



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

AUTORA: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

TUTOR: Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por la Srta. **Tatiana Josselyn Lozada Sánchez**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I.: 0550122618, 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, Marzo 2022

Ing. Mg. Alex Xavier Frías Torres

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Tatiana Josselyn Lozada Sánchez** con C.I.: 0550122618, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del trabajo experimental, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2022



Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

C.I.: 0550122618

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Marzo 2022



Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

C.I.: 0550122618

AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Tatiana Josselyn Lozada Sánchez de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, Marzo 2022

Firman para constancia:

Ing. Mg. Favio Paúl Portilla Yandún

Miembro Calificador

Ing. Mg. Myriam Marisol Bayas Altamirano

Miembro Calificador

DEDICATORIA

A mi abuelito Alberto que en vida siempre me apoyó y guio con su ejemplo para convertirme en una persona humilde y sencilla, con sus palabras alentadoras que se quedaron grabadas en mi corazón y se convirtieron en el motor de mi lucha por un sueño, hoy que se ha convertido en un ángel de mi guarda desde el cielo espero se encuentre orgulloso de este nuevo logro en mi vida.

A mi madre Jaqueline por esforzarse cada día y sacarme adelante, y enseñarme que una mujer puede seguir adelante a pesar de las circunstancias.

A mi padre Mesías quien ha estado al tanto con sus mensajes y llamadas para darme ánimos y enseñarme que todo esfuerzo tiene su recompensa.

A mis hermanas Nashely y Pauleth que siempre han estado conmigo para ser mis cómplices y darme esa alegría de verlas crecer guiadas y reflejadas con mi ejemplo.

A un amigo incondicional Wilson que me enseñó a sobrellevar los problemas con una sonrisa y que todo tiene una solución.

Y por último y no menos importante a mi novio Alexander quién ha sido un pilar fundamental en mi vida al contar con su apoyo incondicional por ser parte de mis días buenos y malos, gracias a sus consejos y extenderme su mano para levantarme y poder continuar con mis metas trazadas.

Cafiana Sozada

AGRADECIMIENTO

Dicen que Dios da las peores batallas a sus mejores soldados, y hoy quiero agradecer al ser omnipotente de poder disfrutar el don y la dicha de la vida con cada prueba que ha puesto en mi camino, así como las bendiciones derramadas en mí, gracias a ello he llegado a ser una profesional.

Es innombrable cada ser especial de mi familia que me ha colaborado con un granito de arena y hoy quiero expresar un sincero y profundo agradecimiento que este logro es por y para ustedes.

A mi familia universitaria mis profesores y amigo/as con quienes he convivido 5 grandiosos años de mi vida compartiendo conocimientos, nuevas experiencias y juntos de la mano nos hemos ayudado ante cualquier situación.

Quedo agradecida infinitamente con todas las personas que forman parte de mi vida con las cuales comparto este nuevo logro en mi trayectoria.

Dafiana Lozada

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación	2
1.1.3 Fundamentación Teórica	3
1.1.3.1 Origen y formación del suelo.....	3
1.1.3.2 Definición de suelo.....	3
1.1.3.3 Identificación y clasificación del suelo	3
1.1.3.4 Relaciones fundamentales del suelo	8
1.1.3.5 Propiedades índice.....	10
1.1.3.6 Propiedades mecánicas	14
1.1.3.7 Pavimentos	21
1.1.3.8 Definiciones estadísticas.....	31
1.1.4 Hipótesis	35
1.1.4.1 Hipótesis nula (Ho).....	35
1.1.4.2 Hipótesis alternativa (Ha)	35
OBJETIVOS	36
1.1.5 Objetivo general.....	36
1.1.6 Objetivos específicos.....	36
CAPÍTULO II	37
METODOLOGÍA.....	37

