33
Figura 11 Correlación #4, % de grava y gravedad específica.....	34
Figura 12 Correlación #5, relación de vacíos y densidad de campo.....	35
Figura 13 Correlación #6, grado de saturación de aire e índice de penetración	36
Figura 14 Correlación #7, límite líquido e índice de penetración.....	37
Figura 15 Correlación #8, % de suelo fino e índice de penetración	38
Figura 16 Correlación #9,c ontenido de humedad natural e índice de penetración ...	39
Figura 17 Correlación #10, grado de saturación de agua e índice de penetración....	40
Figura 18 Correlación #11, contenido de humedad natural y contenido de humedad óptimo	41
Figura 19 Correlación #12, Índice de penetración y CBR.....	42
Figura 20 Correlación #13 Límite plástico y CBR	43
Figura 21 Correlación #14, gravedad específica y CBR.....	44
Figura 22 Correlación #15, grado de compactación y CBR	45
Figura 23 Correlación #16,% de arena y CBR.....	46
Figura 24 Correlación #17, Densidad de campo – Gravedad específica y la densidad seca máxima.....	47
Figura 25 Correlación#18, % de grava – arena y el límite líquido	48
Figura 26 Correlación #19,contenido de humedad natural – densidad de campo e índice de penetración.....	49
Figura 27 Correlación #20, límite líquido – límite plástico y el CBR.....	50

Figura 28 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_1	62
Figura 29 Módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica en función del coeficiente a_1	62
Figura 30 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_2	63
Figura 31 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_3	64
Figura 32 Comportamiento de precipitaciones a lo largo del año en la estación hidrológica M0004 Rumipamba – Salcedo.....	65
Figura 33 Cálculo de SN con CBR de laboratorio	67
Figura 34 Diseño de pavimento flexible con CBR de laboratorio	68
Figura 35 Detalle de paquete estructural de pavimento flexible diseñado.....	69
Figura 36 Cálculo de SN con CBR por correlación.....	69
Figura 37 Detalle de paquete estructural de pavimento flexible diseñado.....	71
Figura 38 Zonificación de suelo muestra 1 - 2.....	71
Figura 39 Zonificación de suelo muestra 3 – 4, 7 – 8, 11 – 12	72
Figura 40 Zonificación de suelo muestra 5 – 6	72
Figura 41 Zonificación de suelo muestra 9 – 10	73
Figura 42 Dimensionando el tamaño de la calicata a excavar	80
Figura 43 Ejecución del ensayo con el cono dinámico de penetración.....	80
Figura 44 Pesado muestras para contenido de humedad.....	81
Figura 45 Colocación del kit de tamices en la tamizador	82
Figura 46 Determinación de límite líquido de la muestra en la copa de Casagrande	82
Figura 47 Elaboración de rollos para obtener el límite plástico de la muestra	82
Figura 48 Peso de picnómetro más agua y muestra de suelo	83
Figura 49 Compactación de suelo en el molde	83
Figura 50 Colocación del molde con el suelo en la máquina Multispeed 34-V1172	84

RESUMEN EJECUTIVO

El trabajo investigativo está contemplado dentro de un macro proyecto perteneciente a las parroquias de la provincia de Cotopaxi, cuya finalidad es establecer correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas en función de los ensayos CBR y DCP, para obtener valores de CBR del suelo, pero en función de dichas propiedades, agilizando así, el tiempo de ejecución del ensayo en laboratorio y optimizando costos en los mismos.

Para ello, se ejecutaron ensayos de campo los cuales fueron: pozo a cielo abierto (calicatas), densidad de campo por el método del cono - arena de Ottawa y DCP; en cuanto a los ensayos de laboratorio realizados se detalla: contenido de humedad, granulometría, gravedad específica, límites de Atterberg, proctor modificado tipo B y CBR. Una vez culminado los ensayos, se procedió a entablar los resultados para luego ser utilizados en la elaboración de las correlaciones. En total se obtuvieron 20 correlaciones, de las cuales 15 fueron realizadas con métodos de regresión simple (lineal, polinómica, logarítmica) y 5 con el método de los mínimos cuadrados (para correlaciones con 3 variables); estas correlaciones tienen un grado de correlación superiores al 50 por ciento, que estadísticamente se consideran como aceptables.

Para culminar el proyecto, se realizó el diseño de pavimento flexible con el CBR calculado en laboratorio, así como también el CBR obtenido por las correlaciones generadas previamente, como resultado de ello se obtuvo dimensiones similares en el paquete estructural del pavimento con los dos valores de CBR.

Palabras claves: Propiedades índice, propiedades mecánicas, correlación, CBR, DCP, pavimento flexible.

ABSTRACT

The investigative work is contemplated within a macro project belonging to the parishes of the Cotopaxi province, whose purpose is to establish correlations between the index and mechanical properties based on the CBR and DCP tests, to obtain CBR values of the soil, but in function of these properties, thus speeding up the execution time of the laboratory test and optimizing costs in them.

For this, field tests were carried out, which were: open pit (test pits), field density by the Ottawa sand-cone method and DCP; Regarding the laboratory tests carried out, it is detailed: moisture content, granulometry, specific gravity, Atterberg limits, modified supervisor type B and CBR. Once the tests were completed, the results were tabulated and then used in the elaboration of the correlations. In total, 20 correlations were obtained, of which 15 were carried out with simple regression methods (linear, polynomial, logarithmic) and 5 with the method of least squares (for correlations with 3 variables); these correlations have a degree of compensation greater than 50 percent, which is statistically considered acceptable.

To complete the project, the flexible pavement design was carried out with the CBR calculated in the laboratory, as well as the CBR obtained by the previously generated correlations, as a result of which similar dimensions were obtained in the structural package of the pavement with the two values of CBR.

Keywords: Index properties, mechanical properties, elevation, CBR, DCP, flexible pavement.

CAPÍTULO 1

1. TEMA:

“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES
ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI; DEL
CANTÓN LATACUNGA; PARROQUIA MULALÓ”

1.1 ANTECEDENTES

Un artículo publicado por Riemat, revista de investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología realizó un análisis comparativo de la capacidad portante del suelo por medio del CBR y DCP, allí se calculó el valor de CBR de laboratorio y el CBR en campo, en donde el valor de CBR de campo calculado con la fórmula de Van Vuuren correlacionado con el CBR de laboratorio, presenta un coeficiente de correlación R^2 de 0.9877, por lo que se concluye que el CBR obtenido por correlación con el DCP se considera confiable para el estudio de suelo de la investigación. [1]

El estudio también recalca que el objetivo de la investigación no es desechar la aplicación del ensayo CBR de laboratorio, sino más bien sintetizar el proceso de conseguir el valor de CBR en función de las correlaciones con el DCP.

W. Araujo en 2014 determinó que la relación entre las propiedades físicas de los suelos y el CBR no siempre es lineal, en ciertos casos es exponencial o potencial y todo dependerá del parámetro con el cual se correlacione; de los cuales los parámetros que más influyen en el CBR son: el contenido de grava, contenido óptimo de humedad, porcentaje de finos, densidad seca máxima y límite líquido, concluyéndose que el CBR no depende de un único parámetro para obtener un grado correlación confiable, sino más bien que una correlación múltiple siempre reflejará mejor el valor del CBR que una correlación simple. [2]

Pineda Jubal en 2019, en su trabajo investigativo Calibración de la ecuación de correlación entre el DCP y C.B.R bajo incidencia de la humedad, en suelos a nivel de la subrasante caso de estudio vía Juliaca – Caracoto observó que la ecuación de correlación del CBR en función del índice del cono dinámico de penetración, el contenido de humedad y la densidad natural del suelo generan mayor exactitud en el cálculo del valor de CBR, es decir con una correlación múltiple. [3]

En 2019 la revista ciencia e ingeniería Neogranadina publicó un artículo acerca de la correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada en la cual estudiaron 38 muestras de suelo con bajo y alto grado de plasticidad , en donde se concluyó que las correlaciones obtenidas en función de las propiedades índice se pueden aplicar para cualquier tipo de suelo de forma independiente a los parámetros de contenido de humedad, plasticidad o consistencia. [4]

1.2 OBJETIVO GENERAL

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar mediante ensayos de campo y laboratorio las propiedades índice y mecánicas de los suelos de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi
- ✓ Realizar la extracción de muestras que representen características del suelo en estado natural de diferentes vías de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi
- ✓ Establecer correlaciones experimentales entre las propiedades mecánicas, índice, DCP y CBR para los suelos en estudio
- ✓ Aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos de vías rurales, de la parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.
- ✓ Zonificar los tipos de suelo existentes en la parroquia Mulaló cantón Latacunga provincia de Cotopaxi en base a la norma AASHTO.

CAPÍTULO II

2.1 EQUIPOS Y MATERIALES

ENSAYO	MATERIAL	EQUIPO	NORMA
Calicata	Muestras de campo	Pico Barra Pala Flexómetro	AASHTO T-87-70
Densidad de campo	Arena de Ottawa	Martillo Clavos Balanza Cinzel Cuchareta Cono	AASHTO T191 2014
Gravedad Específica	50 gr. de muestra que pase el tamiz #4	Tamiz #4 Baño María Pipeta Embudo Termómetro Recipiente Picnómetro	AASHTO T-100 205
Granulometría	Muestra cuarteada	Kit de tamices Tamizadora Recipiente Brocha	AASHTO T-88 2013
Copa de Casagrande	150gr. de suelo que pase el tamiz #40	Pistillo de caucho Mortero de porcelana Escápula Acanalador Copa Casagrande Recipientes	AASHTO T-89 2013
Límite plástico	150gr. de suelo que pase el tamiz #40	Placa de vidrio Pistillo de caucho Mortero de porcelana	AASHTO T-90 2016

		Fuente de mezclado	
Proctor modificado Tipo B	24kg. de suelo que pase el tamiz #4	Probeta graduada Palustre Regleta metálica Martillo de compactación. Bandeja cuadrada de metal Molde 6in. Con base y extensión.	AASHTO T-180 2018
CBR	18kg de suelo que pase el tamiz #4	Multispeed 34-V1172	AASHTO T-193 2013

Tabla 1 Listado de equipos y materiales necesarios para el trabajo de investigación

2.2 MÉTODOS

Según Luis Ruiz, la investigación experimental está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver. [5] El trabajo de titulación es de carácter experimental, debido a que, para obtener los resultados de las propiedades índice y mecánicas del suelo estudiado, se realizaron ensayos de campo y de laboratorio, para con ello generar correlaciones entre el CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas.

La investigación está dividida en 3 etapas, en la primera etapa se detallará los ensayos realizados in situ y laboratorio; en la segunda etapa se procederá a realizar las correlaciones con los resultados obtenidos en la primera fase y finalmente en la fase 3, se realizará el diseño del pavimento.

2.2.1 Etapa 1: ensayos de campo y laboratorio

Los ensayos de campo se realizaron directamente en la zona de estudio para poder trabajar con la muestra de suelo en su estado natural, es decir, sin que sufran alteraciones al momento de ser transportadas al laboratorio. [6]

Los ensayos de laboratorio se realizaron bajo condiciones controladas y regidas a normas estandarizadas para poder obtener las propiedades índice, mecánicas y el valor de CBR de las muestras a analizar.

2.2.1.1 Ensayo pozo a cielo abierto

En el ensayo a pozo a cielo abierto se realiza excavando a los costados de la vía en estudio, retirando previamente la capa vegetal en caso de existir, las dimensiones de excavación son de 1.50m de largo/ancho y 1m de profundidad, de las cuales se obtiene muestras de suelo inalteradas en recipientes plásticos para no perder el contenido de humedad natural del suelo en capo y a su vez, recolectar aproximadamente 40kg. de muestra alterada para los ensayos de laboratorio a realizarse

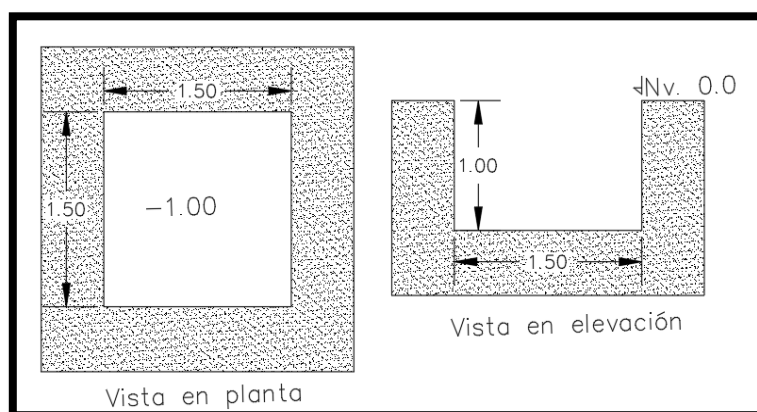


Figura 1 Detalle de dimensiones del pozo de excavación.

2.2.1.2 Ensayo de densidad de campo (Cono y arena de Ottawa)

Este ensayo se realiza sobre la calicata excavada previamente; a continuación, se procede a igualar la parte inferior de la calicata haciéndola lo más uniforme posible para poder colocar la placa metálica y asegurarla con los clavos de acero; después se procede a cavar suelo (dentro de la circunferencia de la placa) con el cincel y martillo hasta obtener una profundidad de 10 centímetros; esta muestra de suelo extraída se pesa en la balanza. Posteriormente se pesa el cono y arena de Ottawa, se coloca el cono y frasco de arena en la circunferencia excavada, se procede a abrir la válvula del cono y se espera hasta que la arena llene completamente el agujero. Después de esto, se cierra la válvula y se pesa nuevamente el cono más la arena restante y la arena que relleno el hueco excavado.

2.2.1.3 Ensayo DCP (Cono Dinámico de Penetración)

El ensayo DCP se realiza en la calicata previamente excavada; primero se procede a armar el equipo DCP, después se coloca dentro de la calicata y se anota la lectura inicial de la regla de medición, a continuación, se procede a dar golpes con el martillo e ir anotando en cada golpe la profundidad que penetra la punta del equipo. Este proceso se realiza

hasta que la regla marque una medida fija durante 5 golpes consecutivos, caso contrario se realizará el mismo proceso hasta hundir la punta del DCP a una distancia de 1 metro de profundidad.

2.2.1.4 Ensayo de Granulometría

Primero se pesa una muestra de suelo seca (1000gr.) y se agita en la tamizadora por un tiempo de 15 minutos para que pase por todos los tamices ordenados de mayor a menor diámetro de abertura respectivamente (del tamiz #4 al tamiz #200) , Una vez que se termine el proceso de vibración (agitar) se pesará el suelo retenido en cada tamiz para obtener el porcentaje de suelo retenido en cada tamiz. [7]

2.2.1.5 Ensayo de gravedad específica

Para proceder con este ensayo, se utilizó 100gr. de suelo tamizado por el tamiz #4, después se obtuvo el peso del picnómetro, luego se pesó el picnómetro más 500 ml de agua; de aquí se procede a eliminar 1/3 de agua del picnómetro para colocar los 100gr. de suelo con la ayuda del embudo. Una vez introducida la muestra de suelo, se vuelve a completar nuevamente el agua extraída por medio de una pipeta hasta volver a completar los 500ml de agua. A continuación, dejamos reposar por 10 min el picnómetro con el agua y el suelo para después procedes a girar el picnómetro de forma manual con la finalidad de eliminar las partículas de aire retenidas dentro del picnómetro. Una vez culminado se procede a tomar la temperatura con la ayuda de un termómetro y pesar nuevamente el picnómetro más el agua y el suelo. Finalmente se extrae el agua y el suelo del picnómetro en un recipiente para dejarlos secar en el horno.

2.2.1.6 Ensayo límite líquido

Ente ensayo se realiza pesando 300 gr. de muestra de suelo tamizados por el tamiz #40, luego en un mortero se mezcla la muestra con agua hasta conseguir una muestra pastosa. El porcentaje de agua va a variar hasta conseguir el rango de numero de golpes que se desea completar, los cuales son: de 0-15; 15-25;25-35; 35-45. Después se colocará la muestra en la copa de Casagrande hasta la mitad de la cazuela y se la comprime, a continuación, con la ayuda del acanalador se divide la muestra en dos partes. Luego se enciende la máquina y se cuenta el número de golpes necesarios para volver a unir la muestra dividida anteriormente con el acanalador. Finalmente se extrae dos muestras de suelo de los extremos de la copa Casagrande en recipientes, se los pesa para después llevarlos al horno y poder obtener el contenido de humedad necesario para cumplir cada

rango de número de golpes descritos anteriormente. Este paso se realiza hasta completar los cuatro rangos de número de golpes descritos anteriormente.

2.2.1.7 Ensayo Límite plástico

Este ensayo se realiza pesando 200gr. de suelo que pasa el tamiz #40, después en un mortero se mezcla la muestra con agua hasta llegar a obtener una textura similar a una plastilina; una vez conseguido esta textura, se procede en la placa de vidrio a elaborar rollos con la mano; estos rollos deben estar una dimensión de 3mm. De espesor y 5cm, de ancho. Finalmente, estos rollos se colocan en recipientes, se pesan para meterlos en el horno y obtener el contenido de humedad.

2.2.1.8 Ensayo de Proctor modificado

Este ensayo se empieza pesando la base, el cilindro y la retorta, también se anota la altura y el diámetro del cilindro. Se determinará los porcentajes de agua que se va a agregar a cada ensayo (total 4). Se necesita 6kg de suelo tamizado por la malla #4, este suelo se coloca en la bandeja metálica y se divide en 5 partes; después se coloca cada parte de la muestra en el cilindro y se lo compacta con 56 golpes cada capa hasta completar las 5. Una vez compactadas las 5 capas, se retira el collarín y se enrasa la muestra en el cilindro y se procede a pesar. Finalmente se toma dos muestras para contenido de humedad y se repite el ensayo con un porcentaje de humedad diferente.

El proceso de compactar el suelo tiene como finalidad mejorar las características de compresión y resistencia dando como resultado una mejora en el comportamiento esfuerzo – deformación del suelo. [8] el Proctor permite obtener el contenido de humedad ideal para encontrar la densidad seca máxima de un suelo.

2.2.1.9 Ensayo CBR

Para realizar el ensayo CBR se necesita conocer el contenido de humedad óptimo del suelo, dato que se obtiene del ensayo Proctor realizado con anterioridad. Después se tamizan 6kg de suelo por la malla #4, al igual que en el Proctor, en el CBR se necesita pesar la base y el cilindro (sin la retorta), al igual que se toman las medidas del diámetro y altura (desde la retorta). Se utilizaron 3 moldes para realizar el ensayo a 56, 27 y 11 golpes. La ejecución del ensayo es el mismo para los 3 moldes. Primero se divide los 6kg de suelo en 5 partes en la bandeja metálica, después se procede a compactar cada capa según el número de golpes descritos anteriormente; se quita el collarín y se enrasa la muestra, luego se retira la retorta, se gira el molde y se procede a pesar para finalmente

colocar las pesas, la placa perforada y el vástago y dejarlos en la piscina de curación por 5 días.

El ensayo CBR permite obtener un resultado en valor de porcentaje y permite emitir un criterio acerca calidad del suelo ensayado. Los valores del índice del CBR están en un rango de valores de 0 a 100, cuanto mayor sea el valor de CBR, mejor resistencia tendrá el suelo. De ser el caso de llegar a tener valores de CBR menores a 6, este suelo se debe desechar.

2.2.2 Etapa 2: Elaboración de correlaciones

Para elaborar las correlaciones del trabajo investigativo se utilizó el software Microsoft Excel para sintetizar el trabajo de tabulación y representación gráfica. En términos generales, se trabajó con dos y tres variables de los resultados obtenidos en la etapa #1 para crear un diagrama de dispersión y después generar una línea de tendencia (lineal, exponencial, logarítmica, parabólica, polinómica) de la cual se obtiene una ecuación y un coeficiente de correlación el cual se seleccionará a la que mayor se acerque a 1. Para trabajar con 3 variables se utiliza el método de los mínimos cuadrados

El método de los mínimos cuadrados se resuelve mediante el sistema de ecuaciones detalladas a continuación:

Correlación lineal múltiple

$$\begin{aligned} \sum z &= a_0N + a_1 \sum x + a_2 \sum y \\ \sum xz &= a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum xy \\ \sum yz &= a_0 \sum y + a_1 \sum xy + a_2 \sum y^2 \end{aligned}$$

El sistema de ecuaciones se resuelve con el método de la matriz inversa.

a_0	a_1	a_2	=
N	$\sum x$	$\sum y$	$\sum z$
$\sum x$	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum xz$
$\sum Y$	$\sum xy$	$\sum y^2$	$\sum yz$

Tabla 2 Modelo de matriz de correlación lineal múltiple

Resolviendo la matriz se obtiene la ecuación

$$z = a_0 + a_1x + a_2y$$

El coeficiente de correlación (R^2) se obtiene de la siguiente manera

$$R^2 = \frac{(a_0 \sum z) + (a_1 \sum xz) + (a_2 \sum yz) - (N * Z_{med}^2)}{\sum z^2 - (N * Z_{med}^2)}$$

Correlación logarítmica múltiple

$$\begin{aligned} \sum z &= a_0N + a_1 \sum x' + a_2 \sum y \\ \sum x'z &= a_0 \sum x' + a_1 \sum x'^2 + a_2 \sum x'y \\ \sum yz &= a_0 \sum y + a_1 \sum x'y + a_2 \sum y^2 \end{aligned}$$

El sistema de ecuaciones se resuelve con el método de la matriz inversa

a_0	a_1	a_2	=
N	$\sum x'$	$\sum y$	$\sum z$
$\sum x'$	$\sum x'^2$	$\sum x'y$	$\sum x'z$
$\sum Y$	$\sum x'y$	$\sum y^2$	$\sum yz$

Tabla 3 Modelo de matriz de correlación logarítmica múltiple

Resolviendo la matriz se obtiene la ecuación

$$z = a_0 + a_1 \log(x') + a_2y$$

El coeficiente de correlación (R^2) se obtiene de la siguiente manera

$$R^2 = \frac{(a_0 \sum z) + (a_1 \sum xz) + (a_2 \sum yz) - (N * Z_{med}^2)}{\sum z^2 - (N * Z_{med}^2)}$$

Correlación potencial múltiple

$$\begin{aligned} \sum z' &= a_0N + a_1 \sum x' + a_2 \sum y' \\ \sum x'z' &= a_0 \sum x' + a_1 \sum x'^2 + a_2 \sum x'y' \\ \sum y'z' &= a_0 \sum y' + a_1 \sum x'y' + a_2 \sum y'^2 \end{aligned}$$

El sistema de ecuaciones se resuelve con el método de la matriz inversa

a_0	a_1	a_2	=
N	$\sum x'$	$\sum y'$	$\sum z'$
$\sum x'$	$\sum x'^2$	$\sum x' y'$	$\sum x' z'$
$\sum Y'$	$\sum x' y'$	$\sum y'^2$	$\sum y' z'$

Tabla 4 Modelo de matriz de correlación potencial múltiple

Resolviendo la matriz se obtiene la ecuación:

$$z = a_0 + x^{a_1} * y^{a_2}$$

El coeficiente de correlación (R^2) se obtiene de la siguiente manera

$$R^2 = \frac{(a_0 \sum z) + (a_1 \sum x z) + (a_2 \sum y z) - (N * Z_{med}^2)}{\sum z^2 - (N * Z_{med}^2)}$$

Correlación exponencial múltiple

$$\begin{aligned} \sum z' &= a_0 N + a_1 \sum x + a_2 \sum y \\ \sum xz' &= a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum xy \\ \sum yz' &= a_0 \sum y + a_1 \sum xy + a_2 \sum y^2 \end{aligned}$$

El sistema de ecuaciones se resuelve con el método de la matriz inversa

a_0	a_1	a_2	=
N	$\sum x$	$\sum y$	$\sum z'$
$\sum x$	$\sum x^2$	$\sum x y$	$\sum x z'$
$\sum Y$	$\sum x y$	$\sum y^2$	$\sum y z'$

Tabla 5 Modelo de matriz de correlación exponencial múltiple

Resolviendo la matriz se obtiene la ecuación

$$z = a_0 + e^{a_1 x} + e^{a_2 y}$$

El coeficiente de correlación (R^2) se obtiene de la siguiente manera

$$R^2 = \frac{(a_0 \sum z) + (a_1 \sum x z) + (a_2 \sum y z) - (N * Z_{med}^2)}{\sum z^2 - (N * Z_{med}^2)}$$

2.2.3 Etapa 3: Diseño de pavimento flexible

En esta etapa se procede al diseño de pavimento flexible realizando el conteo vehicular durante 12 horas diarias por 7 días según se estipula el ministerio de transporte y obras públicas (MTOB).

2.2.3.1 Factor hora pico

$$FHP = \frac{VHDM}{N * Q_{15m\acute{a}x}}$$

Donde:

FHP = Factor hora pico

VHDM = volumen horario de máxima demanda

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

Q_{15m^áx} = flujo máximo durante 15 minutos.

2.2.3.2 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

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

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

Tabla 6 Porcentaje de la treintava hora en función del sector

Donde:

VHP = volumen vehicular en la hora pico

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

k = Valor de la treintava hora de diseño (ver tabla 1)

El TPDA actual resulta de la suma de los vehículos contabilizados es decir vehículos livianos, camiones y buses

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

- Tráfico atraído

$$T_{atr.} = 10\%TPDA$$

- Tráfico generado

$$T_{gen.} = 20\%TPDA$$

- Tráfico desarrollado

$$T_d = 5\%TPDA$$

- TPDA Total aproximado

$$TPDA_{aprox} = TPDA_{Actual} + T_{atr.} + T_{gen.} + T_d$$

- Tráfico futuro

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

Donde

i = tasa de crecimiento del tránsito

n = periodo de diseño

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

Tabla 7 Tasa de crecimiento anual vehicular. MTOP 2003

2.2.3.3 Tipo de vía a diseñar

El tipo de vía que se va a diseñar será base al valor de tráfico futuro calculado anteriormente.

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

Tabla 8 Tipo de vía en función del TPDA. MTOP 2003.

2.2.3.4 Diseño de pavimento flexible método AASHTO T93

Para pavimentos flexibles la capa de rodadura es carpeta asfáltica, por lo que se entiende que este pavimento va a soportar flujos de tránsito mayores a 50000 ejes equivalentes aglomerados de 8.2 toneladas para la etapa de diseño que se espera cumplir. [9]. Para el diseño por el método AASHTO se debe hallar el número estructural (SN) capaz de soportar la carga vehicular requerida; la ecuación básica para encontrar el número estructural es:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

W_{18} = Tránsito equivalente

SN = Número estructural

S_0 = Desviación estándar global

Z_R = Desviación estándar normal

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad

M_R = Módulo resiliente

Para calcular el flujo de tránsito vehicular a fluir por el pavimento a ser diseñado, se ocupa el método de los ejes equivalentes (W18) de 8.2 toneladas (18,000 libras) aglomerados para la etapa de diseño

2.2.3.5 Periodo De diseño

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

Tabla 9 Periodo de diseño según el tipo de vía a diseñar. MTOP 2003

2.2.3.6 Factor de daño

Se calcula el factor de daño a la vía según el peso máximo de los ejes equivalentes de los vehículos pesados, basándose en la tabla NEVI-12; el factor de daño (FD), se considera para vehículos cuyo peso exceda las 8.2 toneladas, es decir, los vehículos livianos quedarían exonerados de este parámetro.









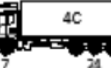
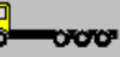
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10

Tabla 10 Tipo de vehículos motorizados remolques y semirremolques NAVI-12

2.2.3.7 Porcentaje de ejes equivalentes (W18)

Se selecciona la distribución de los ejes equivalentes que va a soportar la vía en función del número de carriles por sentido

%W18	# carriles por sentido
100	1
80 - 100	2
60 - 80	3
50 - 75	4 o más

Tabla 11 Factor de distribución por carril. AASHTO 1993

$$w_{18} = (Fd * TPDA_{buses} * 365) + ((Fd * TPDA_{pesados} * 365))$$

2.2.3.8 Nivel de confiabilidad R

En función del tipo de vía a diseñar, seleccionamos el grado de confiabilidad para que el paquete estructural de pavimento trabaje en parámetros estables durante el periodo de diseño establecido

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

Tabla 12 Nivel de confiabilidad según el tipo de vía AASHTO 1993

2.2.3.9 Desviación estándar (Z_r)

El valor de desviación estándar se selecciona en función del nivel de confiabilidad detallado en la tabla 4

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

Tabla 13 Valores de Z_r

2.2.3.10 Desviación estándar global S_o .

Para pavimentos flexibles se escoge un valor de S_o que está entre 0.40 – 0.50

2.2.3.11 Índice de serviciabilidad

Se calcula el índice de serviciabilidad para brindar seguridad y confort a los usuarios que van a ocupar la vía

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

Donde

ΔPSI = Índice de serviciabilidad

$PSI_{inicial}$ = serviciabilidad inicial

PSI_{final} = serviciabilidad final

2.2.3.12 Módulo de Resiliencia Mr.

Se calcula el módulo resiliente para determinar la resistencia de la subrasante y se calcula con fórmulas que están en función del CBR del suelo

$$Mr = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad (CBR < 10\%)$$

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65} \quad (7.2\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr = 1500 * CBR \quad (general)$$

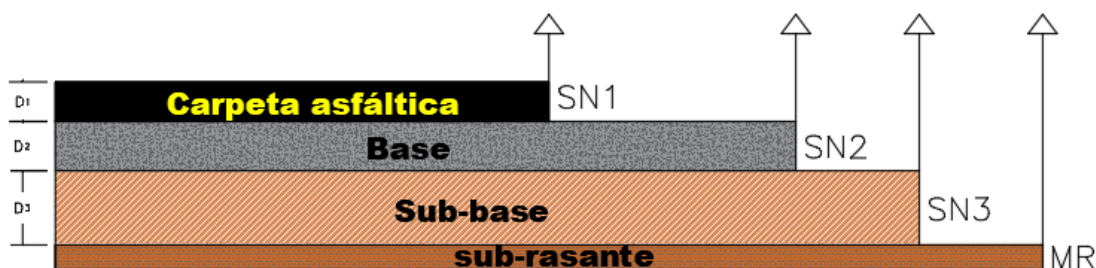


Figura 2 Detalle del paquete estructural del pavimento

2.2.3.13 Número estructural SN

El número estructural se calcula sumando la totalidad de los espesores de las capas que conforman el pavimento

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

Donde:

$a_1; a_2; a_3$ = coeficientes estructurales de la capa asfáltica, base y subbase respectivamente

$D_1; D_2; D_3$ = espesor de la capa asfáltica, base y subbase respectivamente

$m_2; m_3$ = coeficientes de drenaje de la base y subbase

Coficiente estructural de capa asfáltica a_1

El coeficiente estructural a_1 se obtiene en función del módulo de resiliencia por medio del nomograma de la AASHTO 1993 (figura 2)

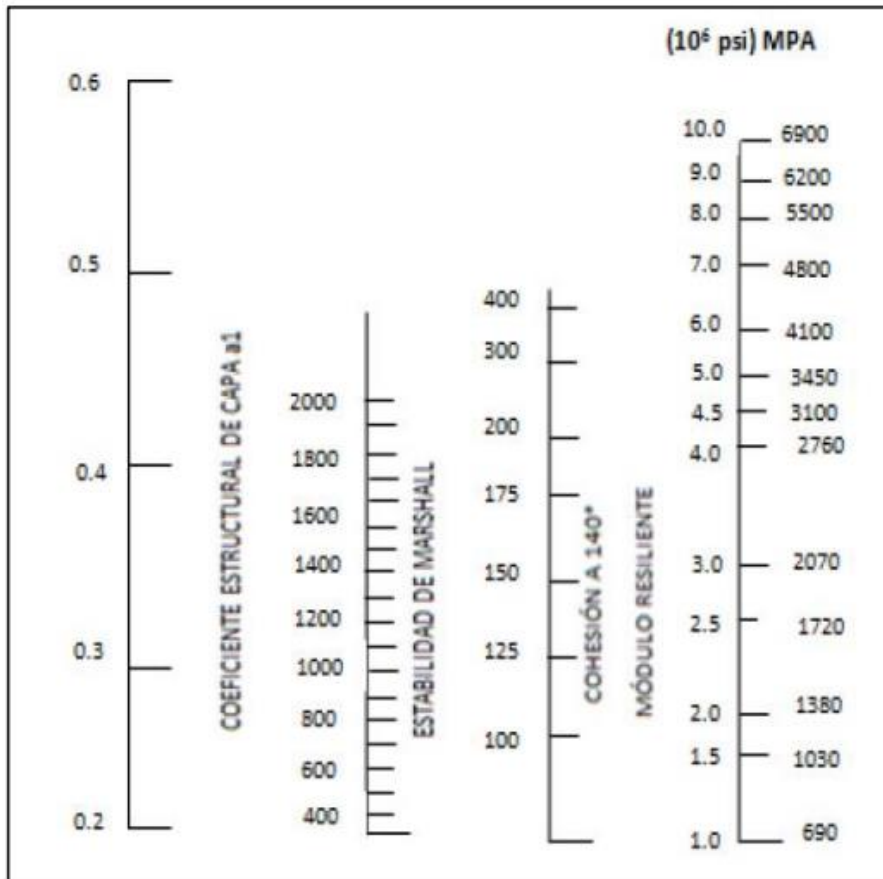


Figura 3 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a_1

Coeficiente estructural de capa base a_2

El coeficiente de la capa base se obtiene a partir del valor de CBR en función del nomograma de la AASHTO 1993

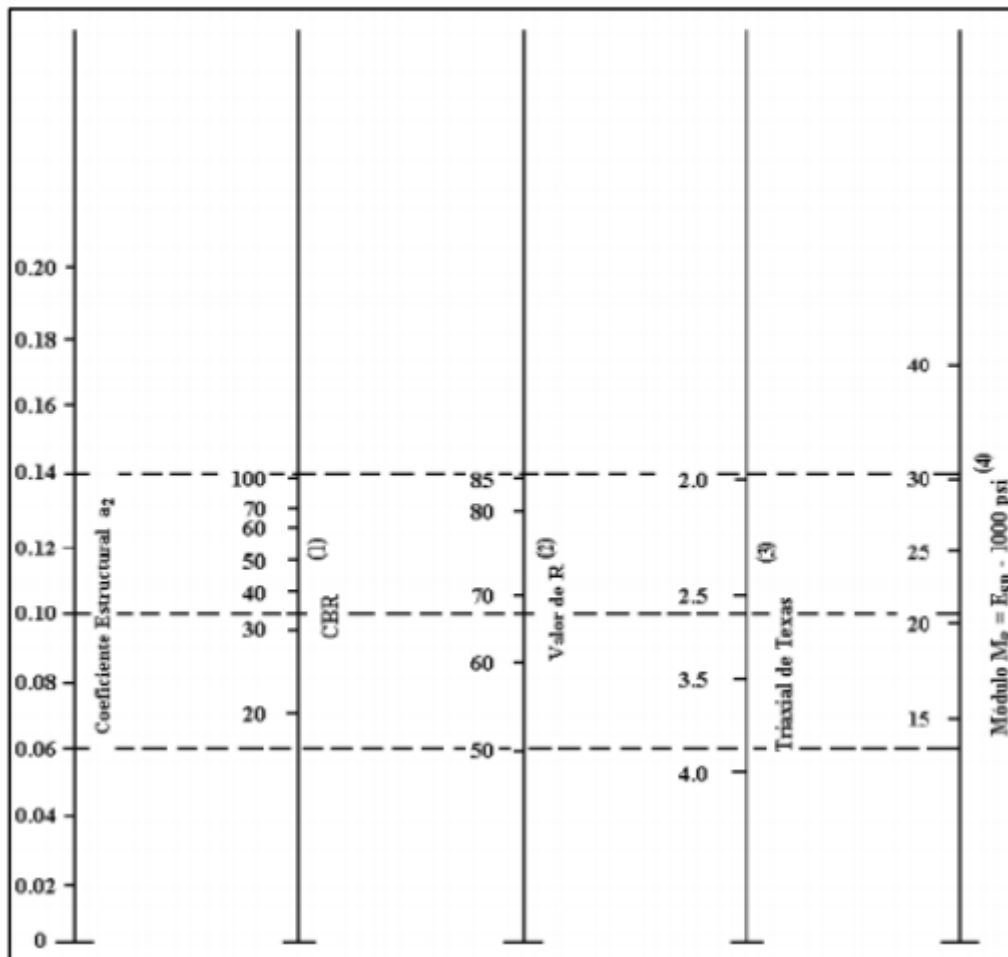


Figura 4 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a_2

Coeficiente estructural de capa Subbase a_3

El coeficiente de la capa subbase se obtiene a partir del valor de CBR en función del nomograma de la AASHTO 1993

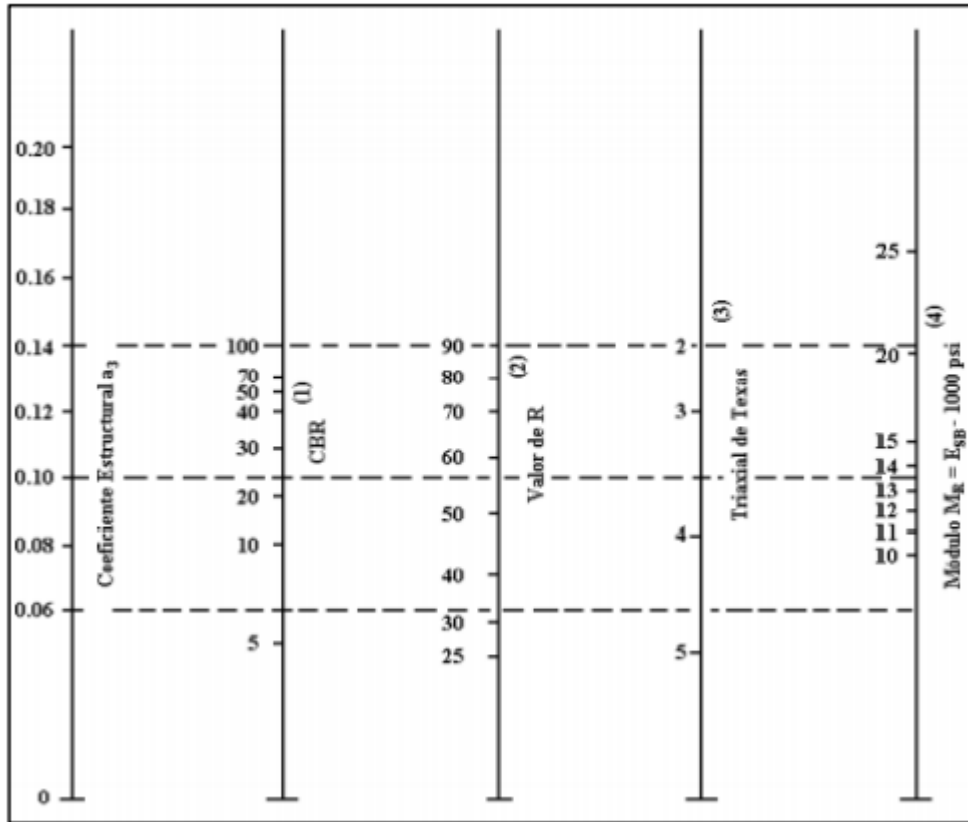


Figura 5 Nomograma para determinar el coeficiente estructural a_3

Coeficiente de drenaje de la capa base y subbase m_2 y m_3

Los coeficientes de drenaje para el diseño de la capa base y sub-base se seleccionan en función de la capacidad de drenaje del pavimento, por lo que hay que conocer el comportamiento de las precipitaciones a lo largo de todo el año.

Para ello se basa en los datos de la distribución temporal de precipitación de la estación hidrológica M0004 Rumipamba - Salcedo que es la estación más cercana a la parroquia Mulaló.

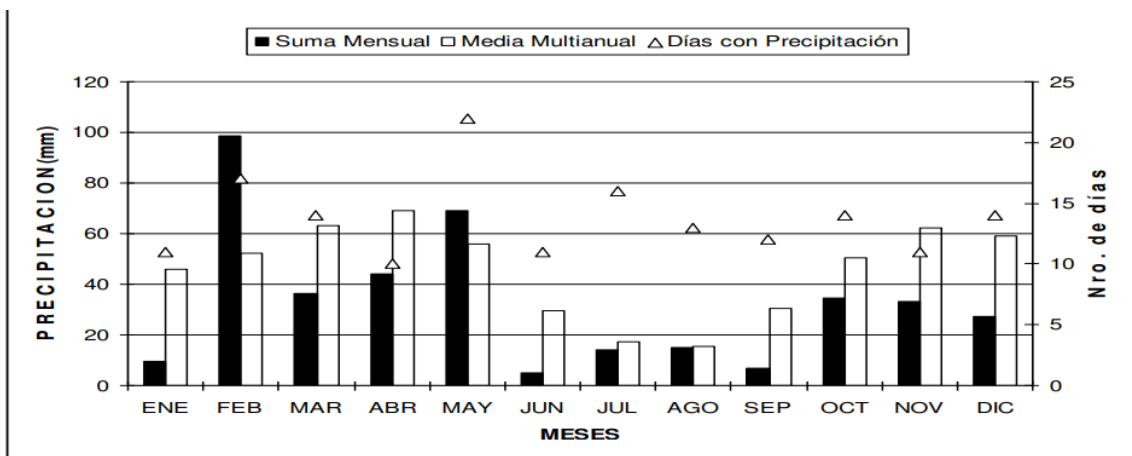


Figura 6 Distribución temporal de precipitación 2013 estación M0004 [10]

Los coeficientes m_2 y m_3 se seleccionan en función del porcentaje de tiempo de exposición a la humedad en el pavimento

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

Tabla 14 descripción de capacidad / tiempo de drenaje [11]

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

Tabla 15 Coeficientes de drenaje y % de exposición a la humedad [11]

Espesores mínimos de cada capa.

Eje W 8.2 ton	D1 capa asfáltica (cm)	D2 base (cm)
Menos de 50 000	3.0	10
50 001 - 150 000	5.0	10
150 001 - 500 000	6.5	10
500 001 - 2 000 000	7.5	15
2 000 001 – 7 000 000	9.0	15
> 7 000 000	10.0	15

Tabla 16 espesores mínimos de capa base y carpeta asfáltica [11]

Espesor de subbase D_3

Para facilitar el proceso de cálculo del número estructural SN3 se calcula con el software “CÁLCULO DE LA ECUACION AASHTO 1993 (2.0)”

CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)

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

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) Reliability (R) <input type="text"/> So <input type="text"/>
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text"/> PSI final <input type="text"/>	Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text"/> psi
Información adicional para pavimentos rígidos	
Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) <input type="text"/>	Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = <input type="text"/> <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = <input type="text"/>
Observaciones <div style="border: 1px solid gray; height: 40px; width: 100%;"></div>	
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Figura 7 interfaz del software Aastho.exe

Una vez obtenido el número estructural SN₃ se comprueba la siguiente condición

$$D_3 \geq \frac{SN_3 - SN_2 - SN_1}{a_3 * m_3}$$

2.3.3 Clasificación de suelos

Las 12 muestras de suelo extraídas se clasifican en función de sus características bajo la norma AASTHO que se basan en los resultados de los ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico. Y por la norma SUCS, que clasifica las muestras de suelo en función de su granulometría.

Norma AASHTO

Clasificación general	Materiales Granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el tamiz #200)							Clasificación general	Materiales Granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el tamiz #200)			
	A-1		A-3	A-2					Grupo de clasificación	A-4	A-5	A-6
Grupo de clasificación	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	Tamizado (% que pasa)				
#10	50 máx.							#10				
#40	30 máx.	50 máx.	51 mín.					#40				
#200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	#200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de suelo que pasa el tamiz #40							Características de la fracción de suelo que pasa el tamiz #40					
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	Límite líquido	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos	Material de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena.				Tipos comunes de materiales significativos	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Descripción de subrasante	Excelente a bueno							Descripción de subrasante	Regular a malo			

Tabla 170 Tabla de clasificación de suelos AASHTO

Norma SUCS

Descripción			Símbolo de grupo	Nombre de grupo
Suelos granulares gruesos El 50% o más se retiene e el tamiz #200	Grava <50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz #4	Grava limpia menos del 5% de finos pasa el tamiz #200	GW	Grava bien graduada
			GP	Grava pobremente graduada
		Grava con más de 12% de finos pasa el tamiz #200	GM	Grava limosa
			GC	Grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz #4	Arena limpia, menos del 5% pasa el tamiz #200	SW	Arena bien graduada
			SP	Arena pobremente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasa el tamiz #200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino	Limos y arcillas	Inorgánico	ML	Limo
			CL	Arcilla
		Orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
	Limos y arcillas	Inorgánico	MH	Limo de alta plasticidad

			CH	Arcilla de alta plasticidad
		Orgánico	OH	Arcilla orgánica, limo orgánico
Suelos altamente orgánicos			PT	Turba

Tabla 18 Clasificación de suelos SUCS

2.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.4.3 Población

La zona de trabajo donde se desarrolla la investigación es la parroquia Mulaló, perteneciente al cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi, parroquia de la cual se realiza el estudio de suelos de las vías detalladas a continuación:

- Vía a la piedra “La Chilintosa”
- Vía Mulaló – Joseguango Alto
- Vía a Barrio Quisinche Alto
- Calle 24 de mayo
- Vía a la pista El Petrillo
- Calle 4 de octubre

2.3.1 Muestra

De las vías en estudio detalladas en el ítem 2.3.1, se extrajeron dos muestras de suelo por vía en un intervalo de distancia de entre 200 y 500 metros entre muestra y muestra, que da un total de 12 muestras que fueron obtenidas de los costados de las mismas mediante el ensayo de pozo a cielo abierto.

Calicata #	COORDENADA		Descripción	Parroquia
	Norte	Este		
1	9914870	770059	Vía a la piedra “La Chilintosa”	MULALÓ
2	9914679	769738		
3	9913226	769683	Vía Mulaló – Joseguango Alto	
4	9912915	769642		
5	9911354	769729	Vía a Barrio Quisinche Alto	
6	9911131	769944		
7	9913479	769683	Calle 24 de mayo	
8	9913463	767473		
9	9914014	771802		

10	9913839	770497	Vía a la pista de Motocross El Petrillo	
11	9913584	768937	Vía 4 de octubre	
12	9913626	769696		

Tabla 19 Coordenadas de las muestras de suelo ejecutadas

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

Se realizó los ensayos de suelos, donde se determinó las propiedades mecánicas, índice, DCP y CBR de 12 muestras de suelo pertenecientes a la parroquia Mulaló del cantón Latacunga; por consiguiente, se presentan los resultados de dicha investigación.

Detalle	Nomenclatura	Unidad de medida
CBR mayor; entre 0.1 – 0.2 (in)	CBR mayor	%
CBR para 0.1in de penetración	CBR 0.1'	%
CBR para 0.2in de penetración	CBR 0.2'	%
Contenido de humedad	W	%
Contenido de humedad natural	Wnat	%
Contenido de humedad óptima	Wopt	%
Densidad húmeda in situ	γ_d	gr/cm^3
Densidad seca máxima	γ_{dmax}	gr/cm^3
Grado de compactación	Gc	%
Grado de saturación de agua	Gw	%
Grado de saturación de aire	Ga	%
Gravedad específica de sólidos	Gs	
Índice de penetración	DN	$mm/golpe$
Índice de plasticidad	IP	%
Límite líquido	LL	%
Límite plástico	LP	%
Porcentaje de finos	N ⁰ 200	%
Porosidad	n	%
Relación de vacíos	e	%
Suelo arena	S	-
Suelo fino	F	-
Suelo grava	G	-

Tabla 20 Nomenclatura, unidad de medida y detalle de los resultados obtenidos

3.1.1 Etapa 1: Resultado de propiedades índice, mecánicas, DCP y CBR

Se procede a detallar los valores de las propiedades índice y mecánicas obtenidas de los ensayos in situ y de laboratorio

Propiedades índice de las 12 muestras de suelo de la Parroquia Mulaló															
# muestra	Vía / Sector	LL %	LP%	IP%	Wnat	Gs	e	n (%)	Gw (%)	Ga	Clasificación		Granulometría		
											AASHTO	SUCS	G%	S%	F%
1	Piedra La	20.28	22.70	-2.43	11.39	2.56	0.33	24.82	91.43	8.57	A-2-4	SM	10.64	83.82	5.55
2	Chilintosa	16.25	19.05	-2.81	7.39	2.56	0.20	16.43	99.59	0.41	A-2-4	SW	10.39	84.83	4.79
3	Mulaló – Joséguano Alto	15.20	16.44	-1.24	12.35	2.54	0.97	49.35	33.60	66.40	A-2-4	SP	6.07	90.85	3.08
4		15.40	18.27	-2.87	11.29	2.53	0.91	47.59	32.95	67.05	A-2-4	SW	5.55	92.04	2.41
5	Quisinche	15.40	17.91	-2.50	15.60	2.62	1.03	50.77	40.09	59.91	A-2-4	SW	7.02	91.05	1.33
6	Alto	15.98	23.63	-7.63	12.74	2.58	1.02	50.52	33.06	66.94	A-2-4	SW	7.82	90.70	1.48
7	24 de mayo	16.00	18.30	-2.29	16.22	2.63	0.61	37.94	70.31	26.69	A-2-4	SW	7.86	86.10	6.05
8		15.98	15.10	0.88	14.35	2.59	0.67	40.18	56.62	43.38	A-2-4	SM	6.16	90.78	3.06
9	El Petrillo	17.05	16.67	0.37	16.63	2.66	1.11	52.56	39.77	60.23	A-2-4	SM	11.73	83.98	4.29
10		15.84	16.41	-0.57	7.39	2.59	0.91	47.59	21.55	78.45	A-2-4	SW	11.55	84.18	4.28
11	4 de octubre	16.89	17.97	-1.08	10.31	2.61	0.94	48.41	29.12	70.88	A-2-4	SM	9.17	89.75	1.07
12		16.14	18.09	-1.95	9.41	2.62	0.27	21.31	92.13	7.87	A-2-4	SM	8.01	91.08	0.91

Tabla 21 Resultados obtenidos de las propiedades índice de las 12 muestras

En función del límite líquido y límite plástico, los índices de plasticidad de las muestras ensayadas presentan valores negativos a excepción de la muestra #8 y #9, que presenta un valor $IP = a$ 0.88 y 0.37 respectivamente, por lo que, se considera que estos suelos no son plásticos a excepción de las muestras #8 y #9 que poseen un bajo comportamiento plástico .