2.1	NIVELES DE INVESTIGACIÓN	37
2.1.1	Investigación Exploratoria.....	37
2.1.2	Investigación Experimental	37
2.1.3	Investigación de Campo	37
2.1.4	Investigación analítica.....	37
2.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	37
2.2.1	Población.....	37
2.2.2	Muestra	39
2.3	EQUIPOS Y MATERIALES	41
2.4	MÉTODOS	42
2.4.1	Plan de recolección de datos.....	42
2.4.2	Ensayos de campo y laboratorio	43
2.4.3	Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	48
2.4.3.1	Plan de procesamiento	48
2.4.3.2	Plan de análisis de información	63
2.4.4	Método para la determinación de las correlaciones entre las propiedades del suelo	63
CAPÍTULO III.....		68
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		68
3.1	Análisis y discusión de resultados	68
3.1.1	Propiedades Índice	68
3.1.1.1	Contenido de humedad	68
3.1.1.2	Gravedad Específica	69
3.1.1.3	Densidad de campo.....	69
3.1.1.4	Límites de Atterberg	70
3.1.1.5	Granulometría.....	71
3.1.1.6	Clasificación de suelos	72
3.1.2	Propiedades Mecánicas	74
3.1.2.1	Proctor Modificado tipo B	74
3.1.2.2	Ensayo CBR (California Bearing Ratio).....	74
3.1.2.3	Ensayo DCP (Cono de Penetración dinámico)	75
3.1.3	Nomenclatura	76
3.1.4	Correlaciones.....	77
3.2	Diseño Estructural de pavimento flexible AASHTO 93	101
3.2.1	Diseño de pavimento flexible con correlaciones	118
3.3.	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.....	122
3.3.1	Hipótesis Alternativa.....	122

3.3.2	Hipótesis Nula.....	122
CAPITULO IV.....		123
4.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
4.1.2	Conclusiones	123
4.1.3	Recomendaciones.....	125
Bibliografía		126
4.2	ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de suelos de la SUCS	5
Tabla 2: Clasificación del suelo según la AASHTO.....	7
Tabla 3: Valores de Gs de los suelos	10
Tabla 4: Especificaciones del ensayo proctor estándar.....	16
Tabla 5: Especificaciones del ensayo proctor modificado.....	17
Tabla 6: CBR; Carga unitaria patrón	18
Tabla 7: Valores de la resistencia al corte para arenas y limos.....	19
Tabla 8: Factor de distribución por carril.....	24
Tabla 9: Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía	24
Tabla 10: Niveles de confiabilidad por tipo de vía	26
Tabla 11: Determinación de la desviación estándar normal Zr a partir de la confiabilidad.....	26
Tabla 12: Valores recomendados para la desviación estándar (So).....	27
Tabla 13: Espesores mínimos según los ejes equivalentes	28
Tabla 14: Espesores mínimos según los ejes equivalentes	30
Tabla 15: Coeficiente de Drenaje.....	31
Tabla 16: Nivel de correlación.....	34
Tabla 17: Ubicación de las calicatas	40
Tabla 18: Equipos y materiales	41
Tabla 19: Plan de recolección de datos	42
Tabla 20: Ensayo de Densidad de Campo.....	48
Tabla 21: Ensayo de Gravedad Específica.....	50
Tabla 22: Ensayo de la Granulometría.....	51
Tabla 23: Ensayo del Límite Líquido y Plástico.....	53
Tabla 24: Ensayo de Proctor Modificado.....	55
Tabla 25: Ensayo de compactación CBR.....	56
Tabla 26: Ensayo DCP.....	59
Tabla 27: Conteo de vehículos.....	60
Tabla 28: Diseño de Pavimento Flexible AASHTO 1993	62
Tabla 29: Correlación lineal múltiple	64
Tabla 30: Sistema de ecuaciones correlación lineal múltiple	64
Tabla 31: Correlación potencial múltiple.....	65