El contenido de agua en el suelo de las 12 muestras analizadas se encuentra en un rango de porcentaje bajo, de entre el 7% y el 17%

La gravedad específica se encuentra entre 2.5 y 2.7, rangos típicos de suelos de característica granular

En el ensayo de granulometría, las muestras presentan un porcentaje de grava bajo, entre el 5% y 12%, de arena entre 83 y 93% y de partículas finas entre 0% y 6%, por lo que predominan partículas de suelo granulares arenosas con escasa o nula presencia de comportamiento plástico.

En función de los resultados de las propiedades índice de los suelos de Mulaló, se clasificó las 12 muestras de suelo basándose en dos normativas de posicionamiento internacional, la SUCS y la AASHTO de los cuales según la norma SUCS, la tipología de las muestras existentes son: Arena bien graduada con grava y poco o nada de finos (SW), arena pobremente graduada (SP) y arena limosa (SM) y según la norma AASHTO, las muestras de suelo son de tipo A-2-4, es decir son suelos granulares cuyo porcentaje de suelo que pasa el tamiz #200 es menor al 35% de la muestra total

Propiedades mecánicas de las 12 muestras de suelo de la Parroquia Mulaló									
# Pozo	Vía - Sector	Densidad de campo	Compactación Proctor modificado Tipo 2			DCP	CBR 95%DSM		
		γ_d gr/cm ³	γ_{dmax} gr/cm ³	Wopt %	Gc %	DN mm/#golpe	% CBR 0.1'	%CBR 0.2'	%CBR mayor
1	Piedra La Chilintosa	1.992	2.077	6.43	96.00	7.30	8.67	11.65	11.65
2		2.214	2.155	8.10	103.00	8.81	24.20	20.94	24.20
3	Mulaló – Joséguano Alto	1.342	1.734	8.65	77.00	18.84	19.63	16.35	19.63
4		1.389	2.513	9.40	55.00	18.94	28.34	23.17	28.34
5	Quisinche Alto	1.305	1.551	9.80	84.00	24.21	32.62	26.34	32.62
6		1.311	1.712	8.43	77.00	19.85	23.42	18.70	23.42
7	24 de mayo	1.645	1.548	10.84	106.00	12.92	37.68	37.63	37.68
8		1.585	1.555	11.50	102.00	11.96	15.63	18.69	18.69
9	El Petrillo	1.257	1.532	10.21	82.00	17.40	18.71	16	18.71
10		1.389	1.654	9.87	84.00	19.36	24.53	21.25	24.53
11	4 de octubre	1.367	1.468	6.40	93.00	14.20	39.84	35.41	39.84
12		2.085	1.424	6.79	146.00	14.46	31.68	23.37	31.68

Tabla 22 Resultados obtenidos de las propiedades mecánicas de las 12 muestras

Los valores de densidad natural de las 12 muestras se encuentran en un rango de valores cercanos que oscilan entre 1.257 y 2.214 (gr/cm^3) ya que al ser suelos de características arenosas, estos valores serán muy cercanos a los valores de densidad seca máxima determinados en el ensayo de compactación

Los resultados del ensayo DCP en las 12 muestras mostraron bajos valores de índice de penetración (DN), los cuales fluctúan entre 7.3 y 24.21(mm/golpe), característica típica de suelos granulares.

El ensayo de compactación proctor permitió establecer los valores de contenido de humedad óptimo, densidad seca máxima y el grado de compactación de las 12 muestras ensayadas teniendo los siguientes rangos de valores:

Contenido de humedad óptimo (W_{opt})	Densidad seca máxima γ_{dmax}	Grado de compactación Gc
Entre 6.4 y 11.50 (%)	Entre 1.424 y 2.51 ($\frac{gr}{cm^3}$)	Entre 96 y 146 (%)

Tabla 23 Rango de valores de los resultados obtenidos en el ensayo Proctor

Los valores del ensayo CBR de las 12 muestras arrojan valores que se encuentran entre 11.65% y 39.84%, rango de valores que sobrepasan el 10% requerido como valor mínimo para ser utilizado como subrasante sobre la cual se asentará el paquete estructural del pavimento.

3.1.2 Etapa 2 Elaboración de correlaciones

Una vez establecido los resultados de las propiedades índice y mecánicas de los ensayos realizados tanto en sitio como en laboratorio, se procede a correlacionar estas propiedades y así obtener ecuaciones que permitan sintetizar el proceso de obtención de resultados de ciertas propiedades en base a otras ya conocidas.

3.1.2.1 Correlación #1

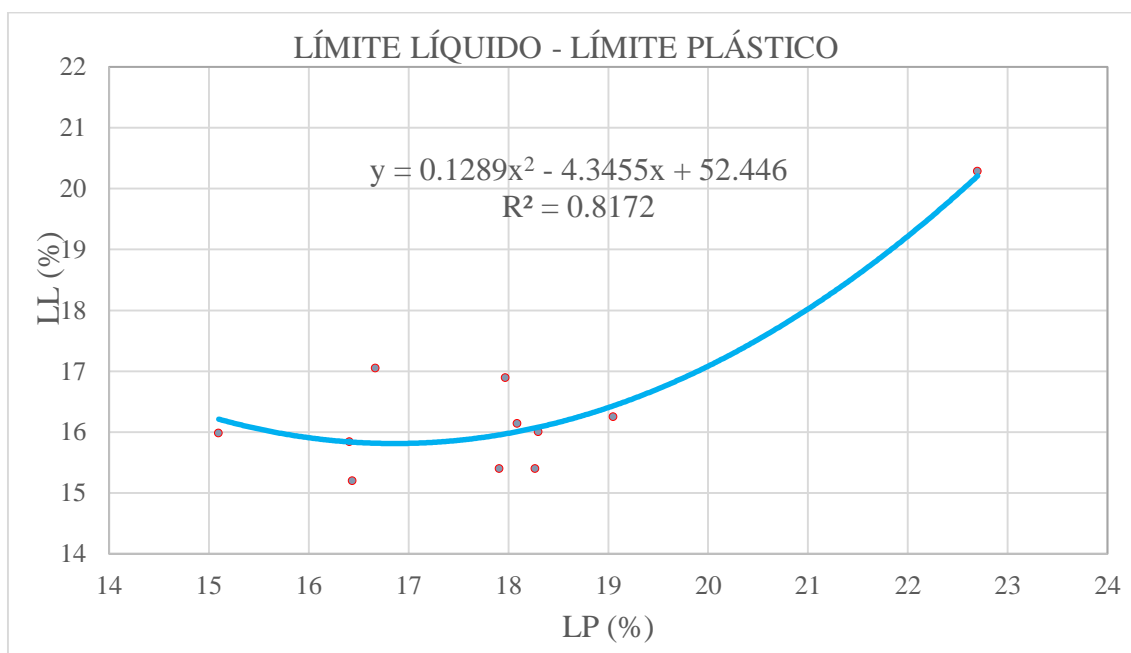


Figura 8 Correlación #1, límite líquido y límite plástico

Ecuación – Grado de correlación

$$LL = 0.1289LP^2 - 4.3455LP + 52.446 \rightarrow R^2 = 81.72\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el límite plástico (LP) y el límite líquido (LL) se correlacionaron 11 muestras en donde se puede observar que los comportamientos de las variables en estudio son de proporción directa, es decir; mientras los valores del límite plástico incrementan, los valores del límite líquido también suben.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que arroja un coeficiente de correlación de 81.72% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.2 Correlación #2

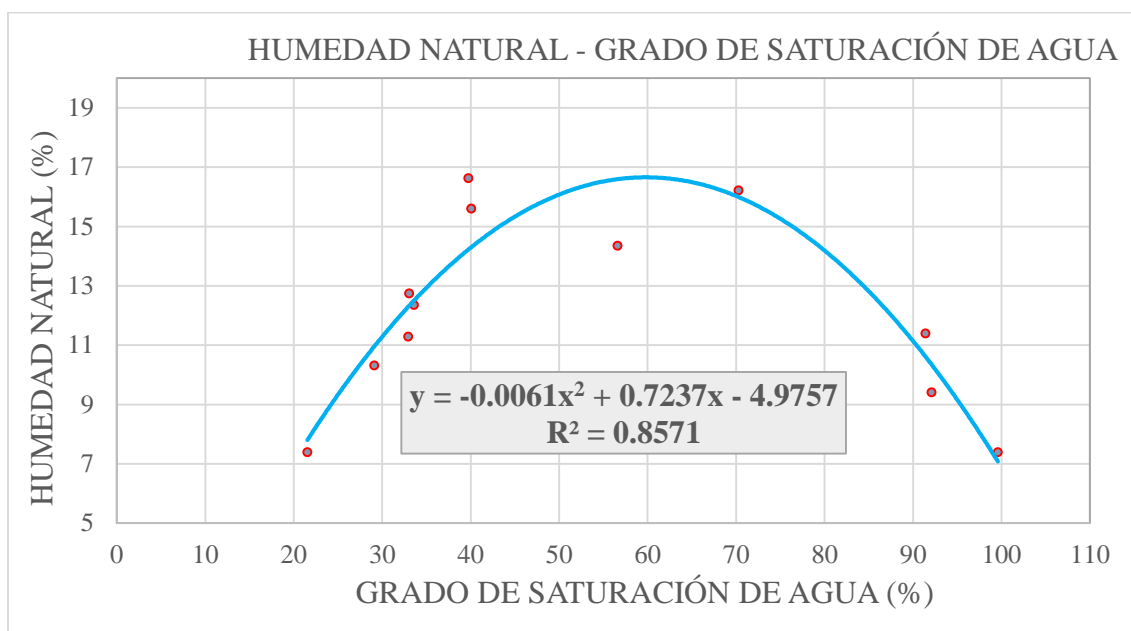


Figura 9 Correlación #2, grado de saturación de agua y contenido de humedad natural

Ecuación – Grado de correlación

$$W_{nat} = -0.0061Gw^2 + 0.7237Gw - 4.9757 \rightarrow R^2 = 85.71\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el grado de saturación de agua (Gw) y la humedad natural (W_{nat}) se correlacionaron 12 muestras en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es directa, es decir a mayor grado de saturación de agua, mayor contenido de humedad tendrá una muestra de suelo.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que arroja un coeficiente de correlación de 85.71% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.3 Correlación #3

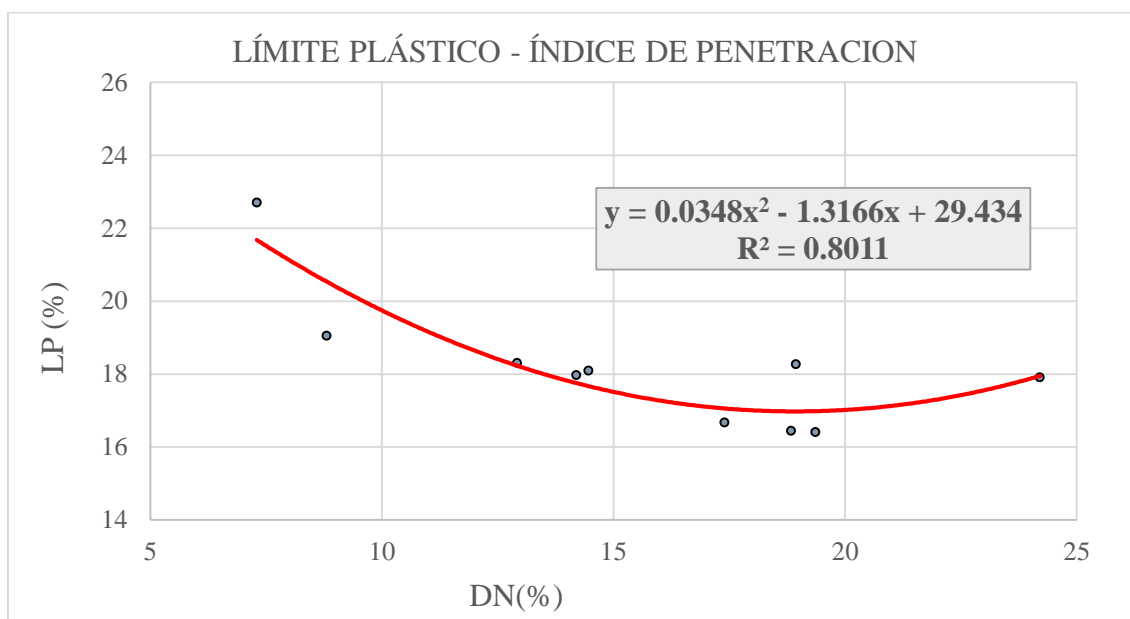


Figura 10 Correlación #3, índice de penetración y límite plástico

Ecuación – Grado de correlación

$$LP = 0.0348DN^2 - 1.3166DN + 29.434 \rightarrow R^2 = 80.11\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el índice de penetración (DN) y el límite plástico (LP) se correlacionaron 10 de 12 muestras para obtener un grado de correlación mejor, en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es inversa, ya que al aumentar el valor del índice de penetración del suelo, el límite plástico disminuye.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que arroja un coeficiente de correlación de 80.11% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.4 Correlación #4

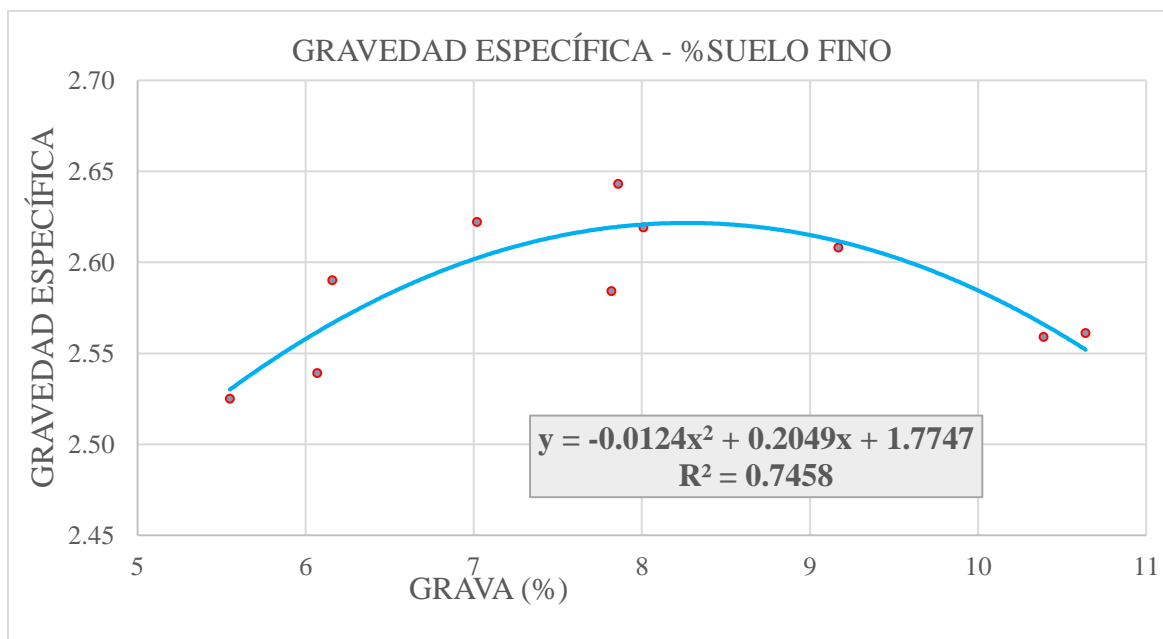


Figura 11 Correlación #4, % de grava y gravedad específica

Ecuación – Grado de correlación\

$$Gs = -0.0124G^2 + 0.2049G + 1.7747 \rightarrow R^2 = 74.58\%$$

Para la interpretación gráfica entre el porcentaje de grava (G) y la gravedad específica (Gs) se utilizaron 10 de 12 muestras para tener un mejor grado de correlación en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es inversa; es decir, mientras mayor es el porcentaje de grava en la muestra de suelo, menor será el valor de gravedad específica.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 74.58% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.5 Correlación #5

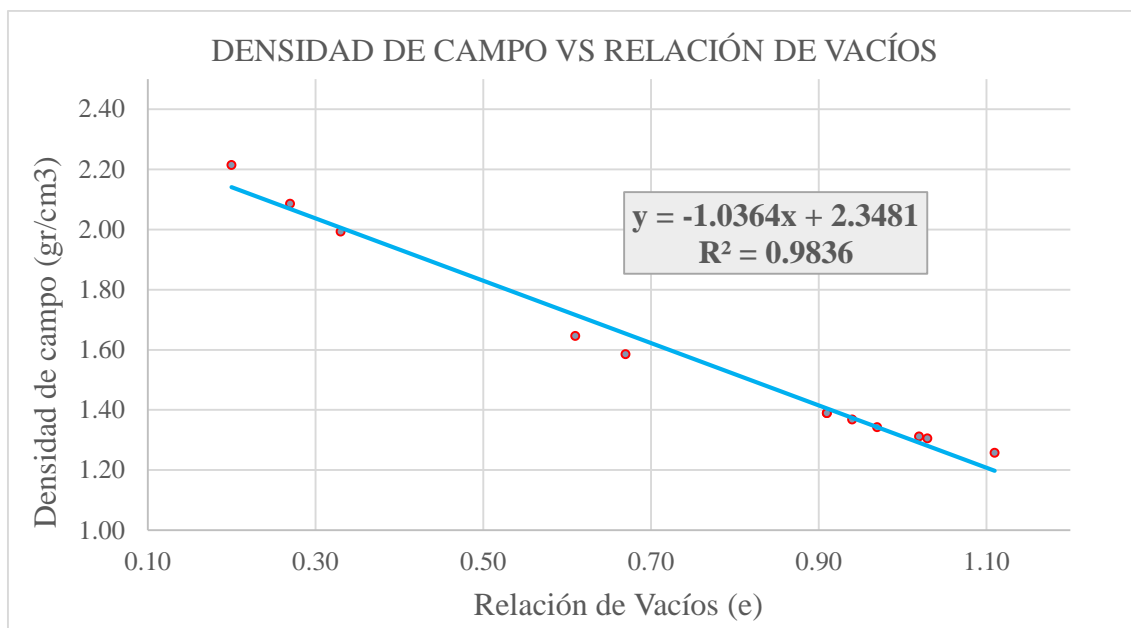


Figura 12 Correlación #5, relación de vacíos y densidad de campo

Ecuación – Grado de correlación

$$\gamma d = -1.0364e + 2.3481 \rightarrow R^2 = 98.36\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre la relación de vacíos (e) y la densidad de campo (γd) se utilizaron 12 muestras en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es inversa, es decir; que a mayor relación de vacíos, menor densidad tendrá el suelo.

La línea de tendencia que se ajusta a las variables en estudio es la lineal, que refleja un coeficiente de correlación de 98.36% que en términos estadísticos se considera como excelente.

3.1.2.6 Correlación #6

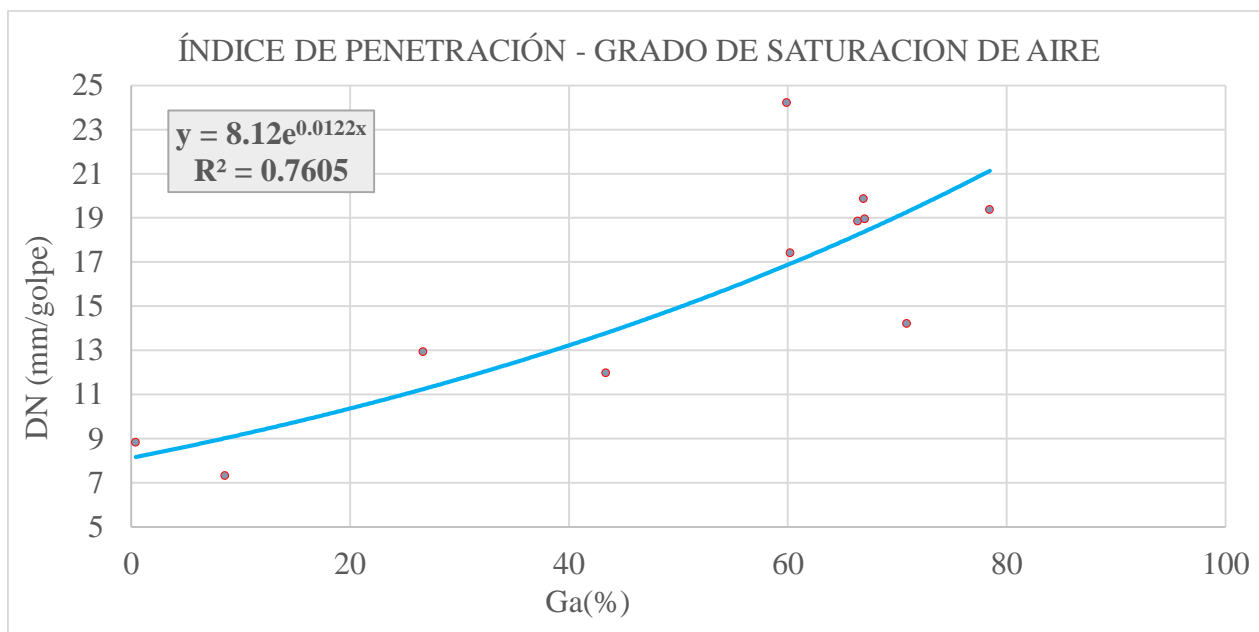


Figura 13 Correlación #6, grado de saturación de aire e índice de penetración

Ecuación – Grado de correlación

$$DN = 8.12e^{0.0122Ga} \rightarrow R^2 = 76.05\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre la relación entre el grado de saturación de aire (Ga) y el índice de penetración (DN) se utilizaron 11 muestras en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es directa, es decir; que a mayor grado de saturación de aire, mayor será el valor del índice de penetración.

La línea de tendencia que se ajusta a las variables en estudio es exponencial, que refleja un coeficiente de correlación de 76.05% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.7 Correlación #7

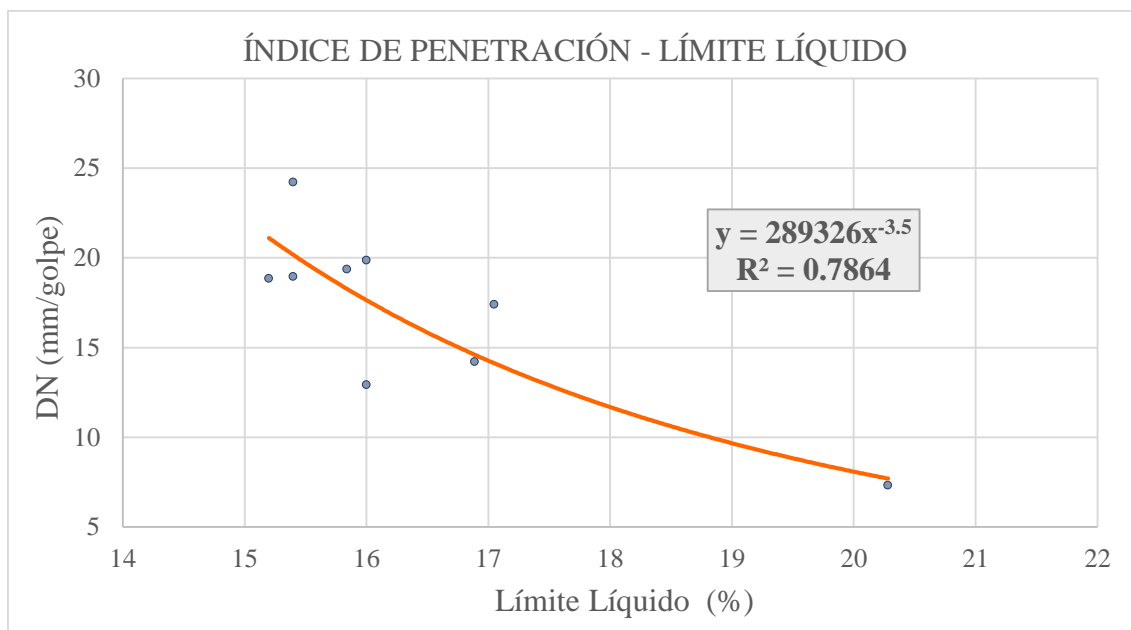


Figura 14 Correlación #7, límite líquido e índice de penetración.

Ecuación – Coeficiente de correlación

$$DN = 289326(LL)^{-3.5} \rightarrow R^2 = 78.64\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre la relación del límite líquido (LL) y el índice de penetración (DN) se utilizaron 11 muestras en donde se visualiza que la relación de proporción entre estos dos parámetros es inversa, es decir; mientras el límite líquido de la muestra es mayor, menor será el valor del índice de penetración.

La línea de tendencia que se ajusta a las variables en estudio es exponencial, que refleja un coeficiente de correlación de 78.64% que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.8 Correlación #8

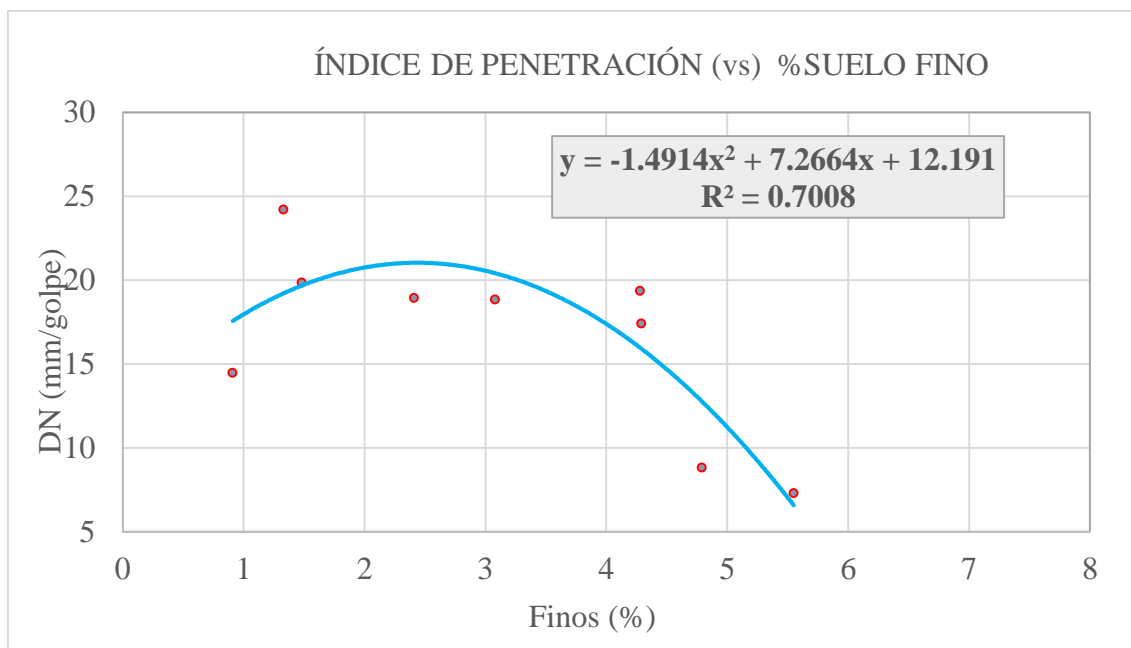


Figura 15 Correlación #8, % de suelo fino e índice de penetración

Ecuación – Grado de correlación

$$DN = -1.4914F^2 + 7.2664F + 12.191 \rightarrow R^2 = 70.08$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el porcentaje de suelo fino (F) y el índice de penetración (DN) se utilizaron 9 de 12 muestras para obtener un mejor grado de correlación, de la cual se aprecia que la relación entre estos dos parámetros es directa, es decir, a mayor porcentaje de suelo fino en la muestra, mayor será el índice de penetración.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 70.08%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.9 Correlación #9

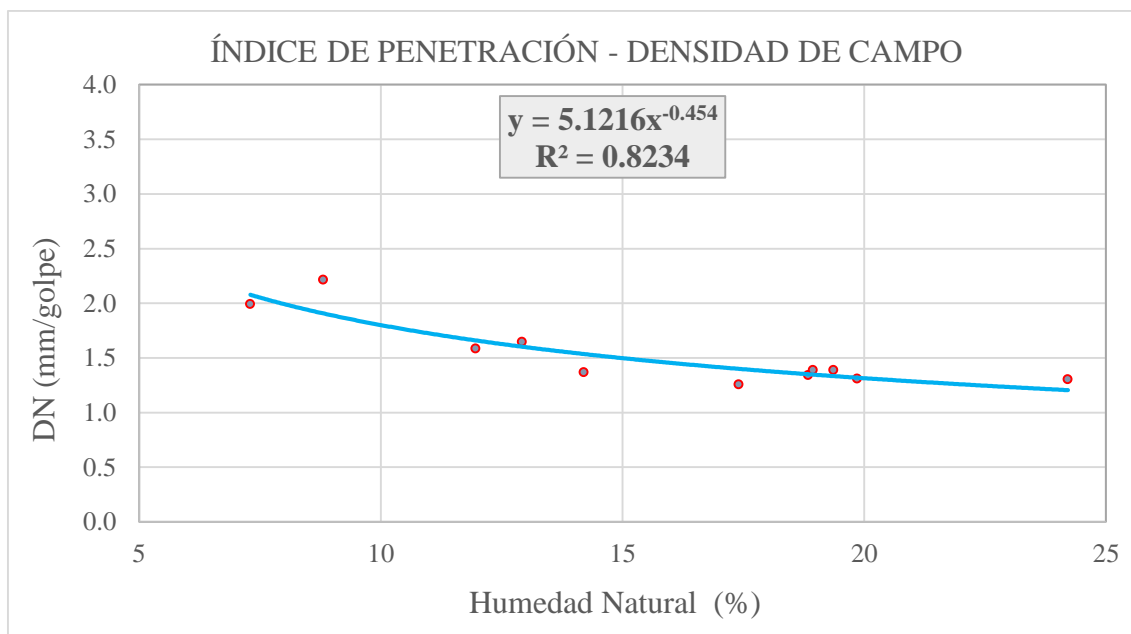


Figura 16 Correlación #9,c contenido de humedad natural e índice de penetración

Ecuación – Grado de correlación

$$DN = 5.1216(w_{nat})^{-0.454} \rightarrow R^2 = 82.34\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre el contenido de humedad natural (w_{nat}) y el índice de penetración (DN), se utilizaron 11 muestras de las cuales la relación proporcional entre estas dos propiedades es inversa, ya que al haber mayor contenido de humedad en una muestra, menor será el valor del índice de penetración.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la potencial, que refleja un coeficiente de correlación de 82.34%, que en términos estadísticos se considera como buena

3.1.2.10 Correlación #10

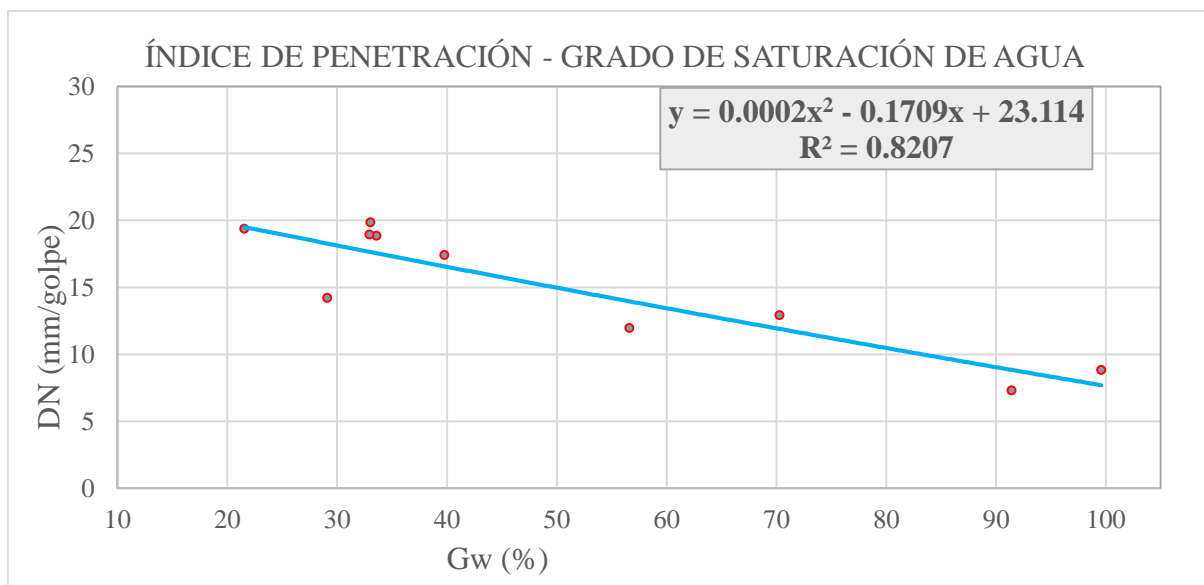


Figura 17 Correlación #10, grado de saturación de agua e índice de penetración

Ecuación – Grado de correlación

$$DN = 0.0002Gw^2 - 0.1709Gw + 23.114 \rightarrow R^2 = 82.07\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el grado de saturación de agua (Gw) y el índice de penetración (DN) se utilizó 10 de 12 muestras para obtener un mejor grado de correlación en la cual la relación entre las dos variables es inversamente proporcional es decir a mayor grado de saturación de agua, menor será el valor del índice de penetración.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 82.07%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.11 Correlación #11

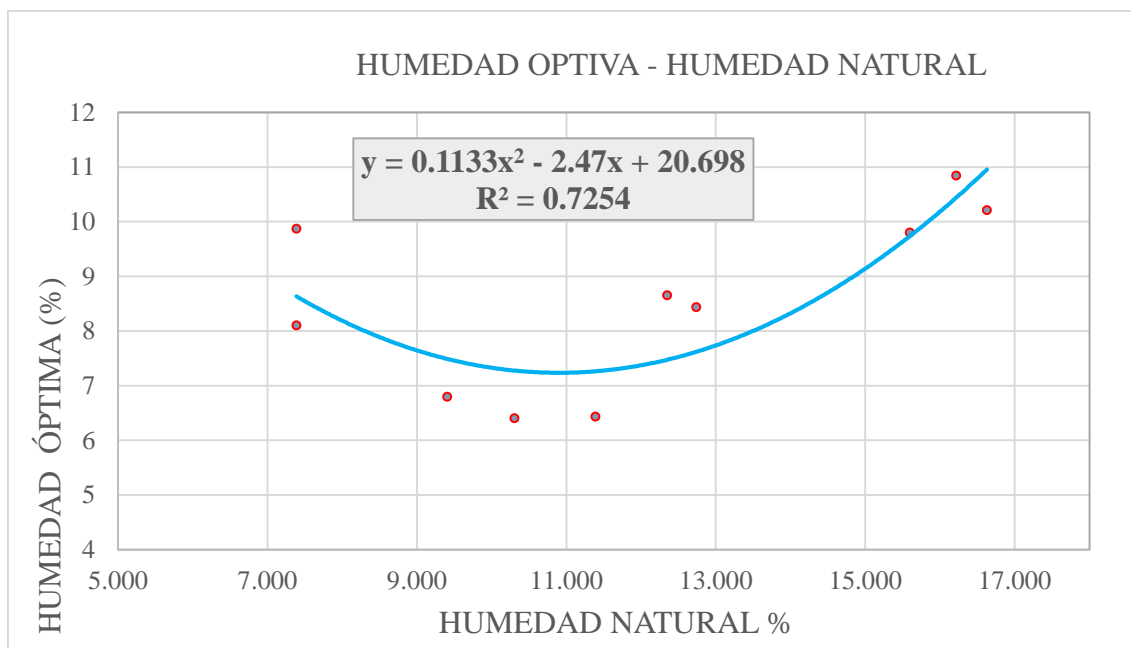


Figura 18 Correlación #11, contenido de humedad natural y contenido de humedad óptimo

Ecuación – Grado de correlación

$$W_{opt} = 0.1133(W_{nat})^2 - 2.47w_{nat} + 20.698 \rightarrow R^2 = 72.54\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre el contenido de humedad óptimo (W_{opt}) y el contenido de humedad natural (w_{nat}) se tomaron 10 muestras para tener una correlación más exacta en la cual las variables tienen una relación de proporción directa es decir a mayor valor de contenido de humedad natural, mayor será el valor del contenido de humedad óptimo.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 72.54%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.12 Correlación #12

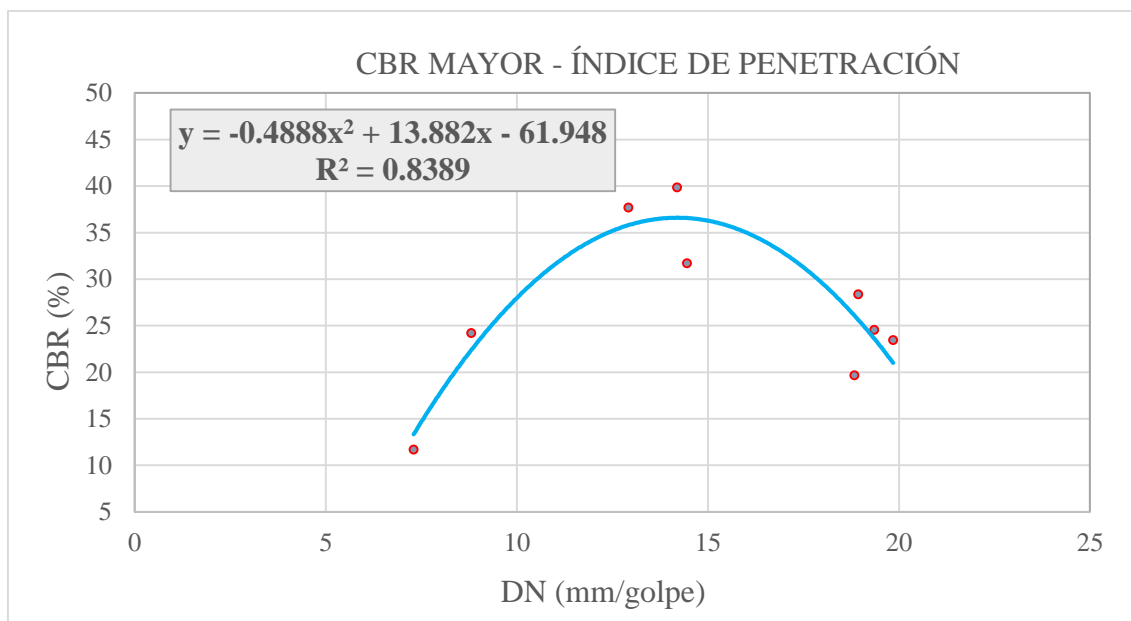


Figura 19 Correlación #12, Índice de penetración y CBR

Ecuación – Grado de correlación

$$CBR = -0.4888DN^2 + 13.882DN - 61.948 \rightarrow R^2 = 83.89\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre el índice de penetración (DN) y el CBR se utilizaron 9 de 12 muestras para obtener un buen grado de correlación, de los cuales la relación de proporción entre estos dos ensayos es inversa, es decir; a mayor número DN (Índice de penetración) menor resistencia tendrá el suelo (CBR)

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 83.89%, que en términos estadísticos se considera como buena

3.1.2.13 Correlación #13

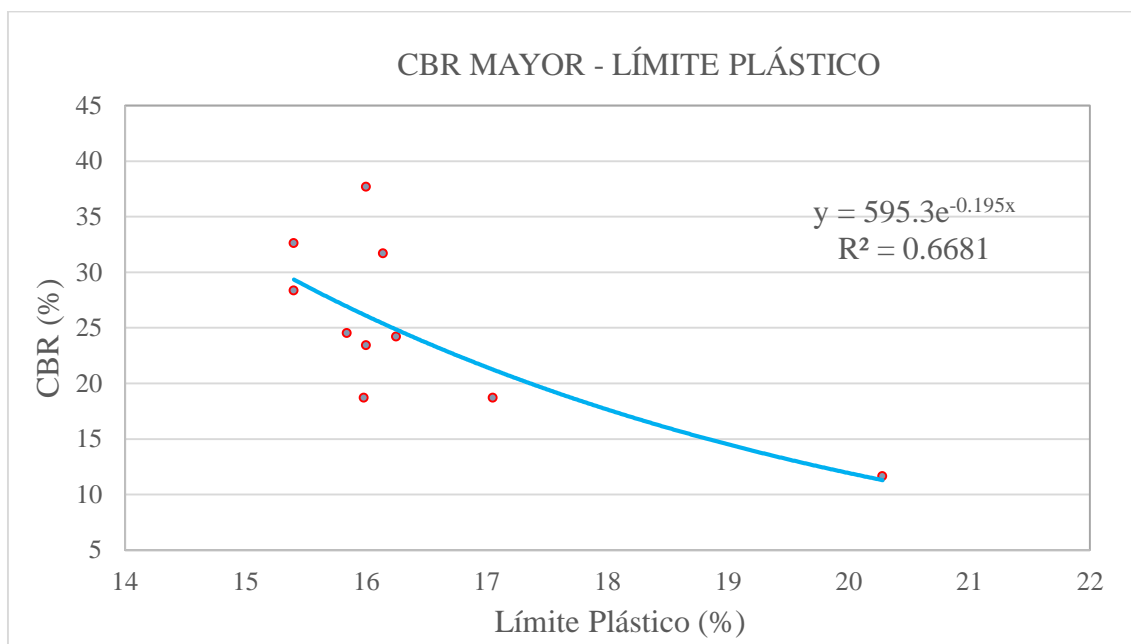


Figura 20 Correlación #13 Límite plástico y CBR

Ecuación – Grado de correlación

$$CBR = 595.3e^{-0.195LP} \rightarrow R^2 = 66.81\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre el límite plástico (LP) y el CBR se utilizaron 10 de 12 muestras de las cuales el factor de correlación es inversamente proporcional; es decir, a mayor valor de límite plástico, menor será el valor de CBR de la muestra de suelo.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la exponencial que refleja un coeficiente de correlación de 66.81%, que en términos estadísticos se considera como aceptable.

3.1.2.14 Correlación #14

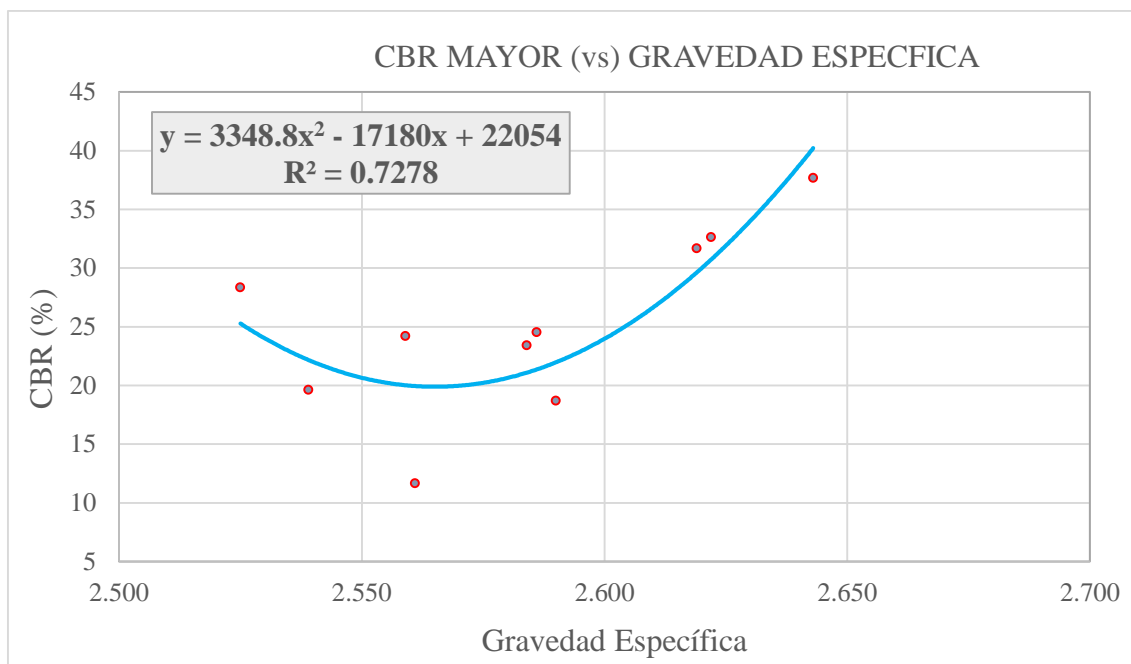


Figura 21 Correlación #14, gravedad específica y CBR

Ecuación – Grado de correlación

$$CBR = 3348.8Gs^2 - 1780Gs + 22054 \rightarrow R^2 = 72.78\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre la gravedad específica (G_s) y el CBR se utilizaron 10 de 12 muestras para obtener un mejor factor de correlación de los cuales, la relación de proporción entre estos dos ensayos es directa; es decir, a mayor gravedad específica del suelo, mayor será el valor de CBR.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 72.78%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.15 Correlación #15

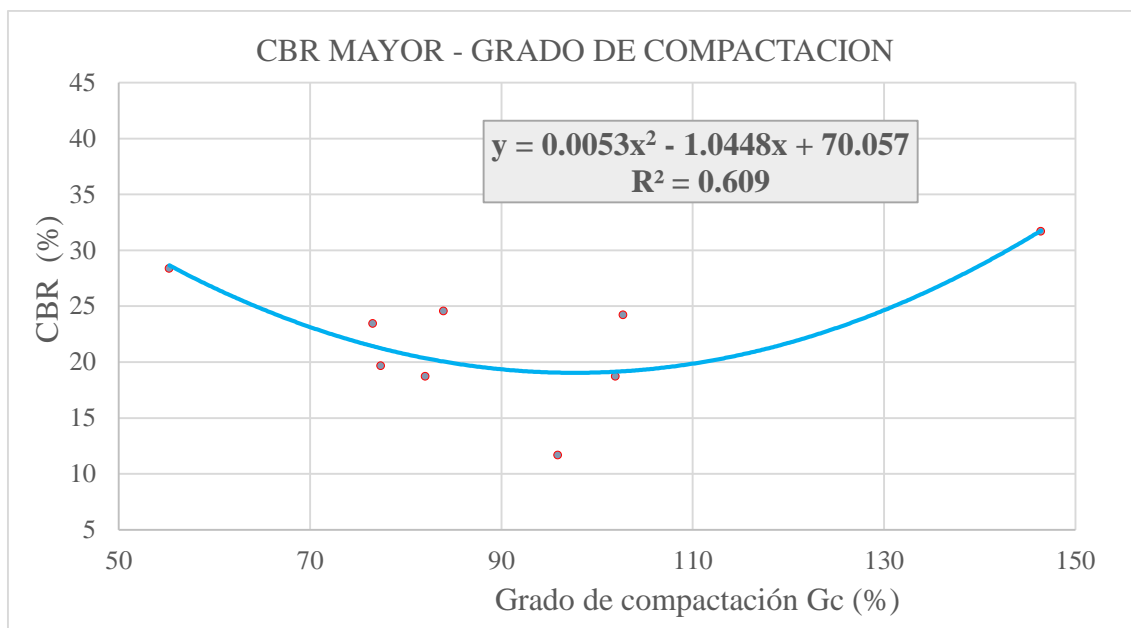


Figura 22 Correlación #15, grado de compactación y CBR

Ecuación – Grado de compactación

$$CBR = 0.0053Gc^2 - 1.0448Gc + 70.057 \rightarrow R^2 = 60.90\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el grado de compactación del suelo (G_c) y el CBR se utilizaron 9 de 12 muestras para obtener un mejor factor de correlación de los cuales, la relación de proporción entre estos dos ensayos es inversa, es decir; a mayor grado de compactación, menor será el valor de CBR.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 60.90%, que en términos estadísticos se considera como aceptable

3.1.2.16 Correlación #16

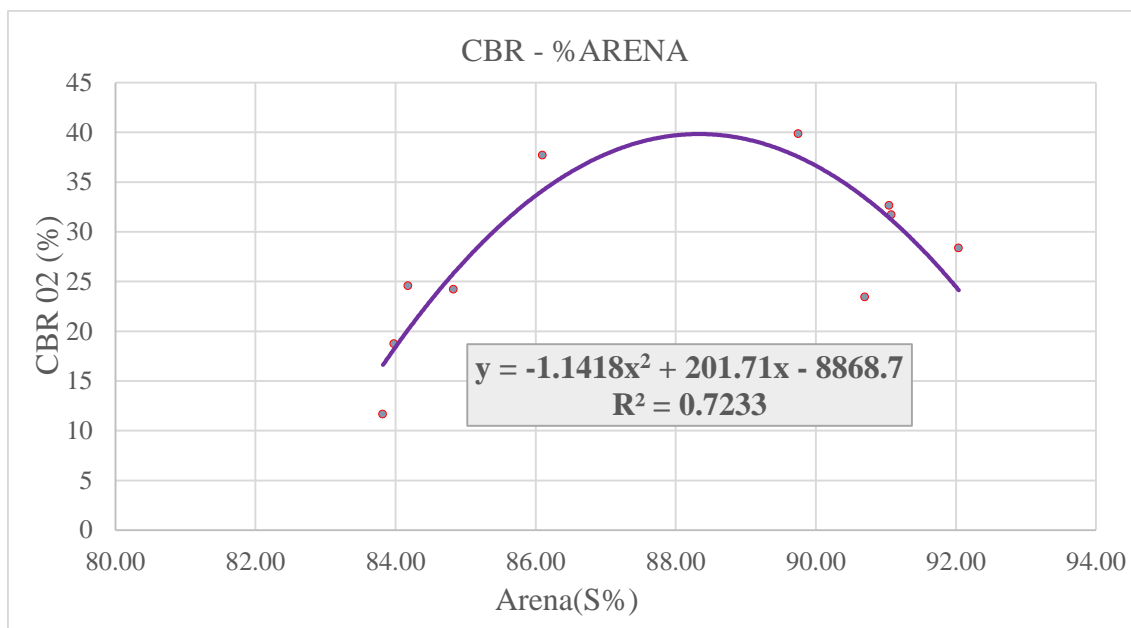


Figura 23 Correlación #16, % de arena y CBR

Ecuación – Grado de correlación

$$CBR = -1.1418(S)^2 + 201.7(S) - 8868.7 \rightarrow R^2 = 72.33\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el porcentaje de suelo arenoso (S) y el CBR se utilizaron 10 de 12 muestras para obtener un mejor factor de correlación de los cuales, la relación de proporción entre estos dos parámetros es directa, es decir; a mayor contenido de arena en la muestra, el valor de CBR incrementará (en relación a limos y arcillas)

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la polinómica de grado 2, que refleja un coeficiente de correlación de 72.33%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.17 Correlación #17

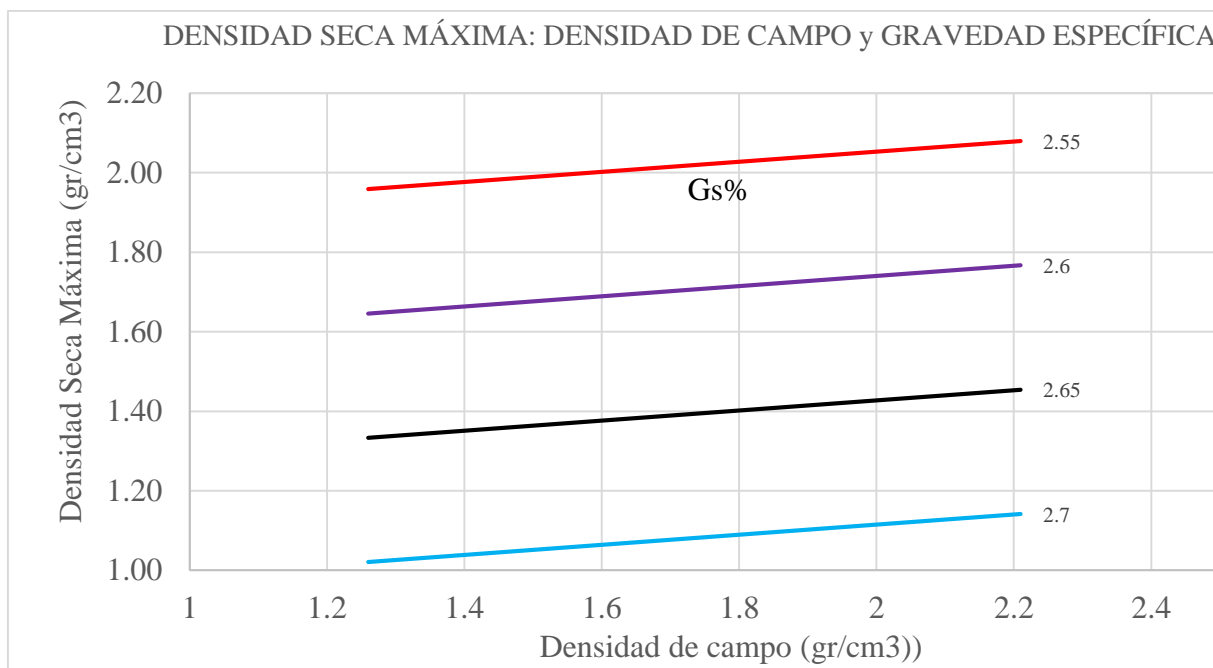


Figura 24 Correlación #17, Densidad de campo – Gravedad específica y la densidad seca máxima

Ecuación – Grado de correlación

$$\gamma d_{max} = 17.741 + 0.127(\gamma d) - 6.252(Gs) \rightarrow R^2 = 61.20\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre la densidad de campo (γd) y la gravedad específica (G_s) con la densidad seca máxima (γd_{max}) se utilizaron 11 de 12 muestras para obtener una mejor correlación; en donde, la relación de proporción es directa, ya que, al aumentar el valor de la densidad de campo, mayor será el valor de gravedad específica, haciendo que la densidad seca máxima incremente.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la lineal múltiple de 3 variables, que refleja un coeficiente de correlación de 61.20%, que en términos estadísticos se considera como aceptable.

3.1.2.18 Correlación #18

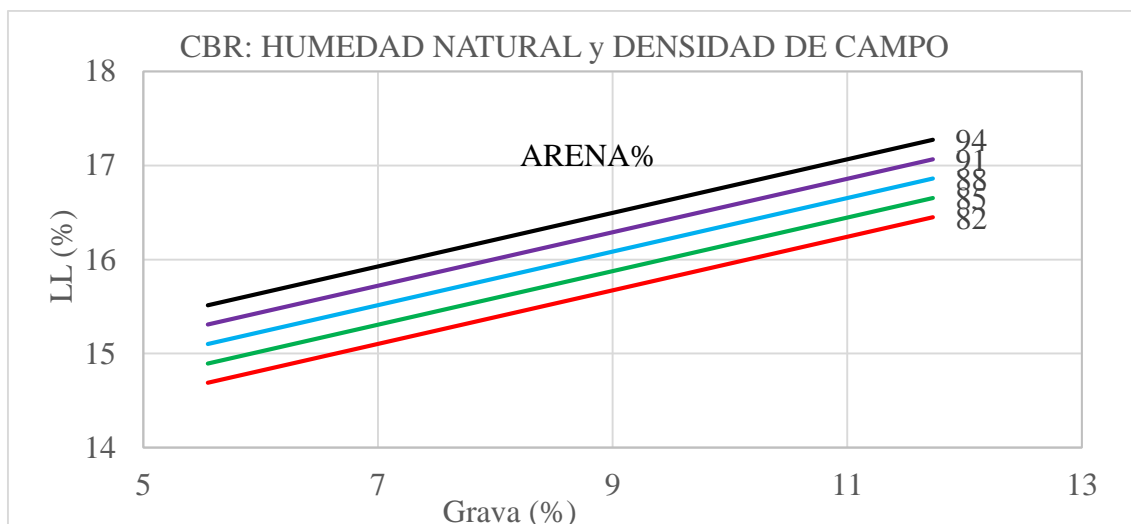


Figura 25 Correlación#18, % de grava – arena y el límite líquido

Ecuación – Grado de correlación

$$LL = 5.029 + 5.414 \log(G) + 0.069(S) \rightarrow R^2 = 53.45\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el porcentaje de grava (G) y arena (S) con el límite líquido (LL) se utilizaron 10 de 12 muestras para obtener un grado de correlación más elevado; en donde, la relación de proporción es inversa, ya que, a menor contenido de humedad, mayor será la densidad del suelo, y al ser el suelo más denso, menor será el índice de penetración.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la logarítmica múltiple de 3 variables, que refleja un coeficiente de correlación de 88.12%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.19 Correlación #19

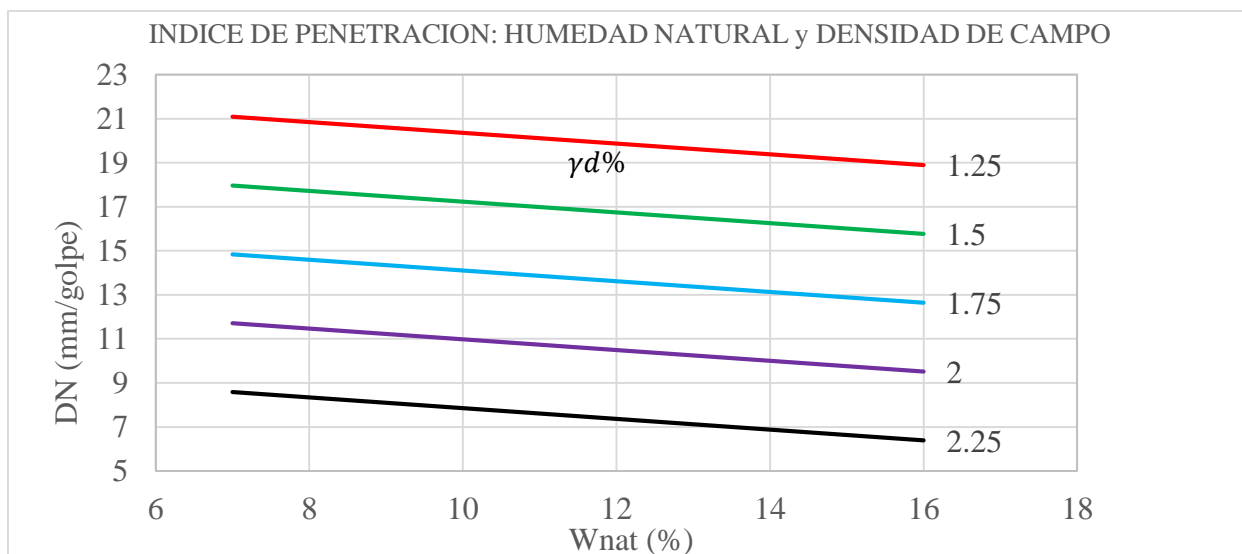


Figura 26 Correlación #19, contenido de humedad natural – densidad de campo e índice de penetración

Ecuación – Grado de correlación

$$DN = 41.897 - 6.12 \log W_{nat} - 12.505 \gamma_d \rightarrow R^2 = 62.88\%$$

Análisis de resultados

Para la interpretación gráfica entre el contenido de humedad natural (W_{nat}) y la densidad de campo (γ_d) con el índice de penetración (DN) se utilizaron 12 muestras; en donde, la relación de proporción es inversa, ya que, a menor contenido de humedad, mayor será la densidad del suelo, y al ser el suelo más denso, menor será el índice de penetración.

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la logarítmica múltiple de 3 variables, que refleja un coeficiente de correlación de 88.12%, que en términos estadísticos se considera como buena.

3.1.2.20 Correlación #20

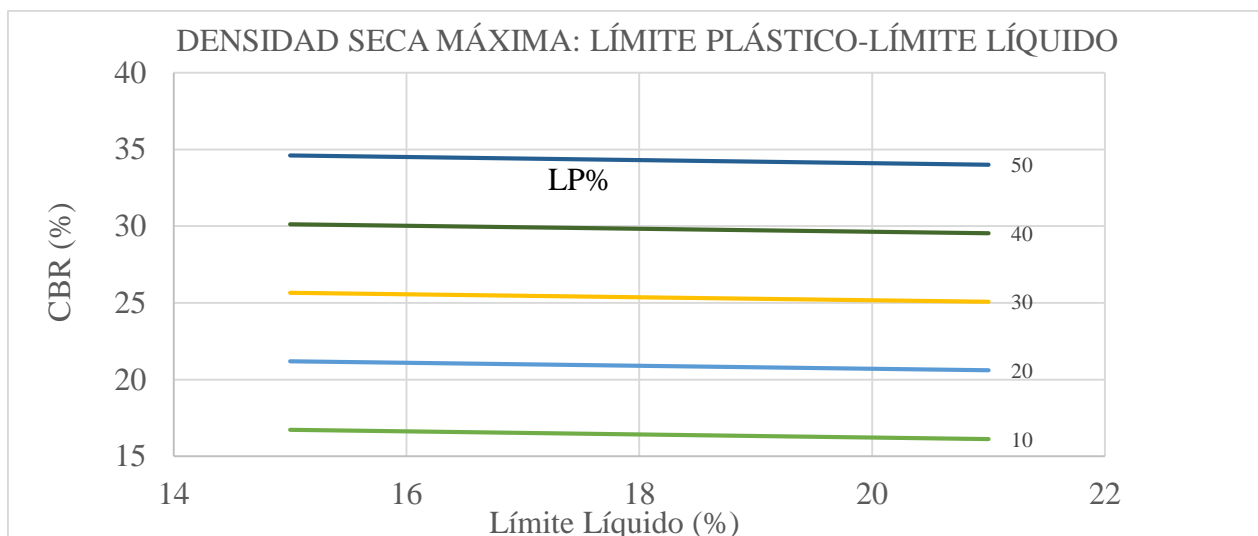


Figura 27 Correlación #20, límite líquido – límite plástico y el CBR

Ecuación – Grado de correlación

$$CBR = \log(4.458) - 4.061 \log(LL) + 1.489 \log(LP) \rightarrow R^2 = 83.80\%$$

Análisis de resultado

Para la interpretación gráfica entre el límite líquido (LL) y límite plástico (LP) con el CBR se utilizaron 11 de 12 muestras para obtener un mejor grado de correlación; en donde, la relación de proporción es directa, ya que, al tener aumentar el límite líquido de una muestra, el límite plástico también subirá y, por lo tanto, el valor del CBR será mayor

La línea de tendencia que mejor se ajusta a las variables en estudio es la potencial múltiple de 3 variables, que refleja un coeficiente de correlación de 83.80%, que en términos estadísticos se considera como buena

3.1.2.21 Cuadro resumen de las correlaciones planteadas

#	Ecuación	R ²	# muestras
Correlación de propiedades índice			
1	$LL = 0.1289LP^2 - 4.3455LP + 52.446$	81.72%	11
2	$W_{nat} = -0.0061Gw^2 + 0.7237Gw - 4.9757$	85.71%	12
3	$LP = 0.0348DN^2 - 1.3166DN + 29.434$	80.11	10
4	$Gs = -0.0124G^2 + 0.2049G + 1.7747$	74.58%	10
4	$W_{nat} = 0.03Gs^2 - 0.0624Gs + 2.8693$	89.17%	10
5	$\gamma d = -1.0364e + 2.3481$	98.36%	12
11	$W_{opt} = 0.1133(W_{nat})^2 - 2.47w_{nat} + 20.698$	72.54%	10
17	$\gamma d_{max} = 17.741 + 0.127(\gamma d) - 6.252(Gs)$	61.20	11
18	$LL = 5.029 + 5.414 \log(G) + 0.069(S)$	53.45	10
Correlaciones DCP			
6	$DN = 8.12e^{0.0122Ga}$	76.05%	11
7	$DN = 289326(LL)^{-3.5}$	78.64%	11
8	$DN = -1.4914F^2 + 7.2664F + 12.191$	70.08%	9
9	$DN = 5.1216(w_{nat})^{-0.454}$	82.34%	11
10	$DN = 0.0002Gw^2 - 0.1709Gw + 23.114$	82.07%	10
19	$DN = 41.897 - 6.12 \log W_{nat} - 12.505\gamma_d$	62.88%	12
Correlaciones CBR			
12	$CBR = -0.4888DN^2 + 13.882DN - 61.948$	83.89%	9
13	$CBR = 595.3e^{-0.195LP}$	66.81%	10
14	$CBR = 3348.8Gs^2 - 1780Gs + 22054$	72.78%	10
15	$CBR = 0.0053Gc^2 - 1.0448Gc + 70.057$	60.90%	9
16	$CBR = -1.1418(S)^2 + 201.7(S) - 8868.7$	72.33%	10
20	$CBR = \log 4.458 - 4.061 \log(LL) + 1.489 \log(LP)$	83.80%	12

Tabla 24 Resumen de las correlaciones ejecutadas en la investigación

3.1.3 Etapa 3 – Diseño de pavimento flexible método AASHTO T-93

El paquete estructural del pavimento flexible se diseña en función de la resistencia del suelo (CBR), valores obtenidos en la etapa #1; de las 6 vías analizadas, se escogerá la vía que presente mayor flujo vehicular en este caso es la calle 24 de mayo (muestra 7 y 8)

Para el diseño del pavimento, se va a comparar el valor de CBR obtenido por correlaciones realizadas en el trabajo de investigación y el valor de CBR obtenido en laboratorio para comprobar su grado de efectividad. La correlación con la que se va a comparar el valor CBR de laboratorio de la muestra 7 es la correlación #12 que presenta un coeficiente de correlación igual a 83.89%. y para la muestra 8 la correlación #20 con que presenta un coeficiente de correlación igual a 83.80%

$$CBR7 = -0.4888DN7^2 + 13.882DN7 - 61.948$$

$$CBR7 = -0.4888D(12.92)^2 + 13.882(12.92) - 61.948$$

$$CBR7 = 35.81\% \text{ (por correlación)}$$

$$CBR7 = 37.68\% \text{ (de laboratorio)}$$

$$CBR8 = \log 4.458 - 4.061 \log(LL8) + 1.489 \log(LP8)$$

$$CBR8 = \log 4.458 - 4.061 \log(15.98) + 1.489 \log(15.10)$$

$$CBR8 = 18.25\% \text{ (por correlación)}$$

$$CBR8 = 18.69\% \text{ (de laboratorio)}$$

- Tráfico promedio diario anual (TPDA)

El conteo vehicular de la calle 24 de Mayo se lo realizó en un intervalo de 12 horas, iniciando a las 6am y finalizando a las 18pm durante 7 días consecutivos, empezando el día lunes, 19 de junio del 2023 y finalizando el día domingo, 25 de junio del 2025

De la totalidad de vehículos contados en la semana, el día domingo fue el que más flujo vehicular tuvo, a razón de que el día domingo se realiza la feria o mercadeo de productos en dicha parroquia y la hora con mayor afluencia vehicular fue en el lapso de las 8:00 am y 9:00am de la mañana.

Vía:	24 de mayo	Año de conteo:	2023	# de días: 7	
Sentido de vía:	2	Mes de conteo:	Julio	Horario: 6:00 - 18:00	
Hora Pico	Livianos	Pesados		Buses	Total
		2D	2DA		
8:00 - 8:15	14	7	1	0	22
8:15 - 8:30	8	4	3	0	15
8:30 - 8:45	3	2	1	0	6
8:45 - 9:00	4	1	1	0	6
Total	29	14	6	0	49
Total %	59.18	28.57	12.24	0.00	100

Tabla 25 Datos de conteo vehicular en la hora con más afluencia vehicular

- Factor hora pico

$$FHP = \frac{VHDM}{N * Q_{15máx}}$$

$$FHP = \frac{(29 + 14 + 6)}{4 * 22}$$

$$FHP = 0.56 \rightarrow \text{asumo } \mathbf{1}$$

- Porcentaje de la treintava hora

$$TPDA = \frac{\text{Total Vehiculos} * FHP}{k}$$

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

Tabla 26 factor k rural seleccionado para el TPDA

Tomando en cuenta que la parroquia es rural y el flujo vehicular no es elevado, se tomará un valor k igual a 17%

- TPDA vehículos livianos

$$TPDA_{livianos} = \frac{29 * 1}{0.17}$$

$$TPDA_{livianos} = 170.59 = 171 \text{ veh/día}$$

- TPDA vehículos pesados 2D

$$TPDA_{\text{pesados2D}} = \frac{(14) * 1}{0.17}$$

$$TPDA_{\text{pesados2D}} = 82.35 = 83 \text{ veh/día}$$

- TPDA vehículos pesados 2DA

$$TPDA_{\text{pesados2DA}} = \frac{(6) * 1}{0.17}$$

$$TPDA_{\text{pesados2DA}} = 35.29 = 36 \text{ veh/día}$$

- Tráfico promedio diario anual actual

$$TPDA = TPDA_{\text{livianos}} + TPDA_{\text{pesados2D}} + TPDA_{\text{pesados2DA}}$$

$$TPDA = 171 + 83 + 36$$

$$\mathbf{TPDA = 289vehículos/día}$$

- Tráfico promedio diario anual para el primer año

$$TPDA_{1er \text{ año}} = TPDA_{\text{actual}} * (i + 1)^1$$

Periodo	Livianos	Camiones
2015 - 2020	3.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.74
2025 - 2030	3.25	1.58
2030 - 2035	3.25	1.58
2035 - 2040	3.25	1.58
2040 - 2045	3.25	1.58

Tabla 27 Tasa de crecimiento por años de vehículos livianos y pesados

$$TPDA_{1er \text{ año liviano}} = 171 * (1 + 3.57\%)^1$$

$$TPDA_{1er \text{ año liviano}} = 177.10 = 177 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{1er \text{ año pesados2D}} = 83 * (1 + 1.74\%)^1$$

$$TPDA_{1er \text{ año pesados2D}} = 84.44 = 84 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{1er\ año\ pesado2DA} = 36 * (1 + 1.74\%)^1$$

$$TPDA_{1er\ año\ pesado2DA} = 36.63 = 37\ veh/día$$

$$TPDA_{TOTAL\ 1er\ año} = (177 + 84 + 37)\ veh/día$$

$$TPDA_{TOTAL\ 1er\ año} = 298\ vehículos/día$$

- Tráfico atraído

$$T_{atr} = 10\% * TPDA_{TOTAL\ 1er\ año}$$

$$T_{atr\ livianos} = 0.10 * 177$$

$$T_{atr\ livianos} = 17.70 = 18\ veh/día$$

$$T_{atr\ pesados2D} = 0.10 * 84$$

$$T_{atr\ pesados2D} = 8.4 = 8\ veh/día$$

$$T_{atr\ pesados2DA} = 0.10 * 37$$

$$T_{atr\ pesados} = 3.7 = 4\ veh/día$$

$$T_{atr\ Total} = (18 + 8 + 4)\ veh/día$$

$$T_{atr\ Total} = 30\ veh/día$$

- Tráfico generado

$$T_{gen} = 20\% * TPDA_{TOTAL\ 1er\ año}$$

$$T_{gen\ livianos} = 0.20 * 177$$

$$T_{gen\ livianos} = 35.42 = 35\ veh/día$$

$$T_{gen} \text{ pesados2D} = 0.20 * 84 \text{ veh/día}$$

$$T_{gen} \text{ pesados2D} = 16.80 = 17 \text{ veh/día}$$

$$T_{gen} \text{ pesados2DA} = 0.20 * 37 \text{ veh/día}$$

$$T_{gen} \text{ pesados} = 7.40 = 7 \text{ veh/día}$$

$$T_{gen \text{ Total}} = (35 + 17 + 7) \text{ veh/día}$$

$$T_{gen \text{ Total}} = 59 \text{ veh/día}$$

- Tráfico desarrollado

$$T_d = 5\% * TPDA_{TOTAL \text{ 1er año}}$$

$$T_d \text{ livianos} = 0.05 * 177$$

$$T_d \text{ livianos} = 9 \text{ veh/día}$$

$$T_d \text{ pesados2D} = 0.05 * 84 \text{ veh/día}$$

$$T_d \text{ pesados2D} = 4 \text{ Veh/día}$$

$$T_d \text{ pesados2DA} = 0.05 * 37 \text{ veh/día}$$

$$T_d \text{ pesados2DA} = 1.83 = 2 \text{ veh/día}$$

$$T_d \text{ Total} = (9 + 4 + 2) \text{ veh/día}$$

$$T_d \text{ Total} = 15 \text{ veh/día}$$

- Tráfico actual aproximado

$$T_{aprox} = TPDA_{TOTAL \text{ 1er año}} + T_{atr \text{ Total}} + T_{gen \text{ Total}} + T_d \text{ Total}$$

$$T_{aprox} = 402 \text{ veh/día}$$

Vehículo	TPDA	Índice de crecimiento i%	TPDA 1er año	Tatr	Tgen	Td	Tactual (Ta)
Livianos	171.00	3.57	177	18	35	9	239
Pesados	36.00	1.74	84	8	17	4	113
Buses	0.00	1.78	37	4	7	2	50
Tráfico Actual Total							402

Tabla 28 cuadro resumen de tráfico actual total

- Periodo de diseño

La pavimentación de la calle 24 de mayo tendrá un periodo de vida útil de 20 años ya que el flujo vehicular es moderado, es decir, la vía se diseñará para el año 2043

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

Tabla 29 Periodo de diseño en función del tipo de carretera

- Tráfico futuro (año 2043)

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

Tabla 30 Tasa de crecimiento del tráfico a lo largo de los años

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

$$Tf_{livianos} = 239 \frac{veh}{dia} * (3.25\% + 1)^{20}$$

$$Tf_{livianos} = 453.11 = 453 \text{ veh/dia}$$

$$Tf_{pesados2D} = \frac{113veh}{dia} * (1.58\% + 1)^{20}$$

$$Tf_{pesados2D} = 154.61 = 155 veh/dia$$

$$Tf_{pesados2DA} = 50 \frac{veh}{dia} * (1.58\% + 1)^{20}$$

$$Tf_{pesados2DA} = 68.95 = 69veh/dia$$

$$Tf_{Total} = 453 + 155 + 69 (veh/dia)$$

$$Tf_{Total} = 677 veh/dia$$

- Tipo de vía a diseñar

En función del tráfico futuro esperado para el año 2043 (677 veh/dia), el diseño del pavimento que se va a diseñar es para una vía colectora tipo 3.

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

Tabla 31 Tipo de vía a diseñar en función del tráfico futuro

- Factor de daño

El factor de daño a considerar son de los vehículos tipo 2DA que son los que sobrepasan las 8.2 toneladas. A pesar de ello también se tomará en cuenta los vehículos tipo 2D.

Factor de daño según el peso de cada vehículo									
Tipo	Simple		Simple Doble		Tandem		Tridem		Factor Daño
	P(ton)	$\left(\frac{P}{6.6}\right)^4$	P(ton)	$\left(\frac{P}{8.2}\right)^4$	P(ton)	$\left(\frac{P}{15}\right)^4$	P(ton)	$\left(\frac{P}{23}\right)^4$	
Bus	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
2D	3	0.043	-	-	-	-	-	-	0.178
	4	0.135	-	-	-	-	-	-	
2DA	3	0.043	-	-	-	-	-	-	1.308

	7	1.265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.504
3 - A	7	1.265	-	-	20	3.160	-	-	4.426
4 - C	7	1.265	-	-	-	-	24	-	2.451

Tabla 32 Coeficientes de factor de daño en función del tonelaje de los vehículos

Distribución de ejes por carril

%W18	# carriles por sentido
100	1
80 - 100	2
60 - 80	3
50 - 75	4 o más

Tabla 33 Porcentaje de w18 en función del número de carriles por sentido

- Número de ejes equivalentes W18

$$w_{18} = (Fd * Tf_{pesados2D} * 365) + (Fd * Tf_{pesados2DA} * 365)$$

AÑO	% tasa de crecimiento i			Tráfico futuro			Total	W18 parcial	W18 aculado	W18 x dirección
	Liviano	Bus	Camion	Liviano	2D	2DA				
2023	3.57	1.78	1.74	239	113	50	402	31212.61	31212.61	15606.305
2024	3.57	1.78	1.74	247	115	51	413	31819.97	63032.58	31516.29
2025	3.57	1.78	1.74	255	117	51	423	31949.91	94982.49	47491.245
2026	3.25	1.62	1.58	263	119	53	435	33034.69	128017.18	64008.59
2027	3.25	1.62	1.58	272	121	53	446	33164.63	161181.81	80590.905
2028	3.25	1.62	1.58	281	123	54	458	33771.99	194953.8	97476.9
2029	3.25	1.62	1.58	290	125	55	470	34379.35	229333.15	114666.575
2030	3.25	1.62	1.58	299	127	56	482	34986.71	264319.86	132159.93
2031	3.25	1.62	1.58	309	129	57	495	35594.07	299913.93	149956.965
2032	3.25	1.62	1.58	319	131	58	508	36201.43	336115.36	168057.68
2033	3.25	1.62	1.58	329	133	59	521	36808.79	372924.15	186462.075
2034	3.25	1.62	1.58	340	135	60	535	37416.15	410340.3	205170.15
2035	3.25	1.62	1.58	351	137	61	549	38023.51	448363.81	224181.905
2036	3.25	1.62	1.58	362	139	62	563	38630.87	486994.68	243497.34
2037	3.25	1.62	1.58	374	141	63	578	39238.23	526232.91	263116.455
2038	3.25	1.62	1.58	386	143	64	593	39845.59	566078.5	283039.25
2039	3.25	1.62	1.58	399	145	65	609	40452.95	606531.45	303265.725
2040	3.25	1.62	1.58	412	148	66	626	41125.28	647656.73	323828.365
2041	3.25	1.62	1.58	425	150	67	642	41732.64	689389.37	344694.685
2042	3.25	1.62	1.58	439	152	68	659	42340	731729.37	365864.685
2043	3.25	1.62	1.58	453	155	69	677	43012.33	774741.7	387370.85

Tabla 34 Numero de ejes equivalentes W18

- Nivel de confiabilidad

Confiabilidad R	Tipo de vía
-----------------	-------------

Rural	Urbano	
80 – 99.9	85 – 99.9	Interestelar y autopista
75 - 95	80 - 99	Arterias principales
75 - 95	80 - 95	Calles colectoras
50 - 80	50 - 80	Calles locales

Tabla 35 Nivel de confiabilidad de la vía

La calle 24 de mayo es una vía colectora tipo 3 por lo que el rango de confiabilidad se encuentra entre el 75% y 95%, por criterio de seguridad, el nivel de confiabilidad que se va a considerar es del 80%

- Desviación estándar normal (Z_r)

El valor Z_r va en función del nivel de confiabilidad seleccionado

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

Tabla 36 Valor de desviación estándar normal en función del nivel de confiabilidad

- Desviación estándar global (S_o)

El valor de desviación estándar global va a depender del tipo de pavimento que se va a diseñar, en este caso es un pavimento flexible

Desviación estándar global (So)	
Pavimentos flexibles	0.40 – 0.50
Pavimentos rígidos	0.30 – 0.40

Tabla 37 Desviación estándar global en función del tipo de pavimento

En el rango de valores de desviación estándar global para pavimento flexible se tomará el valor de 0.45

- Índice de serviciabilidad (ΔPSI)

Para diseño de pavimento flexible el $PSI_{Inicial}$, es 4.2 y el PSI_{Final} está en un rango de 2.00 a 3.00, siendo la vía a diseñar secundaria, se toma el valor de 2.

$$\Delta PSI = PSI_{Final} - PSI_{Inicial}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

- Módulo de resiliencia (Mr)

El módulo de resiliencia se calcula en función del valor de CBR del suelo, en el caso de la vía 24 de mayo, corresponden las muestras 7 y 8 de las cuales se tomará la muestra que tiene el menor valor de CBR, siendo la muestra #8 con un CBR = 18.69%

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65} \quad (7.2\% < CBR < 20\%)$$

$$Mr = 3000 * (18.69)^{0.65}$$

$$Mr = 20121.82 \text{ psi}$$

- Coeficientes del paquete estructural

Se necesita calcular los coeficientes (a_1, a_2, a_3) para calcular el valor SN que determina la dimensión final del pavimento a diseñar

Coeficiente de carpeta asfáltica (a_1)

En función de la norma AASHTO el valor mínimo de estabilidad determinada es 1800 libras

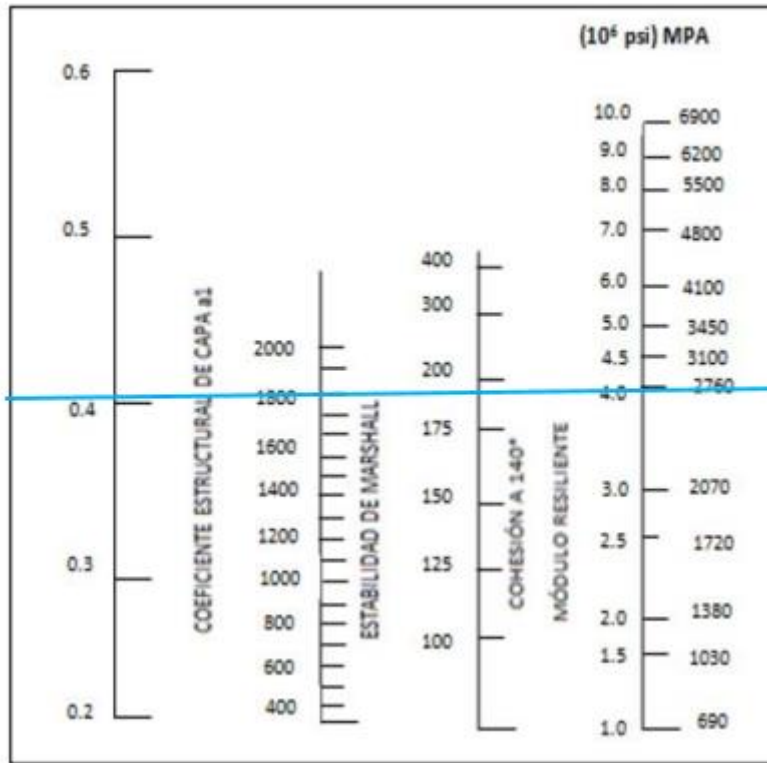


Figura 28 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_1

Módulo elástico		a_1
Psi	Mpa	
175000	1225	0.28
200000	1400	0.295
225000	1575	0.32
250000	1750	0.33
275000	1925	0.35
300000	2100	0.36
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2625	0.405
400000	2800	0.42
425000	2975	0.435
450000	3150	0.44

Figura 29 Módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica en función del coeficiente a_1

- Coeficiente de capa base (a_2)

El coeficiente seleccionado para la capa base va estar en función del valor del CBR del material que va a colocar como base, el cual, según el MOP 2003 establece que el valor mínimo de CBR para material de base es 80%.

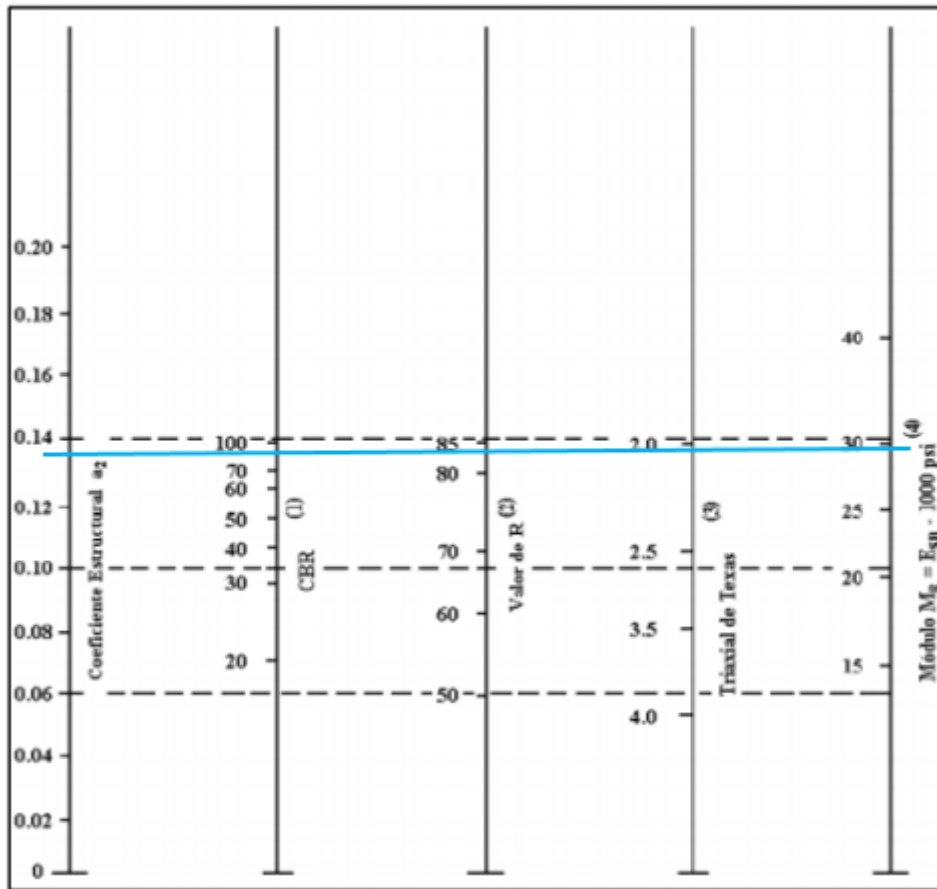


Figura 30 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_2

Agregado para material Base	
CBR	a_2
45	0.112
50	0.115
55	0.12
60	0.125
70	0.13
80	0.133
90	0.137
100	0.14

Tabla 38 CBR del material granular para base en función del coeficiente a_2

- Coeficiente de capa subbase a_3

La capa que conformará la subbase del pavimento debe tener un valor de CBR mínimo de 30%.

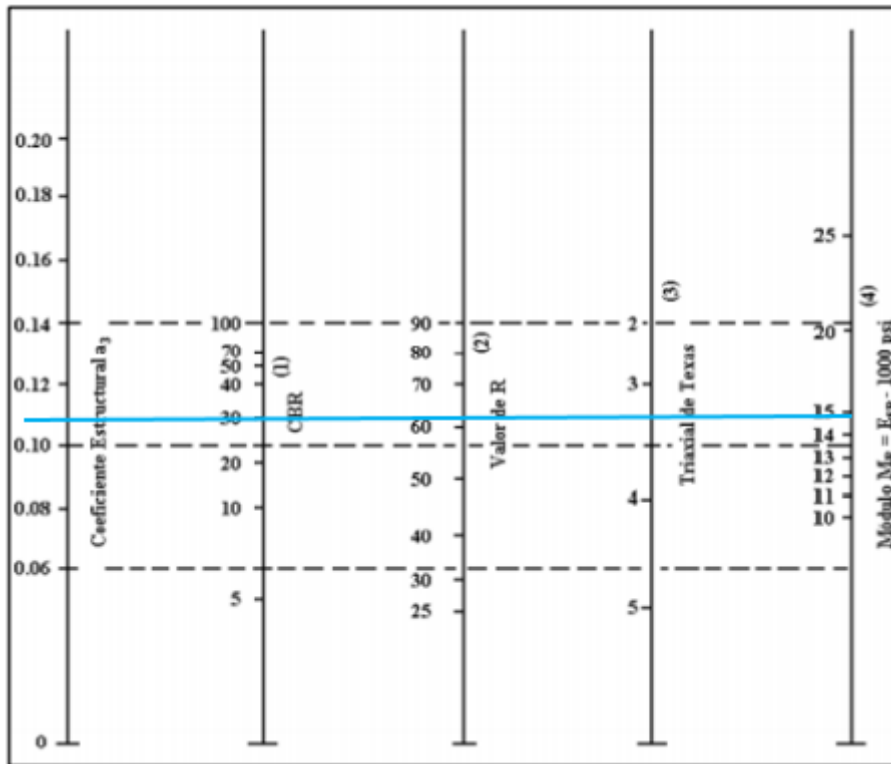


Figura 31 Nomograma para el cálculo de coeficiente a_3

Material para subbase	
CBR	a_3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115

Tabla 39 Valor de CBR para la subbase en función del coeficiente a_3

Coeficiente de drenaje de la capa base y subbase m_2 y m_3

Según la estación hidrológica M0004 Rumipamba – Salcedo que es la más cercana a la parroquia Mulaló, el mes de mayo es el que mayores días de precipitación ha tenido

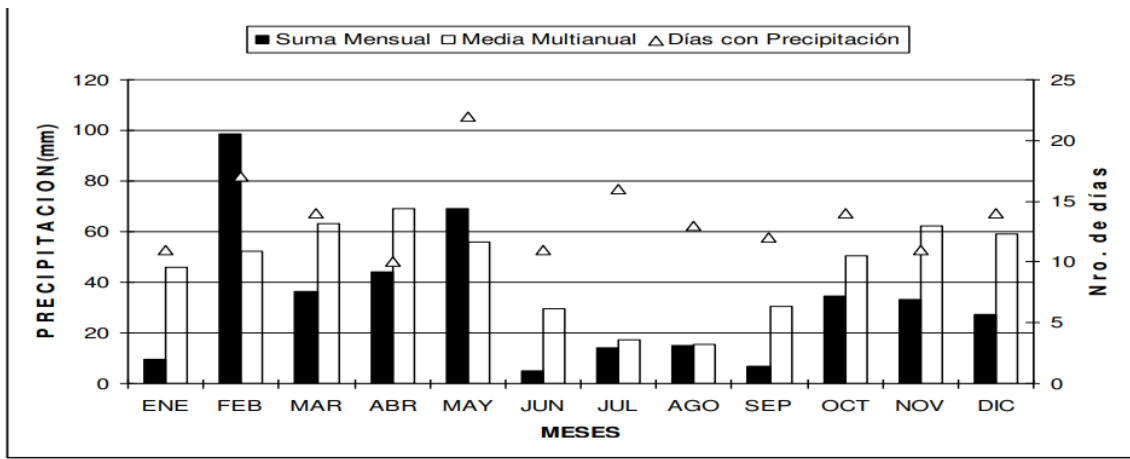


Figura 32 Comportamiento de precipitaciones a lo largo del año en la estación hidrológica M0004 Rumipamba – Salcedo

En función de ese parámetro, la calidad del drenaje de agua lluvia para la vía será de carácter regular ya que no tiene caudales excesivos de agua lluvia por eliminar

Tipo de drenaje	Tiempo de eliminación de agua
Deficiente	No drena
Pobre	1 mes
Regular	1 semana
Buena	1 día
Excelente	2 horas

Tabla 40 Calidad de drenaje en función del tiempo de eliminación de agua

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

Tabla 41 Coeficientes de drenaje en función de su calidad

- Espesores mínimos de capa

Eje W 8.2 ton	D1 capa asfáltica (cm)	D2 base (cm)
Menos de 50 000	3.0	10
50 001 - 150 000	5.0	10
150 001 - 500 000	6.5	10
500 001 - 2 000 000	7.5	15
2 000 001 – 7 000 000	9.0	15
> 7 000 000	10.0	15

Tabla 42 Espesores mínimos de base y asfalto en función de W18

3.1.3.1 Parámetros para el cálculo del número estructural SN

Parámetros de pavimento flexible		
Tipo de vía	Colectora tipo III	
Periodo de diseño	20 años	
TPDA futuro (2042)	677 veh/día	
Detalle	Abreviatura	Resultado
# ejes equivalentes	W18	387370.90psi
Nivel de confiabilidad	R%	80%
Desviación estándar normal	Zr	-0.841
Desviación estándar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	ΔPSI	2.2
Módulo de resiliencia de subrasante	Mr	20.12 ksi
Módulo de elasticidad de subbase	$Me_{subbase}$	15 ksi
Módulo de elasticidad de base	Me_{base}	28 ksi
Módulo de elasticidad de carpeta asfáltica	Me_{asfalt}	375 ksi
Coeficiente estructural de subbase	a_3	0.108
Coeficiente estructural de base	a_2	0.133
Coeficiente estructural de carpeta asfáltica	a_1	0.405
coeficiente de drenaje de base	m2	1
coeficiente de drenaje de subbase	m1	1

Tabla 43 Datos generales para el diseño de pavimento

Para determinar el número estructural SN se utilizó el software “Ecuación AASHTO 93” desarrollado por el Ing. Ricardo Vázquez

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido		Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 80 % $Z_r = -0.841$ So <input type="text" value="0.45"/>	
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial <input type="text" value="4.2"/> PSI final <input type="text" value="2"/>		Módulo resiliente de la subrasante Mr <input type="text" value="20121.82"/> psi	
Información adicional para pavimentos rígidos			
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de transmisión de carga - (J)	<input type="text"/>
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	<input type="text"/>	Coefficiente de drenaje - (Cd)	<input type="text"/>
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = <input type="text" value="387370.9"/> <input type="radio"/> Calcular W18		Número Estructural SN = <input type="text" value="1.86"/>	
<input type="button" value="Calcular"/>		<input type="button" value="Salir"/>	

Figura 33 Cálculo de SN con CBR de laboratorio

3.1.3.2 Cálculo de espesores de cada capa del paquete estructural

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: Trabajo de Titulación	TRAMO	: 8 calle 24 de Mayo
SECCION	: km +1 a km +5	FECHA	: 26/07/2023
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			387,371
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			20.12
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.405
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.86	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.64	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.45	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		-0.23	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.3 cm	6.5 cm	1.04
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.6 cm	10.0 cm	0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-5.4 cm	11.0 cm	0.47
ESPESOR TOTAL (cm)		27.5 cm	2.03
DISEÑADO POR : Bryan Viscarra Nájera			<i>fm</i>

Figura 34 Diseño de pavimento flexible con CBR de laboratorio

3.1.3.3 Dimensiones del paquete estructural con CBR de laboratorio

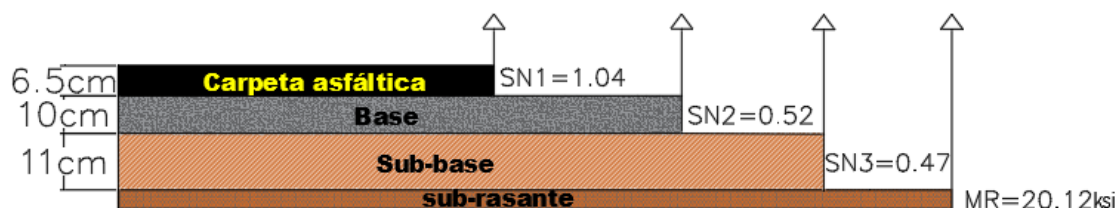


Figura 35 Detalle de paquete estructural de pavimento flexible diseñado

Cálculo del valor de CBR por medio de la correlación: CBR (vs) LL - LP

$$CBR = \log 4.458 - 4.061 \log(LL) + 1.489 \log(LP)$$

$$CBR = \log 4.458 - 4.061 \log(15.98) + 1.489 \log(15.10)$$

$$CBR = 18.25\%$$

- Módulo de resiliencia por medio e correlación CBR

$$Mr = 3000 * CBR^{0.65}$$

$$Mr = 3000 * (18.25)^{0.65}$$

$$Mr = 19812.63 \text{ psi}$$

- Cálculo de SN con el módulo de resiliencia obtenido con el CBR de la correlación

La interfaz de usuario muestra los siguientes datos de entrada y salida:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 80% Zr=-0.841, So=0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial=4.2, PSI final=2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr=19812.63 psi
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18. W18=387371
- Número Estructural:** SN=1.87

Figura 36 Cálculo de SN con CBR por correlación

3.1.3.4 Cálculo de espesores de cada capa del paquete estructural

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: Trabajo de Titulación	TRAMO	: 8 calle 24 de Mayo
SECCION	: km +1 a km +5	FECHA	: 26/07/2023
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			387,371
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			80%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.841
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			19.81
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.405
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.88	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.64	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.45	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		-0.21	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.3 cm	6.5 cm	1.04
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.6 cm	10.0 cm	0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-4.9 cm	11.0 cm	0.47
ESPESOR TOTAL (cm)		27.5 cm	2.03
DISEÑADO POR : Bryan Viscarra Nájera			<i>fm</i>