Tabla 32: Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple.....	65
Tabla 33: Correlación exponencial múltiple	66
Tabla 34: Sistema de ecuaciones correlación exponencial múltiple	67
Tabla 35: Resumen contenido de humedad	68
Tabla 36: Resumen Gravedad Específica	69
Tabla 37: Resumen Densidad de campo	70
Tabla 38: Resumen Límites de Atterberg	70
Tabla 39: Resumen Granulometría	71
Tabla 40: Resumen Clasificación de suelos	72
Tabla 41: Resumen Proctor Modificado B.....	74
Tabla 42: Resumen CBR.....	74
Tabla 43: Resumen DCP	75
Tabla 44: Resumen de las correlaciones	100
Tabla 45 Resumen conteo vehicular	101
Tabla 46 Índice de crecimiento vehicular (i%)	103
Tabla 47 Tráfico actual del proyecto	105
Tabla 48 Período de diseño según el tipo de vía.....	105
Tabla 49 Tráfico proyectado para el período de diseño.....	106
Tabla 50 Clasificación de las carreteras según el tráfico proyectado	107
Tabla 51 Factor de daño según tipo de automotor (FD)	107
Tabla 52 Factor de distribución por carril.....	108
Tabla 53 Cálculo del número de ejes equivalentes (W18).....	109
Tabla 54 Espesores mínimos según ejes equivalentes	110
Tabla 55 Nivel de confiabilidad "R"	110
Tabla 56 Desviación Estándar Normal "Zr"	110
Tabla 57 Determinación de valores a1	112
Tabla 58 Determinación de valores a3	113
Tabla 59 Corrección de coeficientes m2 y m3 en base al drenaje	114
Tabla 60: Datos de diseño Pavimento Flexible.....	115
Tabla 61: Diseño de Pavimento Flexible con CBR de laboratorio.....	116
Tabla 62: Espesores de la capa del Pavimento con CBR de laboratorio	117
Tabla 63: Datos Diseño del Pavimento Flexible con Correlaciones.....	119
Tabla 64: Diseño de pavimentos flexibles con correlaciones	120

Tabla 65:Espesores de la capa del Pavimento con correlaciones	121
Tabla 66: Resumen de los espesores obtenidos	121
Tabla 67: Contenido de humedad 1	128
Tabla 68: Contenido de humedad 2	129
Tabla 69: Contenido de humedad 3	130
Tabla 70: Contenido de humedad 4	131
Tabla 71: Contenido de humedad 5	132
Tabla 72: Contenido de humedad 6	133
Tabla 73: Contenido de humedad 7	134
Tabla 74: Contenido de humedad 8	135
Tabla 75: Contenido de humedad 9	136
Tabla 76: Contenido de humedad 10	137
Tabla 77: Contenido de humedad 11	138
Tabla 78: Contenido de humedad 12	139
Tabla 79: Gravedad Específica 1	140
Tabla 80: Gravedad Específica 2	141
Tabla 81: Gravedad Específica 3	142
Tabla 82: Gravedad Específica 4	143
Tabla 83: Gravedad Específica 5	144
Tabla 84: Gravedad Específica 6	145
Tabla 85: Gravedad Específica 7	146
Tabla 86: Gravedad Específica 8	147
Tabla 87: Gravedad Específica 9	148
Tabla 88: Gravedad Específica 10	149
Tabla 89: Gravedad Específica 11	150
Tabla 90: Gravedad Específica 12	151
Tabla 91: Densidad de Campo 1	152
Tabla 92: Densidad de Campo 2	153
Tabla 93: Densidad de Campo 3	154
Tabla 94: Densidad de Campo 4	155
Tabla 95: Densidad de Campo 5	156
Tabla 96: Densidad de Campo 6	157
Tabla 97: Densidad de Campo 7	158