Tabla 44 Diseño de pavimento flexible con CBR de correlación

3.1.3.5 Dimensiones del paquete estructural con CBR por correlación

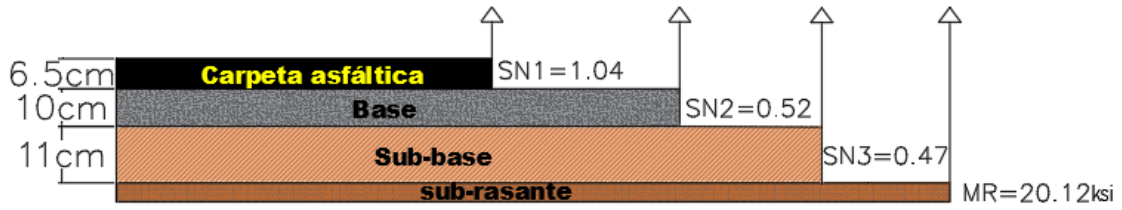


Figura 37 Detalle de paquete estructural de pavimento flexible diseñado

3.1.4 Zonificación de los suelos

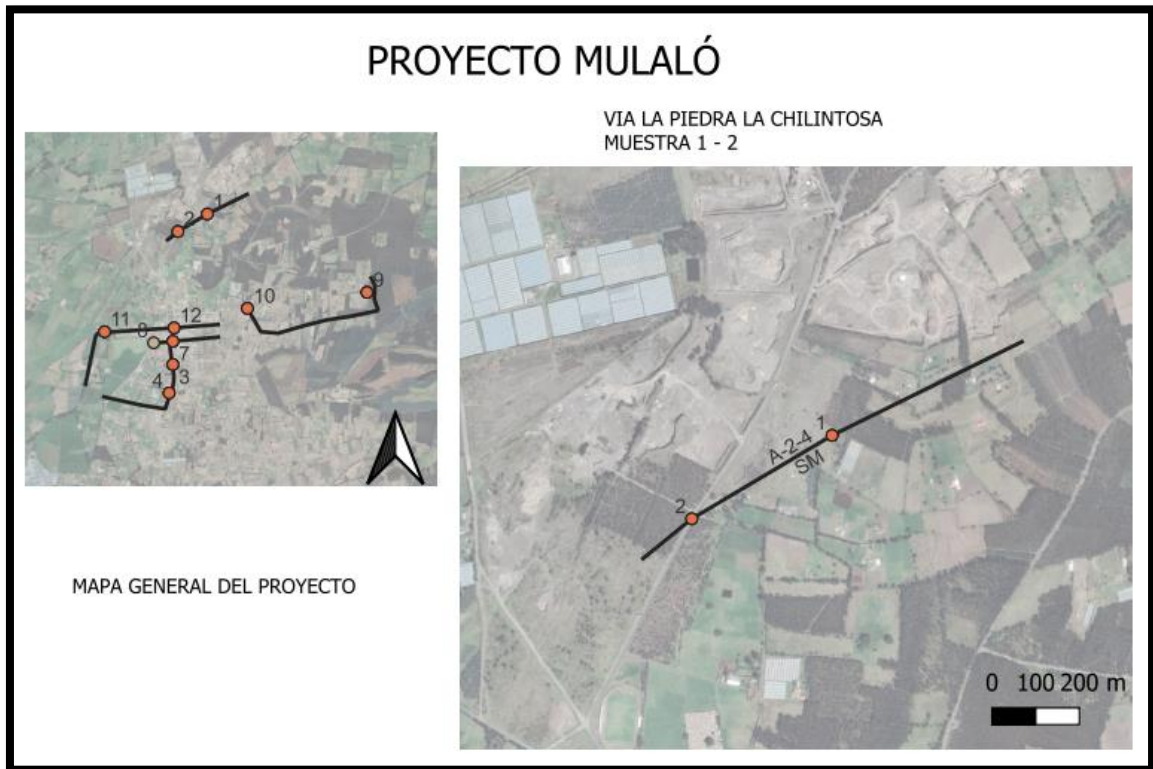


Figura 38 Zonificación de suelo muestra 1 - 2

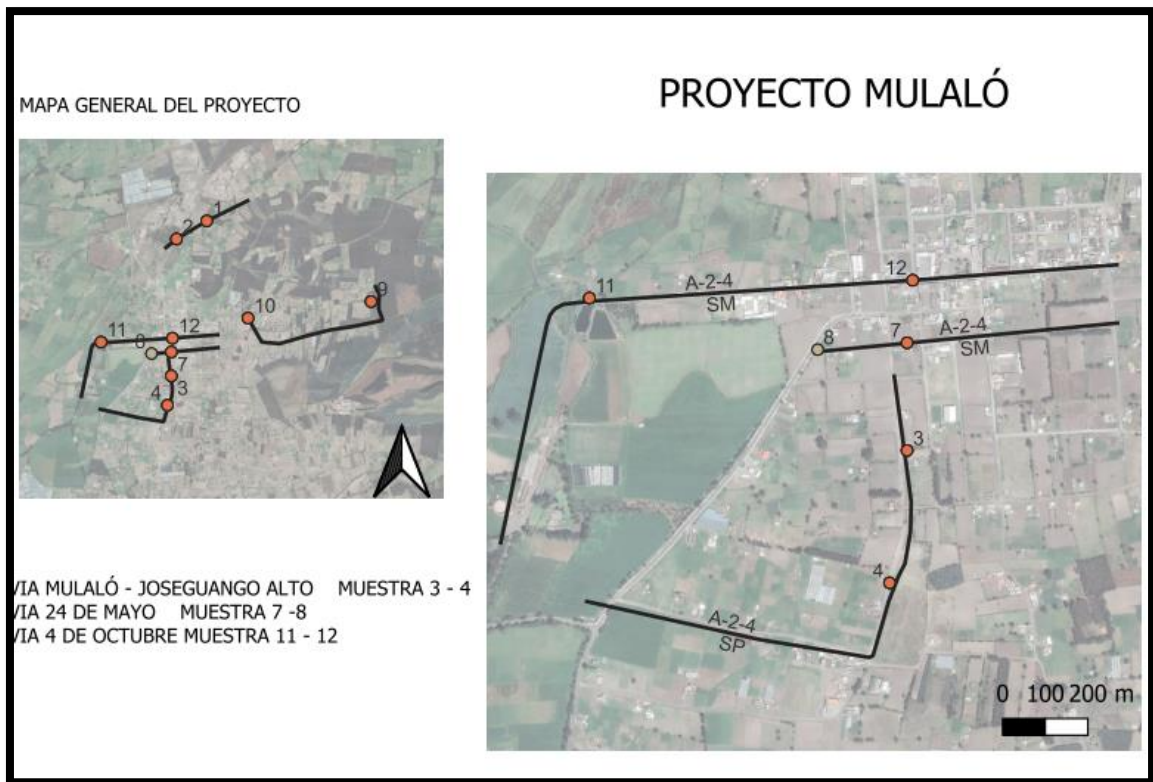


Figura 39 Zonificación de suelo muestra 3 - 4, 7 - 8, 11 - 12

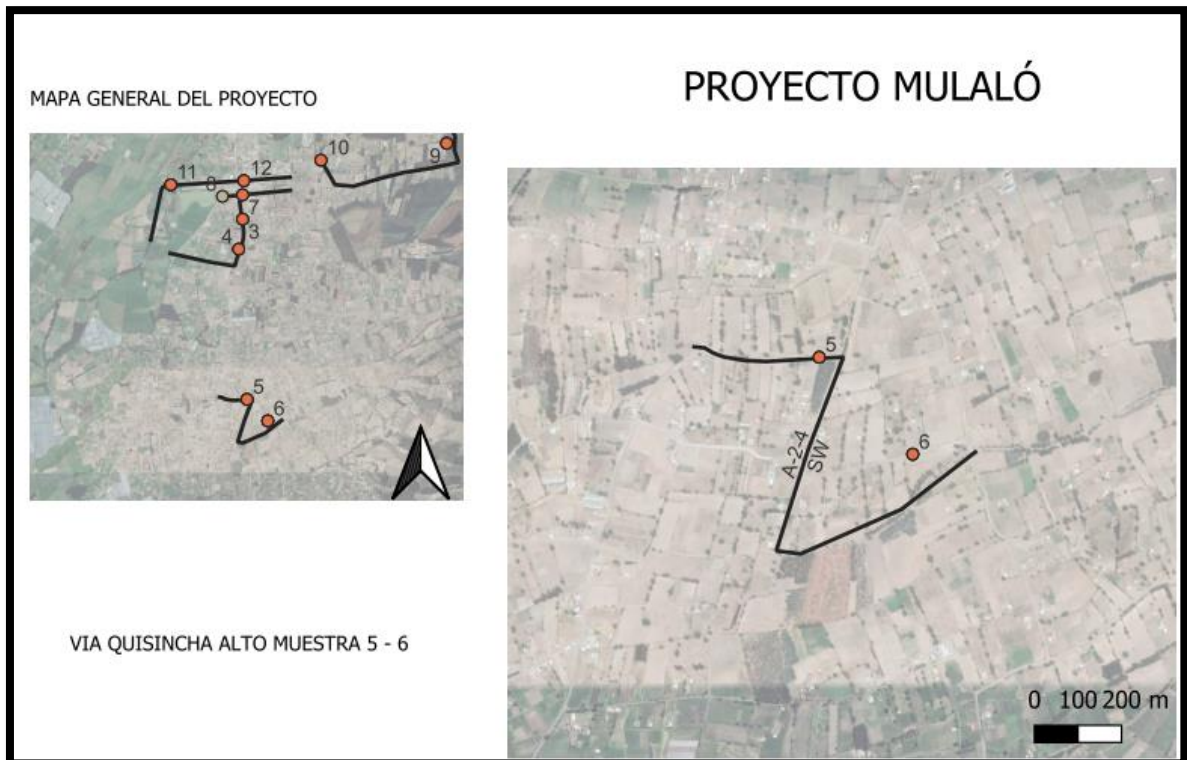
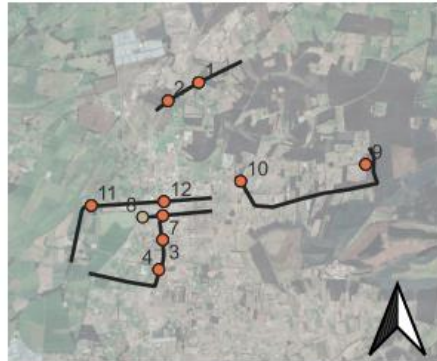


Figura 40 Zonificación de suelo muestra 5 - 6

PROYECTO MULALÓ

VIA A PISTA EL PETRILLO
MUESTRA 09 - 10



MAPA GENERAL DEL PROYECTO

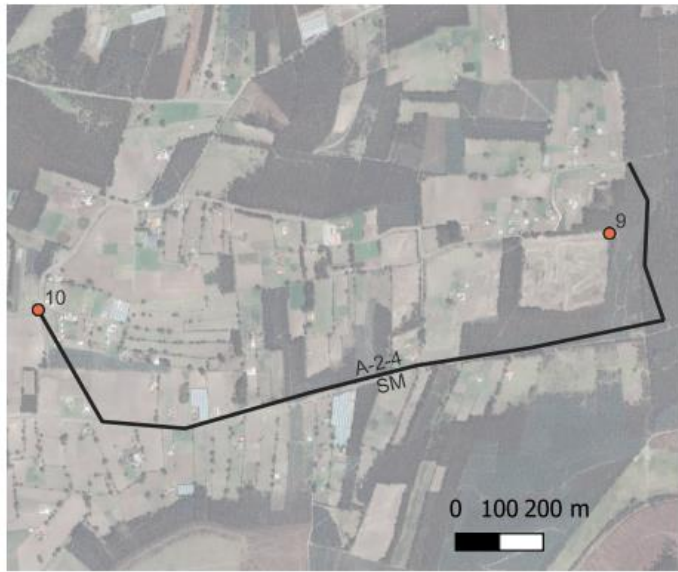


Figura 41 Zonificación de suelo muestra 9 – 10

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones

- En función de la clasificación AASHTO, las 12 muestras ensayadas se clasificaron en el grupo A-2-4, concluyéndose que los suelos son gravas y arenas limosas
- Según la clasificación SUCS, 6 muestras son de tipo SW, 5 son de tipo SM, y 1 de tipo SP, es decir; arena bien graduada, arena pobremente graduada y arena limosa respectivamente por lo que se comprueba con esta segunda a clasificación que en la parroquia Mulaló predominan suelos de caracteres granulares.
- Se concluyó que las muestras de suelo ensayadas poseen plasticidad nula, ya que los valores de límite líquido, son menores al 50% y el límite plástico en las 11 de 12 muestras, presentan valores negativos
- Se realizó el ensayo de granulometría de las 12 muestras de suelo en las cuales más del 80% de la muestra tiene presencia de arena por lo que se concluye que el suelo predominante en la parroquia Mulaló es arenoso
- Se desarrollaron 20 correlaciones entre las propiedades índice, mecánicas, DCP y CBR de los suelos de la parroquia Mulaló de los cuales todas presentan un coeficiente de correlación superiores al 50% por lo tanto se concluye que las correlaciones generadas son aptas para su aplicación.
- Se obtuvieron un total de 6 correlaciones para obtener valores de DCP en función de algunas propiedades índice y mecánicas, las cuales sus coeficientes de correlación oscilan entre el 62% y 83%, concluyéndose estadísticamente como confiables para la obtención de valores DCP.
- Se generaron un total de 6 correlaciones para la obtención del valor de CBR de los suelos analizados en función de las propiedades índice, mecánicas y DCP del suelo, dichas correlaciones superan el 70% del coeficiente de correlación, determinando así valores de CBR cercanos a los obtenidos en laboratorio.

- Se determinó una correlación cuadrática del límite líquido en función del límite plástico cuyo coeficiente R^2 fue de 82.72% por lo tanto, la correlación obtenida es buena
- Se determinó una correlación cuadrática de la humedad natural en función del grado de saturación del agua, cuyo coeficiente R^2 fue de 80.11% por lo tanto, la correlación obtenida es buena
- Se determinó una correlación cuadrática del límite plástico en función del valor DCP, cuyo coeficiente R^2 fue de 85.71% por lo tanto, la correlación obtenida es buena
- Se determinó una correlación cuadrática de la gravedad específica de los sólidos en función del porcentaje de grava presente en la muestra de suelo, cuyo coeficiente R^2 fue de 74.58% por lo tanto, la correlación obtenida es buena
- Se determinó una correlación lineal de la densidad húmeda in situ en función de la relación de vacíos presente en la muestra, cuyo coeficiente R^2 fue de 98.36% por lo que, la correlación obtenida es excelente.
- Se determinó una correlación cuadrática del contenido de humedad óptimo en función del contenido de humedad natural, cuyo coeficiente R^2 fue de 72.54 por lo que, la correlación obtenida es buena.
- Se determinó una correlación de 3 variables con el método de los mínimos cuadrados de la densidad seca máxima en función de la densidad húmeda in situ y la gravedad específica de los sólidos, cuyo coeficiente R^2 fue de 61.20% por lo que la correlación se considera aceptable.
- La correlación #18 que obtiene el valor del límite líquido en función del porcentaje de grava y arena presentes en la muestra de suelo, arrojó un coeficiente de correlación igual a 53.45%, siendo la correlación con menor rango de precisión realizada, concluyéndose que es una correlación de tipo aceptable.
- Se realizó el diseño de pavimento flexible para la vía 24 de mayo, con el CBR de laboratorio (18.69%) y el CBR calculado por correlación entre límite líquido y límite plástico (18.25%), concluyéndose que la diferencia de

resultados es mínima, por lo que se considera una correlación confiable y segura

- Se determinó el diseño del paquete estructural del pavimento flexible cuyas dimensiones son: carpeta asfáltica = 6.5cm; base = 10cm, subbase = 11cm, valores similares tanto con el CBR de laboratorio como con el CBR de correlación.

4.2 Recomendaciones

- Cumplir la normativa para los ensayos de campo y laboratorio con la finalidad de evitar el cálculo de resultados erróneos o alejados de la realidad.
- Se recomienda que se extraiga una cantidad considerable de suelo (50kg aproximadamente), para que la muestra rinda para todos los ensayos que se deben realizar en el laboratorio.
- Desechar las correlaciones con un coeficiente de correlación menores al 50%, porque ya no se consideran aceptables.
- Para zonificar las muestras de suelo extraídas, se recomienda utilizar el GPS con todos sus satélites cargados (mínimo 7), para que el rango de variación en la ubicación sea mínimo
- Se sugiere secar las muestras de suelo para los ensayos Proctor y CBR mínimo dos días con anterioridad para tener mayor exactitud en el contenido de humedad óptimo, densidad seca máxima y en el porcentaje de CBR.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. A. Mejía Vera , . J. R. Gilces Delgado, E. H. Ortiz Hernández y . J. J. García Vínces, «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.,» *RIEMAT*, vol. 4, n° 2, p. 6, 2020.
- [2] W. Araujo-Navarro, ECUACIONES DE CORRELACIÓN DEL CBR CON PROPIEDADES ÍNDICE DE SUELOS PARA LA CIUDAD DE PIURA, Piura, 2014.
- [3] J. O. Pineda Nina, «Calibración de la ecuación de correlación entre el P.D.C (Penetración Dinámica de Cono) y C.B.R (Capacidad de Soporte California) bajo incidencia de la humedad, en suelos a nivel de la subrasante caso de estudio vía Juliaca – Caracoto,» Juliaca, 2019.
- [4] E. A. Sandoval Vallejo y W. A. Rivera Mena, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfiada,» *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 1, n° 0124 - 8170, pp. 135-152, 2019.
- [5] L. Ruiz, «Investigación experimental,» [En línea]. Available: <https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wp-content/uploads/2019/01/Investigaci%C3%B3n-experimental.pdf>.
- [6] UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, «Ensayos in situ,» Bogotá.
- [7] BRAJA M. DAS, FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA, Cuarta ed., Ciudad de México: Cengage Learning, 2015, p. 658.
- [8] A. Rico Rodriguez y H. del Castillo Mejía, La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas, vol. 1, México: Limusa, 2012.
- [9] Ing. Mg. Fricson Moreira, Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ambato.
- [10] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, «ANUARIO METEOROLÓGICO,» 2017. [En línea]. Available:

- https://www.inamhi.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf. [Último acceso: 5 Mayo 2023].
- [11] AASHTO-93, Design Procedures For New Pavements, 3 ed., 1993.
- [12] F. Portilla y A. Pillajo , «Determinación del CBR de laboratorio en suelos granulares y su correlación con el DCP para la aplicación en el diseño de pavimentos de caminos vecinales,» PUCE, QUITO, 2001.
- [13] J. L. N. SANA, «ESTUDIO DE SUELOS Y ANALISIS GEOTÉCNICO DEL SECTOR UBICADO EN EL K4+180 DE LA VIA PUENTE REYES-GAMEZA.,» Sogamoso, 2015.
- [14] A. Mazariegos de la Serna, F. Escolano Sanchez y J. R. Sánchez Lavín, EL ESTUDIO GEOTÉCNICO. Campaña de campo y ensayos de laboratorio, vol. 1, Madrid: IBERGARCETA PUBLICACIONES, 2015.
- [15] I. A. J. Leoni, PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS.
- [16] J. P. VALCÁLCER, CONCEPTOS GENERALES DE LA MECÁNICA DE SUELOS, Galicia, p. 29.
- [17] P. L. Berry y D. Reid, MECANICA DE SUELOS, M. E. S. R., Ed., Bogotá: Nomos. S.A., 1993.
- [18] ABC Chile, «ABC Geotechnical Consulting,» [En línea]. Available: <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/limites-atterberg/>. [Último acceso: 2 Agosto 2022].
- [19] Ing. Carlos Crespo Villalaz, MECÁNICA de suelos y cimentaciones, Sexta ed., Monterrey: LIMUSA, p. 644.
- [20] C. Crespo Villagraz , Mecánica de suelos y cimentaciones, Sexta ed., México: Limusa, 2017.
- [21] D. Brajas M., Fundamentos de ingeniería geotécnica, México: Thomson, 2001.
- [22] M. F. Triola, ESTADÍSTICA, México: Pearson, 2009.
- [23] H. L. Solano, Estadística Inferencial, Barranquilla: Uninorte, 2010.

- [24] F. Viscarra Agreda, EL CONO DINÁMICO DE PENETRACIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE SUELOS, La Paz: Universidad Privada Boliviana, 2006.
- [25] C. Martínez , Estadística y muestreo, Bogotá: ECOE, 2012.
- [26] L. M. MONSALVE ESCOBAR, L. C. GIRALDO VASQUEZ y J. MAYA GAVIRIA , DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE Y RÍGIDO, Armenia, 2012.
- [27] W. A. RIVERA MENA, CORRELACIÓN DEL VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R) CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA Y LA PLASTICIDAD DEL SUELO, Cali, 2013.
- [28] C. Crespo, Mecánica de suelos y cimentaciones, México: Limusa, 2010.
- [29] FUNDALANAVIAL, «CBR EN LABORATORIO,» [En línea]. Available: https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/125/mod_resource/content/1/8.%20CBR%20%28ASTM%20D1883%29.pdf. [Último acceso: 16 Diciembre 2022].
- [30] J. . L. Briaud, Geotechnical Engineering: Unsaturated and Saturated Soils, 2013.
- [31] P. Garnica Anguas, J. A. Gómez López y J. A. Sesma Martínez, MECÁNICA DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS, Sanfandila, 2002.
- [32] Ing. Adolfo Frateschi,, Dr. Ing. Franco M. Francisca, Ing. Lucio Bollano, Ing. Andrés Degoy y Dr. Ing. Alejandro Tanco, «APLICACIÓN DEL DCP EN EL CONTROL DE SUBRASANTES Y TERRAPLENES,» 2001. [En línea]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/47489588/014_paper_DCP-libre.pdf?1469415972=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPaper_DCP.pdf&Expires=1682051493&Signature=NkunmZmUu3BvqmRGRilo1qVRxW3LWE34nH0a8alD7uXYukW TpHBX0O15EUg3cLG9eGTqrwyQruaqH5T. [Último acceso: 20 Abril 2023].
- [33] S. A. GUERRÓN AVECILLAS, «COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE DENSIDAD DE CAMPO POR LOS MÉTODOS CONO Y ARENA, VOLUMÉTRICO Y DENSÍMETRO NUCLEAR,» UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Quito , 2013.

ANEXOS

Ensayos

1. Calicatas



Figura 42 Dimensionando el tamaño de la calicata a excavar

2. DCP



Figura 43 Ejecución del ensayo con el cono dinámico de penetración

3. Contenido de humedad



Figura 44 Pesado muestras para contenido de humedad

4. Granulometría



Figura 45 Colocación del kit de tamices en la tamizador
5. Límites de Atterberg



Figura 46 Determinación de límite líquido de la muestra en la copa de Casagrande



Figura 47 Elaboración de rollos para obtener el límite plástico de la muestra

6. Gravedad específica



Figura 48 Peso de picnómetro más agua y muestra de suelo

7. Proctor modificado tipo B



Figura 49 Compactación de suelo en el molde



8. CBR



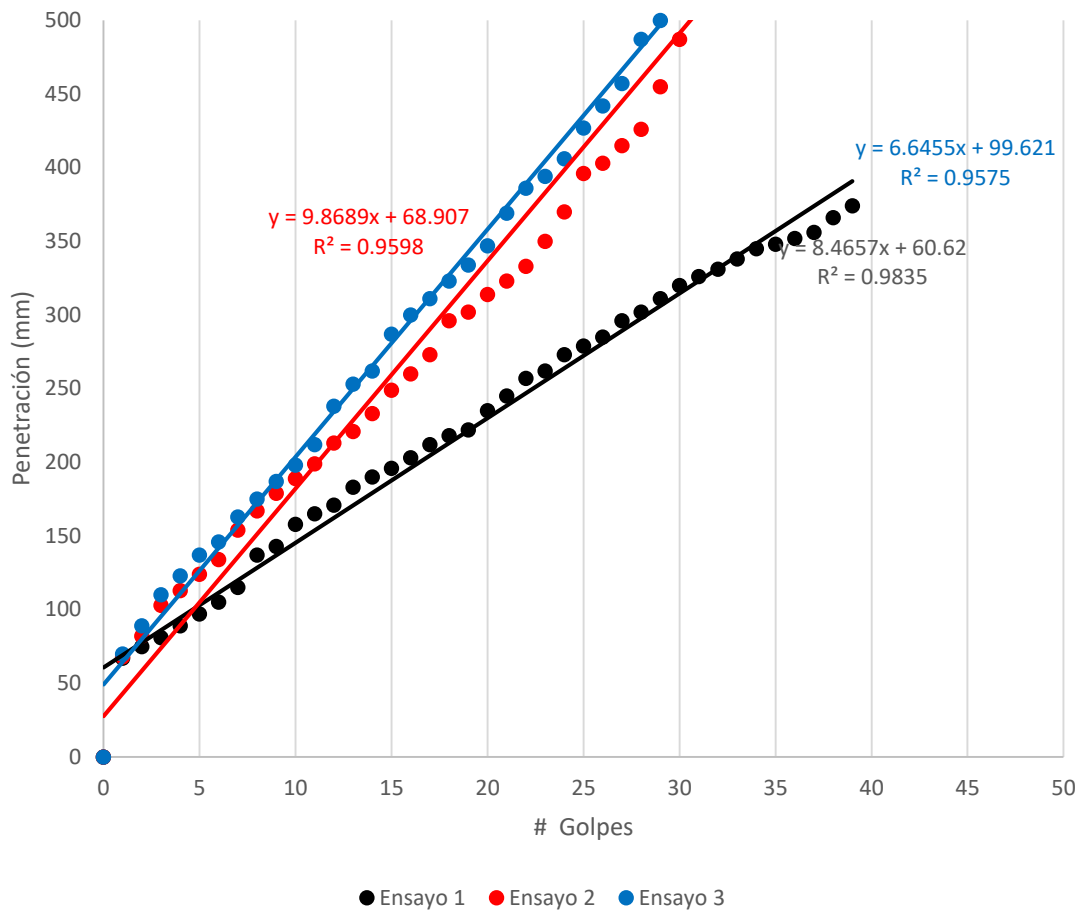
Figura 50 Colocación del molde con el suelo en la máquina Multispeed 34-V1172

Tablas y ensayos

1. DCP

 				
Trabajo de Investigación				
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.			
N° Muestra:	2			
Provincia:	Cotopaxi			
Cantón:	Cevallos			
Parroquia:	Mulaló			
Vía:	Piedra La Chilintosa			
Ensayo:	DCP			
Norma:	ASTM D 6951 - 03			
# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
0	0	0	0	51
1	85	100	90	52
2	90	110	115	53
3	102	115	123	54
4	115	112	127	55
5	130	145	139	56
6	142	155	145	57
7	145	150	153	58
8	154	158	162	59
9	160	163	167	60
10	163	170	173	61
11	167	175	179	62
12	165	172	184	63
13	170	179	189	64
14	173	184	192	65
15	178	189	200	66
16	185	196	205	67
17	190	207	215	68
18	198	215	234	69
19	195	230	239	70
20	200	240	249	71
21	204	270	256	72
22	208	300	261	73
23	215	330	270	74
24	212	337	274	75
25	217	348	279	76
26	221	356	283	77
27	225	364	290	78
28	230	370	294	79
29	233	374	290	80
30	230	379	300	81
31	236	385	305	82
32	239	393	309	83
33	246	395	320	84
34	241	395	325	85
35	247	407	329	86
36	251	413	332	87
37	255	418	337	88
38	259	425	341	89
39	265	430	349	90
40			354	91
41			358	92
42			364	93
43			370	94
44				95
45				96
46				97
47				98
48				99
49				100
50				101
DN		DN promedio		
mm/golpe				
Ensayo #1	6.79		8.81	
Ensayo #2	11.03			
Ensayo #3	8.60			

Gráficas DCP



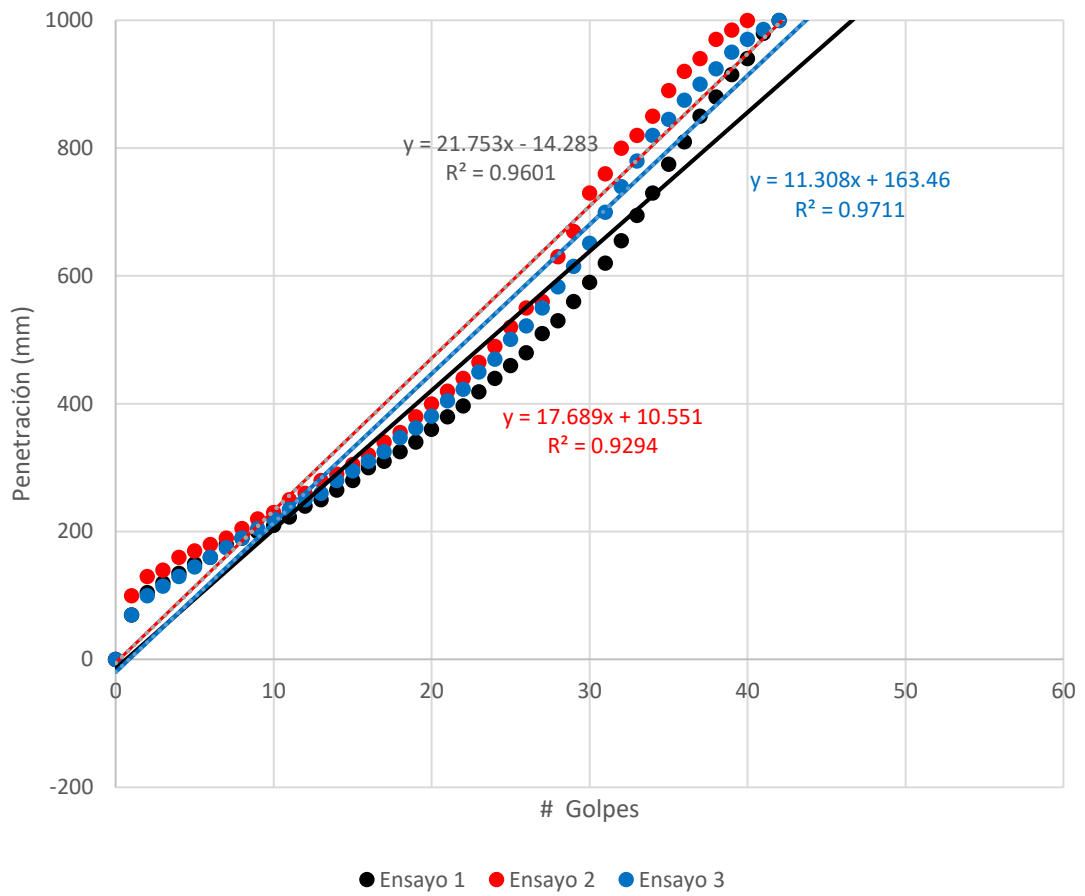


Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	3		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9913226
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
0	0	0	80	51
1	70	90	120	52
2	115	110	150	53
3	145	130	170	54
4	170	140	190	55
5	185	150	210	56
6	210	160	230	57
7	230	175	250	58
8	240	190	265	59
9	245	200	280	60
10	260	210	295	61
11	270	230	305	62
12	290	240	315	63
13	305	245	330	64
14	320	260	345	65
15	330	270	352	66
16	340	280	368	67
17	365	290	380	68
18	377	300	390	69
19	383	310	400	70
20	400	325	410	71
21	420	330	420	72
22	430	350	430	73
23	450	360	445	74
24	465	380	460	75
25	483	390	465	76
26	500	405	475	77
27	530	420	485	78
28	535	440	490	79
29	545	455	500	80
30	564	470	505	81
31	580	490	515	82
32	602	510	525	83
33	630	520	530	84
34	650	550	540	85
35	670	575	550	86
36	685	590	560	87
37	710	618	570	88
38	740	650	580	89
39	765	680	580	90
40	790	710	590	91
41	810	775	590	92
42	835	825	600	93
43	855	890		94
44	890	940		95
45	950	990		96
46	1000	1000		97
47				98
48				99
49				100
50				101
DN		DN promedio		
mm/golpe				
Ensayo #1	21.74			
Ensayo #2	21.74			
Ensayo #3	13.04	18.84		

Gráficas DCP



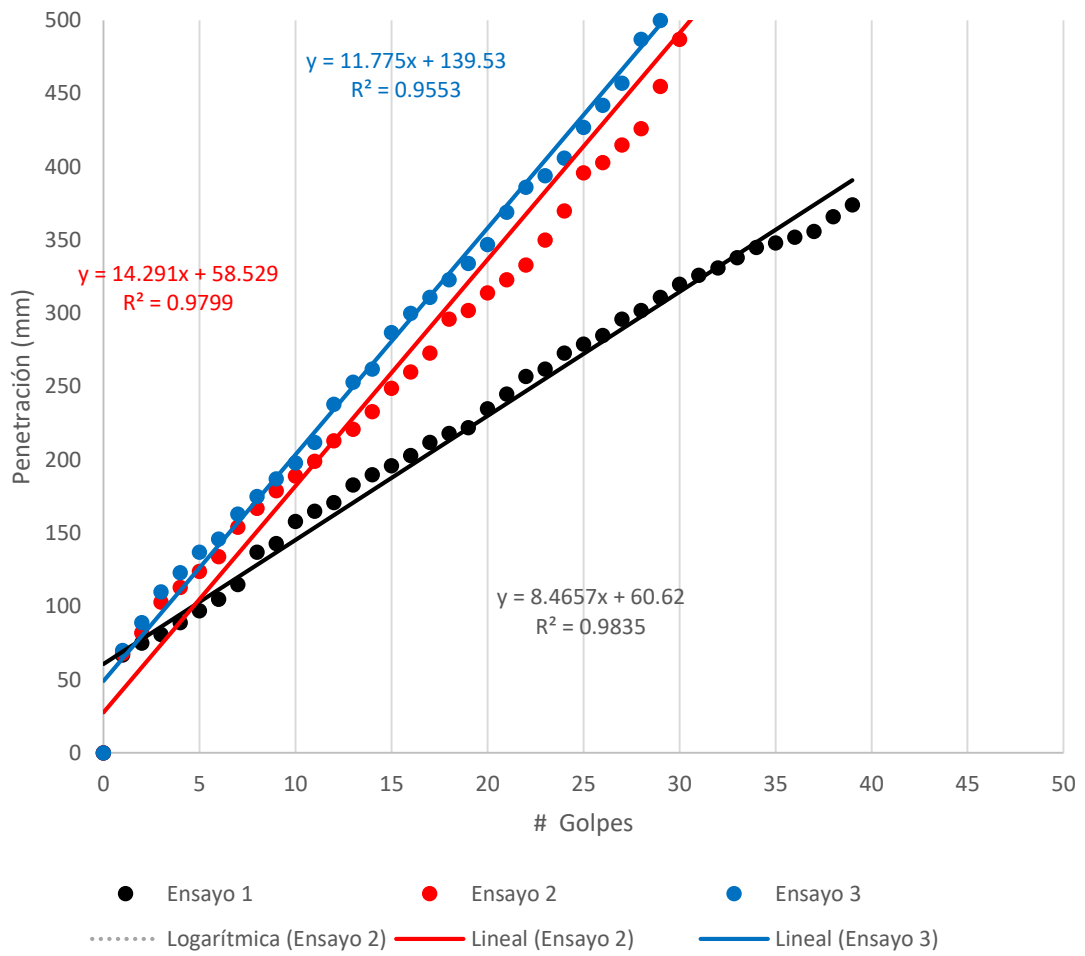


Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	4		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9912915
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769642
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
0	0	0	0	51
1	57	90	80	52
2	61	110	120	53
3	65	130	154	54
4	71	140	173	55
5	78	150	190	56
6	82	160	211	57
7	87	175	230	58
8	90	190	250	59
9	96	200	265	60
10	100	210	283	61
11	109	230	295	62
12	118	240	305	63
13	130	245	317	64
14	146	260	330	65
15	162	270	349	66
16	183	280	354	67
17	194	290	368	68
18	200	300	380	69
19	216	310	393	70
20	228	325	400	71
21	240	330	410	72
22	254	350	425	73
23	298	360	430	74
24	310	380	441	75
25	352	390	457	76
26	389	405	463	77
27	300	420	475	78
28	354	440	485	79
29	395	455	492	80
30	464	470	501	81
31	496	490	505	82
32	510	510	515	83
33	565	520	526	84
34	606	550	530	85
35	640	575	547	86
36	668	590	551	87
37	700	618	563	88
38	732	650	570	89
39	768	680	580	90
40	820	710	582	91
41	850	775	590	92
42	900	825	595	93
43	930	890	599	94
44	946	940	599	95
45	957	990	600	96
46	1000	1000		97
47				98
48				99
49				100
50				101
DN		DN promedio		
mm/golpe				
Ensayo #1	21.74			
Ensayo #2	21.74			
Ensayo #3	13.33	18.94		

Gráficas DCP



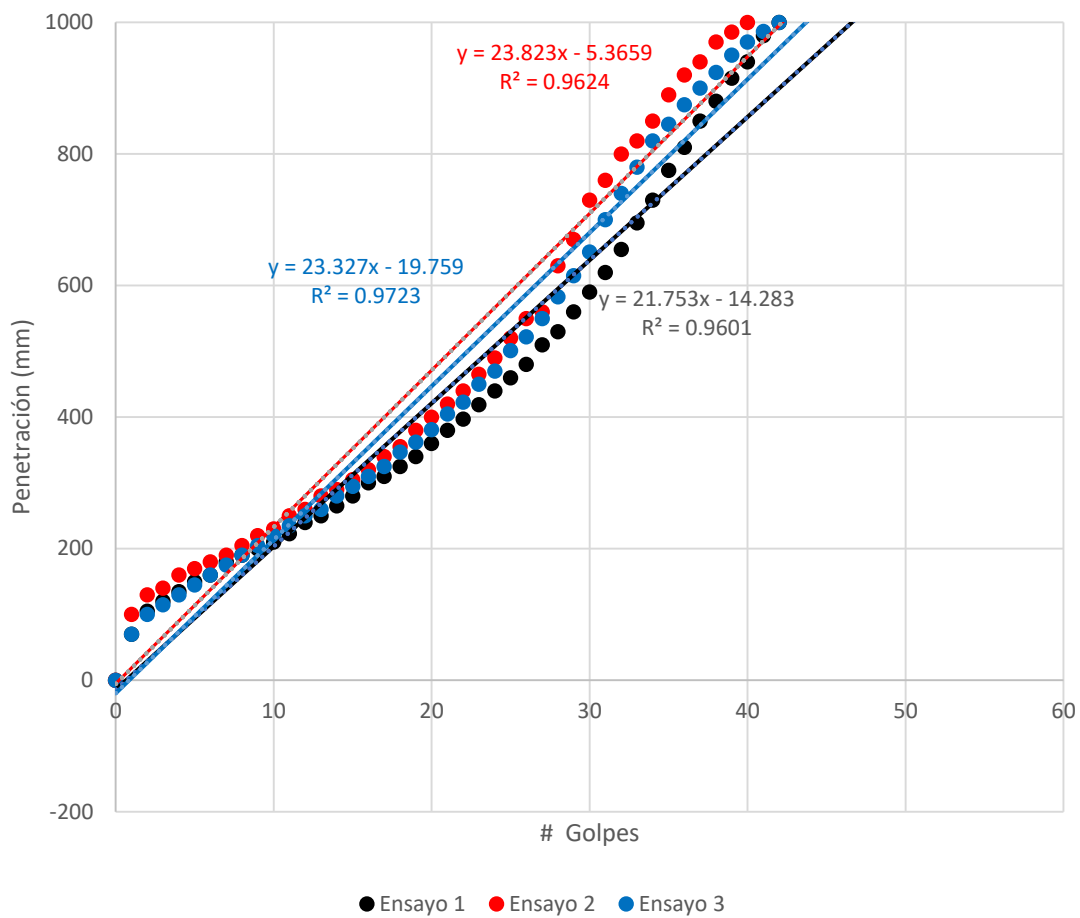


Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	5		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9911354
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769729
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
0	0	0	0	51
1	70	100	70	52
2	105	130	100	53
3	120	140	115	54
4	135	160	130	55
5	150	170	145	56
6	160	180	160	57
7	180	190	175	58
8	190	205	190	59
9	200	220	205	60
10	210	230	220	61
11	223	250	235	62
12	240	260	250	63
13	250	280	260	64
14	265	290	280	65
15	280	305	295	66
16	300	320	310	67
17	310	340	325	68
18	325	355	347	69
19	340	380	362	70
20	360	400	381	71
21	380	420	405	72
22	397	440	423	73
23	419	465	450	74
24	440	490	470	75
25	460	520	501	76
26	480	550	522	77
27	510	560	550	78
28	530	630	583	79
29	560	670	615	80
30	590	730	651	81
31	620	760	700	82
32	655	800	740	83
33	695	820	780	84
34	730	850	820	85
35	775	890	845	86
36	810	920	875	87
37	850	940	900	88
38	880	970	924	89
39	915	985	950	90
40	940	1000	970	91
41	980		986	92
42	1000		1000	93
43				94
44				95
45				96
46				97
47				98
48				99
49				100
50				101
DN		DN promedio		
mm/golpe				
Ensayo #1	23.81			
Ensayo #2	25.00			
Ensayo #3	23.81	24.21		

Gráficas DCP

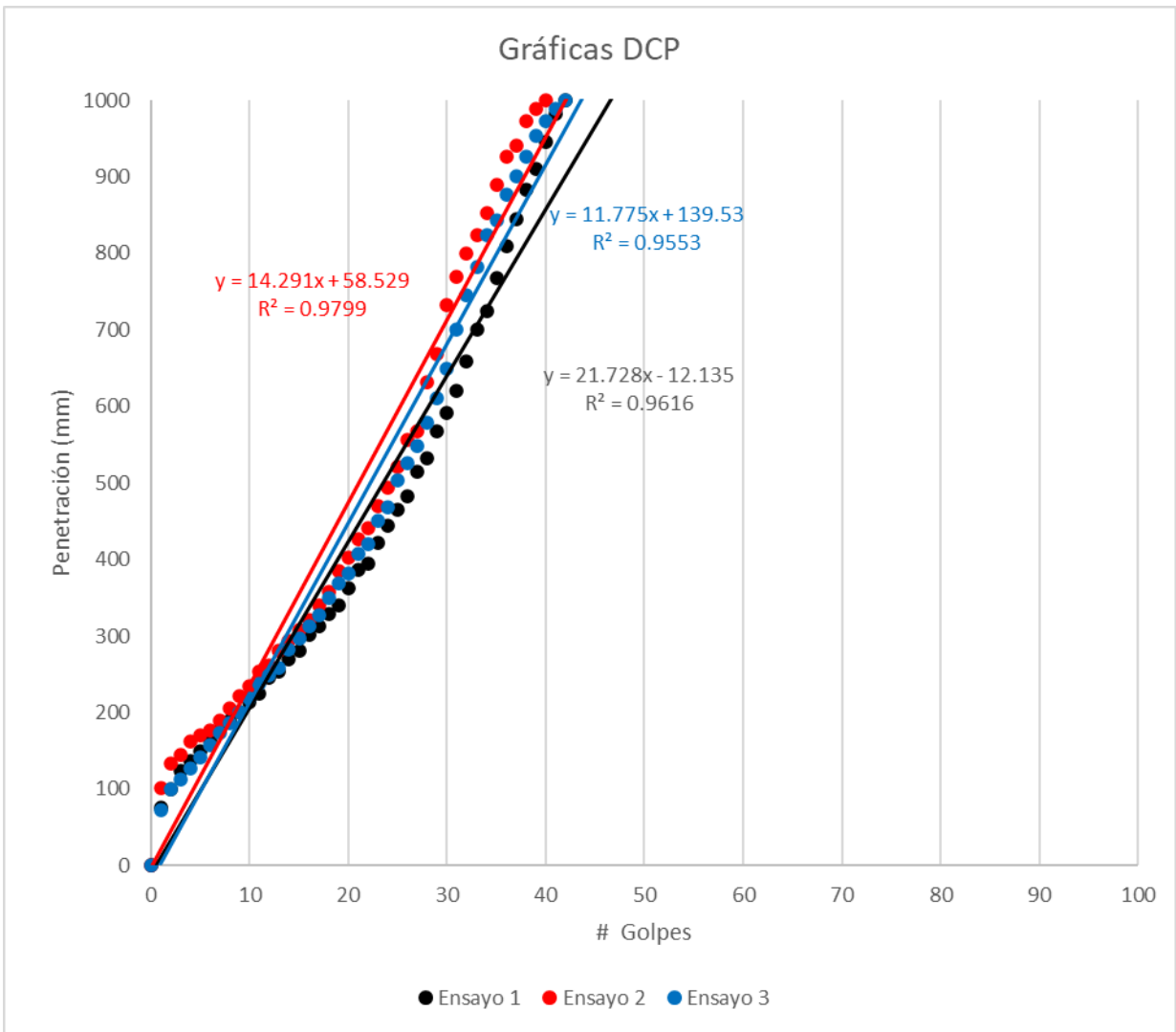




Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	6		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769944
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)			# Golpes
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	
0	0	0	0	51
1	75	102	73	52
2	100	134	100	53
3	123	145	112	54
4	137	162	127	55
5	149	170	142	56
6	163	176	157	57
7	179	190	174	58
8	190	205	186	59
9	201	222	200	60
10	213	235	218	61
11	225	253	237	62
12	245	262	248	63
13	253	281	259	64
14	269	294	283	65
15	281	308	297	66
16	302	320	313	67
17	313	340	327	68
18	328	357	349	69
19	340	385	369	70
20	363	402	381	71
21	387	426	407	72
22	395	441	420	73
23	421	470	450	74
24	444	493	468	75
25	465	521	503	76
26	483	556	526	77
27	515	567	548	78
28	533	632	579	79
29	567	669	610	80
30	592	732	649	81
31	621	769	701	82
32	659	800	745	83
33	700	823	782	84
34	725	853	823	85
35	768	890	843	86
36	809	927	876	87
37	845	941	900	88
38	883	973	926	89
39	910	989	953	90
40	945	1000	972	91
41	983		988	92
42	1000		1000	93
43				94
44				95
45				96
46				97
47				98
48				99
49				100
50				101
DN		DN promedio		
mm/golpe				
Ensayo #1	23.81	19.85		
Ensayo #2	25.00			
Ensayo #3	10.75			

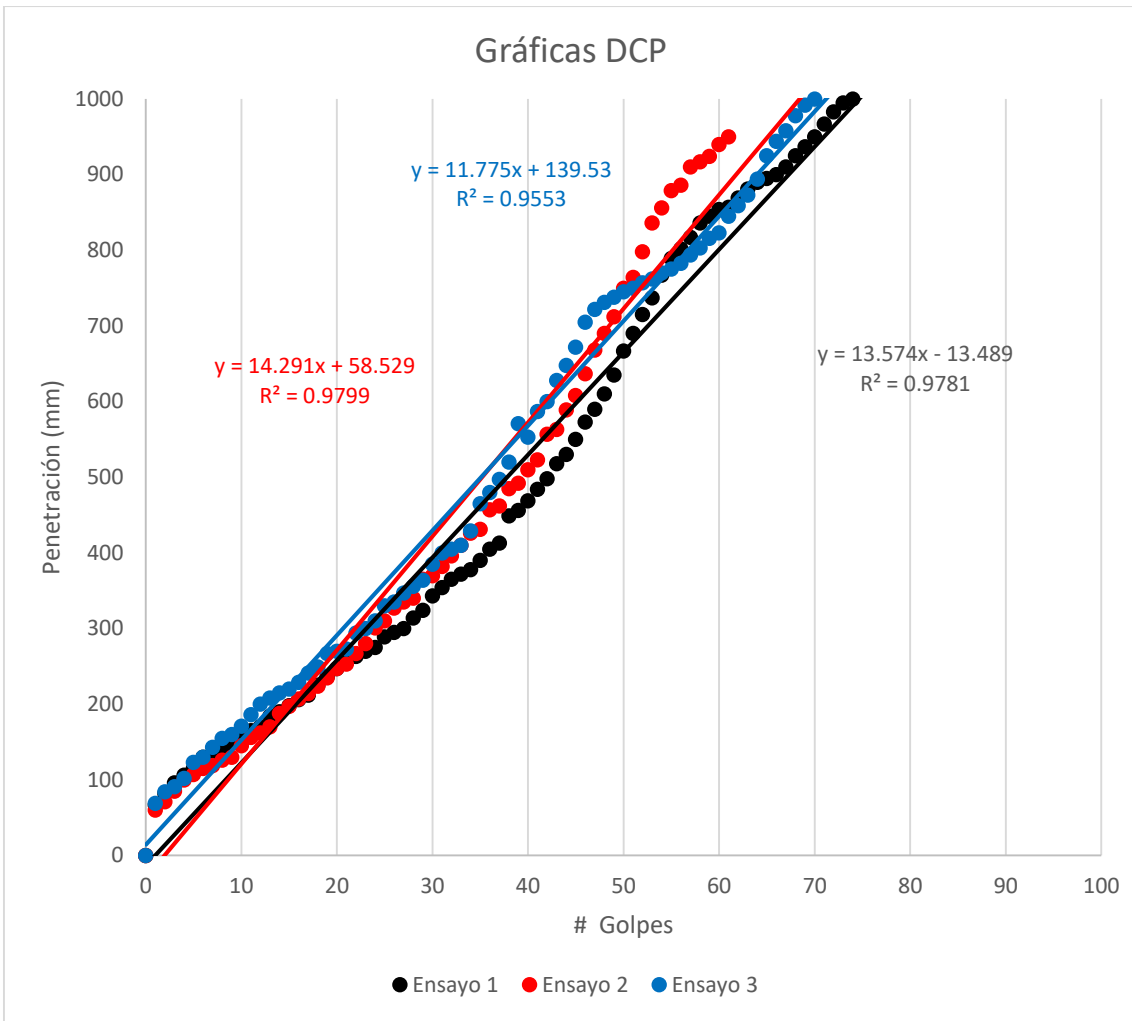




Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulakó.		
N° Muestra:	7		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulakó	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	24 de Mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)						# Golpes
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		
0	0	472	0	781	0	769	51
1	54	480	62	791	79	776	52
2	79	486	78	806	91	783	53
3	89	496	94	814	112	792	54
4	94	502	108	820	124	799	55
5	100	511	144	831	139	805	56
6	108	527	155	837	151	715	57
7	124	536	168	843	163	820	58
8	158	541	174	854	175	832	59
9	165	555	186	869	182	837	60
10	172	567	190	877	199	849	61
11	180	573	204	899	212	862	62
12	184	581	217	912	238	871	63
13	191	607	227	938	253	879	64
14	195	619	239	944	262	891	65
15	204	628	248	967	287	900	66
16	203	634	253	972	300	915	67
17	215	648	278	988	311	923	68
18	224	667	300	996	323	930	69
19	234	670	317	1000	333	948	70
20	241	683	329		347	964	71
21	264	691	346		369	1000	72
22	274	708	358		386		73
23	278	731	371		394		74
24	281	759	388		406		75
25	286	762	402		429		76
26	290	784	415		442		77
27	293	802	425		460		78
28	299	829	440		487		79
29	311	831	455		500		80
30	324	856	491		532		81
31	331	871	536		562		82
32	338	887	556		586		83
33	342	896	577		593		84
34	349	904	591		603		85
35	348	922	608		612		86
36	352	937	617		621		87
37	356	945	327		634		88
38	367	971	640		643		89
39	374	986	666		654		90
40	379	1000	671		660		91
41	388		683		672		92
42	392		689		684		93
43	403		699		692		94
44	409		708		704		95
45	411		715		711		96
46	427		730		725		97
47	438		742		732		98
48	458		751		746		99
49	464		768		750		100
50	469		770		758		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	10.99	12.92					
Ensayo #2	13.89						
Ensayo #3	13.89						



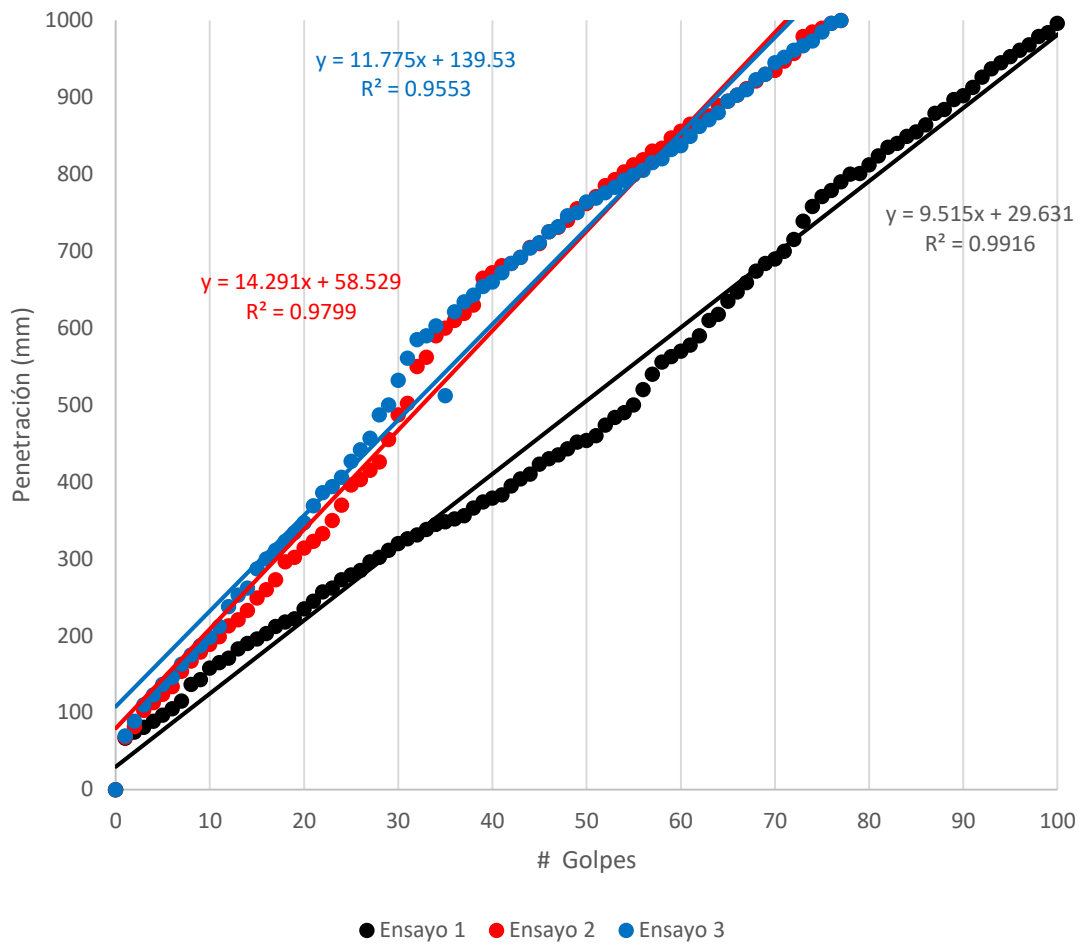


Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	8		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9913463
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	767473
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Calle 24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)						# Golpes
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		
0	0	460	0	771	0	769	51
1	67	474	68	785	70	776	52
2	75	484	82	793	89	783	53
3	81	490	103	803	110	792	54
4	89	500	113	812	123	799	55
5	97	520	124	819	137	805	56
6	105	540	134	830	146	815	57
7	115	556	154	834	163	820	58
8	137	563	167	847	175	832	59
9	143	570	179	856	187	837	60
10	158	578	189	865	198	849	61
11	165	590	199	869	212	862	62
12	171	610	213	876	238	871	63
13	183	618	221	889	253	880	64
14	190	635	233	895	262	895	65
15	196	647	249	903	287	903	66
16	203	659	260	911	300	910	67
17	212	674	273	921	311	923	68
18	218	684	296	930	323	930	69
19	222	690	302	935	334	945	70
20	235	700	314	947	347	952	71
21	245	715	323	957	369	961	72
22	257	739	333	979	386	967	73
23	262	758	350	985	394	973	74
24	273	771	370	990	406	985	75
25	279	779	396	996	427	996	76
26	285	790	403	1000	442	1000	77
27	296	800	415		457		78
28	302	801	426		487		79
29	311	812	455		500		80
30	320	824	487		532		81
31	326	835	502		561		82
32	331	840	550		585		83
33	338	849	562		590		84
34	345	855	590		603		85
35	348	864	600		512		86
36	352	879	610		621		87
37	356	884	619		634		88
38	366	897	630		643		89
39	374	902	665		654		90
40	379	913	672		660		91
41	383	926	681		672		92
42	395	937	684		684		93
43	404	945	692		692		94
44	410	953	705		704		95
45	423	961	710		711		96
46	430	968	725		725		97
47	435	979	731		732		98
48	443	984	740		746		99
49	452	996	755		750		100
50	454	1000	762		764		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	9.90	11.96					
Ensayo #2	12.99						
Ensayo #3	12.99						

Gráficas DCP

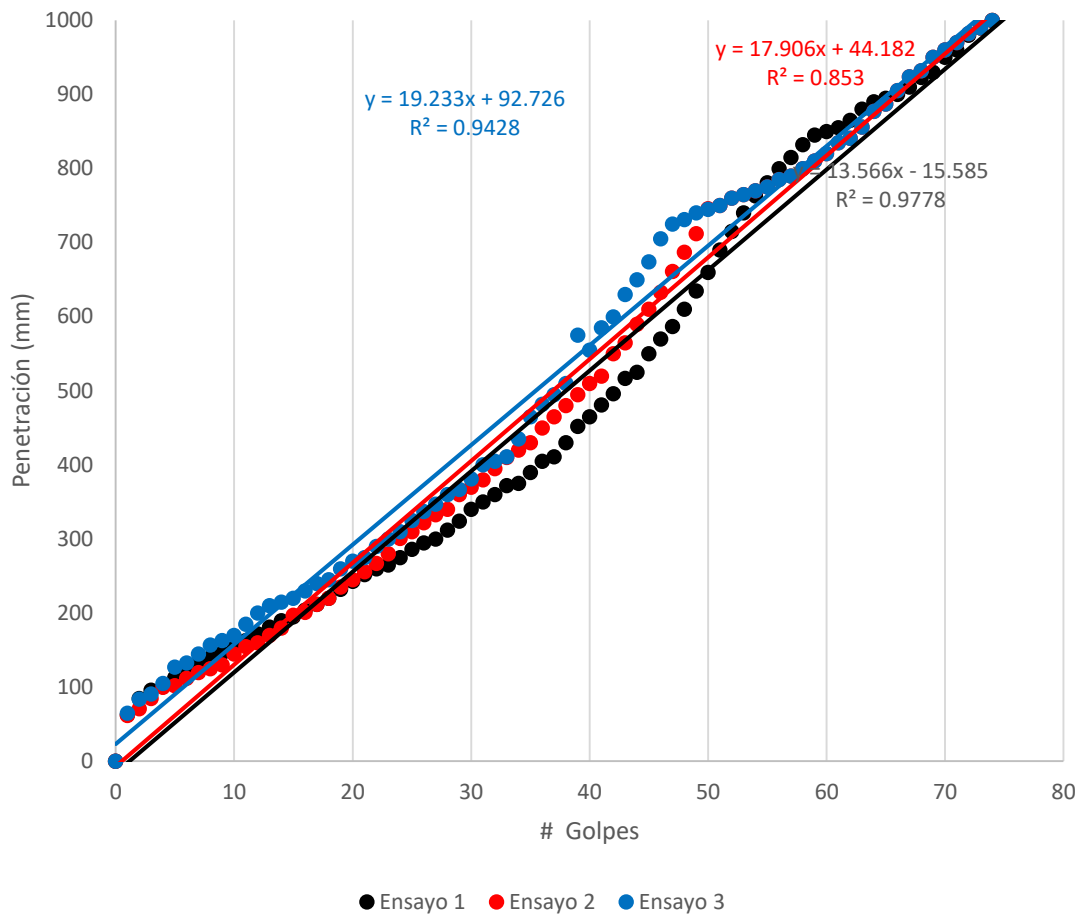




Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	9						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9914014				
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	771802				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	DCP						
Norma:	ASTM D 6951 - 03						
# Golpes	Penetración (mm)						
	Ensayo 1	Ensayo 2		Ensayo 3		# Golpes	
0	0	765	0	1000	0	1000	51
1	76	770	92		72		52
2	95	780	113		110		53
3	105	790	120		123		54
4	125	795	145		150		55
5	134	805	163		167		56
6	150	814	174		181		57
7	160	826	190		200		58
8	180	837	205		213		59
9	190	840	215		242		60
10	195	850	230		263		61
11	210	860	250		291		62
12	230	870	267		313		63
13	245	880	280		345		64
14	260	895	293		380		65
15	280	903	310		412		66
16	295	910	325		473		67
17	310	920	340		496		68
18	320	930	353		510		69
19	330	940	370		525		70
20	350	950	383		542		71
21	370	960	400		561		72
22	385	962	415		593		73
23	395	975	425		605		74
24	410	985	440		626		75
25	420	995	450		675		76
26	440	1000	470		656		77
27	455		495		670		78
28	480		505		683		79
29	504		520		702		80
30	539		535		727		81
31	560		560		736		82
32	580		580		750		83
33	590		620		761		84
34	601		676		772		85
35	610		713		787		86
36	620		746		805		87
37	630		770		826		88
38	640		793		831		89
39	650		810		845		90
40	660		850		855		91
41	670		865		871		92
42	680		883		880		93
43	690		901		899		94
44	705		900		911		95
45	710		923		923		96
46	720		934		936		97
47	730		948		957		98
48	740		955		968		99
49	750		970		975		100
50	760		981		990		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	12.99						
Ensayo #2	19.61						
Ensayo #3	19.61						

Gráficas DCP





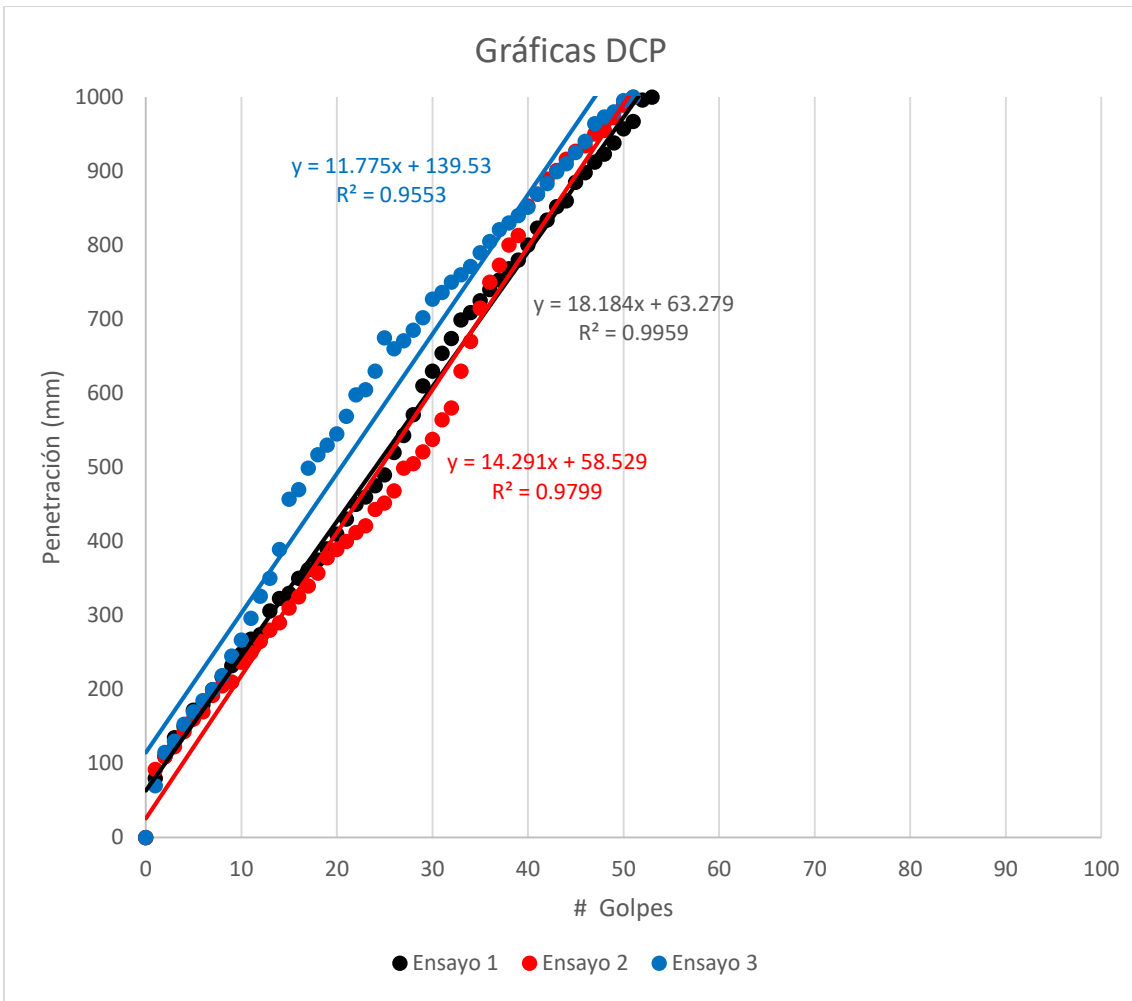
**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**





Trabajo de Investigación

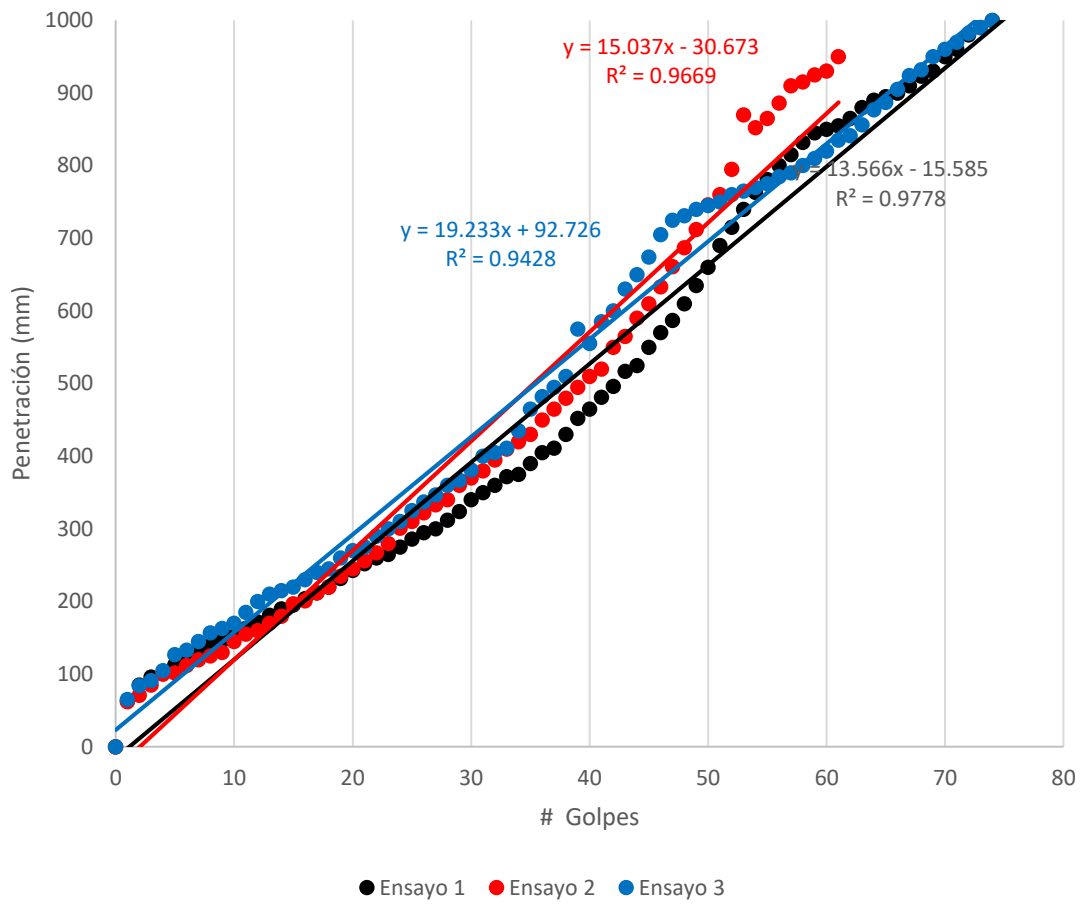
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	10		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	770497
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)					# Golpes	
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		
0	0	967	0	1000	0	1000	51
1	80	996	92		70		52
2	110	1000	109		115		53
3	135		123		130		54
4	150		143		153		55
5	172		160		170		56
6	180		170		185		57
7	200		192		200		58
8	217		205		219		59
9	232		210		245		60
10	248		237		267		61
11	268		250		296		62
12	274		265		326		63
13	306		280		350		64
14	323		290		389		65
15	330		310		457		66
16	350		325		470		67
17	362		340		499		68
18	375		357		517		69
19	390		378		530		70
20	410		389		545		71
21	430		400		569		72
22	450		412		598		73
23	460		421		605		74
24	475		443		630		75
25	490		452		675		76
26	520		468		660		77
27	543		499		671		78
28	571		505		685		79
29	610		521		702		80
30	630		538		727		81
31	654		564		736		82
32	674		580		750		83
33	699		630		760		84
34	709		670		771		85
35	725		715		790		86
36	740		750		805		87
37	753		773		821		88
38	768		800		830		89
39	780		813		840		90
40	800		853		851		91
41	823		869		869		92
42	834		889		883		93
43	852		901		899		94
44	860		916		910		95
45	885		927		925		96
46	898		934		940		97
47	912		950		964		98
48	923		955		973		99
49	938		972		980		100
50	957		989		995		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	18.87	19.36					
Ensayo #2	19.61						
Ensayo #3	19.61						



		U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL					
Trabajo de Investigación							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	11						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte	9913584				
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	768937				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	DCP						
Norma:	ASTM D 6951 - 03						
# Golpes	Penetración (mm)						# Golpes
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		
0	0	690	0	760	0	750	51
1	63	715	62	795	65	760	52
2	85	740	71	870	84	765	53
3	96	763	85	852	91	770	54
4	101	781	100	865	105	775	55
5	113	800	102	886	127	785	56
6	126	815	112	910	133	790	57
7	133	832	120	915	145	800	58
8	140	845	125	925	157	810	59
9	146	850	130	930	163	820	60
10	153	855	145	950	170	835	61
11	163	865	155		185	841	62
12	172	880	160		200	856	63
13	181	890	170		210	877	64
14	190	895	180		215	887	65
15	195	900	197		220	905	66
16	204	910	201		230	924	67
17	212	923	212		240	932	68
18	220	930	220		245	950	69
19	232	950	235		260	960	70
20	243	960	245		270	970	71
21	252	980	256		275	982	72
22	260	990	267		290	990	73
23	265	1000	280		300	1000	74
24	275		301		310		75
25	286		310		325		76
26	295		322		337		77
27	300		333		347		78
28	312		340		360		79
29	324		360		367		80
30	340		370		381		81
31	350		380		400		82
32	360		395		405		83
33	372		410		411		84
34	375		420		435		85
35	390		430		465		86
36	405		450		482		87
37	411		465		495		88
38	430		480		510		89
39	452		495		575		90
40	465		510		555		91
41	481		520		585		92
42	496		550		600		93
43	517		565		630		94
44	525		590		650		95
45	550		610		674		96
46	570		633		705		97
47	587		661		725		98
48	610		687		731		99
49	635		712		740		100
50	660		746		745		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	13.51						
Ensayo #2	15.57						
Ensayo #3	13.51	14.20					

Gráficas DCP

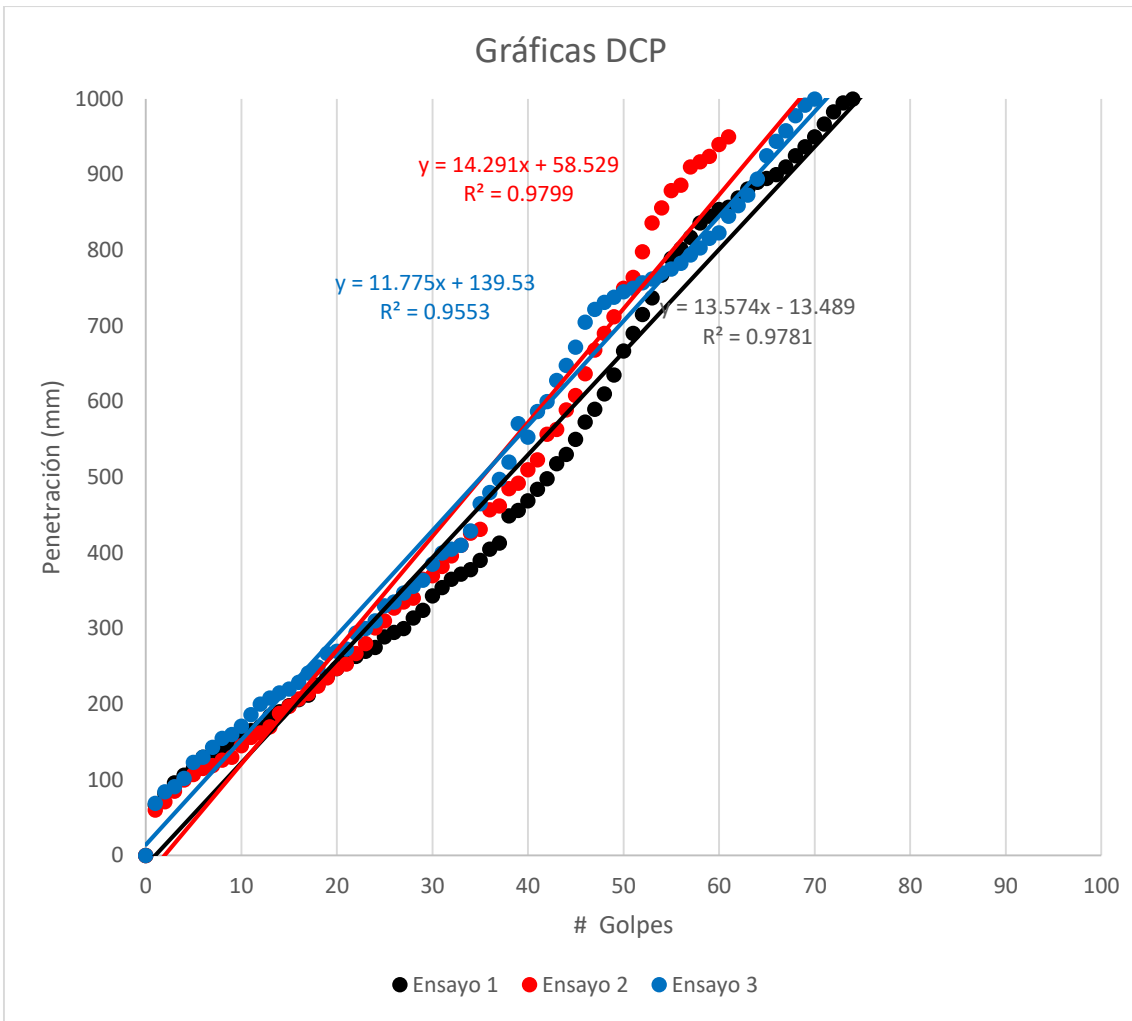






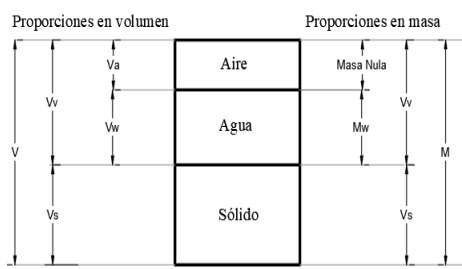
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulakó.		
N° Muestra:	12		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769696
Parroquia:	Mulakó	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	4 de Octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	DCP		
Norma:	ASTM D 6951 - 03		

# Golpes	Penetración (mm)						# Golpes
	Ensayo 1		Ensayo 2		Ensayo 3		
0	0	690	0	764	0	750	51
1	67	715	60	798	69	757	52
2	82	737	71	836	84	762	53
3	96	767	85	856	91	770	54
4	106	789	100	879	102	775	55
5	115	802	107	886	123	783	56
6	130	817	115	910	130	794	57
7	135	836	119	917	143	803	58
8	141	845	126	924	155	816	59
9	149	854	130	940	160	823	60
10	156	857	145	950	171	845	61
11	165	869	156		186	859	62
12	170	881	162		200	873	63
13	184	890	170		208	894	64
14	190	895	188		215	925	65
15	198	900	197		220	944	66
16	206	910	207		229	958	67
17	212	925	214		241	978	68
18	225	937	224		249	992	69
19	236	950	235		267	1000	70
20	247	967	247		270		71
21	256	983	253		273		72
22	263	995	267		294		73
23	270	1000	280		300		74
24	275		301		310		75
25	289		310		330		76
26	295		327		335		77
27	300		335		347		78
28	314		340		356		79
29	324		365		364		80
30	343		370		385		81
31	354		382		400		82
32	365		396		405		83
33	372		410		410		84
34	378		426		429		85
35	390		431		465		86
36	405		457		480		87
37	413		462		497		88
38	449		485		520		89
39	456		492		571		90
40	469		510		553		91
41	484		523		587		92
42	498		557		600		93
43	518		563		628		94
44	530		589		648		95
45	550		608		672		96
46	573		637		705		97
47	590		668		722		98
48	610		690		731		99
49	635		712		738		100
50	667		750		745		101
DN		DN promedio					
mm/golpe							
Ensayo #1	13.51	14.46					
Ensayo #2	15.57						
Ensayo #3	14.29						



2. Densidad de campo

 U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL 			
Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	1		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9914870
Cantón	Latacunga	Coordenada este	770059
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	La Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2490.00 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2487.02 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			3175.14 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			1772.94 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1120.70 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	32	64	28 u
Peso recipiente en	30.29	42.50	31.42 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	113.16	123.58	148.74 gr
Peso suelo seco + recipiente	105.10	114.69	137.03 gr
Peso de agua (Ww)	8.06	8.89	11.71 gr
Peso de los sólidos (Ws)	74.81	72.19	105.61 gr
Contenido de humedad (W%)	10.77	12.31	11.09 %
Contenido de humedad promedio	11.39		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
		En Volumen (cm ³)	Va 23.83 Vw 254.35 Vv 278.18 Vs 842.52 V 1120.70
		En Peso (gr)	Ma 0.00 Mw 254.35 Ms 2232.67 M 2487.02
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = Wm/Vm$	2.219	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.992	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = Ww/Ws$	11.39	%
Relación de vacíos	$e = Vv/Vs$	0.33	
Porosidad	$n\% = (Vv/Vm)*100$	24.82	%
Grado de saturación de agua	$Gw\% = (Vw/Vv)*100$	91.43	%
Grado de saturación de aire	$Ga\% = (Va/Vv)*100$	8.57	%



Trabajo de Investigación				
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.			
#muestra	2			
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9914679	
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769738	
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.	
Vía	La Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez	
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)			
Norma	AASHTO T-191 2014			
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad	
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2382.14 gr	
Peso recipiente (funda).			2.98 gr	
Peso neto de masa de suelo (W).			2379.16 gr	
Volumen de agujero en el suelo (Vm)				
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6510.21 gr	
Peso final de frasco + cono + arena.			3298.54 gr	
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr	
Peso de arena en hueco.			1582.67 gr	
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³	
Volumen de hueco (V).			1000.42 cm ³	
Contenido de Humedad Natural (W%)				
Número de recipiente	14	72	102 u	
Peso recipiente en	34.25	41.20	30.25 gr	
Peso suelo húmedo + recipiente	130.36	148.25	154.78 gr	
Peso suelo seco + recipiente	124.91	138.13	148.04 gr	
Peso de agua (Ww)	5.45	10.12	6.74 gr	
Peso de los sólidos (Ws)	90.66	96.93	117.79 gr	
Contenido de humedad (W%)	6.01	10.44	5.72 %	
Contenido de humedad promedio	7.39		%	
Estructura de suelo				
Esquema de masa de suelo		Proporciones		
		En Volumen (cm ³)	Va	0.67
			Vw	163.75
			Vv	164.42
			Vs	836.00
			V	1000.42
		En Peso (gr)	Ma	0.00
			Mw	163.75
			Ms	2215.41
			M	2379.16
			Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65	
Propiedades índice				
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = Wm/Vm$	2.378	gr/cm ³	
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m / (1 + (w\%/100))$	2.214	gr/cm ³	
Contenido de humedad	$W\% = Ww/Ws$	7.39	%	
Relación de vacíos	$e = Vv/Vs$	0.20		
Porosidad	$n\% = (Vv/Vm) * 100$	16.43	%	
Grado de saturación de agua	$Gw\% = (Vw/Vv) * 100$	99.59	%	
Grado de saturación de aire	$Ga\% = (Va/Vv) * 100$	0.41	%	



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	3		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913226
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769683
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			1995.80 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			1992.82 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2857.63 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2090.45 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1321.40 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	102	79	30 u
Peso recipiente en	37.07	46.15	31.22 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	136.28	151.16	149.22 gr
Peso suelo seco + recipiente	126.58	142.04	132.33 gr
Peso de agua (Ww)	9.70	9.12	16.89 gr
Peso de los sólidos (Ws)	89.51	95.89	101.11 gr
Contenido de humedad (W%)	10.84	9.51	16.70 %
Contenido de humedad promedio	12.35		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	432.99	
	Vw	219.07	
	Vv	652.06	
	Vs	669.34	
V		1321.40	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	219.07	
	Ms	1773.75	
	M	1992.82	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = Wm/Vm$	1.508	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m / (1 + (w\%/100))$	1.342	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = Ww/Ws$	12.35	%
Relación de vacíos	$e = Vv/Vs$	0.97	
Porosidad	$n\% = (Vv/Vm) * 100$	49.35	%
Grado de saturación de agua	$Gw\% = (Vw/Vv) * 100$	33.60	%
Grado de saturación de aire	$Ga\% = (Va/Vv) * 100$	66.40	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	4		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9912915
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769642
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2222.60 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2219.62 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2676.19 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2271.89 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1436.09 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	4	61	8 u
Peso recipiente	17.46	11.40	17.69 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	82.01	74.16	78.39 gr
Peso suelo seco + recipiente	76.54	68.32	70.77 gr
Peso de agua (Ww)	5.47	5.84	7.62 gr
Peso de los sólidos (Ws)	59.08	56.92	53.08 gr
Contenido de humedad (W%)	9.26	10.26	14.36 %
Contenido de humedad promedio	11.29		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	458.28	
	Vw	225.20	
	Vv	683.48	
	Vs	752.61	
	V	1436.09	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	225.20	
	Ms	1994.42	
	M	2219.62	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = Wm/Vm$	1.546	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m / (1 + (w\%/100))$	1.389	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = Ww/Ws$	11.29	%
Relación de vacíos	$e = Vv/Vs$	0.91	
Porosidad	$n\% = (Vv/Vm) * 100$	47.59	%
Grado de saturación de agua	$Gw\% = (Vw/Vv) * 100$	32.95	%
Grado de saturación de aire	$Ga\% = (Va/Vv) * 100$	67.05	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	5		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9911354
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769729
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			1995.81 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			1992.83 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2857.63 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2090.45 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1321.40 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	17P	29	18 u
Peso recipiente	24.71	26.63	50.26 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	74.60	90.01	192.14 gr
Peso suelo seco + recipiente	67.69	81.39	173.64 gr
Peso de agua (Ww)	6.91	8.62	18.50 gr
Peso de los sólidos (Ws)	42.98	54.76	123.38 gr
Contenido de humedad (W%)	16.08	15.74	14.99 %
Contenido de humedad promedio	15.60		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	401.90	
	Vw	268.99	
	Vv	670.89	
	Vs	650.50	
V		1321.40	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	268.99	
	Ms	1723.84	
	M	1992.83	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.508	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.305	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	15.60	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	1.03	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	50.77	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	40.09	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	59.91	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	6		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9911131
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769944
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2041.16 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2038.18 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2766.91 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2181.17 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1378.74 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	51	99	113 u
Peso recipiente	19.02	24.71	47.22 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	80.24	94.58	171.20 gr
Peso suelo seco + recipiente	73.14	86.11	158.61 gr
Peso de agua (Ww)	7.10	8.47	12.59 gr
Peso de los sólidos (Ws)	54.12	61.40	111.39 gr
Contenido de humedad (W%)	13.12	13.79	11.30 %
Contenido de humedad promedio	12.74		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	466.22	
	Vw	230.30	
	Vv	696.52	
	Vs	682.22	
V		1378.74	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	230.30	
	Ms	1807.88	
	M	2038.18	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.478	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.311	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	12.74	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	1.02	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	50.52	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	33.06	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	66.94	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	7		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913479
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769683
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Calle 24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			1542.21 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			1539.23 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			3674.09 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			1273.99 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			805.30 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	106	ZV1	17G u
Peso recipiente	30.91	30.08	48.86 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	81.64	87.20	167.04 gr
Peso suelo seco + recipiente	74.58	78.34	152.41 gr
Peso de agua (Ww)	7.06	8.86	14.63 gr
Peso de los sólidos (Ws)	43.67	48.26	103.55 gr
Contenido de humedad (W%)	16.17	18.36	14.13 %
Contenido de humedad promedio	16.22		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	90.72	
	Vw	214.80	
	Vv	305.52	
	Vs	499.79	
V		805.30	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	214.80	
	Ms	1324.43	
	M	1539.23	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.911	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.645	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	16.22	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	0.61	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	37.94	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	70.31	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	29.69	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	8		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913463
Cantón	Latacunga	Coordenada este	767473
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Calle 24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2086.52 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2083.54 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			3129.78 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			1818.30 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1149.37 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	8	4A	61 u
Peso recipiente	17.69	11.10	11.40 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	58.64	66.14	44.57 gr
Peso suelo seco + recipiente	53.04	59.17	40.83 gr
Peso de agua (Ww)	5.60	6.97	3.74 gr
Peso de los sólidos (Ws)	35.35	48.07	29.43 gr
Contenido de humedad (W%)	15.84	14.50	12.71 %
Contenido de humedad promedio	14.35		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	200.33	
	Vw	261.46	
	Vv	461.79	
	Vs	687.58	
V		1149.37	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	261.46	
	Ms	1822.08	
	M	2083.54	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.813	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.585	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	14.35	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	0.67	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	40.18	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	56.62	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	43.38	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	9		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9914014
Cantón	Latacunga	Coordenada este	771802
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			1814.37 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			1811.39 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2993.71 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			1954.37 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1235.38 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	1	3	20 u
Peso recipiente	50.73	48.32	54.16 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	170.39	170.78	178.45 gr
Peso suelo seco + recipiente	154.37	154.33	158.69 gr
Peso de agua (Ww)	16.02	16.45	19.76 gr
Peso de los sólidos (Ws)	103.64	106.01	104.53 gr
Contenido de humedad (W%)	15.46	15.52	18.90 %
Contenido de humedad promedio	16.63		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	391.05	
	Vw	258.23	
	Vv	649.28	
	Vs	586.10	
	V	1235.38	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	258.23	
	Ms	1553.16	
	M	1811.39	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.466	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.257	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	16.63	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	1.11	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	52.56	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	39.77	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	60.23	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	10		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913839
Cantón	Latacunga	Coordenada este	770497
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2358.69 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2355.71 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2449.39 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2498.69 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1579.45 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	36	57	88 u
Peso recipiente	41.52	56.47	39.11 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	161.45	187.90	163.23 gr
Peso suelo seco + recipiente	153.89	176.58	156.20 gr
Peso de agua (Ww)	7.56	11.32	7.03 gr
Peso de los sólidos (Ws)	112.37	120.11	117.09 gr
Contenido de humedad (W%)	6.73	9.42	6.00 %
Contenido de humedad promedio	7.39		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	589.63	
	Vw	162.01	
	Vv	751.64	
	Vs	827.81	
	V	1579.45	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	162.01	
	Ms	2193.70	
	M	2355.71	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.491	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	1.389	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	7.39	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	0.91	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	47.59	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	21.55	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	78.45	%



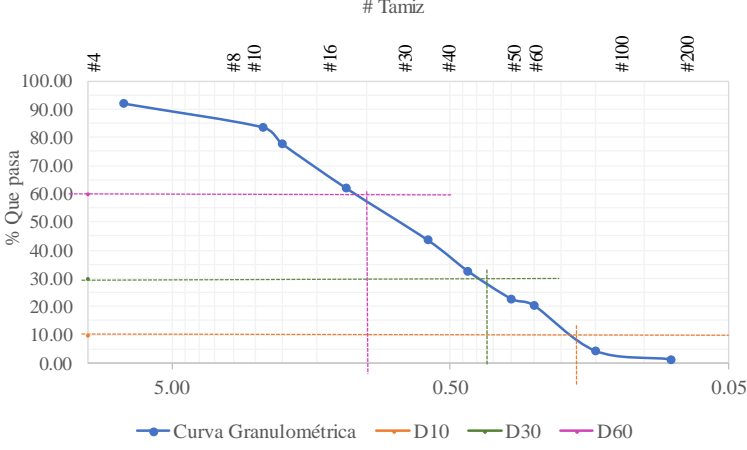


Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	11		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913584
Cantón	Latacunga	Coordenada este	768937
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			1995.80 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			1992.82 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2857.63 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			1629.00 gr
Peso de arena en hueco.			2090.45 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			1321.40 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	5	15	9 u
Peso recipiente	48.76	49.81	48.19 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	218.55	238.35	229.48 gr
Peso suelo seco + recipiente	202.09	220.32	213.56 gr
Peso de agua (Ww)	16.46	18.03	15.92 gr
Peso de los sólidos (Ws)	153.33	170.51	165.37 gr
Contenido de humedad (W%)	10.74	10.57	9.63 %
Contenido de humedad promedio	10.31		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	453.40	
	Vw	186.29	
	Vv	639.69	
	Vs	681.71	
	V	1321.40	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	186.29	
	Ms	1806.53	
	M	1992.82	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	1.508	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m / (1 + (w\%/100))$	1.367	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	10.31	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	0.94	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m) * 100$	48.41	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v) * 100$	29.12	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v) * 100$	70.88	%



Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
#muestra	12		
Provincia	Cotopaxi	Coordenada norte	9913626
Cantón	Latacunga	Coordenada este	769696
Parroquia	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo	DENSIDAD DE CAMPO (CONO Y ARENA DE OTTAWA)		
Norma	AASHTO T-191 2014		
Peso de suelo extraído (Wm)			Unidad
Peso de masa de suelo + recipiente (funda).			2007.40 gr
Peso recipiente (funda).			2.98 gr
Peso neto de masa de suelo (W).			2004.42 gr
Volumen de agujero en el suelo (Vm)			
Peso inicial de frasco + cono + arena.			6577.08 gr
Peso final de frasco + cono + arena.			2420.36 gr
Peso de arena en cono (Calibración de cono).			2766.91 gr
Peso de arena en hueco.			1389.81 gr
Densidad Arena de Ottawa (γ_{Sand}), Calibración de Arena			1.582 gr/cm ³
Volumen de hueco (V).			878.51 cm ³
Contenido de Humedad Natural (W%)			
Número de recipiente	5	15	9 u
Peso recipiente	48.76	49.81	48.19 gr
Peso suelo húmedo + recipiente	218.55	238.35	229.48 gr
Peso suelo seco + recipiente	204.84	221.47	213.56 gr
Peso de agua (Ww)	13.71	16.88	15.92 gr
Peso de los sólidos (Ws)	156.08	171.66	165.37 gr
Contenido de humedad (W%)	8.78	9.83	9.63 %
Contenido de humedad promedio	9.41		%
Estructura de suelo			
Esquema de masa de suelo		Proporciones	
En Volumen (cm ³)	Va	14.74	
	Vw	172.47	
	Vv	187.21	
	Vs	691.30	
	V	878.51	
En Peso (gr)	Ma	0.00	
	Mw	172.47	
	Ms	1831.95	
	M	2004.42	
Gravedad específica para suelo friccionante = 2,65			
Propiedades índice			
Peso volumétrico (suelo húmedo)	$\gamma_m = W_m/V_m$	2.282	gr/cm ³
Peso volumétrico (suelo seco)	$\gamma_d = \gamma_m/(1+(w\%/100))$	2.085	gr/cm ³
Contenido de humedad	$W\% = W_w/W_s$	9.41	%
Relación de vacíos	$e = V_v/V_s$	0.27	
Porosidad	$n\% = (V_v/V_m)*100$	21.31	%
Grado de saturación de agua	$G_w\% = (V_w/V_v)*100$	92.13	%
Grado de saturación de aire	$G_a\% = (V_a/V_v)*100$	7.87	%

3. Granulometría

 						
U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL						
Trabajo de Investigación						
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.					
N° Muestra:	1					
Provincia:	Cotopaxi					
Coordenada norte:	9914870					
Cantón:	Latacunga					
Coordenada este:	770059					
Parroquia:	Mulaló					
Investigador:	Bryan Viscarra N.					
Vía:	Piedra la Chilintosa					
Revisor:	Ing. Diego Chérrez					
Ensayo:	GRANULOMETRÍA					
Norma:	AASHTO T-88 2013					
Tabla de datos						
#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	106.36	106.36	10.64	89.36	10.64
#8	2.36	147.42	253.78	25.38	74.62	14.74
#10	2.00	35.15	288.93	28.89	71.11	3.52
#16	1.18	99.82	388.75	38.88	61.13	9.98
#30	0.60	136.90	525.65	52.57	47.44	13.69
#40	0.43	88.53	614.18	61.42	38.58	8.85
#50	0.30	82.71	696.89	69.69	30.31	8.27
#60	0.25	37.22	734.11	73.41	26.59	3.72
#100	0.15	119.46	853.57	85.36	14.64	11.95
#200	0.08	90.94	944.51	94.45	5.55	9.09
Pasa #200		46.14	990.65	99.07	0.94	4.61
Peso total (gr)		990.65	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.07
CURVA GRANULOMÉTRICA						
# Tamiz						
						
Determinación de parámetros granulométricos						
Diámetros			Fracciones de partículas			
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	10.64		
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	83.82		
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	5.55		
Coeficiente de Uniformidad						
Cu			6.47			
Coeficiente de Curvatura						
Cc			0.70			



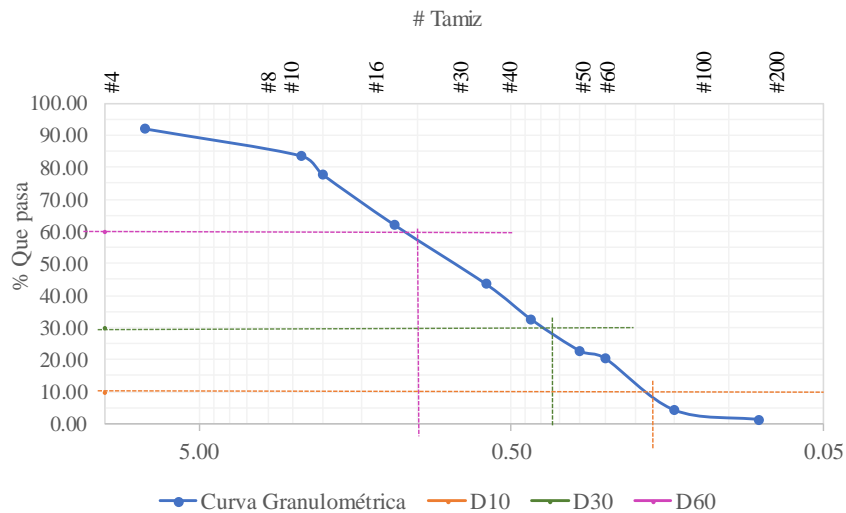
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	2		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914679
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769738
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Piedra la Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	103.87	103.87	10.39	89.61	10.39
#8	2.36	140.89	244.76	24.48	75.52	14.09
#10	2.00	47.73	292.49	29.25	70.75	4.77
#16	1.18	97.52	390.01	39.00	61.00	9.75
#30	0.60	140.12	530.13	53.01	46.99	14.01
#40	0.43	87.63	617.76	61.78	38.22	8.76
#50	0.30	90.03	707.79	70.78	29.22	9.00
#60	0.25	34.11	741.90	74.19	25.81	3.41
#100	0.15	120.02	861.92	86.19	13.81	12.00
#200	0.08	90.23	952.15	95.22	4.79	9.02
Pasa #200		45.28	997.43	99.74	0.26	4.53
Peso total (gr)		997.43	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.74

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	10.39
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	84.83
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	4.79
Coeficiente de Uniformidad				
Cu	6.47			
Coeficiente de Curvatura				
Cc	0.70			



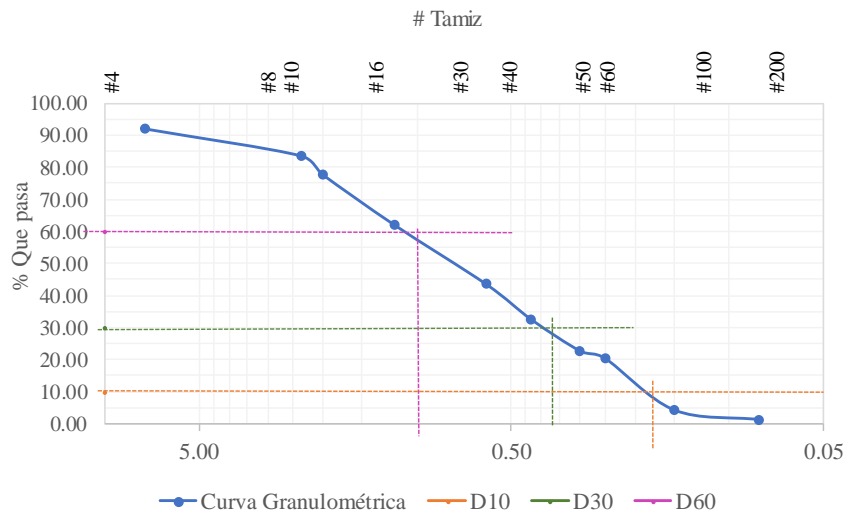
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	3		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913226
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló - Joséguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	60.68	60.68	6.07	93.93	6.07
#8	2.36	94.17	154.85	15.49	84.52	9.42
#10	2.00	30.24	185.09	18.51	81.49	3.02
#16	1.18	114.63	299.72	29.97	70.03	11.46
#30	0.60	178.21	477.93	47.79	52.21	17.82
#40	0.43	102.92	580.85	58.09	41.92	10.29
#50	0.30	84.83	665.68	66.57	33.43	8.48
#60	0.25	31.98	697.66	69.77	30.23	3.20
#100	0.15	156.62	854.28	85.43	14.57	15.66
#200	0.08	114.93	969.21	96.92	3.08	11.49
Pasa #200		29.33	998.54	99.85	0.15	2.93
Peso total (gr)		998.54	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.85

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	6.07
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	90.85
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	3.08
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		



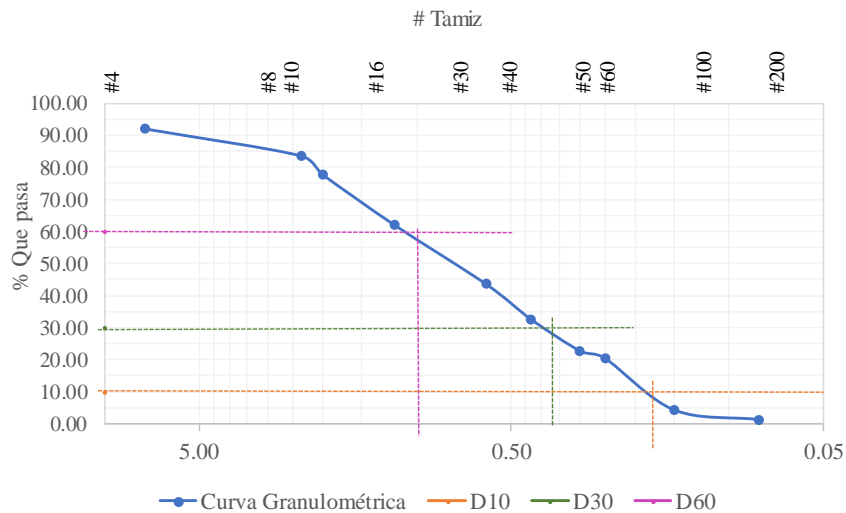
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	4		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9912915
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769642
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló - Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	55.49	55.49	5.55	94.45	5.55
#8	2.36	91.56	147.05	14.71	85.30	9.16
#10	2.00	38.56	185.61	18.56	81.44	3.86
#16	1.18	110.03	295.64	29.56	70.44	11.00
#30	0.60	187.51	483.15	48.32	51.69	18.75
#40	0.43	99.02	582.17	58.22	41.78	9.90
#50	0.30	87.90	670.07	67.01	32.99	8.79
#60	0.25	29.58	699.65	69.97	30.04	2.96
#100	0.15	158.74	858.39	85.84	14.16	15.87
#200	0.08	117.52	975.91	97.59	2.41	11.75
Pasa #200		24.05	999.96	100.00	0.00	2.41
Peso total (gr)		999.96	Peso Inicial (gr)		1000.00	100.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	5.55
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	92.04
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	2.41
Coeficiente de Uniformidad				
Cu	6.47			
Coeficiente de Curvatura				
Cc	0.70			



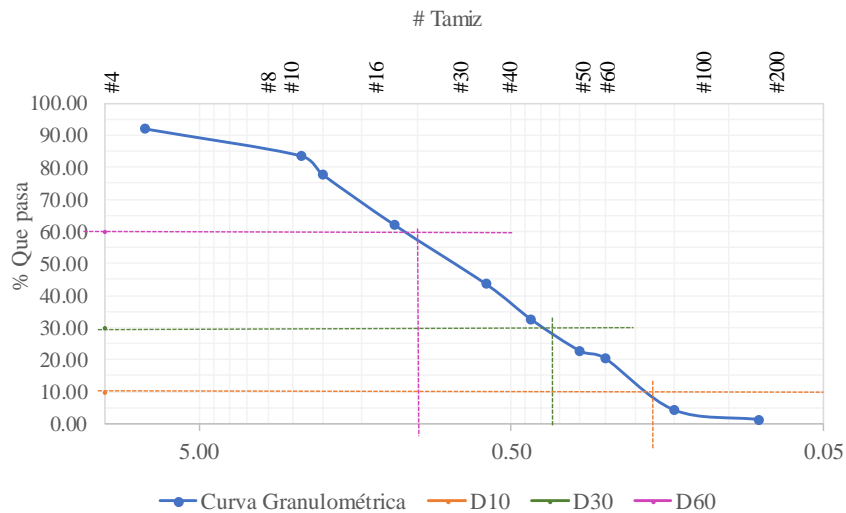
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	5		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911354
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769729
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	70.15	70.15	7.02	92.99	7.02
#8	2.36	82.26	152.41	15.24	84.76	8.23
#10	2.00	61.87	214.28	21.43	78.57	6.19
#16	1.18	97.36	311.64	31.16	68.84	9.74
#30	0.60	170.54	482.18	48.22	51.78	17.05
#40	0.43	104.70	586.88	58.69	41.31	10.47
#50	0.30	70.50	657.38	65.74	34.26	7.05
#60	0.25	49.12	706.50	70.65	29.35	4.91
#100	0.15	156.33	862.83	86.28	13.72	15.63
#200	0.08	117.83	980.66	98.07	1.93	11.78
Pasa #200		17.72	998.38	99.84	0.16	1.77
Peso total (gr)		998.38	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.84