Tabla 98: Densidad de Campo 8	159
Tabla 99: Densidad de Campo 9	160
Tabla 100: Densidad de Campo 10	161
Tabla 101: Densidad de Campo 11	162
Tabla 102: Densidad de Campo 12	163
Tabla 103: Límites de Atterberg 1	164
Tabla 104: Límites de Atterberg 2	165
Tabla 105: Límites de Atterberg 3	166
Tabla 106: Límites de Atterberg 4	167
Tabla 107: Límites de Atterberg 5	168
Tabla 108: Límites de Atterberg 6	169
Tabla 109: Límites de Atterberg 7	170
Tabla 110: Límites de Atterberg 8	171
Tabla 111: Límites de Atterberg 9	172
Tabla 112: Límites de Atterberg 10	173
Tabla 113: Límites de Atterberg 11	174
Tabla 114: Límites de Atterberg 12	175
Tabla 115 Granulometría 1	176
Tabla 116 Granulometría 2	178
Tabla 117 Granulometría 3	180
Tabla 118 Granulometría 4	182
Tabla 119 Granulometría 5	184
Tabla 120 Granulometría 6	186
Tabla 121 Granulometría 7	188
Tabla 122 Granulometría 8	190
Tabla 123 Granulometría 9	192
Tabla 124 Granulometría 10	194
Tabla 125 Granulometría 11	196
Tabla 126 Granulometría 12	198
Tabla 127: Proctor Modificado 1	200
Tabla 128: Proctor Modificado 2	201
Tabla 129: Proctor Modificado 3	202
Tabla 130: Proctor Modificado 4	203

Tabla 131: Proctor Modificado 5	204
Tabla 132: Proctor Modificado 6	205
Tabla 133: Proctor Modificado 7	206
Tabla 134: Proctor Modificado 8	207
Tabla 135: Proctor Modificado 9	208
Tabla 136: Proctor Modificado 10	209
Tabla 137: Proctor Modificado 11	210
Tabla 138: Proctor Modificado 12	211
Tabla 139: CBR 1.....	212
Tabla 140: CBR 2.....	214
Tabla 141: CBR 3.....	216
Tabla 142: CBR 4.....	218
Tabla 143: CBR 5.....	220
Tabla 144: CBR 6.....	222
Tabla 145: CBR 7.....	224
Tabla 146: CBR 8.....	226
Tabla 147: CBR 9.....	228
Tabla 148: CBR 10.....	230
Tabla 149: CBR 11.....	232
Tabla 150: CBR 12.....	234
Tabla 151: DCP 1.....	236
Tabla 152: DCP 2.....	238
Tabla 153: DCP 3	240
Tabla 154: DCP 4	242
Tabla 155: DCP 5	244
Tabla 156: DCP 6.....	246
Tabla 157: DCP 7.....	248
Tabla 158: DCP 8.....	250
Tabla 159: DCP 9.....	252
Tabla 160: DCP 10.....	254
Tabla 161: DCP 11.....	256
Tabla 162: DCP 12.....	258
Tabla 163: Conteo vehicular 08/11/2021	260

Tabla 164: Conteo vehicular 09/11/2021	261
Tabla 165: Conteo vehicular 10/11/2021	262
Tabla 166: Conteo vehicular 11/11/2021	263
Tabla 167: Conteo vehicular 12/11/2021	264
Tabla 168: Conteo vehicular 13/11/2021	265
Tabla 169: Conteo vehicular 14/11/2021	266

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: Carta de plasticidad de la SUCS	6
Fig. 2: Representación semilogarítmica del análisis granulométrico.....	11
Fig. 3: Corte de la Copa de Casagrande	13
Fig. 4: Gráfico de plasticidad según A. Casagrande	14
Fig. 5: Curvas típicas de ensayos de compactación estándar.....	15
Fig. 6: Resistencia al corte de suelos cohesivos.....	19
Fig. 7: Equipo del DCP y sus elementos.....	20
Fig. 8: Capas de pavimentos	21
Fig. 9: Ábaco para la estimación del coeficiente a1	29
Fig. 10: Ábaco para la estimación del coeficiente a2	29
Fig. 11: Ábaco para la estimación del coeficiente a3	30
Fig. 12: Diagrama de dispersión	31
Fig. 13: Relación lineal	32
Fig. 14: Curva de mejor ajuste	33
Fig. 15: Mapa Político de la provincia de Tungurahua.....	38
Fig. 16: Mapa Cantón Patate.....	39
Fig. 17: Mapas de ubicación de las calicatas	40
Fig. 18: Pozo a cielo abierto.....	43
Fig. 19: Determinación de la densidad de campo	44
Fig. 20: Golpes para la penetración del DCP.....	44
Fig. 21: Extrayendo el aire ocluido del picnómetro.....	45
Fig. 22: Tamizando el suelo.....	45
Fig. 23: Colocación del suelo en la Copa de Casagrande	46
Fig. 24: Realizando los rollitos de suelo	46
Fig. 25: Tomando el valor del esponjamiento a las 24 horas.....	47
Fig. 26: Compactando el suelo con 56 golpes.....	47
Fig. 27: Ecuación AASHTO 93	61
Fig. 28 Distribución de suelos según la clasificación SUCS	73
Fig. 29 Distribución de la clasificación AASHTO	73
Fig. 30: Grado de saturación del agua vs Humedad Natural.....	77
Fig. 31: Grado de saturación del aire vs Humedad natural.....	78
Fig. 32: Límite plástico vs Límite líquido.....	79

Fig. 33: Densidad in-situ vs Humedad natural.....	80
Fig. 34: Relación de vacíos vs Densidad in-situ	81
Fig. 35: Porosidad vs Densidad seca.....	82
Fig. 36: Límite Líquido vs Gravedad Específica	83
Fig. 37: Densidad seca máx. Vs Humedad óptima	84
Fig. 38: Contenido de Humedad Óptimo vs. Límite Líquido - Límite Plástico.....	85
Fig. 39: Densidad Seca Máxima vs. Humedad Natural - Límite Plástico.....	86
Fig. 40: Densidad Seca Máxima vs. Límite Plástico - %Fino	87
Fig. 41: Densidad seca in- situ vs. Densidad seca máx - Humedad natural.....	88
Fig. 42: Índice de penetración vs Densidad seca máx.	89
Fig. 43: Índice de penetración vs Límite Líquido	90
Fig. 44: Índice de penetración vs Humedad óptima.....	91
Fig. 45: Densidad seca in-situ vs Índice de penetración- Humedad natural	92
Fig. 46: Índice de penetración vs. Límite Líquido-Límite Plástico	93
Fig. 47: CBR puntual vs Densidad seca máx.....	94
Fig. 48: CBR puntual vs Índice de penetración	95
Fig. 49: CBR puntual vs % de Finos.....	96
Fig. 50: CBR puntual vs Límite Plástico-Humedad óptima	97
Fig. 51: CBR Puntual vs Densidad seca máxima-% de Finos	98
Fig. 52: CBR puntual vs. Índice de penetración-Humedad Óptimaa.....	99
Fig. 53: Ecuación AASHTO 93 Pavimento con CBR de laboratorio	115
Fig. 54:Espesores de cada capa del pavimento con CBR de laboratorio	117
Fig. 55: Ecuación AASHTO 93 Pavimento con Correlaciones	119
Fig. 56: Espesores de la cada capa del Pavimento con correlaciones.....	121

RESUMEN

El siguiente proyecto de titulación, es parte de una macro investigación que está siendo ejecutada en la provincia de Tungurahua, tomando en cuenta la división parroquial y cantonal, que busca determinar correlaciones entre las distintas propiedades índice y mecánicas del suelo, considerando principalmente el ensayo DCP y CBR, con el fin de obtener los mismos resultados del CBR, pero en menor tiempo y costo mediante el ensayo del DCP. Los ensayos se determinan a partir de muestras de suelo recolectadas en las parroquias La Matriz y El Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

Los ensayos ejecutados son: límites de Atterberg, gravedad específica, granulometría, compactación, CBR, densidad de campo con el método del cono de arena de Ottawa, y el ensayo de penetración dinámica; Con los resultados obtenidos de los ensayos antes mencionados se procede a su análisis, determinando el tipo y las características del suelo.