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	7.02
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	91.05
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	1.93
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		



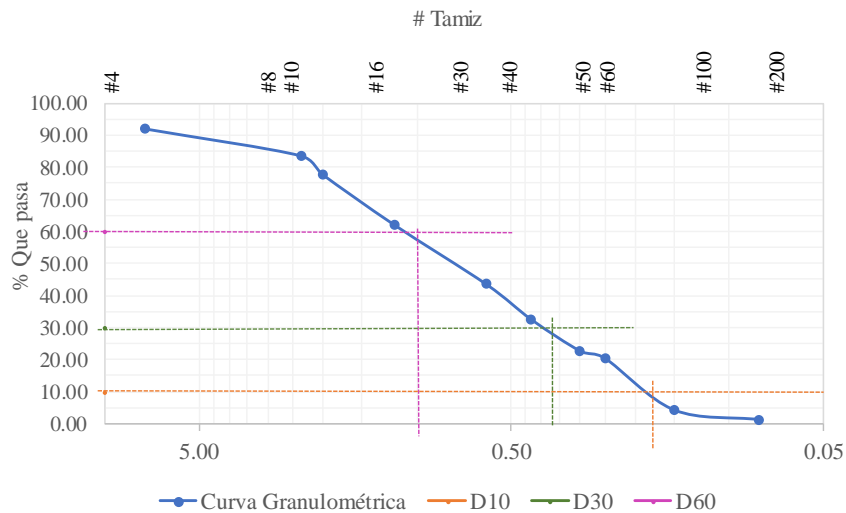
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	6		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769944
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	78.16	78.16	7.82	92.18	7.82
#8	2.36	84.22	162.38	16.24	83.76	8.42
#10	2.00	59.36	221.74	22.17	77.83	5.94
#16	1.18	156.65	378.39	37.84	62.16	15.67
#30	0.60	184.78	563.17	56.32	43.68	18.48
#40	0.43	110.25	673.42	67.34	32.66	11.03
#50	0.30	98.15	771.57	77.16	22.84	9.82
#60	0.25	22.47	794.04	79.40	20.60	2.25
#100	0.15	161.29	955.33	95.53	4.47	16.13
#200	0.08	29.87	985.20	98.52	1.48	2.99
Pasa #200		4.84	990.04	99.00	1.00	0.48
Peso total (gr)		990.04	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	7.82
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	90.70
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	1.48
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		



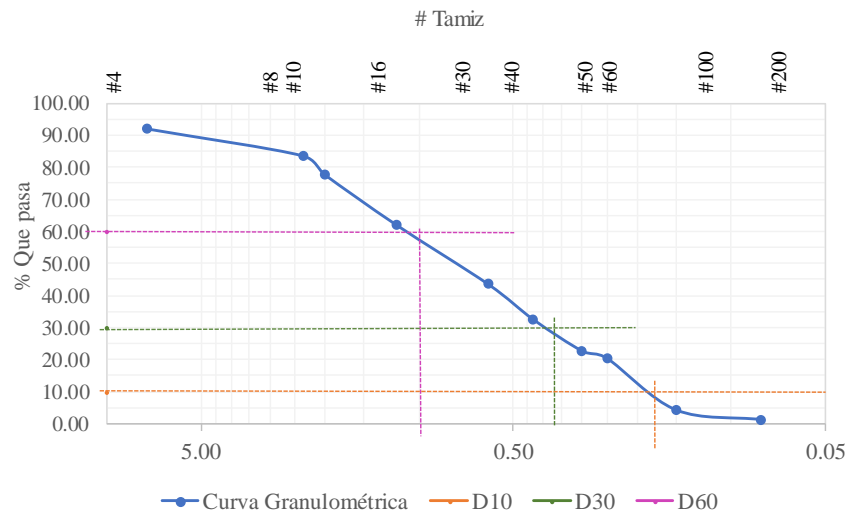
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	7		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	78.57	78.57	7.86	92.14	7.86
#8	2.36	97.64	176.21	17.62	82.38	9.76
#10	2.00	30.05	206.26	20.63	79.37	3.01
#16	1.18	118.05	324.31	32.43	67.57	11.81
#30	0.60	187.50	511.81	51.18	48.82	18.75
#40	0.43	101.76	613.57	61.36	38.64	10.18
#50	0.30	73.28	686.85	68.69	31.32	7.33
#60	0.25	28.64	715.49	71.55	28.45	2.86
#100	0.15	109.20	824.69	82.47	17.53	10.92
#200	0.08	114.86	939.55	93.96	6.05	11.49
Pasa #200		57.93	997.48	99.75	0.25	5.79
Peso total (gr)		997.48	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.75

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	7.86
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	86.10
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	6.05
Coeficiente de Uniformidad				
Cu	6.47			
Coeficiente de Curvatura				
Cc	0.70			



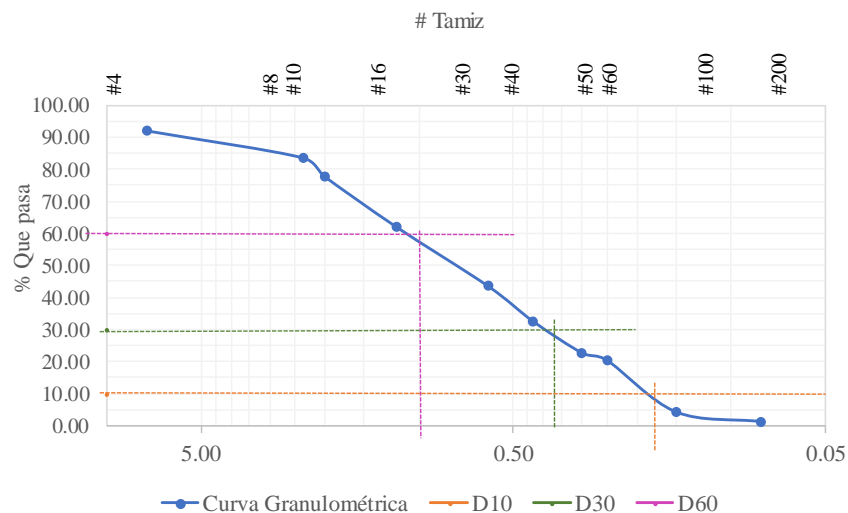
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	8		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913463
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	767473
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	61.58	61.58	6.16	93.84	6.16
#8	2.36	95.13	156.71	15.67	84.33	9.51
#10	2.00	37.42	194.13	19.41	80.59	3.74
#16	1.18	184.63	378.76	37.88	62.12	18.46
#30	0.60	188.55	567.31	56.73	43.27	18.86
#40	0.43	99.23	666.54	66.65	33.35	9.92
#50	0.30	70.54	737.08	73.71	26.29	7.05
#60	0.25	25.45	762.53	76.25	23.75	2.55
#100	0.15	100.07	862.60	86.26	13.74	10.01
#200	0.08	106.80	969.40	96.94	3.06	10.68
Pasa #200		26.04	995.44	99.54	0.46	2.60
Peso total (gr)		995.44	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.54

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	6.16
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	90.78
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	3.06
Coeficiente de Uniformidad				
Cu	6.47			
Coeficiente de Curvatura				
Cc	0.70			



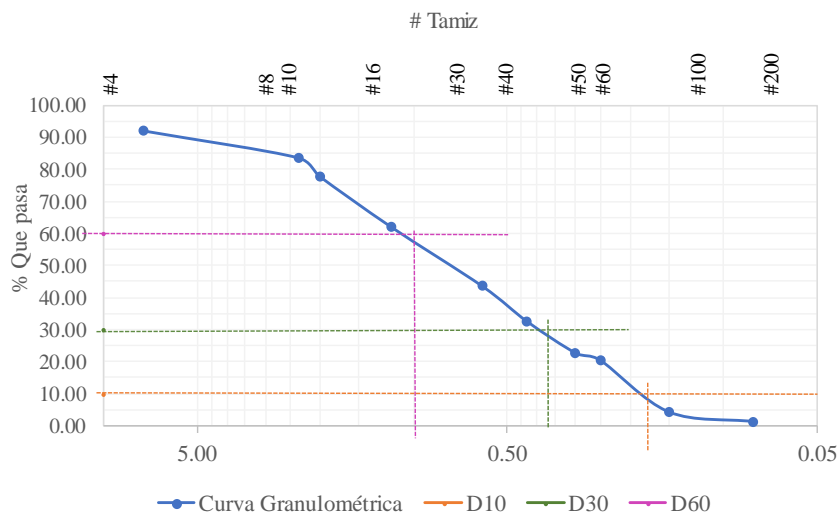
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.					
N° Muestra:	9					
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914014			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	771802			
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.			
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	GRANULOMETRÍA					
Norma:	AASHTO T-88 2013					

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	117.27	117.27	11.73	88.27	11.73
#8	2.36	130.10	247.37	24.74	75.26	13.01
#10	2.00	34.08	281.45	28.15	71.86	3.41
#16	1.18	121.49	402.94	40.29	59.71	12.15
#30	0.60	166.36	569.30	56.93	43.07	16.64
#40	0.43	81.38	650.68	65.07	34.93	8.14
#50	0.30	64.20	714.88	71.49	28.51	6.42
#60	0.25	23.97	738.85	73.89	26.12	2.40
#100	0.15	117.08	855.93	85.59	14.41	11.71
#200	0.08	101.14	957.07	95.71	4.29	10.11
Pasa #200		41.02	998.09	99.81	0.19	4.10
Peso total (gr)		998.09	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.81

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	11.73
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	83.98
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	4.29
Coeficiente de Uniformidad				
Cu	6.47			
Coeficiente de Curvatura				
Cc	0.70			



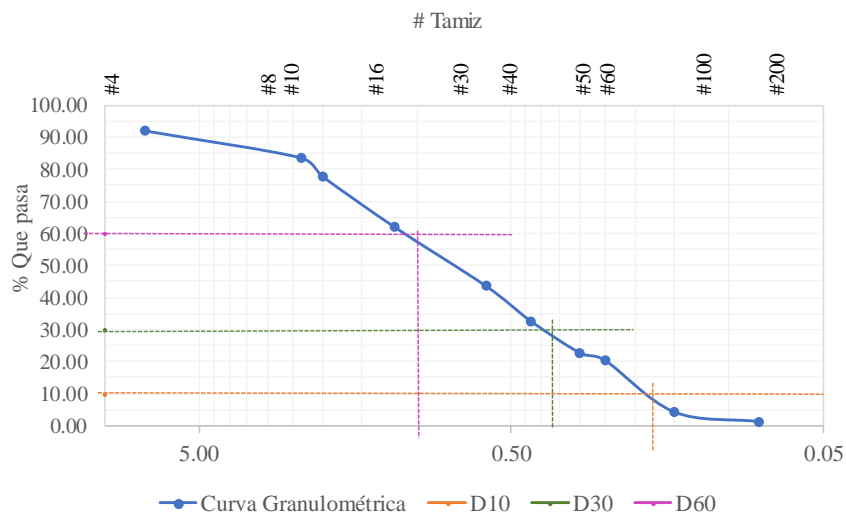
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	10		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770497
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	115.45	115.45	11.55	88.46	11.55
#8	2.36	129.18	244.63	24.46	75.54	12.92
#10	2.00	38.52	283.15	28.32	71.69	3.85
#16	1.18	116.59	399.74	39.97	60.03	11.66
#30	0.60	169.02	568.76	56.88	43.12	16.90
#40	0.43	80.20	648.96	64.90	35.10	8.02
#50	0.30	66.00	714.96	71.50	28.50	6.60
#60	0.25	20.70	735.66	73.57	26.43	2.07
#100	0.15	122.54	858.20	85.82	14.18	12.25
#200	0.08	99.04	957.24	95.72	4.28	9.90
Pasa #200		40.22	997.46	99.75	0.25	4.02
Peso total (gr)		997.46	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.75

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	11.55
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	84.18
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	4.28
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		



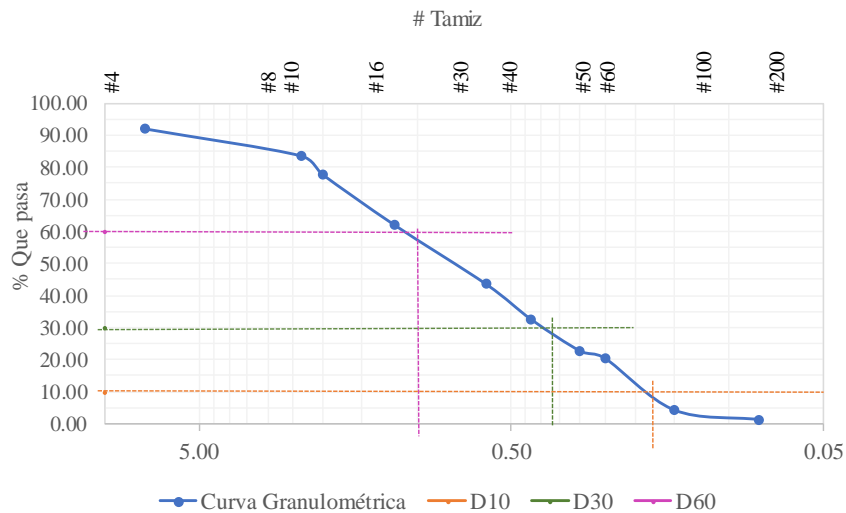
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	11		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913584
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	768937
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	91.74	91.74	9.17	90.83	9.17
#8	2.36	106.40	198.14	19.81	80.19	10.64
#10	2.00	37.40	235.54	23.55	76.45	3.74
#16	1.18	124.38	359.92	35.99	64.01	12.44
#30	0.60	185.49	545.41	54.54	45.46	18.55
#40	0.43	115.56	660.97	66.10	33.90	11.56
#50	0.30	73.68	734.65	73.47	26.54	7.37
#60	0.25	33.21	767.86	76.79	23.21	3.32
#100	0.15	178.87	946.73	94.67	5.33	17.89
#200	0.08	42.54	989.27	98.93	1.07	4.25
Pasa #200		5.3	994.57	99.46	0.54	0.53
Peso total (gr)		994.57	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.46

CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	9.17
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	89.75
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	1.07
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		



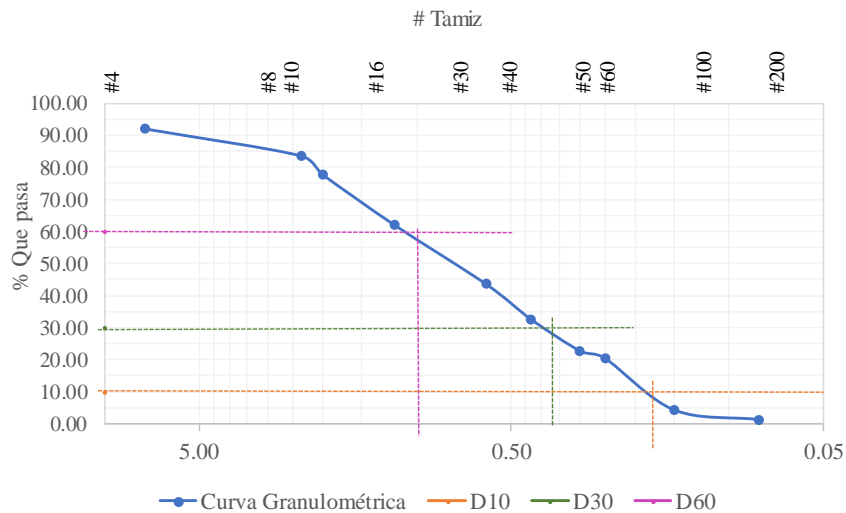
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	12		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769696
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRANULOMETRÍA		
Norma:	AASHTO T-88 2013		

Tabla de datos

#Tamiz	Abertura (mm)	Peso Retenido en Tamiz (gr)	Peso Retenido Acumulado (gr)	% Retenido Acumulado	% Que pasa	% Retenido
#4	7.46	80.10	80.10	8.01	91.99	8.01
#8	2.36	99.02	179.12	17.91	82.09	9.90
#10	2.00	68.99	248.11	24.81	75.19	6.90
#16	1.18	119.35	367.46	36.75	63.25	11.94
#30	0.60	183.33	550.79	55.08	44.92	18.33
#40	0.43	113.85	664.64	66.46	33.54	11.39
#50	0.30	70.24	734.88	73.49	26.51	7.02
#60	0.25	35.23	770.11	77.01	22.99	3.52
#100	0.15	176.48	946.59	94.66	5.34	17.65
#200	0.08	44.27	990.86	99.09	0.91	4.43
Pasa #200		6.8	997.66	99.77	0.23	0.68
Peso total (gr)		997.66	Peso Inicial (gr)		1000.00	99.77



CURVA GRANULOMÉTRICA



Determinación de parámetros granulométricos

Diámetros		Fracciones de partículas		
Efectivo (mm)	D10	0.170	Grava (%)	8.01
Equiparable (mm)	D30	0.361	Arena (%)	91.08
Dimensional (mm)	D60	1.100	Finos (%)	0.91
Coeficiente de Uniformidad				
Cu		6.47		
Coeficiente de Curvatura				
Cc		0.70		

4. Límites de Atterberg

 <div style="text-align: center;"> U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL </div> 								
Trabajo de Investigación								
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.							
N° Muestra:	1							
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914870					
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	770059					
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.					
Vía:	Piedra "La Chilintosa"	Revisor	Ing. Diego Chérrez					
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)							
Norma:	AASHTO T-89 2013							
Tabla de datos								
#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec. +Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
25I	8	10.94	17.13	15.59	1.54	4.65	33.12	29.01
31G		12.80	18.62	17.46	1.16	4.66	24.89	
78	16	11.56	18.36	16.97	1.39	5.41	25.69	26.00
31P		11.33	15.89	14.94	0.95	3.61	26.32	
34I	27	11.50	16.16	15.30	0.86	3.80	22.63	22.31
15		11.44	16.60	15.67	0.93	4.23	21.99	
33A	31	11.07	18.32	17.03	1.29	5.96	21.64	15.04
5A		11.01	19.24	18.60	0.64	7.59	8.43	

LÍMITE LÍQUIDO	
	<p>● Puntos de LL</p> <p>— 25 Golpes</p>

LÍMITES DE ATTERBERG (LP)							
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)						
Norma:	AASHTO T-90 2013						
Tabla de datos							
#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec. +Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
3A	10.67	12.57	12.22	0.35	1.55	22.58	22.70
P3	10.74	12.46	12.14	0.32	1.40	22.86	
9	10.75	12.80	12.41	0.39	1.66	23.49	
5	10.72	13.56	13.06	0.50	2.34	21.37	
104M	10.69	13.98	13.36	0.62	2.67	23.22	
Determinación de Límites				Clasificación de suelo			
Límite Líquido (LL) %			20.28	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)		
Límite Plástico (LP) %			22.70				
Índice de Plasticidad (IP) %			-2.43	S.U.C.S.	SM (Arena limosa)		
Índice de Liquidez (IL)			0.09				



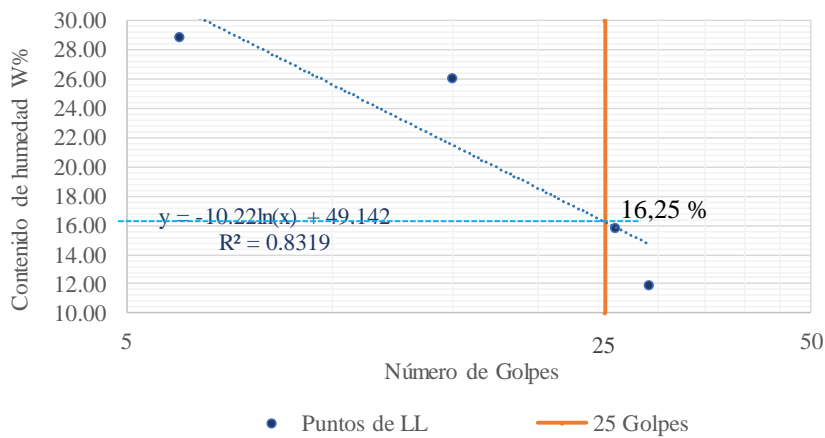
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	2		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914679
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769738
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Piedra "La Chilintosa"	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
33A	6	11.07	19.02	17.19	1.83	6.12	29.90	28.88
3AI		11.50	18.20	16.74	1.46	5.24	27.86	
04A	15	11.10	21.57	19.56	2.01	8.46	23.76	26.09
31P		11.33	22.13	19.74	2.39	8.41	28.42	
61	26	11.40	18.76	17.80	0.96	6.40	15.00	15.91
15		11.44	19.36	18.22	1.14	6.78	16.81	
7	29	17.48	34.23	32.19	2.04	14.71	13.87	11.96
P3		10.74	19.83	19.00	0.83	8.26	10.05	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #2
1	10.34	12.21	11.94	0.27	1.60	16.88	19.05	
13	10.21	12.10	11.81	0.29	1.60	18.13		
21	11.31	13.40	13.09	0.31	1.78	17.42		
22	12.20	14.20	13.84	0.36	1.64	21.95		
4	10.47	12.61	12.24	0.37	1.77	20.90		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			16.25	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			19.05					
Índice de Plasticidad (IP) %			-2.81	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava)			
Índice de Liquidez (IL)			0.07					



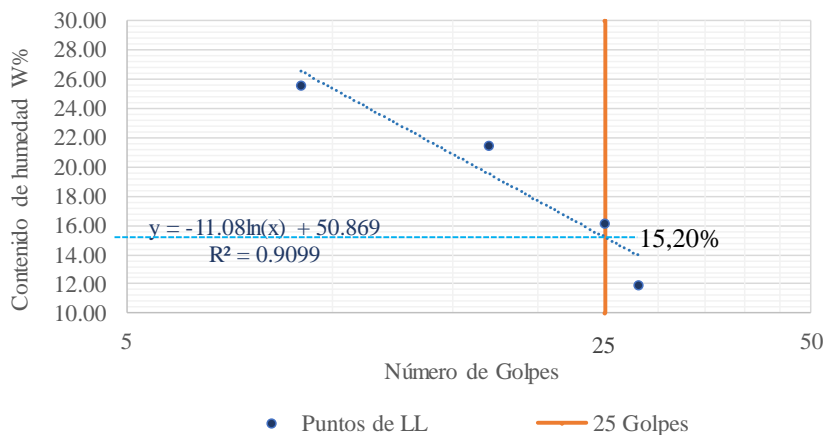
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	3		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913226
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
15	9	11.44	18.40	17.01	1.39	5.57	24.96	25.55
61		11.40	18.59	17.10	1.49	5.70	26.14	
P3	17	10.74	21.38	19.44	1.94	8.70	22.30	21.46
25I		10.94	21.12	19.38	1.74	8.44	20.62	
61	25	11.40	18.62	17.58	1.04	6.18	16.83	16.12
78		11.56	20.17	19.02	1.15	7.46	15.42	
5A	28	11.01	24.10	22.68	1.42	11.67	12.17	11.98
P3		10.74	20.12	19.13	0.99	8.39	11.80	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #3
3A	10.67	13.51	13.20	0.31	2.53	12.25	16.44	
22	12.20	15.62	15.12	0.50	2.92	17.12		
1	10.34	14.74	13.92	0.82	3.58	22.91		
104M	10.69	13.38	13.01	0.37	2.32	15.95		
13	10.21	14.62	14.08	0.54	3.87	13.95		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			15.20	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			16.44					
Índice de Plasticidad (IP) %			-1.24	S.U.C.S.	SP (Arena con grava y escaso fino)			
Índice de Liquidez (IL)			0.13					



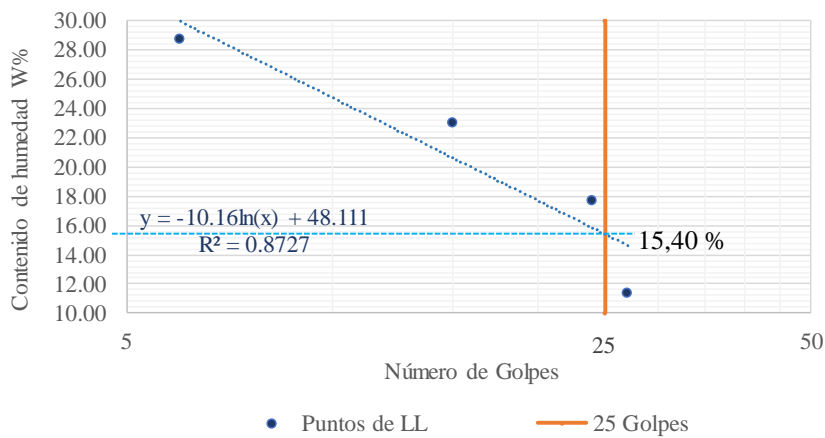
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	4		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9912915
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769642
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
04A	6	11.10	20.14	18.08	2.06	6.98	29.51	28.81
7		17.48	25.41	23.67	1.74	6.19	28.11	
61	15	11.40	21.42	19.57	1.85	8.17	22.64	23.03
15		11.44	21.14	19.30	1.84	7.86	23.41	
61	24	11.40	19.64	18.36	1.28	6.96	18.39	17.72
P3		10.74	20.42	19.01	1.41	8.27	17.05	
5A	27	11.01	17.75	17.03	0.72	6.02	11.96	11.40
33A		11.07	19.86	19.00	0.86	7.93	10.84	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #4
13	10.21	14.12	13.47	0.65	3.26	19.94	18.27	
4	10.47	13.92	13.26	0.66	2.79	23.66		
3A	10.67	14.27	13.82	0.45	3.15	14.29		
104M	10.69	13.10	12.78	0.32	2.09	15.31		
1	10.34	14.76	14.08	0.68	3.74	18.18		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			15.40	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			18.27					
Índice de Plasticidad (IP) %			-2.87	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava)			
Índice de Liquidez (IL)			0.06					



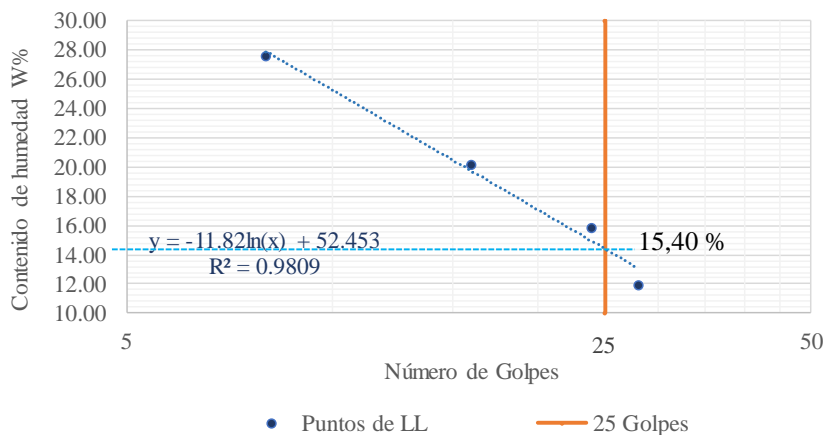
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	5		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911354
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769729
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
1	8	10.34	19.59	17.47	2.12	7.13	29.73	27.55
31P		11.33	25.37	22.53	2.84	11.20	25.36	
7	16	17.48	32.20	29.71	2.49	12.23	20.36	20.17
15		11.44	21.23	19.60	1.63	8.16	19.98	
P3	24	10.74	19.82	18.55	1.27	7.81	16.26	15.87
P3		10.74	20.21	18.94	1.27	8.20	15.49	
3AI	28	11.50	17.75	17.03	0.72	5.53	13.02	11.95
04A		11.10	19.86	19.00	0.86	7.90	10.89	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #5
04A	11.10	14.22	13.74	0.48	2.64	18.18	17.91	
4	10.47	13.47	13.12	0.35	2.65	13.21		
3A	10.67	14.42	13.80	0.62	3.13	19.81		
104M	10.69	14.70	14.09	0.61	3.40	17.94		
13	10.21	13.81	13.20	0.61	2.99	20.40		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			15.40	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			17.91					
Índice de Plasticidad (IP) %			-2.50	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava)			
Índice de Liquidez (IL)			0.07					



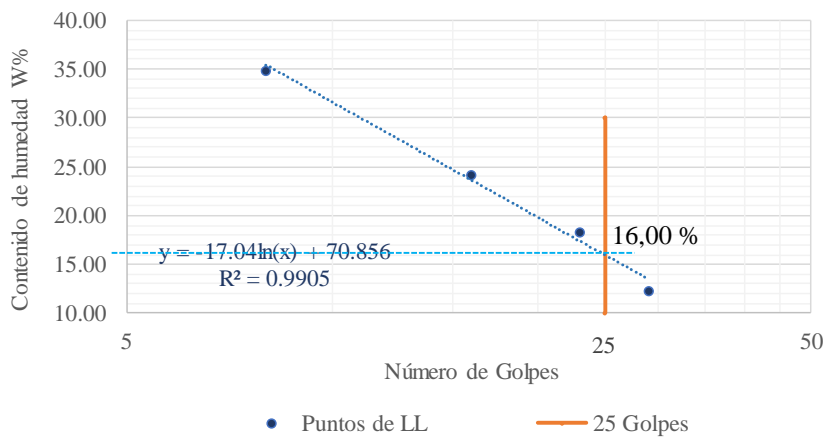
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	6		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769944
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
P3	8	10.74	20.02	17.56	2.46	6.82	36.07	34.94
7		17.48	24.88	23.01	1.87	5.53	33.82	
15	16	11.44	29.14	25.56	3.58	14.12	25.35	24.27
61		11.40	22.77	20.63	2.14	9.23	23.19	
31P	23	11.33	21.36	19.86	1.50	8.53	17.58	18.30
04A		11.10	24.50	22.36	2.14	11.26	19.01	
3AI	29	11.50	17.49	16.80	0.69	5.30	13.02	12.38
33A		11.07	19.07	18.23	0.84	7.16	11.73	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec.+Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #6
3A	10.67	14.00	13.30	0.70	2.63	26.62	23.63	
22	12.20	13.45	13.18	0.27	0.98	27.55		
13	10.21	14.36	13.58	0.78	3.37	23.15		
1	10.34	14.24	13.63	0.61	3.29	18.54		
21	11.31	14.16	13.64	0.52	2.33	22.32		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			16.00	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			23.63					
Índice de Plasticidad (IP) %			-7.63	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava)			
Índice de Liquidez (IL)			0.03					



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



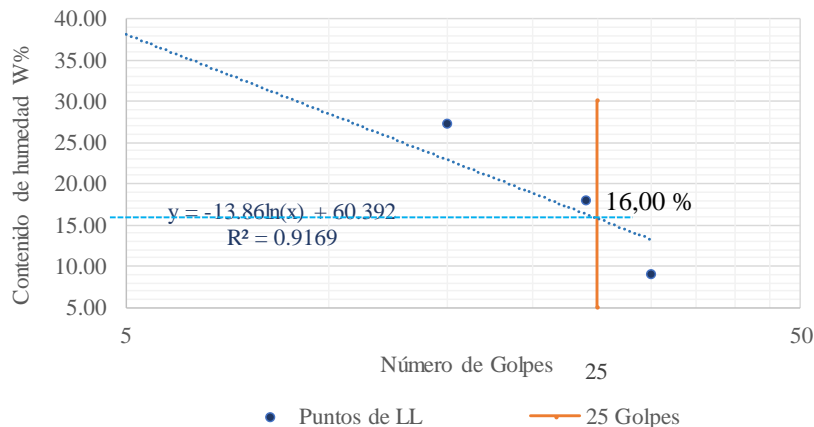
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	7		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	24 de Mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
41	4	11.09	20.19	17.60	2.59	6.51	39.78	39.50
31P		11.33	24.82	21.02	3.80	9.69	39.22	
P3	15	10.74	25.12	21.96	3.16	11.22	28.16	27.24
61		11.40	23.16	20.71	2.45	9.31	26.32	
05A	24	11.31	22.34	20.63	1.71	9.32	18.35	17.90
33A		11.07	24.87	22.82	2.05	11.75	17.45	
15	30	11.44	18.23	17.71	0.52	6.27	8.29	9.00
04A		11.10	19.01	18.31	0.70	7.21	9.71	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #7
104M	10.69	15.21	14.50	0.71	3.81	18.64	18.30	
1	10.34	14.83	14.23	0.60	3.89	15.42		
3A	10.67	13.39	13.01	0.38	2.34	16.24		
4	10.47	13.85	13.44	0.41	2.97	13.80		
22	10.47	13.96	13.21	0.75	2.74	27.37		
Determinación de Límites				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			16.00	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			18.30					
Índice de Plasticidad (IP) %			-2.29	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava)			
Índice de Liquidez (IL)			0.08					



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



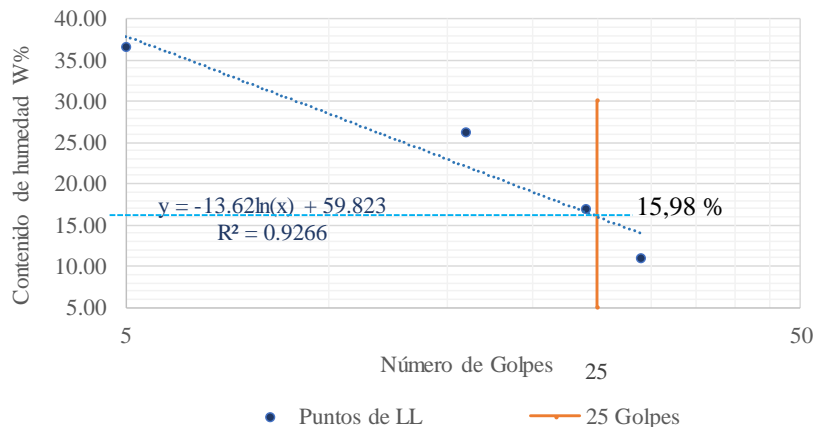
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	8		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913463
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	767473
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	24 de Mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
61	5	11.40	20.01	17.71	2.30	6.31	36.45	36.50
31P		11.33	23.21	20.03	3.18	8.70	36.55	
7	16	17.48	24.13	22.64	1.49	5.16	28.88	26.11
15		11.44	22.96	20.78	2.18	9.34	23.34	
33A	24	11.07	21.73	20.13	1.60	9.06	17.66	16.91
3AI		11.50	22.43	20.91	1.52	9.41	16.15	
04A	29	11.10	19.84	19.00	0.84	7.90	10.63	10.97
P3		10.74	19.79	18.87	0.92	8.13	11.32	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #8
13	10.21	14.23	13.75	0.48	3.54	13.56	15.10	
4	10.47	14.36	13.82	0.54	3.35	16.12		
21	11.31	14.91	14.46	0.45	3.15	14.29		
1	10.34	15.02	14.41	0.61	4.07	14.99		
3A	10.67	14.33	13.81	0.52	3.14	16.56		
				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			15.98	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			15.10					
Índice de Plasticidad (IP) %			0.88	S.U.C.S.	SM (Arena Limosa)			
Índice de Liquidez (IL)			-0.17					



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



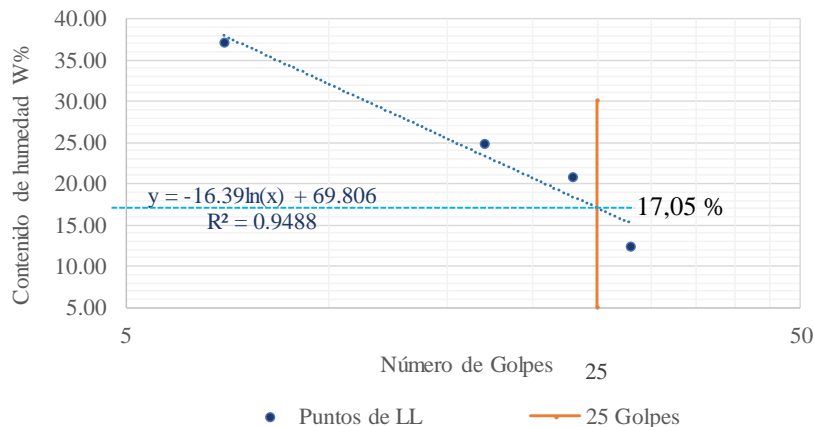
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	9		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914014
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	771802
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
14	7	11.40	19.84	17.37	2.47	5.97	41.37	37.09
23		11.27	21.23	18.77	2.46	7.50	32.80	
04A	17	11.10	23.16	20.87	2.29	9.77	23.44	24.78
9		11.45	22.07	19.87	2.20	8.42	26.13	
P3	23	10.74	22.39	20.43	1.96	9.69	20.23	20.74
3AI		11.50	21.37	19.64	1.73	8.14	21.25	
04A	28	11.10	19.92	18.87	1.05	7.77	13.51	12.32
65		10.74	24.52	23.14	1.38	12.40	11.13	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #9
34	10.23	14.27	13.69	0.58	3.46	16.86	16.67	
6	10.49	14.31	13.74	0.57	3.25	17.54		
21	10.66	14.27	13.71	0.56	3.05	18.36		
2	11.14	14.98	14.47	0.51	3.33	15.32		
13	10.21	14.51	13.94	0.57	3.73	15.28		
				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			17.05	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			16.67					
Índice de Plasticidad (IP) %			0.37	S.U.C.S.	SM (Arena Limosa)			
Índice de Liquidez (IL)			-0.45					



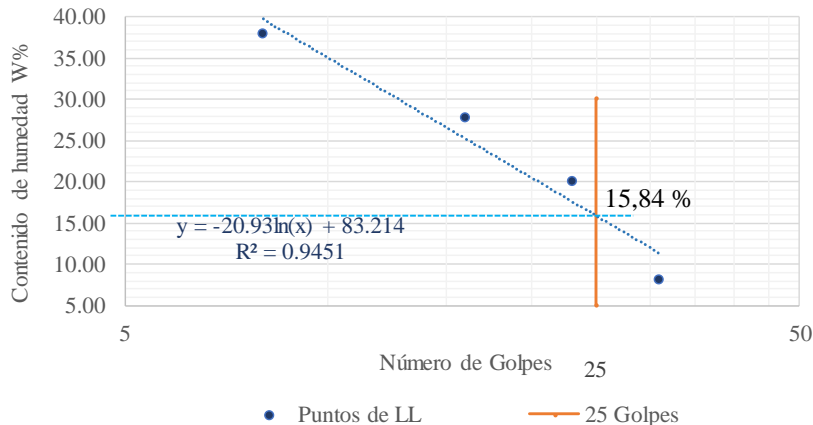
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	10		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	770497
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
31P	8	11.33	19.74	17.38	2.36	6.05	39.01	37.91
33A		11.07	21.96	19.03	2.93	7.96	36.81	
65	16	10.74	23.23	20.51	2.72	9.77	27.84	27.77
61		11.40	22.14	19.81	2.33	8.41	27.71	
04A	23	11.10	22.76	20.83	1.93	9.73	19.84	20.03
3AI		11.50	21.37	19.71	1.66	8.21	20.22	
15	31	11.44	19.42	18.74	0.68	7.30	9.32	8.15
P3		10.74	23.46	22.63	0.83	11.89	6.98	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)		
Norma:	AASHTO T-90 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #10
10	10.35	14.36	13.71	0.65	3.36	19.35	16.41	
21	11.31	14.59	14.15	0.44	2.84	15.49		
4	10.47	13.98	13.48	0.50	3.01	16.61		
22	12.20	15.06	14.71	0.35	2.51	13.94		
13	10.21	14.48	13.87	0.61	3.66	16.67		
				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			15.84	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			16.41					
Índice de Plasticidad (IP) %			-0.57	S.U.C.S.	SW (Arena bien graduada con grava y poco suelo fino)			
Índice de Liquidez (IL)			0.29					



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



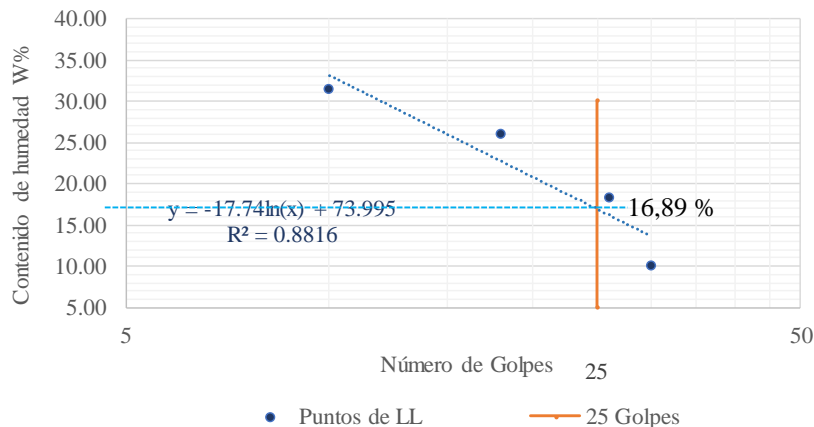
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
Nº Muestra:	11		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913584
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	768937
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	4 de Octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
8	10	11.28	20.16	17.92	2.24	6.64	33.73	31.38
04A		11.10	21.28	18.99	2.29	7.89	29.02	
15	18	11.44	25.12	22.20	2.92	10.76	27.14	25.93
33A		11.07	23.48	21.02	2.46	9.95	24.72	
P3	26	10.74	21.10	19.35	1.75	8.61	20.33	18.30
3AI		11.50	22.36	20.84	1.52	9.34	16.27	
2	30	11.53	20.42	19.54	0.88	8.01	10.99	10.11
61		11.40	24.77	23.64	1.13	12.24	9.23	

LÍMITE LÍQUIDO



Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #11
104M	10.69	14.36	13.73	0.63	3.04	20.72	17.97	
3A	10.67	14.59	14.02	0.57	3.35	17.01		
4	10.47	13.98	13.54	0.44	3.07	14.33		
1	10.34	15.06	14.51	0.55	4.17	13.19		
22	12.20	14.48	14.03	0.45	1.83	24.59		
				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			16.89	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			17.97					
Índice de Plasticidad (IP) %			-1.08	S.U.C.S.	SM (Arena Limosa)			
Índice de Liquidez (IL)			0.17					



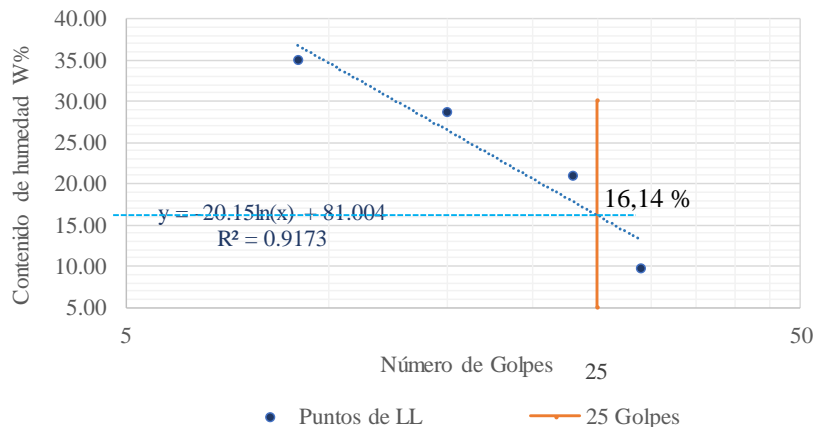
Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	12		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626
Cantón:	Cevallos	Coordenada este:	769696
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	4 de Octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LL)		
Norma:	AASHTO T-89 2013		

Tabla de datos

#Recipiente	#Golpes	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo húm.	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio
29	9	12.18	20.87	18.56	2.31	6.38	36.21	34.90
14		11.46	21.56	19.02	2.54	7.56	33.60	
32	15	11.21	24.82	21.87	2.95	10.66	27.67	28.62
34A		11.08	23.66	20.79	2.87	9.71	29.56	
P6	23	10.82	22.47	20.53	1.94	9.71	19.98	20.90
28		11.45	23.90	21.67	2.23	10.22	21.82	
9	29	11.09	21.42	20.47	0.95	9.38	10.13	9.75
39		11.47	24.89	23.74	1.15	12.27	9.37	

LÍMITE LÍQUIDO





Ensayo:	LÍMITES DE ATTERBERG (LP)
Norma:	AASHTO T-90 2013

Tabla de datos

#Recipiente	Peso Rec.	Peso Rec.+Suelo	Peso Rec. +Suelo Seco.	Peso agua	Peso sólidos	W%	W% Promedio	Muestra #12
104M	10.69	14.29	13.78	0.51	3.09	16.50	18.09	
3A	10.67	14.52	13.91	0.61	3.24	18.83		
4	10.47	14.19	13.59	0.60	3.12	19.23		
1	10.34	14.96	14.27	0.69	3.93	17.56		
22	12.20	14.78	14.38	0.40	2.18	18.35		
				Clasificación de suelo				
Límite Líquido (LL) %			16.14	AASHTO	A-2-4 (Grava y arena limosa o arcillosa)			
Límite Plástico (LP) %			18.09					
Índice de Plasticidad (IP) %			-1.95	S.U.C.S.	SM (Arena Limosa)			
Índice de Liquidez (IL)			0.09					

5. Gravedad específica

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> <p>U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL</p> </div>  </div>			
Trabajo de Investigación			
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	1		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914870
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770059
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Piedra “La Chilintosa”	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	1		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	704.10	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C		22.00
Factor de corrección por temperatura	K	0.9996	
Desplazamiento de agua	$W_s + W_{bw} - W_{bws}$		33.63
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	51		
Peso recipiente	W_{recip}	131.67	
Peso recipiente + suelos seco	$W_{recip} + W_s$		217.82
Peso suelo seco	W_s		86.15
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$		2.561
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	2		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914679
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769738
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Piedra "La Chilintosa"	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	2		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	706.58	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	22.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9996	
Desplazamiento de agua	$W_s + W_{bw} - W_{bws}$	35.25	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	24		
Peso recipiente	Wrecip	130.22	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+W _s	220.47	
Peso suelo seco	W _s	90.25	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.559	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	3		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913226
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	3		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	705.78	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	22.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9996	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	35.20	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	32		
Peso recipiente	Wrecip	142.26	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	231.66	
Peso suelo seco	Ws	89.4	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.539	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	4		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9912915
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769642
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	4		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	705.41	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	35.28	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	78		
Peso recipiente	Wrecip	113.93	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	203.04	
Peso suelo seco	Ws	89.11	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.525	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	5		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911354
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769729
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	5		
Número de picnómetro	Pg	9	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.57	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	704.23	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	32.46	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	45		
Peso recipiente	Wrecip	116.73	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	201.85	
Peso suelo seco	Ws	85.12	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.622	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	6		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769944
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	6		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.57	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	705.11	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	33.79	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	86		
Peso recipiente	Wrecip	118.14	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	205.47	
Peso suelo seco	Ws	87.33	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.584	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	7		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Calle 24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	7		
Número de picnómetro	Pg	9	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	704.86	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	32.41	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	26		
Peso recipiente	Wrecip	123.45	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	209.14	
Peso suelo seco	Ws	85.69	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.643	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	8		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913463
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	767473
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Calle 24 de mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	8		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	703.67	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	32.76	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	84\		
Peso recipiente	Wrecip	121.74	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	206.59	
Peso suelo seco	Ws	84.85	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.590	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	9		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914014
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	771802
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló - Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	9		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	708.12	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	34.08	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	7		
Peso recipiente	Wrecip	115.39	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	206.01	
Peso suelo seco	Ws	90.62	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.659	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	10		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770497
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló - Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	10		
Número de picnómetro	Pg	9	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	705.67	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	34.09	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	23		
Peso recipiente	Wrecip	135.4	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	223.58	
Peso suelo seco	Ws	88.18	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.586	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



**U.T.A
F.I.C.M.
INGENIERÍA CIVIL**



Trabajo de Investigación



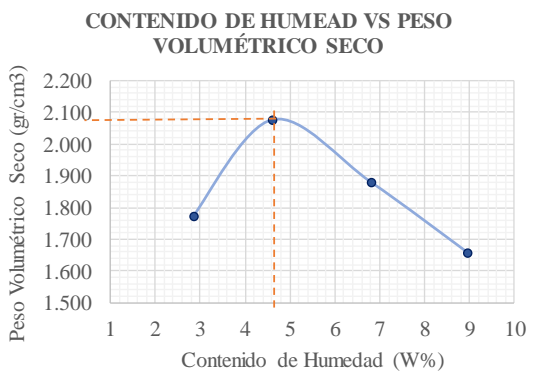
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	11		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913584
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	768937
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Vía 4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	11		
Número de picnómetro	Pg	1	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.57	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	708.53	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	35.41	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	69		
Peso recipiente	Wrecip	125.52	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	217.89	
Peso suelo seco	Ws	92.37	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.608	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.		
N° Muestra:	12		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769696
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Vía 4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	GRAVEDAD ESPECÍFICA		
Norma:	AASHTO T-100 2015		
Desplazamiento de agua			
# de muestra	12		
Número de picnómetro	Pg	9	
Picnómetro + agua hasta marca aforo	Wbw	651.58	
Picnómetro + agua + suelo sumergido	Wbws	706.36	
Temperatura conjunto (agua y suelo)	Temperatura en °C	21.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9998	
Desplazamiento de agua	Ws + Wbw - Wbws	33.82	
Gravedad específica (Gs)			
# recipiente	72		
Peso recipiente	Wrecip	132.67	
Peso recipiente + suelos seco	Wrecip+Ws	221.27	
Peso suelo seco	Ws	88.6	
Gravedad específica	$G_s = (W_s * K) / (W_s + W_{bw} - W_{bws})$	2.619	
Dato: Los pesos están expresados en gramos (gr)			

6. Proctor modificado tipo B

 U.T.A F.I.C.M. INGENIERÍA CIVIL 							
Trabajo de Investigación							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	1						
Provincia:	Cotopaxi Coordenada norte: 9914870						
Cantón:	Latacunga Coordenada este: 770059						
Parroquia:	Mulaló Investigador Bryan Viscarra N.						
Vía:	Revisor Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)						
Norma:	AASHTO T 180 2018						
Especificaciones técnicas							
Tipo	56 Altura de caída 18in.						
#Capas	5 Peso de martillo 10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³						
Datos de molde							
Diámetro	15.1 cm Vol. Molde 2077.31 cm ³						
Altura	11.6 cm Peso Molde 18430 gr						
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)							
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000 6000 6000 6000 gr						
Ensayo	1 2 3 4 #						
Humedad inicial añadida	2.0% 4.0% 6.0% 8.0% %						
Peso molde+suelo húm.	22219 22944 22599 22182 gr						
Peso suelo húmedo W _m .	3789 4514 4169 3752 gr						
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.824 2.173 2.007 1.806 gr/cm ³						
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)							
# recipiente	30A1 86 102 15 84 5 71 30						
	Arriba Abajo Arriba Abajo Arriba Abajo Arriba Abajo						
Peso recip.	24.27 31.24 32.25 25.52 32.41 24.25 30.55 33.45 gr						
Peso suelo húm + recip.	148.06 102.86 165.67 89.79 136.23 114.79 108.53 137.47 gr						
Peso suelo seco + recip.	144.66 100.85 159.51 87.07 129.74 108.9 102.36 128.6 gr						
Peso de agua (W _w).	3.40 2.01 6.16 2.72 6.49 5.89 6.17 8.87 gr						
Peso sólidos (W _s).	120.39 69.61 127.26 61.55 97.33 84.65 71.81 95.15 gr						
Cont. de humedad (W%)	2.82 2.89 4.84 4.42 6.67 6.96 8.59 9.32 %						
Cont. humedad promedio %	2.86 4.63 6.81 8.96 %						
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.773 2.077 1.879 1.658 gr/cm ³						
Gráfica							
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Cóntenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</td> <td style="background-color: #00aaff; color: white; text-align: center; font-size: 1.2em;">4.63</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</td> <td style="background-color: #00aaff; color: white; text-align: center; font-size: 1.2em;">2.077</td> <td style="text-align: center;">gr/cm³</td> </tr> </table>	Cóntenido de Humedad óptimo (W _{op} %)	4.63	%	Densidad Seca Máxima (γ _{dmax})	2.077	gr/cm ³
Cóntenido de Humedad óptimo (W _{op} %)	4.63	%					
Densidad Seca Máxima (γ _{dmax})	2.077	gr/cm ³					
Comentario							
El material de la muestra 1 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 2.077 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 4.63%. Tener en cuenta que estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.							