A continuación, se obtuvieron 23 correlaciones, aplicando métodos estadísticos de regresión simple y mínimos cuadrados, estas correlaciones fueron de aceptables a excelentes, con coeficientes de determinación entre 50 y 99 por ciento.

Finalmente se realizó el diseño del pavimento flexible, utilizando el CBR obtenido en laboratorio, y también, en base al CBR de las correlaciones propuestas. Obteniendo las mismas características en ambos diseños, se confirma que las correlaciones son aceptables y se pueden utilizar para el prediseño del asfalto en suelos semejantes.

Palabras clave: correlación, ensayos de suelos, CBR, DCP, Pavimento flexible, Patate, propiedades del suelo.

ABSTRACT

The following degree project is part of a macro research that is being carried out in the province of Tungurahua, taking into account the parish and cantonal division, which seeks to determine correlations among the different index and mechanical properties of the soil, considering mainly the DCP test and CBR, in order to obtain the same results as the CBR, but in less time and cost through the DCP test. The tests are determined from soil samples collected in the La Matriz and El Triunfo parishes of the Patate canton, Tungurahua province.

The tests carried out are: Atterberg limits, specific gravity, granulometry, compaction, CBR, field density with the Ottawa sand cone method, and the dynamic penetration test; With the obtained results from the aforementioned tests, they are analyzed, determining the type and characteristics of the soil.

Next, 23 correlations were obtained, applying statistical methods of simple regression and least squares. These correlations ranged from acceptable to excellent, with coefficients of determination between 50 and 99 percent.

Finally, the design of the flexible pavement was carried out, using the CBR obtained in the laboratory, and also, based on the CBR of the proposed correlations. Obtaining the same characteristics in both designs, it is confirmed that the correlations are acceptable and can be used for the pre-design of asphalt on similar soils.

Keywords: correlation, soil tests, CBR, DCP, Flexible pavement, Patate, soil properties.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

1.1.1 Antecedentes

El estudio de suelos, en cualquier obra de Ingeniería Civil es importante, para que la construcción sea perenne y no vulnerable con la presencia de sismos o problemas similares, pues en la antigüedad, muchos aspectos y características del suelo no eran tomados en cuenta, por ejemplo: la Torre de Pisa, al ser construida con cimientos débiles sobre un suelo demasiado inestable, se suscitaron problemas que se pueden apreciar visualmente en su inclinación que era cada vez más visible al aumentar nuevas plantas [1].

Así mismo, en Shanghai China, una de las torres del complejo de departamentos, “Lotus Riverside”, de 13 pisos, cayó al suelo sobre un costado casi sin destruirse, a causa de unas excavaciones que se realizaron a debajo del mismo, para construir un garaje subterráneo, colocados junto al río, a unos 30 metros del edificio, se produjo una saturación del terreno provocando la falla de la cimentación por pilotes [2].

Esto demuestra cuán importante es realizar un estudio de suelo, como lo son: las propiedades índice y mecánicas, que demuestren que el terreno donde se piensa diseñar y ejecutar el proyecto sea seguro y a su vez económico.

Las propiedades índice establecen relaciones de peso y volumen entre las tres fases que componen el terreno: sólido, agua y aire, y para describir sus características es necesario analizar las propiedades mecánicas, que permiten la diferenciación de los suelos de una misma categoría, condiciones de su estado y el comportamiento mecánico [3].

El DCP (Cono de Penetración Dinámico), es un ensayo con el que se obtiene la resistencia in situ del suelo y se determina el espesor de las capas de un pavimento [4]. Por otra parte, el CBR es una técnica geotécnica que se propuso en 1929 por los ingenieros T.E. Station y O.J. Porter del departamento de carreteras de California, y

fue una forma de clasificar el suelo y utilizarlo para subrasante o base, fue así como en Estado Unidos se guiaron de este ensayo para construir los aeropuertos [5].

1.1.2 Justificación

El campo vial de la Ingeniería Civil, se ha convertido en un medio de crecimiento poblacional y económico, por tal razón, se ha visto la necesidad de investigar nuevas técnicas y métodos que suplan las existentes, y representen una depreciación económica, con sus respectivas medidas de seguridad, es por ello que se analizará el método de la correlación entre el CBR y DCP y las propiedades índice y mecánicas [6].

Se han registrado varios trabajos investigativos de correlaciones realizadas en varias partes del mundo es así que en;

Colombia se realizó un estudio de correlación en un área localizada dentro de planicies inundables del río Arauca que presentaba una temperatura anual promedio de 29° C y una humedad relativa de 77% , por medio de los datos obtenidos aplicaron un método estadístico de regresión, para lo cual mediante una desviación estándar de 0.18, una correlación de 0.93 y un coeficiente de determinación de 0.86, determinaron que los valores de CBR proporcionaron capas más robustas para el pavimento debido al sitio que presenta condiciones geotécnicas especiales [7].

En nuestro país en la ciudad de Quito se realizó un estudio vial mediante la correlación entre el CBR y el DCP con el fin de conseguir información segura para adaptar un diseño de pavimento flexible, cuyos valores conseguidos fueron similares a la Norma ASTM-D 6951, por tanto, dedujeron que es un 99% seguro, el método. [8].

En la presente investigación se propone formar una correlación entre la Relación de Soporte de California (CBR) y el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP), y las propiedades índice y mecánicas del suelo que son vitales para el diseño de una estructura vial, porque varían entre sí dependiendo de las zonas de estudio y para obtener una interpretación más allegada a la realidad del sitio las muestras serán tomadas de diferentes puntos, lo recomendable es mínimo cada 500 o 600 metros y con ellos pronosticar el futuro comportamiento del terreno bajo carga con presencia de contenidos de humedad. [4]

Con lo expuesto anteriormente el estudio se realizará en las parroquias Patate (La matriz) y el Triunfo del cantón Patate, para poder ampliar y complementar el estudio macro de las propiedades del suelo de las parroquias rurales de la provincia de Tungurahua para un posible diseño de un pavimento.

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Origen y formación del suelo

La corteza terrestre del planeta tierra posee 15 kilómetros de espesor, y se ve perjudicada por efectos meteorizantes de desintegración mecánica es decir por agentes físicos como la temperatura, fisuras de las rocas, productos de la vegetación, entre otros, y por la descomposición química que se refiere a los agentes químicos como la oxidación, carbonatación e hidratación que modifican la constitución mineralógica de la roca [9].

1.1.3.2 Definición de suelo

Para fines ingenieriles el suelo es todo aquel material terroso comprendiéndose desde un relleno de desperdicio hasta areniscas parcialmente cementadas cuyas partículas de suelo se desintegran por acción de la intemperie [10].

1.1.3.3 Identificación y clasificación del suelo

La identificación del suelo ha sido un aspecto significativo para la ingeniería, y se trata de colocar en un grupo en donde encajen con las demás partículas de suelo. La identificación como tal admite descubrir de forma cualitativa las propiedades mecánicas he hidráulicas en donde se las puede designar a cierto tipo de suelo al cual pertenecen [10].

Cuando se descubrió que las propiedades físicas del suelo eran importantes y como tal fueron utilizadas para correlacionar los resultados provenientes de sencillos ensayos de clasificación con las constantes del suelo primordiales para solucionar problemas de la práctica [11].

El doctor Arturo Casagrande propuso una clasificación apoyada en las granulometrías de la fracción gruesa, así como la plasticidad en la fracción fina, teniendo como resultados un método de clasificación correcto tanto así que la P.R.A (Public Road

Administration) aceptó la técnica. En la actualidad el sistema es conocido como A.A.S.H.T.O. (Asociación Americana de vías Estatales y Transporte Oficial) con el tiempo esta clasificación se universalizó denominándose S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) [10].