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.								
N° Muestra:	2								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914679						
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769738						
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.						
Vía:	Piedra La Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Especificaciones técnicas									
Tipo	56	Altura de caída	18in.						
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³								
Datos de molde									
Diámetro	15.10	cm	Vol. Molde	2256.39				cm ³	
Altura	12.60	cm	Peso Molde	15092				gr	
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)									
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr				
Ensayo	1	2	3	4	#				
Humedad inicial añadida	2%	4%	6%	8%	%				
Peso molde+suelo húm.	19647	19814	20341	20156	gr				
Peso suelo húmedo W _m .	4555	4722	5249	5064	gr				
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.019	2.093	2.326	2.244	gr/cm ³				
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)									
# recipiente	17	30	1	86	71	8	100	102	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	24.77	33.46	23.78	31.23	30.57	17.69	30.39	24.74	gr
Peso suelo húm + recip.	49.07	51.23	78.56	81.2	83.69	72.14	68.12	71.55	gr
Peso suelo seco + recip.	48.25	50.87	76.59	78.46	79.16	68.77	64.41	67.28	gr
Peso de agua (W _w).	0.82	0.36	1.97	2.74	4.53	3.37	3.71	4.27	gr
Peso sólidos (W _s).	23.48	17.41	52.81	47.23	48.59	51.08	34.02	42.54	gr
Cont. de humedad (W%)	3.49	2.07	3.73	5.80	9.32	6.60	10.91	10.04	%
Cont. humedad promedio %	2.78		4.77		7.96		10.47		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.964	1.998	2.155	2.032	gr/cm ³				
Gráfica									
<p align="center">CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p> <p>El gráfico muestra una curva que representa la relación entre el contenido de humedad (W%) y el peso volumétrico seco (γ_d). El eje horizontal (X) representa el contenido de humedad en porcentaje, con valores desde 2 hasta 11. El eje vertical (Y) representa el peso volumétrico seco en gr/cm³, con valores desde 1.950 hasta 2.200. La curva comienza en aproximadamente (3, 1.964), sube a un punto máximo en (8.10, 2.155), y luego desciende a aproximadamente (10.04, 2.032). Una línea vertical punteada roja marca el punto máximo en 8.10% de humedad, y una línea horizontal punteada roja marca el peso volumétrico seco máximo de 2.155 gr/cm³.</p>						<p>Contenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p align="center">8.10 %</p>			
						<p>Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p align="center">2.155 gr/cm³</p>			
Comentario									
El material de la muestra 2 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 2.155 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 8.10%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.									



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.								
N° Muestra:	3								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913226						
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683						
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.						
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Especificaciones técnicas									
Tipo	56	Altura de caída	18in.						
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³								
Datos de molde									
Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde	2104.92					cm ³
Altura	11.60	cm	Peso Molde	17523					gr
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)									
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000					gr
Ensayo	1	2	3	4					#
Humedad inicial añadida	1%	3%	5%	7%					%
Peso molde+suelo húm.	21293	21369	21496	21501					gr
Peso suelo húmedo W _m .	3770	3846	3973	3978					gr
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.791	1.827	1.887	1.890					gr/cm ³
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)									
# recipiente	7	30AI	30	102	32.25	83MB	1	71	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	17.48	24.37	33.45	31.23	17.48	32.29	23.78	30.55	gr
Peso suelo húm + recip.	87.52	107.8	109.78	142.01	94.13	87.16	102.66	131.47	gr
Peso suelo seco + recip.	85.46	103.18	104.89	136.09	88.30	82.36	95.16	120.38	gr
Peso de agua (W _w).	2.06	4.62	4.89	5.92	5.83	4.80	7.50	11.09	gr
Peso sólidos (W _s).	67.98	78.81	71.44	104.86	70.82	50.07	71.38	89.83	gr
Cont. de humedad (W%)	3.03	5.86	6.84	5.65	8.23	9.59	10.51	12.35	%
Cont. humedad promedio %	4.45		6.25		8.91		11.43		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.715	1.720	1.733	1.696					gr/cm ³
Gráfica									
<p align="center">CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p>						<p align="center">Cónenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p align="center">8.65 %</p>			
						<p align="center">Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p align="center">1.734 gr/cm³</p>			
Comentario									
El material de la muestra 3 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.734 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 8.65%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.									



Trabajo de Investigación

Tema: Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.

Nº Muestra:	4		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9912915
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769642
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)		
Norma:	AASHTO T 180 2018		

Especificaciones técnicas

Tipo	56	Altura de caída	18in.
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³		

Datos de molde

Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde	2286.38	cm ³
Altura	12.60	cm	Peso Molde	15091	gr

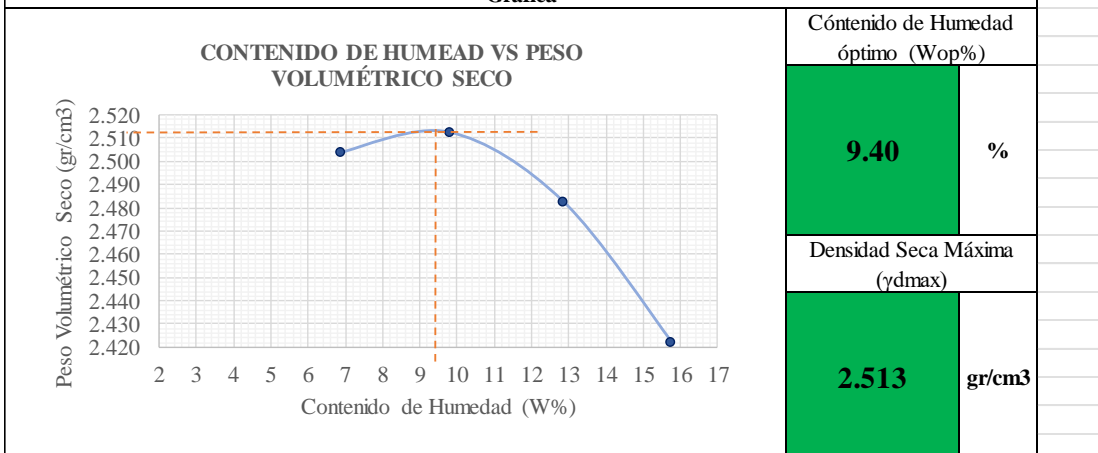
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)

Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr
Ensayo	1	2	3	4	#
Humedad inicial añadida	0%	3%	6%	9%	%
Peso molde+suelo húm.	21210	21398	21496	21501	gr
Peso suelo húmedo W _m .	6119	6307	6405	6410	gr
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.676	2.759	2.801	2.804	gr/cm ³

Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)

# recipiente	04A	61	42	53	89	1	40	100	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	11.1	11.4	24.68	30.92	31.84	23.78	24.68	30.39	gr
Peso suelo húm + recip.	49.33	52.39	57.69	152.4	205.9	189.42	136.67	170.2	gr
Peso suelo seco + recip.	46.84	49.78	54.89	141.05	186.49	170.25	121.68	150.91	gr
Peso de agua (W _w).	2.49	2.61	2.80	11.35	19.41	19.17	14.99	19.29	gr
Peso sólidos (W _s).	35.74	38.38	30.21	110.13	154.65	146.47	97.00	120.52	gr
Cont. de humedad (W%)	6.97	6.80	9.27	10.31	12.55	13.09	15.45	16.01	%
Cont. humedad promedio %	6.88		9.79		12.82		15.73		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	2.504		2.513		2.483		2.423		gr/cm ³

Gráfica



Comentario

El material de la muestra 4 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 2.513 gr/cm³ con un contenido denominado óptimo de 9.40%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.



Trabajo de Investigación

Tema: Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.

Nº Muestra: 5

Provincia: Cotopaxi Coordenada norte: 9911354

Cantón: Latacunga Coordenada este: 769729

Parroquia: Mulaló Investigador: Bryan Viscarra N.

Vía: Quisínche Alto Revisor: Ing. Diego Chérrez

Ensayo: **PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)**

Norma: AASHTO T 180 2018

Especificaciones técnicas

Tipo: 56 Altura de caída: 18in.

#Capas: 5 Peso de martillo: 10 lb

Energía de Compactación: Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft³

Datos de molde

Diámetro: 15.20 cm Vol. Molde: 2286.38 cm³

Altura: 12.60 cm Peso Molde: 15080 gr

Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)

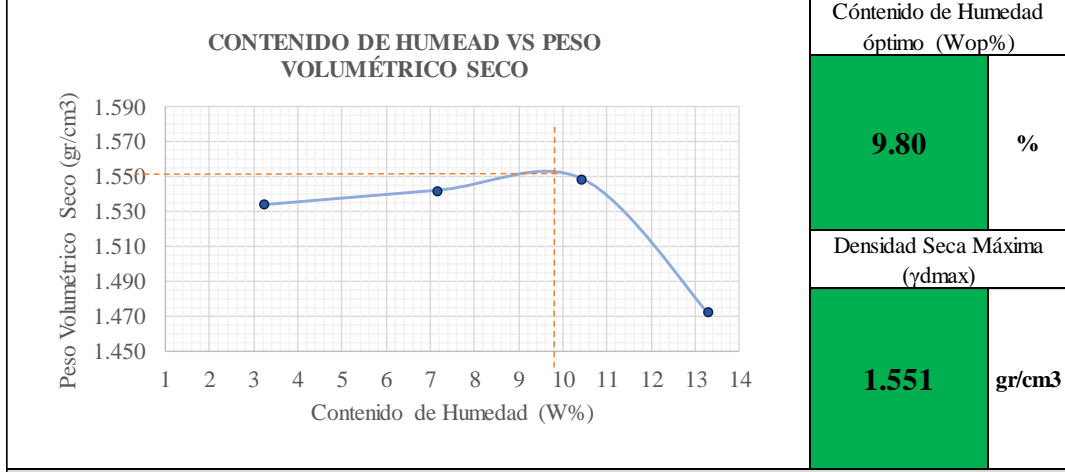
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr
Ensayo	1	2	3	4	#
Humedad inicial añadida	0%	2%	4%	6%	%
Peso molde+suelo húm.	18701	18858	18990	18893	gr
Peso suelo húmedo W _m .	3621	3778	3910	3813	gr
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.584	1.652	1.710	1.668	gr/cm ³

Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)

# recipiente	92	102	86	17	42	71	15	5	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	

Peso recip.	33.18	32	31.23	24.74	24.81	30.57	25.53	24.26	gr
Peso suelo húm + recip.	137.82	117.06	135.38	101.25	114.69	74.15	102.86	112.02	gr
Peso suelo seco + recip.	134.00	114.81	128.45	96.12	105.86	70.20	93.78	101.75	gr
Peso de agua (W _w).	3.82	2.25	6.93	5.13	8.83	3.95	9.08	10.27	gr
Peso sólidos (W _s).	100.82	82.81	97.22	71.38	81.05	39.63	68.25	77.49	gr
Cont. de humedad (W%)	3.79	2.72	7.13	7.19	10.89	9.97	13.30	13.25	%
Cont. humedad promedio %	3.25		7.16		10.43		13.28		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.534		1.542		1.549		1.472		gr/cm ³

Gráfica



Comentario

El material de la muestra 5 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.551 gr/cm³ con un contenido denominado óptimo de 9.40%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.



Trabajo de Investigación

Tema: Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.

N° Muestra:	6		
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769944
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.
Vía:	Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)		
Norma:	AASHTO T 180 2018		

Especificaciones técnicas

Tipo	56	Altura de caída	18in.
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft3		

Datos de molde

Diámetro	15.10	cm	Vol. Molde	2256.39	cm ³
Altura	12.60	cm	Peso Molde	15060	gr

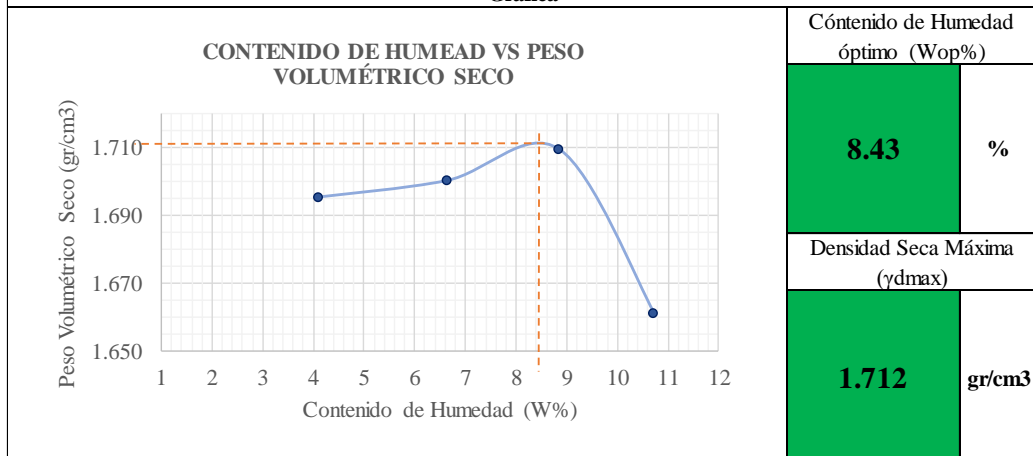
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)

Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr
Ensayo	1	2	3	4	#
Humedad inicial añadida	0%	2%	4%	6%	%
Peso molde+suelo húm.	19042	19151	19259	19210	gr
Peso suelo húmedo W _m .	3982	4091	4199	4150	gr
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.765	1.813	1.861	1.839	gr/cm ³

Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)

# recipiente	04A	61	2	8	4	7	15	1	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	11.1	11.4	17.75	17.69	17.46	17.48	25.53	23.97	gr
Peso suelo húm + recip.	49.33	47.72	54.03	56.49	61.1	74.15	84.9	97.21	gr
Peso suelo seco + recip.	48.00	46.13	51.95	53.89	57.42	69.72	79.23	90.03	gr
Peso de agua (W _w).	1.33	1.59	2.08	2.60	3.68	4.43	5.67	7.18	gr
Peso sólidos (W _s).	36.90	34.73	34.20	36.20	39.96	52.24	53.70	66.06	gr
Cont. de humedad (W%)	3.60	4.58	6.08	7.18	9.21	8.48	10.56	10.87	%
Cont. humedad promedio %	4.09		6.63		8.84		10.71		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.695		1.700		1.710		1.661		gr/cm ³

Gráfica



Comentario

El material de la muestra 6 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.712 gr/cm³ con un contenido denominado óptimo de 8.43%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.								
N° Muestra:	7								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479						
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683						
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.						
Vía:		Revisor	Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Especificaciones técnicas									
Tipo	56	Altura de caída	18in.						
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³								
Datos de molde									
Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde	2286.38				cm ³	
Altura	12.60	cm	Peso Molde	15091				gr	
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)									
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000					gr
Ensayo	1	2	3	4					#
Humedad inicial añadida	0%	3%	6%	9%					%
Peso molde+suelo húm.	18732	18821	19014	18947					gr
Peso suelo húmedo W _m .	3641	3730	3923	3856					gr
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.592	1.631	1.716	1.687					gr/cm ³
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)									
# recipiente	04A	15	4	61	5	7	8	2	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	11.1	11.45	17.46	11.4	17.72	17.48	17.69	17.75	gr
Peso suelo húm + recip.	49.33	52.39	69.94	52.21	77.36	69.94	69.59	74.613	gr
Peso suelo seco + recip.	47.02	49.78	67.30	47.51	69.93	66.30	63.34	67.83	gr
Peso de agua (W _w).	2.31	2.61	2.64	4.70	7.43	3.64	6.25	6.78	gr
Peso sólidos (W _s).	35.92	38.33	49.84	36.11	52.21	48.82	45.65	50.08	gr
Cont. de humedad (W%)	6.43	6.81	5.30	13.02	14.23	7.46	13.69	13.54	%
Cont. humedad promedio %	6.62		9.16		10.84		13.62		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.494	1.495	1.548	1.484					gr/cm ³
Gráfica									
<p align="center">CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p> <p>El gráfico muestra una curva que representa la densidad seca máxima (γ_{dmax}) en función del contenido de humedad (W%). El eje horizontal (X) es el Contenido de Humedad (W%) con valores de 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. El eje vertical (Y) es el Peso Volumétrico Seco (gr/cm³) con valores de 1.480, 1.490, 1.500, 1.510, 1.520, 1.530, 1.540, 1.550, 1.560. La curva comienza en (6.43, 1.494), sube a un pico en (10.84, 1.548) y luego baja a (13.54, 1.484). Una línea vertical punteada azul indica el punto máximo en W=10.84% y γ_d=1.548 gr/cm³. Una línea horizontal punteada azul indica el valor de γ_d en el punto máximo.</p>						<p align="center">Cóntenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p align="center">10.84 %</p>			
						<p align="center">Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p align="center">1.548 gr/cm³</p>			
Comentario									
El material de la muestra 7 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.548 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 10.84%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.									



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.							
N° Muestra:	8							
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:			9913463			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:			767473			
Parroquia:	Mulaló	Investigador			Bryan Viscarra N.			
Vía:	24 de mayo	Revisor			Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)							
Norma:	AASHTO T 180 2018							
Especificaciones técnicas								
Tipo	56	Altura de caída			18in.			
#Capas	5	Peso de martillo			10 lb			
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³							
Datos de molde								
Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde		2286.38		cm ³	
Altura	12.60	cm	Peso Molde		15092		gr	
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)								
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr			
Ensayo	1	2	3	4	#			
Humedad inicial añadida	0%	3%	6%	9%	%			
Peso molde+suelo húm.	18729	18826	19056	18939	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3637	3734	3964	3847	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.591	1.633	1.734	1.683	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)								
# recipiente	5	15	17	42	71	86	92	102
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso recip.	24.26	25.53	32.27	24.81	30.57	33.18	31.23	24.74
Peso suelo húm + recip.	52.12	52.46	68.84	62.36	76.23	68.27	67.41	72.16
Peso suelo seco + recip.	51.12	50.03	67.30	58.24	69.74	66.15	62.31	66.54
Peso de agua (W _w).	1.00	2.43	1.54	4.12	6.49	2.12	5.10	5.62
Peso sólidos (W _s).	26.86	24.50	35.03	33.43	39.17	32.97	31.08	41.80
Cont. de humedad (W%)	3.72	9.92	4.40	12.32	16.57	6.43	16.41	13.44
Cont. humedad promedio %	6.82		8.36		11.50		14.93	
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.489	1.507	1.555	1.464	gr/cm ³			
Gráfica								
<p align="center">CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p>						<p align="center">Cóntenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p align="center">11.50 %</p>		
						<p align="center">Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p align="center">1.555 gr/cm³</p>		
Comentario								
El material de la muestra 8 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.555 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 11.50%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.								



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.							
N° Muestra:	9							
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:			9914014			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:			771802			
Parroquia:	Mulaló	Investigador			Bryan Viscarra N.			
Vía:		Revisor			Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)							
Norma:	AASHTO T 180 2018							
Especificaciones técnicas								
Tipo	56	Altura de caída			18in.			
#Capas	5	Peso de martillo			10 lb			
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³							
Datos de molde								
Diámetro	15.2	cm	Vol. Molde		2286.38		cm ³	
Altura	12.6	cm	Peso Molde		15088		gr	
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)								
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr			
Ensayo	1	2	3	4	#			
Humedad inicial añadida	0%	2%	3%	5%	%			
Peso molde+suelo húm.	18750	18860	18946	18696	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3662	3772	3858	3608	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.602	1.650	1.687	1.578	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)								
# recipiente	1	30	40	53	17	86	89	100
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso recip.	23.78	33.46	24.31	30.92	24.77	31.23	31.84	30.39
Peso suelo húm + recip.	116.01	177.23	113.59	113.8	133.43	135.97	114.04	136.97
Peso suelo seco + recip.	109.59	167.34	105.15	107.78	123.43	125.74	105.85	125.74
Peso de agua (W _w).	6.42	9.89	8.44	6.02	10.00	10.23	8.19	11.23
Peso sólidos (W _s).	85.81	133.88	80.84	76.86	98.66	94.51	74.01	95.35
Cont. de humedad (W%)	7.48	7.39	10.44	7.83	10.14	10.82	11.07	11.78
Cont. humedad promedio %	7.43		9.14		10.48		11.42	
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.491	1.512	1.527	1.416	gr/cm ³			
Gráfica								
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p>						<p>Contenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p>10.21 %</p>		
						<p>Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p>1.532 gr/cm³</p>		
Comentario								
El material de la muestra 9 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.532 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 10.21%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.								



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.							
N° Muestra:	10							
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839					
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770497					
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.					
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez					
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)							
Norma:	AASHTO T 180 2018							
Especificaciones técnicas								
Tipo	56	Altura de caída	18in.					
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb					
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³							
Datos de molde								
Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde	2286.38				cm ³
Altura	12.60	cm	Peso Molde	15091				gr
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)								
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr			
Ensayo	1	2	3	4	#			
Humedad inicial añadida	0%	2%	3%	5%	%			
Peso molde+suelo húm.	18987	19110	19263	19250	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3896	4019	4172	4159	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.704	1.758	1.825	1.819	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)								
# recipiente	56	88	83MFB	86	4	7	30AI	84
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso recip.	30.87	36.03	32.29	31.23	17.46	17.48	24.37	32.41
Peso suelo húm + recip.	91.72	102.16	108.4	104.7	74.18	82.61	92.37	96.21
Peso suelo seco + recip.	89.64	99.12	103.50	99.86	69.04	76.25	84.09	89.01
Peso de agua (W _w).	2.08	3.04	4.90	4.84	5.14	6.36	8.28	7.20
Peso sólidos (W _s).	58.77	63.09	71.21	68.63	51.58	58.77	59.72	56.60
Cont. de humedad (W%)	3.54	4.82	6.88	7.05	9.97	10.82	13.86	12.72
Cont. humedad promedio %	4.18		6.97		10.39		13.29	
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.636	1.643	1.653	1.606	gr/cm ³			
Gráfica								
						Contenido de Humedad óptimo (W_{op}%) 9.87 %		
						Densidad Seca Máxima (γ_{dmax}) 1.654 gr/cm ³		
Comentario								
El material de la muestra 10 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 2.155 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 9.87%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.								



Trabajo de Investigación

Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.								
N° Muestra:	11								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913584						
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	768937						
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.						
Vía:		Revisor	Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Especificaciones técnicas									
Tipo	56	Altura de caída	18in.						
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³								
Datos de molde									
Diámetro	15.2	cm	Vol. Molde	2322.67					cm ³
Altura	12.8	cm	Peso Molde	15081					gr
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)									
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000					gr
Ensayo	1	2	3	4					#
Humedad inicial añadida	0%	2%	4%	6%					%
Peso molde+suelo húm.	18589	18686	18737	18740					gr
Peso suelo húmedo Wm.	3508	3605	3656	3659					gr
Peso unitario húmedo (γ_m).	1.510	1.552	1.574	1.575					gr/cm ³
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)									
# recipiente	102	92	17	86	71	42	5	15	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	24.74	31.23	32.27	33.18	30.57	24.81	24.26	25.53	gr
Peso suelo húm + recip.	101.25	135.38	117.06	137.82	74.15	114.69	112.02	102.86	gr
Peso suelo seco + recip.	98.26	131.59	113.14	131.25	71.11	108.53	105.29	97.04	gr
Peso de agua (Ww).	2.99	3.79	3.92	6.57	3.04	6.16	6.73	5.82	gr
Peso sólidos (Ws).	73.52	100.36	80.87	98.07	40.54	83.72	81.03	71.51	gr
Cont. de humedad (W%)	4.07	3.78	4.85	6.70	7.50	7.36	8.31	8.14	%
Cont. humedad promedio %	3.92		5.77		7.43		8.22		%
Peso volumétrico seco (γ_d).	1.453	1.467	1.465	1.456					gr/cm ³
Gráfica									
<p style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUEMAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p>						<p>Cóntenido de Humedad óptimo (Wop%)</p> <p style="text-align: center;">6.40 %</p>			
						<p>Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p style="text-align: center;">1.468 gr/cm³</p>			
Comentario									
El material de la muestra 11 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.468 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 6.40%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.									



Trabajo de Investigación

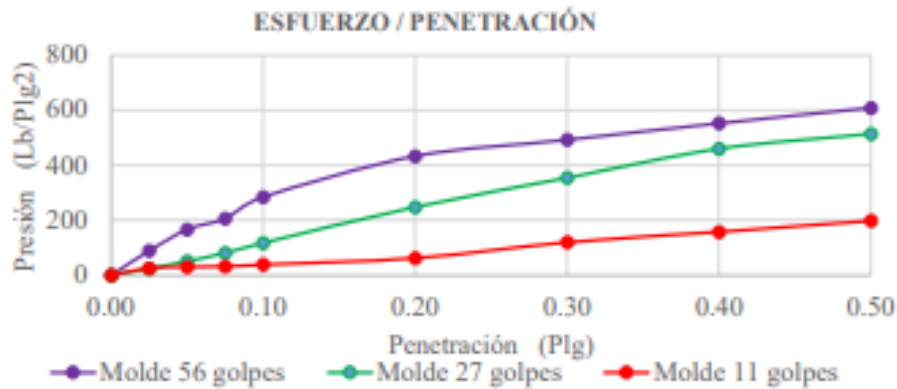
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.								
N° Muestra:	12								
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626						
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769696						
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.						
Vía:	4 de octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez						
Ensayo:	PROCTOR MODIFICADO (Tipo B)								
Norma:	AASHTO T 180 2018								
Especificaciones técnicas									
Tipo	56	Altura de caída	18in.						
#Capas	5	Peso de martillo	10 lb						
Energía de Compactación	Por AASHTO T-180 → 56250 lb-ft/ft ³								
Datos de molde									
Diámetro	15.20	cm	Vol. Molde	2322.67	cm ³				
Altura	12.80	cm	Peso Molde	15086	gr				
Compactación y determinación del peso unitario húmedo (γ_m)									
Peso Inicial (AASHTO T 180).	6000	6000	6000	6000	gr				
Ensayo	1	2	3	4	#				
Humedad inicial añadida	0%	2%	4%	6%	%				
Peso molde+suelo húm.	18482	18574	18629	18630	gr				
Peso suelo húmedo W _m .	3396	3488	3543	3544	gr				
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.462	1.502	1.525	1.526	gr/cm ³				
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ_d)									
# recipiente	71	102	30AI	86	7	83MB	30AI	15	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recip.	30.55	24.74	24.37	31.23	17.48	32.29	24.37	25.52	gr
Peso suelo húm + recip.	90.08	104.7	110.23	114.73	72.19	79.04	93.52	89.41	gr
Peso suelo seco + recip.	87.56	101.13	105.47	110.19	68.03	76.25	86.07	84.02	gr
Peso de agua (W _w).	2.52	3.57	4.76	4.54	4.16	2.79	7.45	5.39	gr
Peso sólidos (W _s).	57.01	76.39	81.10	78.96	50.55	43.96	61.70	58.50	gr
Cont. de humedad (W%)	4.42	4.67	5.87	5.75	8.23	6.35	12.07	9.21	%
Cont. humedad promedio %	4.55		5.81		7.29		10.64		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.399	1.419	1.422	1.379	gr/cm ³				
Gráfica									
<p align="center">CONTENIDO DE HUMEDAD VS PESO VOLUMÉTRICO SECO</p> <p>El gráfico muestra una curva que comienza en un punto de humedad baja y densidad seca moderada, alcanza un pico en un contenido de humedad de 6.79% con una densidad seca máxima de 1.424 gr/cm³, y luego disminuye a medida que el contenido de humedad aumenta más allá de este punto óptimo.</p>						<p>Contenido de Humedad óptimo (W_{op}%)</p> <p align="center">6.79 %</p>			
						<p>Densidad Seca Máxima (γ_{dmax})</p> <p align="center">1.424 gr/cm³</p>			
Comentario									
El material de la muestra 12 alcanza su máximo peso volumétrico seco de 1.424 gr/cm ³ con un contenido denominado óptimo de 6.79%. Nota: Estos valores pueden presentar ligeras variaciones al momento de graficar los datos.									

7. CBR

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	1						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914870				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770059				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Piedra la Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	4.63%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³			
Peso. gr	7331	6514	6941	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	11786.00	11354.00	11254.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	4455.00	4840.00	4313.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.16	2.16	1.93	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	17	83MFB	83	88	5	56	u
Peso recip. gr	31.10	32.29	30.82	36.03	24.71	30.87	gr
Peso suelo húm + recip.	132.48	128.11	119.09	201.14	119.99	128.84	gr
Peso suelo seco + recip.	128.14	124.78	114.84	192.87	115.74	124.88	gr
Peso de agua (W _w).	4.34	3.33	4.25	8.27	4.25	3.96	gr
Peso sólidos (W _s).	97.04	92.49	84.02	156.84	91.03	94.01	gr
Cont. de humedad (W%)	4.47	3.60	5.06	5.27	4.67	4.21	%
Cont. humedad promedio %	4.04		5.17		4.44		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	2.079		2.056		1.845		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	12178.00		11968.00		11924.00		gr
Peso suelo húmedo W _m .	4847.00		5454.00		4983.00		gr
Agua absorbida por masa	392.00		614.00		670.00		gr
Agua absorbida.	8.80		12.69		15.53		%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	1	100	53	89	30	40	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	23.78	30.39	30.92	31.84	33.46	23.31	gr
Peso suelo húm + recipien	108.47	159.07	137.63	171.95	180.83	126.91	gr
Peso suelo seco + recipien	101.00	146.96	122.62	151.85	156.78	110.59	gr
Peso de agua (W _w).	7.47	12.11	15.01	20.10	24.05	16.32	gr
Peso sólidos (W _s).	77.22	116.57	91.70	120.01	123.32	87.28	gr
Cont. de humedad (W%)	9.67	10.39	16.37	16.75	19.50	18.70	%
Cont. humedad promedio %	10.03		16.56		19.10		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	267.20	89.07	72.60	24.20	76.30	25.43
0.0500	499.60	166.53	153.20	51.07	91.70	30.57
0.0750	618.10	206.03	243.20	81.07	96.30	32.10
0.1000	853.60	284.53	352.90	117.63	116.90	38.97
0.2000	1298.33	432.78	742.30	247.43	187.60	62.53
0.3000	1478.24	492.75	1063.60	354.53	359.70	119.90
0.4000	1658.39	552.80	1379.80	459.93	473.10	157.70
0.5000	1824.10	608.03	1542.89	514.30	594.70	198.23

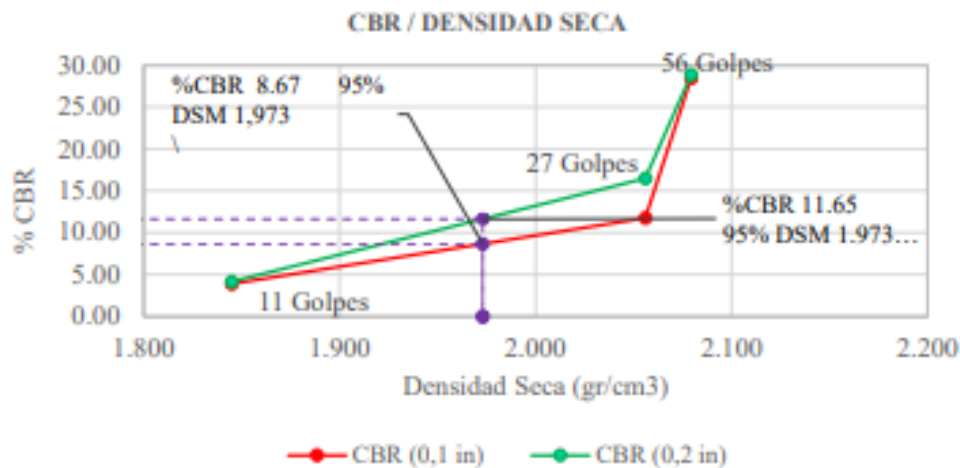
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	284.53	28.45	2.079	432.78	28.85	2.079
#7 (27 Golpes)	117.63	11.76	2.056	247.43	16.50	2.056
#1 (11 Golpes)	38.97	3.90	1.845	62.53	4.17	1.845

Gráfica: CBR / Densidad seca



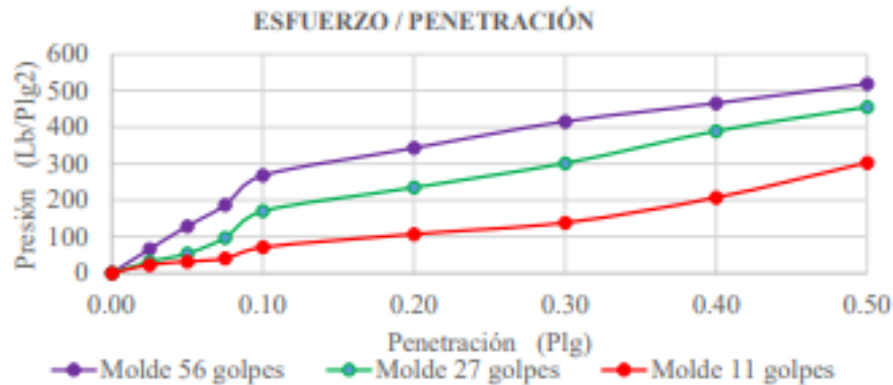
Resultados

Densidad Seca máxima	2.077 gr/cm3	
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
1.973	8.67	11.65

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	2						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914679				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769738				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Piedra la Chilintosa	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	8.10%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	14.90	15.00	cm			
Volumen.	2059.40	2179.58	2208.93	cm ³			
Peso. gr	7334	6504	6937	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	11920.00	11341.00	11254.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	4586.00	4837.00	4317.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.23	2.22	1.95	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	86	30A1	15	30	102	71	u
Peso recip. gr	31.24	24.27	25.52	33.45	32.25	30.55	gr
Peso suelo húm + recip.	157.89	135.21	147.33	187.69	131.25	133.58	gr
Peso suelo seco + recip.	148.21	126.19	137.27	175.02	123.60	124.92	gr
Peso de agua (W _w).	9.68	9.02	10.06	12.67	7.65	8.66	gr
Peso sólidos (W _s).	116.97	101.92	111.75	141.57	91.35	94.37	gr
Cont. de humedad (W%)	8.28	8.85	9.00	8.95	8.37	9.18	%
Cont. humedad promedio %	8.56		8.98		8.78		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	2.051		2.036		1.797		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	12178.00		11968.00		11924.00		gr
Peso suelo húmedo W _m .	4844.00		5464.00		4987.00		gr
Agua absorbida por masa	258.00		627.00		670.00		gr
Agua absorbida.	5.63		12.96		15.52		%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	100	53	61	89	40	100	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	30.39	
Peso recipiente	30.39	30.92	30.92	31.84	24.68	23.31	gr
Peso suelo húm + recipien	168.2	137.36	149.8	204.8	191.42	188.04	gr
Peso suelo seco + recipien	155.23	128.26	138.24	186.40	176.08	171.36	gr
Peso de agua (W _w).	12.97	9.10	11.56	18.40	15.34	16.68	gr
Peso sólidos (W _s).	124.84	97.34	107.32	154.56	151.40	148.05	gr
Cont. de humedad (W%)	10.39	9.35	10.77	11.90	10.13	11.27	%
Cont. humedad promedio %	9.87		11.34		10.70		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	197.80	65.93	94.10	31.37	68.40	22.80
0.0500	385.70	128.57	162.24	54.08	94.70	31.57
0.0750	560.20	186.73	290.90	96.97	121.30	40.43
0.1000	804.20	268.07	510.70	170.23	214.00	71.33
0.2000	1028.90	342.97	704.90	234.97	320.40	106.80
0.3000	1247.30	415.77	904.80	301.60	415.60	138.53
0.4000	1398.10	466.03	1168.30	389.43	622.40	207.47
0.5000	1556.47	518.82	1366.10	455.37	908.50	302.83

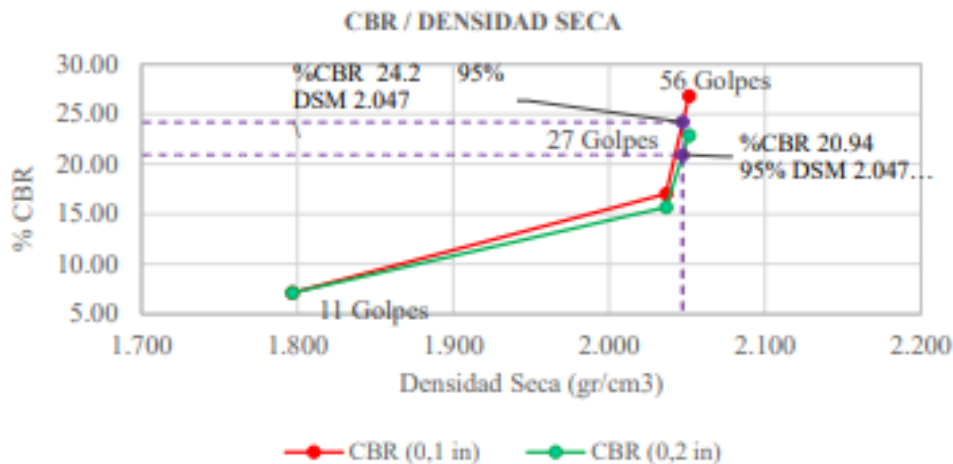
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	268.07	26.81	2.051	342.97	22.86	2.051
#7 (27 Golpes)	170.23	17.02	2.036	234.97	15.66	2.036
#1 (11 Golpes)	71.33	7.13	1.797	106.80	7.12	1.797

Gráfica: CBR / Densidad seca



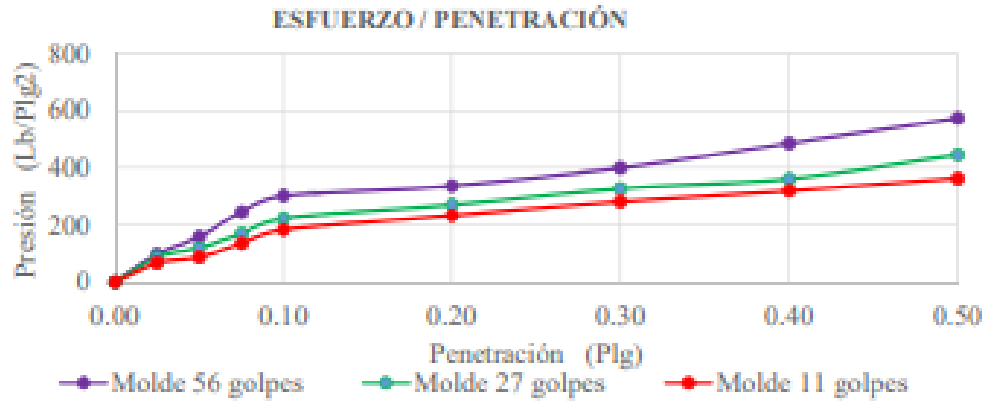
Resultados

Densidad Seca máxima	2.155 gr/cm3	
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
2.047	24.20	20.94

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN						
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.					
N° Muestra:	3					
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913226			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683			
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.			
Via:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)					
Norma:	AASHTO T-193 2013					
Especificaciones técnicas						
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B			
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	8.65%			
Datos de molde						
Molde	#6	#5B	#56MJ			
Altura	11.50	12.50	12.50			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48			
Peso. gr	7332	6670	6785			
Datos para compactación						
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00			
# Capas	5	5	5			
# Golpes	56	27	11			
Peso unitario húmedo (γm)						
Peso molde+suelo húmed	11158.00	10820.00	10751.00			
Peso suelo húmedo Wm.	3826.00	4150.00	3966.00			
Peso unitario húmedo (γm).	1.86	1.85	1.77			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γd)						
Número de recipiente	102	7	1	83MB	30	71
Peso recip. gr	31.23	17.48	23.78	32.29	33.45	30.55
Peso suelo húm + recip.	121.58	88.26	107.89	124.61	92.36	115.26
Peso suelo seco + recip.	114.21	82.47	100.58	117.23	87.15	108.37
Peso de agua (Ww).	7.37	5.79	7.31	7.38	5.21	6.89
Peso sólidos (Ws).	82.98	64.99	76.80	84.94	53.70	77.82
Cont. de humedad (W%)	8.88	8.91	9.52	8.69	9.70	8.85
Cont. humedad promedio %	8.90		9.10		9.28	
Peso volumétrico seco (γd).	1.706		1.699		1.621	
Parámetros luego de saturación						
Peso molde+suelo húm.	11563.00	11098.00	10976.00			
Peso suelo húmedo Wm.	4231.00	4428.00	4191.00			
Agua absorbida por masa	405.00	278.00	225.00			
Agua absorbida.	10.59	6.70	5.67			
Contenido de humedad luego de saturación						
Número de recipiente	56	83MFB	04A	100	61	42
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso recipiente	30.87	32.29	11.10	30.39	11.40	24.68
Peso suelo húm + recipien	91.65	114.17	96.23	123.29	88.64	98.16
Peso suelo seco + recipien	86.03	107.12	88.13	114.39	81.02	91.76
Peso de agua (Ww).	5.62	7.05	8.10	8.90	7.62	6.40
Peso sólidos (Ws).	55.16	74.83	77.03	84.00	69.62	67.08
Cont. de humedad (W%)	10.19	9.42	10.52	10.60	10.95	9.54
Cont. humedad promedio %	9.80		10.56		10.24	
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)						
Molde	#5		#7		#1	
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

0.0250	290.40	96.80	258.30	86.10	196.50	65.50
0.0500	474.90	158.30	358.74	119.58	258.70	86.23
0.0750	736.20	245.40	508.10	169.37	404.90	134.97
0.1000	902.10	300.70	667.80	222.60	548.70	182.90
0.2000	1008.30	336.10	809.60	269.87	698.20	232.73
0.3000	1197.90	399.30	979.30	326.43	843.10	281.03
0.4000	1456.60	485.53	1082.10	360.70	956.40	318.80
0.5000	1720.41	573.47	1336.80	445.60	1087.60	362.53

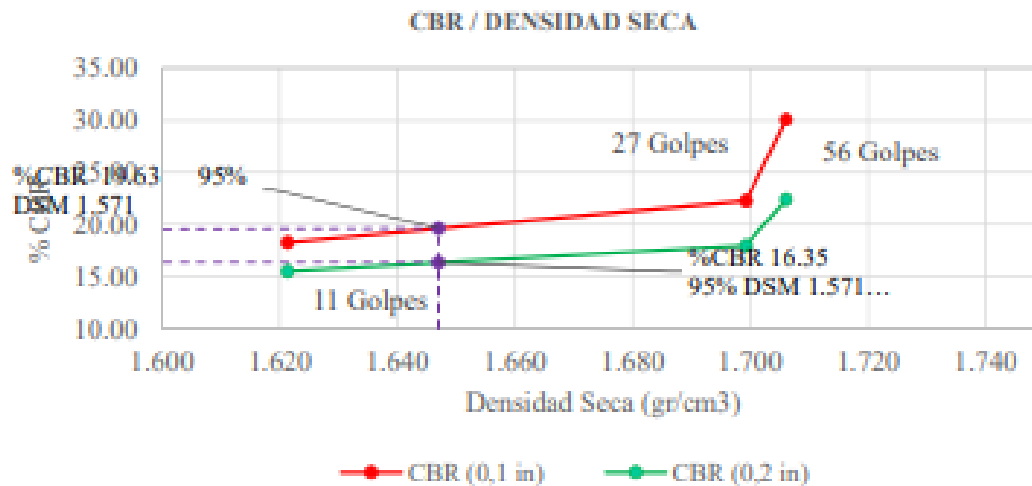
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	300.70	30.07	1.706	336.10	22.41	1.706
#7 (27 Golpes)	222.60	22.26	1.699	269.87	17.99	1.699
#1 (11 Golpes)	182.90	18.29	1.621	232.73	15.52	1.621

Gráfica: CBR / Densidad seca



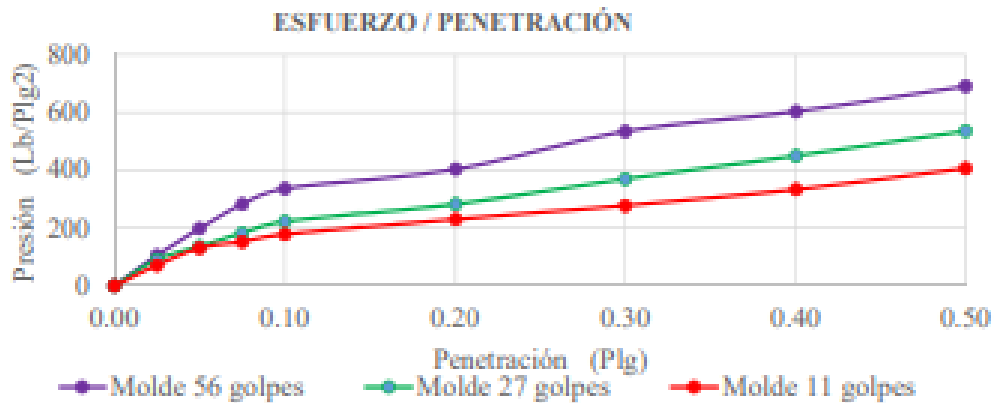
Resultados

Densidad Seca máxima	1.734	gr/cm3
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
1.647	19.63	16.35

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	4						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9912915				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769642				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Mulaló – Joseguango Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de calda	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	9.40%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	12820.00	12436.00	12311.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	5488.00	5766.00	5526.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.66	2.58	2.47	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	71	17	15	40	100	86	u
Peso recip. gr	30.57	32.27	25.52	24.68	30.39	33.18	gr
Peso suelo húm + recip.	137.36	104.7	114.58	126.29	98.36	142.78	gr
Peso suelo seco + recip.	128.09	98.13	106.30	117.12	92.74	132.91	gr
Peso de agua (W _w).	9.27	6.57	8.28	9.17	5.62	9.87	gr
Peso sólidos (W _s).	97.52	65.86	80.78	92.44	62.35	99.73	gr
Cont. de humedad (W%)	9.51	9.98	10.25	9.92	9.01	9.90	%
Cont. humedad promedio %	9.74		10.09		9.46		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	2.428		2.340		2.255		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	13214.00	12921.00	12838.00				gr
Peso suelo húmedo W _m .	5882.00	6251.00	6053.00				gr
Agua absorbida por masa	394.00	485.00	527.00				gr
Agua absorbida.	7.18	8.41	9.54				%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	15	42	30A1	92	5	92	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	25.53	24.81	24.37	31.23	24.26	31.23	gr
Peso suelo húm + recipien	97.39	102.05	91.87	115.19	88.64	89.76	gr
Peso suelo seco + recipien	90.14	93.14	84.09	106.44	81.02	83.36	gr
Peso de agua (W _w).	7.25	8.91	7.78	8.75	7.62	6.40	gr
Peso sólidos (W _s).	64.61	68.33	59.72	75.21	56.76	52.13	gr
Cont. de humedad (W%)	11.22	13.04	13.03	11.63	13.42	12.28	%
Cont. humedad promedio %	12.13		12.33		12.85		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in ²)	
	0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.0250	314.10	104.70	272.90	90.97	213.60	71.20

0.0500	593.70	197.90	408.20	136.07	391.80	130.60
0.0750	847.20	282.40	548.10	182.70	457.30	152.43
0.1000	1009.40	336.47	667.80	222.60	534.70	178.23
0.2000	1209.60	403.20	847.60	282.53	690.70	230.23
0.3000	1601.90	533.97	1109.40	369.80	833.10	277.70
0.4000	1809.40	603.13	1348.70	449.57	1000.40	333.47
0.5000	2072.40	690.80	1608.20	536.07	1220.36	406.79

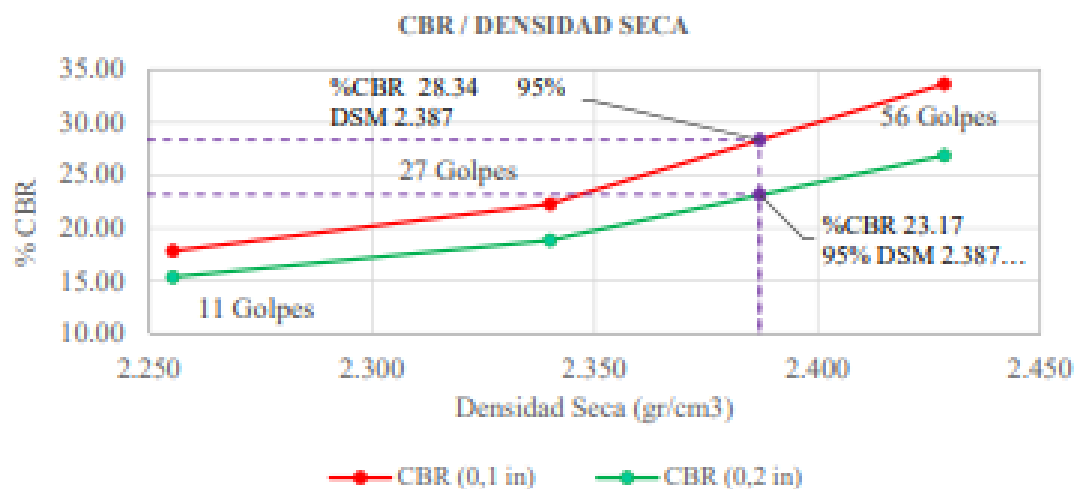
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	336.47	33.65	2.428	403.20	26.88	2.428
#7 (27 Golpes)	222.60	22.26	2.340	282.53	18.84	2.340
#1 (11 Golpes)	178.23	17.82	2.255	230.23	15.35	2.255

Gráfica: CBR / Densidad seca



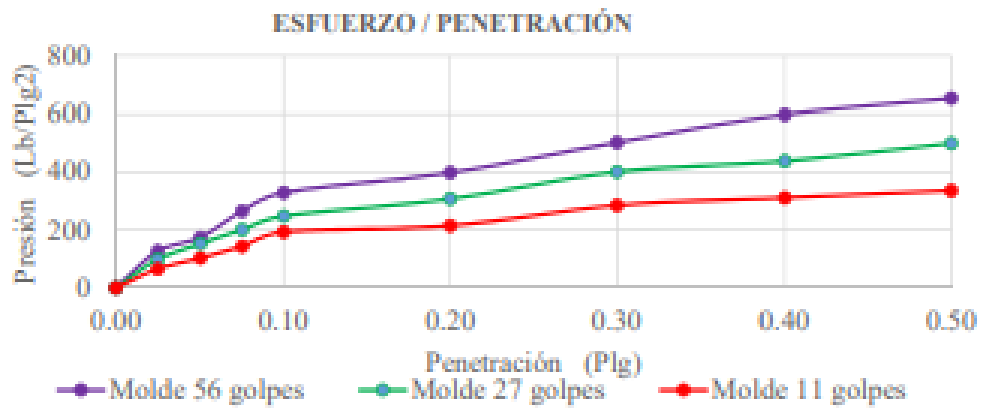
Resultados

Densidad Seca máxima	2.513	gr/cm ³
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
2.387	28.34	23.17

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	5						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911354				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769729				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	9.40%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm3			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	12737.00	12515.00	12466.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	5405.00	5845.00	5681.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	2.62	2.61	2.54	gr/cm3			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	56	53	83MFB	88	1	40	u
Peso recip. gr	30.87	30.92	32.29	36.03	23.78	23.31	gr
Peso suelo húm + recip.	162.39	157.36	132.11	196.23	94.25	89.11	gr
Peso suelo seco + recip.	151.21	145.29	123.14	181.33	87.64	82.79	gr
Peso de agua (W _w).	11.18	12.07	8.97	14.90	6.61	6.32	gr
Peso sólidos (W _s).	120.34	114.37	90.85	145.30	63.86	59.48	gr
Cont. de humedad (W%)	9.29	10.55	9.87	10.25	10.35	10.63	%
Cont. humedad promedio %	9.92		10.06		10.49		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	2.388		2.372		2.297		gr/cm3
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	13109.00		12879.00		12849.00		gr
Peso suelo húmedo W _m .	5777.00		6209.00		6064.00		gr
Agua absorbida por masa	372.00		364.00		383.00		gr
Agua absorbida.	6.88		6.23		6.74		%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	30	100	17	89	4	30A1	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	33.46	30.39	31.10	31.84	17.46	24.37	gr
Peso suelo húm + recipien	186.23	158.91	164.69	170.28	182.82	161.22	gr
Peso suelo seco + recipien	169.11	145.93	150.44	155.22	164.77	147.12	gr
Peso de agua (W _w).	17.12	12.98	14.25	15.06	18.05	14.10	gr
Peso sólidos (W _s).	135.65	115.54	119.34	123.38	147.31	122.75	gr
Cont. de humedad (W%)	12.62	11.23	11.94	12.21	12.25	11.49	%
Cont. humedad promedio %	11.93		12.07		11.87		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)	
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.0250	381.20	127.07	294.90	98.30	196.10	65.37	

0.0500	523.70	174.57	438.10	152.70	309.50	103.17
0.0750	795.20	265.07	602.40	200.80	429.70	143.23
0.1000	988.60	329.33	744.10	248.03	579.10	193.03
0.2000	1196.70	398.90	923.80	307.93	644.80	214.93
0.3000	1506.90	502.30	1203.30	401.10	856.30	285.43
0.4000	1794.30	598.10	1315.10	438.37	934.90	311.63
0.5000	1958.60	652.87	1498.90	499.63	1008.70	336.23

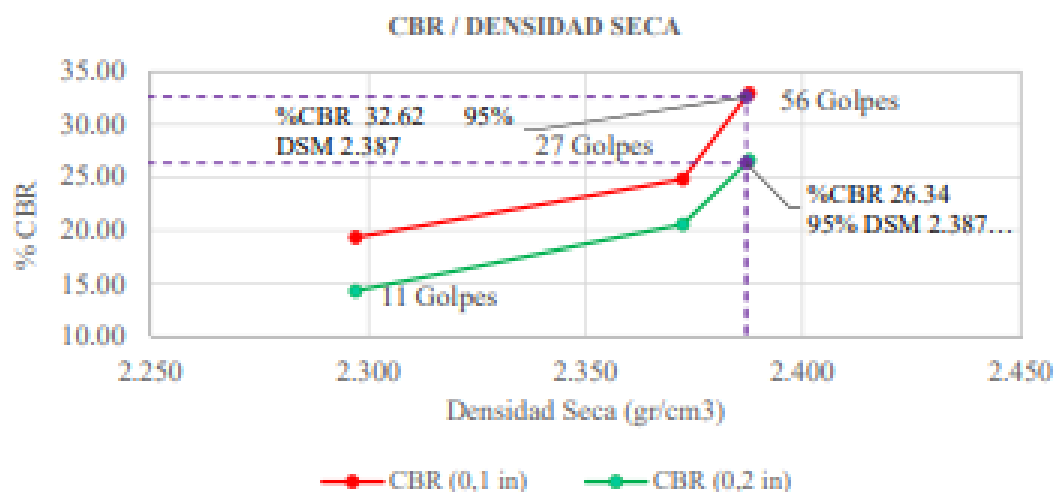
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	329.33	32.95	2.388	398.90	26.59	2.388
#7 (27 Golpes)	248.03	24.80	2.372	307.93	20.53	2.372
#1 (11 Golpes)	193.03	19.30	2.297	214.93	14.33	2.297

Gráfica: CBR / Densidad seca



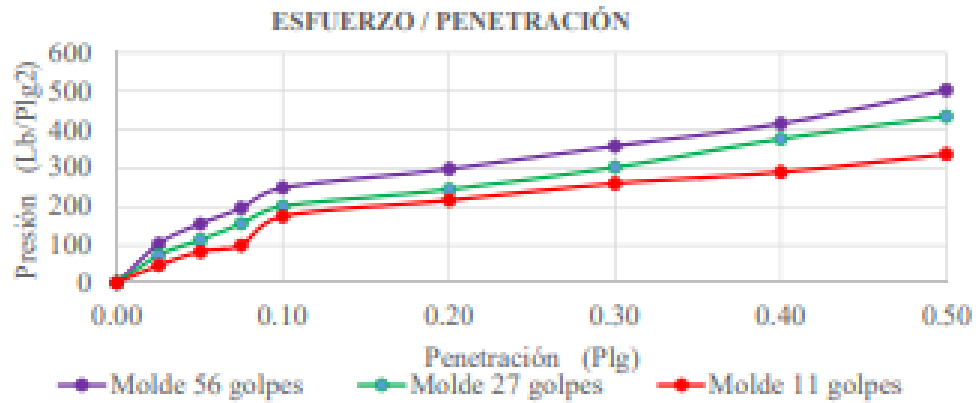
Resultados

Densidad Seca máxima	2.313 gr/cm ³	
DSM (95%)	2.387	2.387
	32.62	26.34

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	6						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9911131				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769944				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Barrio Quisínche Alto	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	8.43%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	10991.00	10603.00	10567.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3659.00	3933.00	3782.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.78	1.76	1.69	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	99	81	73	109	116	121	u
Peso recip. gr	30.74	31.63	34.22	35.14	29.82	31.08	gr
Peso suelo húm + recip.	158.13	172.16	167.46	193.63	100.3	93.21	gr
Peso suelo seco + recip.	147.81	161.12	156.14	180.31	94.70	88.11	gr
Peso de agua (W _w).	10.32	11.04	11.32	13.32	5.60	5.10	gr
Peso sólidos (W _s).	117.07	129.49	121.92	145.17	64.88	57.03	gr
Cont. de humedad (W%)	8.82	8.53	9.28	9.18	8.63	8.94	%
Cont. humedad promedio %	8.67		9.23		8.79		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.635		1.609		1.553		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	11462.00		11047.00		10973.00		gr
Peso suelo húmedo W _m .	4130.00		4377.00		4188.00		gr
Agua absorbida por masa	471.00		444.00		406.00		gr
Agua absorbida.	12.87		11.29		10.74		%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	43	199	108	112	49	31	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	31.17	29.82	36.09	34.48	29.13	25.56	gr
Peso suelo húm + recipien	171.22	169.25	154.24	197.31	160.89	154.15	gr
Peso suelo seco + recipien	157.01	156.18	142.29	179.06	145.82	141.22	gr
Peso de agua (W _w).	14.21	13.07	11.95	18.25	15.07	12.93	gr
Peso sólidos (W _s).	125.84	126.36	106.20	144.58	116.69	115.66	gr
Cont. de humedad (W%)	11.29	10.34	11.25	12.62	12.91	11.18	%
Cont. humedad promedio %	10.82		11.94		12.05		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in ²)	
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.0250	310.20	103.40	221.60	73.87	142.30	47.43	

0.0500	467.30	155.77	342.70	114.23	250.30	83.43
0.0750	589.70	196.57	468.60	156.20	300.10	100.03
0.1000	747.20	249.07	604.10	201.37	525.40	175.13
0.2000	894.10	298.03	735.20	245.07	650.70	216.90
0.3000	1072.40	357.47	907.10	302.37	781.20	260.40
0.4000	1247.60	415.87	1128.30	376.10	869.00	289.67
0.5000	1509.40	503.13	1305.60	435.20	1009.60	336.53

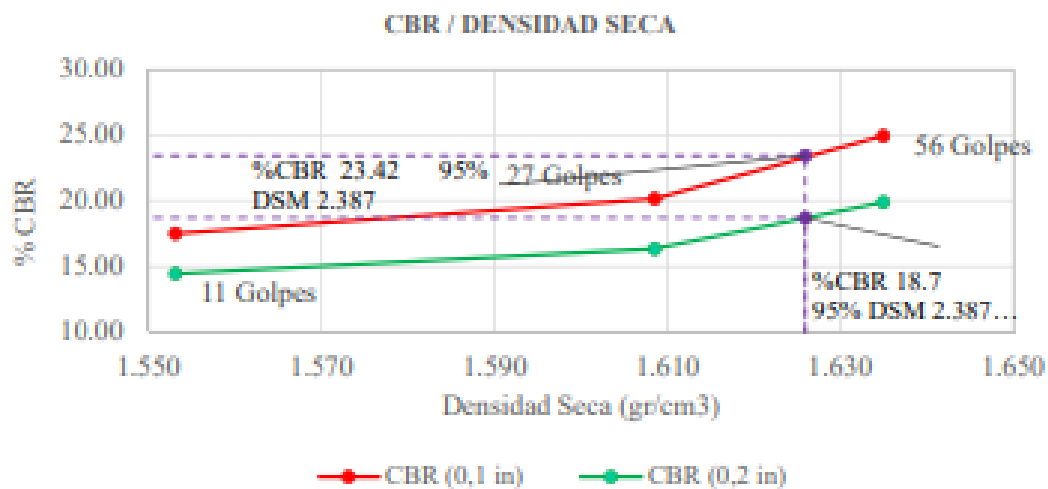
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	249.07	24.91	1.635	298.03	19.87	1.635
#7 (27 Golpes)	201.37	20.14	1.609	245.07	16.34	1.609
#1 (11 Golpes)	175.13	17.51	1.553	216.90	14.46	1.553

Gráfica: CBR / Densidad seca



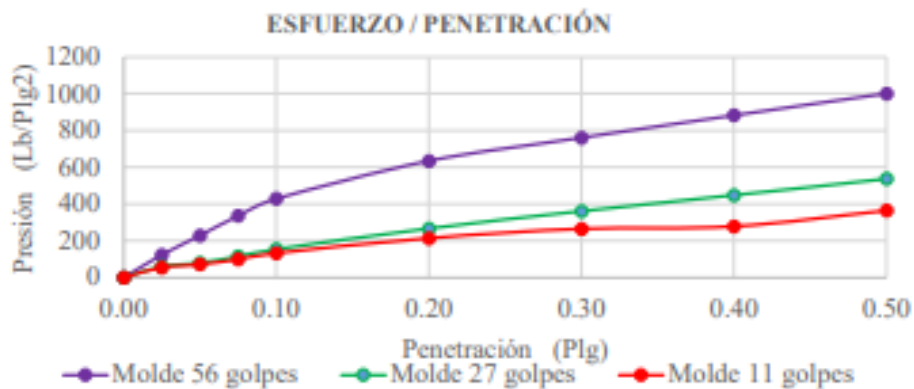
Resultados

Densidad Seca máxima	1.712		gr/cm ³
DSM (95%)	1.626	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
		23.42	18.70

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	7						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913479				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769683				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Calle 24 de Mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Optimo	10.84%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm3			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	10748.00	10278.00	10184.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3416.00	3608.00	3399.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.66	1.61	1.52	gr/cm3			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	1	5	15	17	40	42	u
Peso recip. gr	23.97	24.25	25.53	24.73	24.68	24.82	gr
Peso suelo húm + recip.	127.97	137.19	124.17	129.99	149.91	122.49	gr
Peso suelo seco + recip.	116.80	124.90	113.50	118.50	135.80	110.90	gr
Peso de agua (W _w).	11.17	12.29	10.67	11.49	14.11	11.59	gr
Peso sólidos (W _s).	92.83	100.65	87.97	93.77	111.12	86.08	gr
Cont. de humedad (W%)	12.03	12.21	12.13	12.25	12.70	13.46	%
Cont. humedad promedio %	12.12		12.19		13.08		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.479		1.437		1.343		gr/cm3
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	11848.00	11701.00	11484.00				gr
Peso suelo húmedo W _m .	4516.00	5031.00	4699.00				gr
Agua absorbida por masa	1100.00	1423.00	1300.00				gr
Agua absorbida.	32.20	39.44	38.25				%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	100	102	53	30	86	89	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	30.39	
Peso recipiente	30.39	32.25	30.92	33.46	31.23	31.84	gr
Peso suelo húm + recipien	166.30	187.40	152.40	178.80	139.80	205.90	gr
Peso suelo seco + recipien	152.31	171.04	138.54	162.87	126.14	184.22	gr
Peso de agua (W _w).	13.99	16.36	13.86	15.93	13.66	21.68	gr
Peso sólidos (W _s).	121.92	138.79	107.62	129.41	94.91	152.38	gr
Cont. de humedad (W%)	11.47	11.79	12.88	12.31	14.39	14.23	%
Cont. humedad promedio %	11.63		12.59		14.31		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5	#7	#1				

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in ²)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	369.80	123.27	179.40	59.80	164.50	54.83
0.0500	686.80	228.93	238.90	79.63	215.80	71.93
0.0750	1008.90	336.30	346.60	115.53	297.20	99.07
0.1000	1287.20	429.07	463.90	154.63	398.70	132.90
0.2000	1903.40	634.47	799.50	266.50	641.70	213.90
0.3000	2283.00	761.00	1083.70	361.23	794.80	264.93
0.4000	2648.40	882.80	1343.60	447.87	833.90	277.97
0.5000	3003.80	1001.27	1613.10	537.70	1093.60	364.53

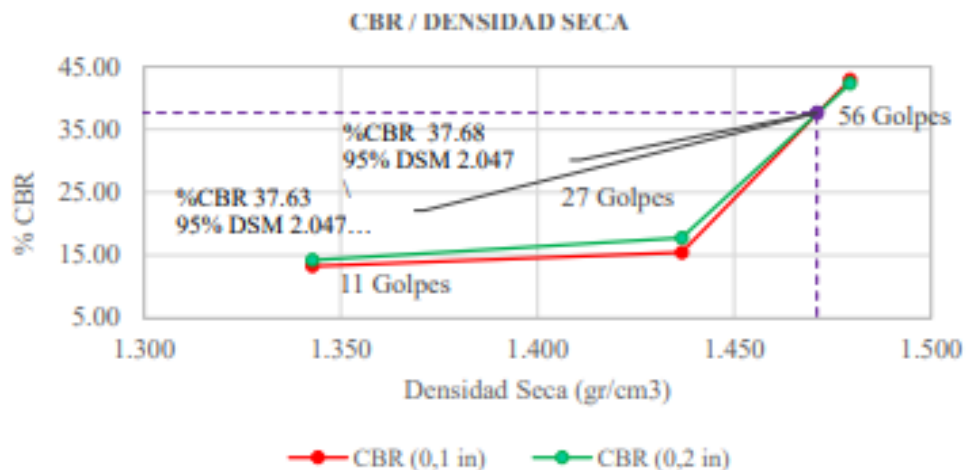
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0.1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0.2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	429.07	42.91	1.479	634.47	42.30	1.479
#7 (27 Golpes)	154.63	15.46	1.437	266.50	17.77	1.437
#1 (11 Golpes)	132.90	13.29	1.343	213.90	14.26	1.343

Gráfica: CBR / Densidad seca



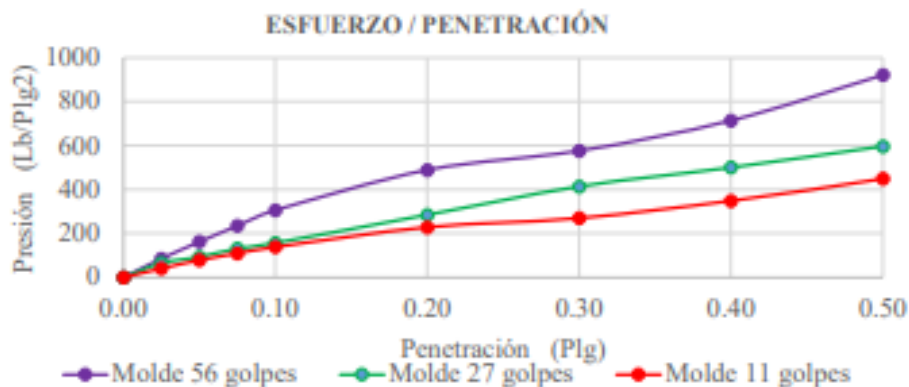
Resultados

Densidad Seca máxima	1.548 gr/cm ³	
DSM (95%)	1.471	1.479
	37.68	37.63

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN						
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.					
Nº Muestra:	8					
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913463			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	767473			
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.			
Vía:	Calle 24 de Mayo	Revisor	Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)					
Norma:	AASHTO T-193 2013					
Especificaciones técnicas						
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B			
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	11.50%			
Datos de molde						
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad		
Altura	11.50	12.50	12.50	cm		
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm		
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³		
Peso. gr	7332	6670	6785	gr		
Datos para compactación						
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr		
# Capas	5	5	5	u		
# Golpes	56	27	11	u		
Peso unitario húmedo (γm)						
Peso molde+suelo húmed	10876.00	10412.00	10214.00	gr		
Peso suelo húmedo Wm.	3544.00	3742.00	3429.00	gr		
Peso unitario húmedo (γm).	1.72	1.67	1.53	gr/cm ³		
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γd)						
Número de recipiente	17	56	4	30A1	83MFB	1
Peso recip. gr	24.73	30.87	17.46	24.37	32.29	23.97
Peso suelo húm + recip.	124.19	151.27	148.47	161.34	172.58	176.78
Peso suelo seco + recip.	113.64	136.54	134.11	146.02	156.11	160.78
Peso de agua (Ww).	10.55	14.73	14.36	15.32	16.47	16.00
Peso sólidos (Ws).	88.91	105.67	116.65	121.65	123.82	136.81
Cont. de humedad (W%)	11.87	13.94	12.31	12.59	13.30	11.70
Cont. humedad promedio %	12.90		12.45		12.50	
Peso volumétrico seco (γd).	1.524		1.487		1.362	
Parámetros luego de saturación						
Peso molde+suelo húm.	11150.00		11701.00		11484.00	
Peso suelo húmedo Wm.	3818.00		5031.00		4699.00	
Agua absorbida por masa	274.00		1289.00		1270.00	
Agua absorbida.	7.73		34.45		37.04	
Contenido de humedad luego de saturación						
Número de recipiente	100	102	53	30	86	89
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	30.39
Peso recipiente	30.39	32.25	30.92	33.46	31.23	31.84
Peso suelo húm + recipien	166.30	187.40	152.40	178.80	139.80	205.90
Peso suelo seco + recipien	152.31	171.04	138.54	162.87	126.14	184.22
Peso de agua (Ww).	13.99	16.36	13.86	15.93	13.66	21.68
Peso sólidos (Ws).	121.92	138.79	107.62	129.41	94.91	152.38
Cont. de humedad (W%)	11.47	11.79	12.88	12.31	14.39	14.23
Cont. humedad promedio %	11.63		12.59		14.31	
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)						
Molde	#5		#7		#1	

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in ²)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	256.10	85.37	194.70	64.90	123.70	41.23
0.0500	487.90	162.63	278.60	92.87	236.40	78.80
0.0750	704.70	234.90	394.10	131.37	327.50	109.17
0.1000	916.50	305.50	470.20	156.73	415.40	138.47
0.2000	1466.10	488.70	854.30	284.77	684.20	228.07
0.3000	1727.80	575.93	1240.90	413.63	810.60	270.20
0.4000	2141.00	713.67	1502.30	500.77	1044.20	348.07
0.5000	2764.30	921.43	1789.60	596.53	1347.40	449.13

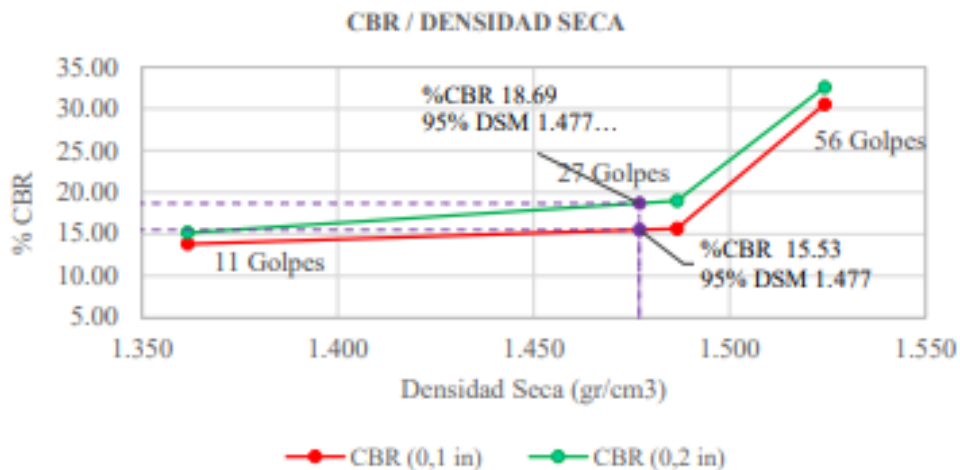
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	305.50	30.55	1.524	488.70	32.58	1.524
#7 (27 Golpes)	156.73	15.67	1.487	284.77	18.98	1.487
#1 (11 Golpes)	138.47	13.85	1.362	228.07	15.20	1.362

Gráfica: CBR / Densidad seca



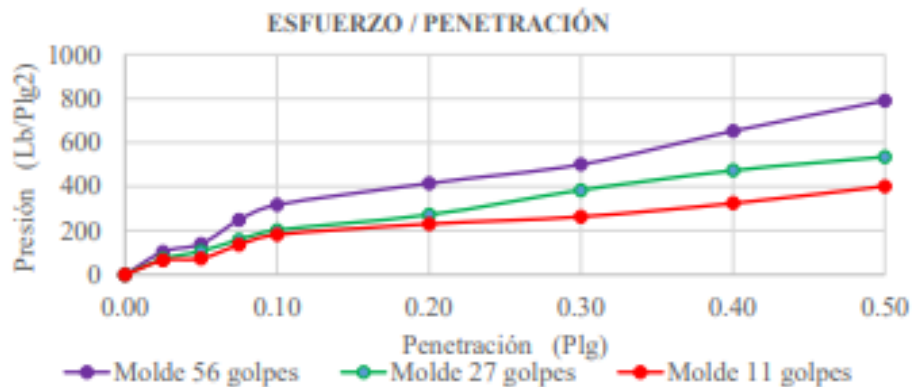
Resultados

Densidad Seca máxima	1.555 gr/cm ³	
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)
1.477	15.53	18.69

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	9						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9914014				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	771802				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	10.21%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	10782.00	10381.00	10328.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3450.00	3711.00	3543.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.68	1.66	1.58	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	19	22	14	28	31	9	u
Peso recip. gr	24.1	30.02	16.58	20.22	29.08	21.16	gr
Peso suelo húm + recip.	134.20	147.83	144.66	158.79	175.11	184.52	gr
Peso suelo seco + recip.	123.47	136.74	131.88	147.21	161.23	170.69	gr
Peso de agua (W _w).	10.73	11.09	12.78	11.58	13.88	13.83	gr
Peso sólidos (W _s).	99.37	106.72	115.30	126.99	132.15	149.53	gr
Cont. de humedad (W%)	10.80	10.39	11.08	9.12	10.50	9.25	%
Cont. humedad promedio %	10.59		10.10		9.88		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.515		1.506		1.441		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	10978.00	10712.00	10547.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3646.00	4042.00	3762.00	gr			
Agua absorbida por masa	196.00	331.00	219.00	gr			
Agua absorbida.	5.68	8.92	6.18	%			
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	96	61	59	34	76	57	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	31.16	29.16	19.82	27.44	30.43	30.21	gr
Peso suelo húm + recipien	171.82	169.47	192.36	171.14	148.21	187.33	gr
Peso suelo seco + recipien	157.08	154.09	173.82	155.69	134.66	167.50	gr
Peso de agua (W _w).	14.74	15.38	18.54	15.45	13.55	19.83	gr
Peso sólidos (W _s).	125.92	124.93	154.00	128.25	104.23	137.29	gr
Cont. de humedad (W%)	11.71	12.31	12.04	12.05	13.00	14.44	%
Cont. humedad promedio %	12.01		12.04		13.72		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5	#7	#1				

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	314.00	104.67	215.60	71.87	196.30	65.43
0.0500	420.80	140.27	321.60	107.20	221.40	73.80
0.0750	746.10	248.70	477.80	159.27	408.50	136.17
0.1000	953.40	317.80	609.10	203.03	547.80	182.60
0.2000	1247.20	415.73	817.20	272.40	692.40	230.80
0.3000	1504.70	501.57	1153.70	384.57	792.40	264.13
0.4000	1958.40	652.80	1421.60	473.87	974.60	324.87
0.5000	2374.50	791.50	1607.10	535.70	1204.80	401.60

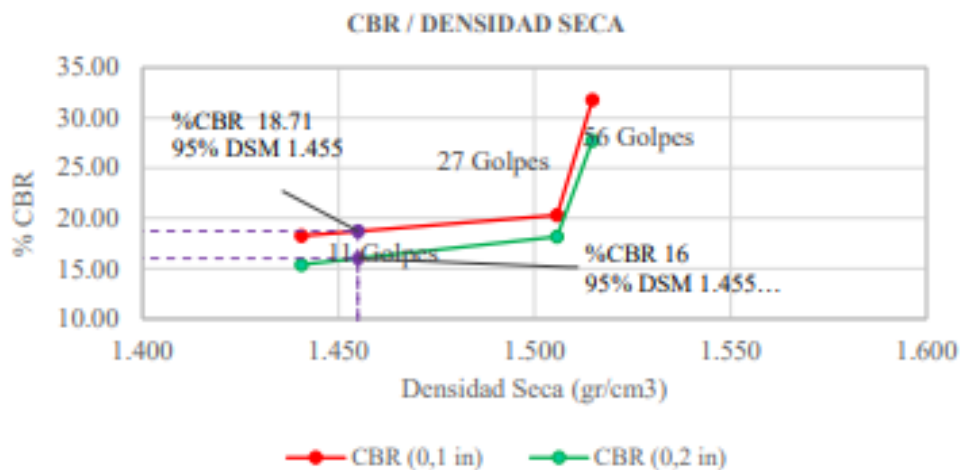
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	317.80	31.78	1.515	415.73	27.72	1.515
#7 (27 Golpes)	203.03	20.30	1.506	272.40	18.16	1.506
#1 (11 Golpes)	182.60	18.26	1.441	230.80	15.39	1.441

Gráfica: CBR / Densidad seca



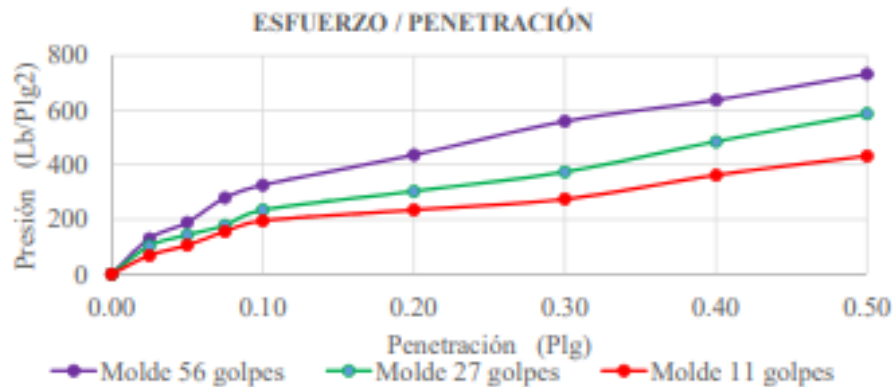
Resultados

Densidad Seca máxima	1.532		gr/cm3
DSM (95%)	1.455	18.71	16.00
		%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
Nº Muestra:	10						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913839				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	770497				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Vía:	Pista El Petrillo	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	9.87%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³			
Peso. gr	7332	6670	6785	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γ _m)							
Peso molde+suelo húmed	10927.00	10541.00	10458.00	gr			
Peso suelo húmedo W _m .	3595.00	3871.00	3673.00	gr			
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.75	1.73	1.64	gr/cm ³			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)							
Número de recipiente	12	25	23	4	59	87	u
Peso recip. gr	29.45	32.14	24.78	21.15	27.46	22.44	gr
Peso suelo húm + recip.	148.74	137.22	149.36	174.17	161.52	192.36	gr
Peso suelo seco + recip.	138.10	128.69	137.11	160.76	151.23	174.22	gr
Peso de agua (W _w).	10.64	8.53	12.25	13.41	10.29	18.14	gr
Peso sólidos (W _s).	108.65	96.55	112.33	139.61	123.77	151.78	gr
Cont. de humedad (W%)	9.79	8.83	10.91	9.61	8.31	11.95	%
Cont. humedad promedio %	9.31		10.26		10.13		%
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.597		1.568		1.490		gr/cm ³
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo húm.	11498.00		10937.00		10855.00		gr
Peso suelo húmedo W _m .	4166.00		4267.00		4070.00		gr
Agua absorbida por masa	571.00		396.00		397.00		gr
Agua absorbida.	15.88		10.23		10.81		%
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	84	4	88	30AJ	56	83MFB	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	32.41	17.46	36.03	24.37	30.87	32.29	gr
Peso suelo húm + recipien	181.12	178.69	161.25	184.90	156.11	179.03	gr
Peso suelo seco + recipien	163.47	161.14	147.06	167.41	142.01	160.53	gr
Peso de agua (W _w).	17.65	17.55	14.19	17.49	14.10	18.50	gr
Peso sólidos (W _s).	131.06	143.68	111.03	143.04	111.14	128.24	gr
Cont. de humedad (W%)	13.47	12.21	12.78	12.23	12.69	14.43	%
Cont. humedad promedio %	12.84		12.50		13.56		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	390.40	130.13	308.70	102.90	204.20	68.07
0.0500	567.80	189.27	429.60	143.20	316.70	105.57
0.0750	838.20	279.40	536.10	178.70	467.90	155.97
0.1000	978.50	326.17	704.80	234.93	586.30	195.43
0.2000	1310.70	436.90	910.70	303.57	704.90	234.97
0.3000	1678.30	559.43	1123.10	374.37	824.10	274.70
0.4000	1914.50	638.17	1457.40	485.80	1087.40	362.47
0.5000	2197.60	732.53	1763.00	587.67	1298.60	432.87

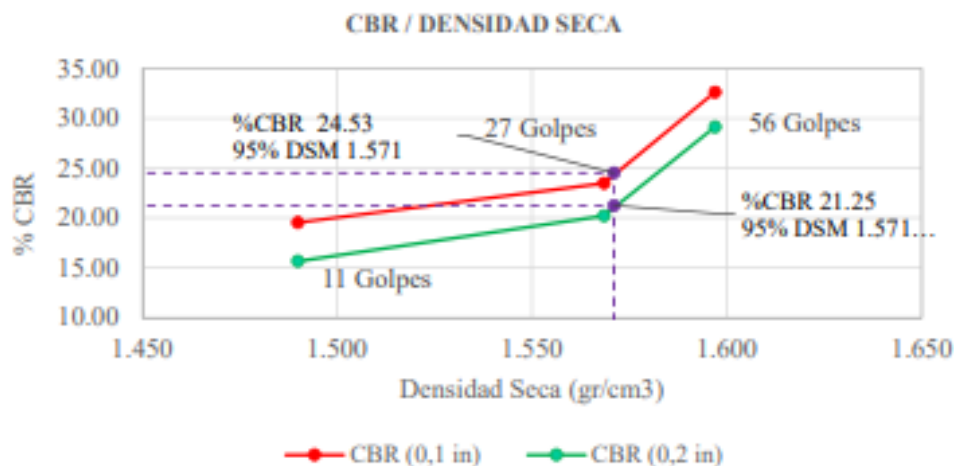
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	326.17	32.62	1.597	436.90	29.13	1.597
#7 (27 Golpes)	234.93	23.49	1.568	303.57	20.24	1.568
#1 (11 Golpes)	195.43	19.54	1.490	234.97	15.66	1.490

Gráfica: CBR / Densidad seca



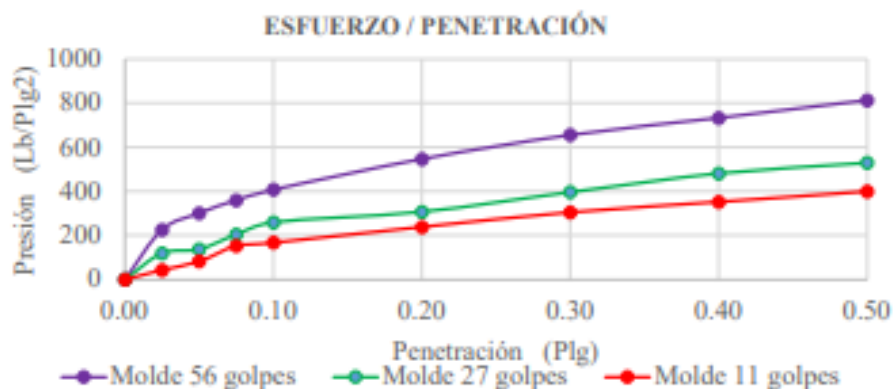
Resultados

Densidad Seca máxima	1.654 gr/cm3	
DSM (95%)	24.53 %CBR (0,1 in)	21.25 %CBR (0,2 in)
1.571		

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN						
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.					
Nº Muestra:	11					
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913584			
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	768937			
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.			
Vía:	4 de Octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez			
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)					
Norma:	AASHTO T-193 2013					
Especificaciones técnicas						
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B			
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	6.40%			
Datos de molde						
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad		
Altura	11.50	12.50	12.50	cm		
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm		
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm ³		
Peso. gr	7347	6823	6809	gr		
Datos para compactación						
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr		
# Capas	5	5	5	u		
# Golpes	56	27	11	u		
Peso unitario húmedo (γ _m)						
Peso molde+suelo húmed	10957.00	10073.00	10141.00	gr		
Peso suelo húmedo W _m .	3610.00	3250.00	3332.00	gr		
Peso unitario húmedo (γ _m).	1.75	1.45	1.49	gr/cm ³		
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γ _d)						
Número de recipiente	30	53	86	89	100	102
Peso recip. gr	33.46	30.92	31.23	31.84	30.39	32.25
Peso suelo húm + recip.	158.60	110.96	121.74	196.40	164.77	200.11
Peso suelo seco + recip.	135.50	94.70	101.10	161.10	133.30	161.90
Peso de agua (W _w).	23.10	16.26	20.64	35.30	31.47	38.21
Peso sólidos (W _s).	102.04	63.78	69.87	129.26	102.91	129.65
Cont. de humedad (W%)	22.64	25.49	29.54	27.31	30.58	29.47
Cont. humedad promedio %	24.07		28.42		30.03	
Peso volumétrico seco (γ _d).	1.413		1.131		1.145	
Parámetros luego de saturación						
Peso molde+suelo húm.	11078.00	10241.00	10458.00			
Peso suelo húmedo W _m .	3731.00	3418.00	3649.00			
Agua absorbida por masa	121.00	168.00	317.00			
Agua absorbida.	3.35	5.17	9.51			
Contenido de humedad luego de saturación						
Número de recipiente	30	53	86	89	100	102
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
Peso recipiente	33.46	30.92	31.23	31.84	30.39	32.25
Peso suelo húm + recipien	158.6	110.96	121.74	196.4	164.77	200.11
Peso suelo seco + recipien	135.50	94.70	101.10	161.10	133.30	161.90
Peso de agua (W _w).	23.10	16.26	20.64	35.30	31.47	38.21
Peso sólidos (W _s).	102.04	63.78	69.87	129.26	102.91	129.65
Cont. de humedad (W%)	22.64	25.49	29.54	27.31	30.58	29.47
Cont. humedad promedio %	24.07		28.42		30.03	
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)						
Molde	#5	#7	#1			

Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in ²)
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	678.00	226.00	358.20	119.40	128.60	42.87
0.0500	903.20	301.07	412.80	137.60	247.90	82.63
0.0750	1079.00	359.67	612.40	204.13	458.60	152.87
0.1000	1223.80	407.93	779.20	259.73	502.30	167.43
0.2000	1639.30	546.43	921.60	307.20	714.70	238.23
0.3000	1967.50	655.83	1189.70	396.57	914.60	304.87
0.4000	2198.70	732.90	1443.60	481.20	1056.40	352.13
0.5000	2439.10	813.03	1587.40	529.13	1198.60	399.53

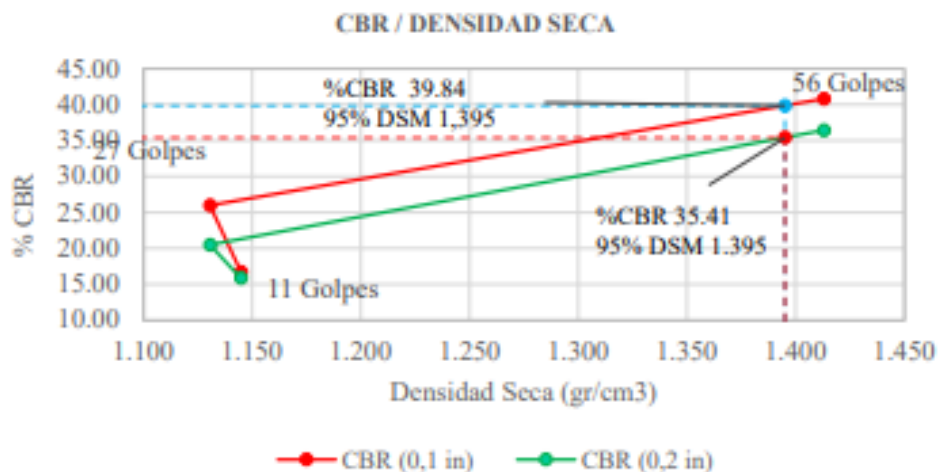
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0.1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in ²)	%CBR (0.2 in)	Densidad Seca (gr/cm ³)
#5 (56 Golpes)	407.93	40.79	1.413	546.43	36.43	1.413
#7 (27 Golpes)	259.73	25.97	1.131	307.20	20.48	1.131
#1 (11 Golpes)	167.43	16.74	1.145	238.23	15.88	1.145

Gráfica: CBR / Densidad seca



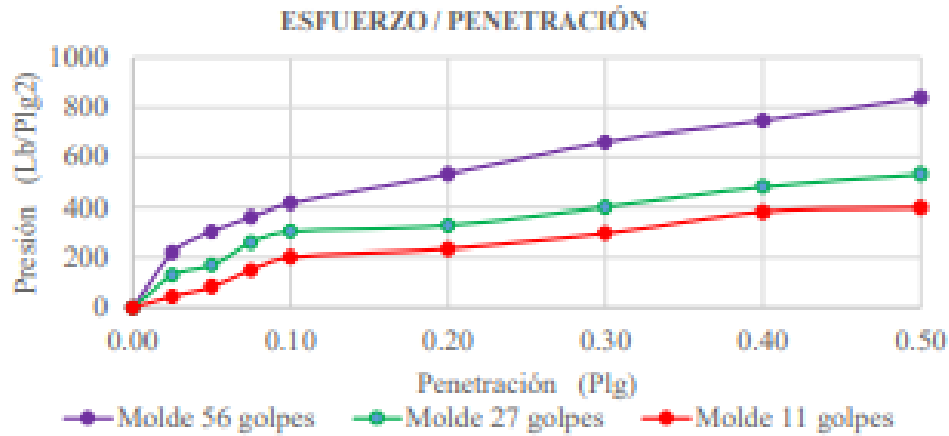
Resultados

Densidad Seca máxima	1.468		gr/cm ³
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)	
1.395	39.84	35.41	

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN							
Tema:	Análisis de las correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas en suelos de la provincia de Cotopaxi; del cantón Latacunga; parroquia Mulaló.						
N° Muestra:	12						
Provincia:	Cotopaxi	Coordenada norte:	9913626				
Cantón:	Latacunga	Coordenada este:	769696				
Parroquia:	Mulaló	Investigador	Bryan Viscarra N.				
Via:	4 de Octubre	Revisor	Ing. Diego Chérrez				
Ensayo:	RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)						
Norma:	AASHTO T-193 2013						
Especificaciones técnicas							
Altura de caída	18in	Ensayo Proctor	Modificado Tipo B				
Peso de martillo	10 lb	Cont. Hum. Óptimo	6.79%				
Datos de molde							
Molde	#6	#5B	#56MJ	unidad			
Altura	11.50	12.50	12.50	cm			
Diámetro.	15.10	15.10	15.10	cm			
Volumen.	2059.40	2238.48	2238.48	cm3			
Peso. gr	7347	6823	6809	gr			
Datos para compactación							
Peso inicial.	6000.00	6000.00	6000.00	gr			
# Capas	5	5	5	u			
# Golpes	56	27	11	u			
Peso unitario húmedo (γm)							
Peso molde+suelo húmed	10987.00	10150.00	10133.00	gr			
Peso suelo húmedo Wm.	3640.00	3327.00	3324.00	gr			
Peso unitario húmedo (γm).	1.77	1.49	1.48	gr/cm3			
Contenido de humedad (W%) y peso volumétrico seco (γd)							
Número de recipiente	7	24	11	53	102	71	u
Peso recip. gr	24.67	25.14	24.92	33.04	32.27	30.57	gr
Peso suelo hím + recip.	104.7	121.47	140.25	164.87	137.12	141.78	gr
Peso suelo seco + recip.	95.62	110.98	126.58	152.30	125.40	130.00	gr
Peso de agua (Ww).	9.08	10.49	13.67	12.57	11.72	11.78	gr
Peso sólidos (Ws).	70.95	85.84	101.66	119.26	93.13	99.43	gr
Cont. de humedad (W%)	12.80	12.22	13.45	10.54	12.58	11.85	%
Cont. humedad promedio %	12.51		11.99		12.22		%
Peso volumétrico seco (γd).	1.571		1.327		1.323		gr/cm3
Parámetros luego de saturación							
Peso molde+suelo hím.	11055.00	10222.00	10409.00	gr			
Peso suelo húmedo Wm.	3708.00	3399.00	3600.00	gr			
Agua absorbida por masa	68.00	72.00	276.00	gr			
Agua absorbida.	1.87	2.16	8.30	%			
Contenido de humedad luego de saturación							
Número de recipiente	31	35	68	92	28	11	
	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo	
Peso recipiente	32.20	33.84	30.37	31.82	32.69	31.24	gr
Peso suelo hím + recipien	157.62	112.54	120.68	192.11	167.25	187.49	gr
Peso suelo seco + recipien	138.97	99.28	108.45	172.24	147.33	162.10	gr
Peso de agua (Ww).	18.65	13.26	12.23	19.87	19.92	25.39	gr
Peso sólidos (Ws).	106.77	65.44	78.08	140.42	114.64	130.86	gr
Cont. de humedad (W%)	17.47	20.26	15.66	14.15	17.38	19.40	%
Cont. humedad promedio %	18.87		14.91		18.39		%
Ensayo Relación de Soporte de California (CBR)							
Molde	#5		#7		#1		
Penetración (in)	Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión (lb/in2)	
0.0000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.0250	659.80	219.93	387.90	129.30	136.00	45.33	
0.0500	911.20	303.73	510.10	170.03	250.70	83.57	
0.0750	1086.00	362.00	779.50	259.83	449.70	149.90	

0.1000	1250.40	416.80	914.70	304.90	604.80	201.60
0.2000	1601.80	533.93	986.40	328.80	703.50	234.50
0.3000	1987.00	662.33	1204.80	401.60	889.40	296.47
0.4000	2242.40	747.47	1430.70	483.57	1147.90	382.63
0.5000	2519.70	839.90	1600.00	533.33	1198.30	399.43

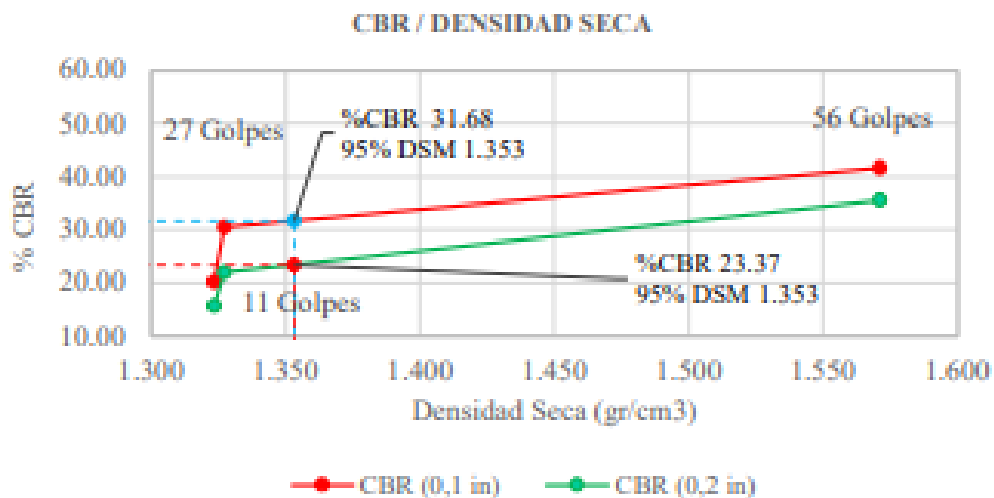
Gráfica: Esfuerzo / Penetración



Corrección de porcentajes CBR

Molde	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,1 in)	Densidad Seca	Presión (Lb/in2)	%CBR (0,2 in)	Densidad Seca (gr/cm3)
#5 (56 Golpes)	416.80	41.68	1.571	533.93	35.60	1.571
#7 (27 Golpes)	304.90	30.49	1.327	328.80	21.92	1.327
#1 (11 Golpes)	201.60	20.16	1.323	234.50	15.63	1.323

Gráfica: CBR / Densidad seca



Resultados

Densidad Seca máxima	1.424		gr/cm3
DSM (95%)	%CBR (0,1 in)	%CBR (0,2 in)	
1.353	31.68	23.37	