1.1.3.3.1 Sistema SUCS de clasificación de suelos

Por medio de esta clasificación se ha dividido en tres grupos principales grano grueso, grano fino y altamente orgánico.

Grano grueso: Con el tamiz 200 (0,074) se pueden separar las partículas de suelo grueso y fino. Y se dividen en dos grupos gravas y arenas, para saber si es una grava o arena depende del tamiz N° 4, en donde se hablará de arenas si más del 50% para por dicho tamiz y, por el contrario, nos encontraremos con grava [10].

Grano fino: En este grupo se encuentran los limos, arcillas orgánicas e inorgánicas. Este suelo se lo identifica porque pasa por el tamiz N° 200. [10]

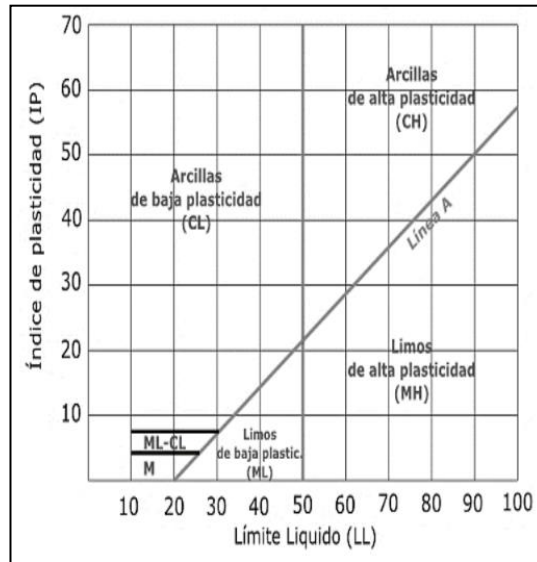
Altamente orgánico: Este tipo de suelo lo podemos encontrar en zonas pantanosas y con mucha vegetación acuática en la que se forman grandes depósitos conocidos como turbas presentan un color negro o café oscuro, es liviano cuando se encuentra en condiciones secas, además tienen una alta comprensibilidad y porosidad [10].

Tabla 1: Clasificación de suelos de la SUCS

	Subdivisiones del suelo	Símbolos y nombres de los grupos de suelo	Características
GRANO GRUESO	Grava (G)	<u>GW</u> Grava bien graduada	<u>Bien graduados (W)</u> ✓ Coeficiente de uniformidad $U > 4$ ✓ Limpios ✓ $< 5\%$ que pasa por el tamiz 200: partículas menores de 0,074 mm <u>Pobrementemente graduados (P)</u> ✓ Coeficiente de uniformidad $U < 4$ (gravas) ✓ Coeficiente de uniformidad $U < 6$ (arenas) ✓ Limpios ✓ $< 5\%$ de partículas menores de 0,074 mm
		<u>GP</u> Grava pobremente graduada	
		<u>GM</u> Grava limosa pobremente graduada	
		<u>GC</u> Grava arcillosa pobremente graduadas	
	Arena (S)	<u>SW</u> Arena bien graduada	<u>Bien graduados (C)</u> ✓ Finos arcillosos o plásticos ($I > 7$) ✓ Sucios ✓ $> 12\%$ de partículas menores de 0,074 mm <u>Pobrementemente graduados (M)</u> ✓ Finos limosos o no plásticos ($I < 4$) ✓ Sucios ✓ $> 12\%$ de partículas menores de 0,074 mm
		<u>SP</u> Arena pobremente graduada	
		<u>SM</u> Arena limosa pobremente graduada	
		<u>SC</u> Arena arcillosa pobremente graduada	
GRANO FINO	Limos Inorgánicos (M)	<u>ML</u> Limo inorgánico con baja plasticidad	<u>(L)</u> ✓ Baja plasticidad ✓ Límites líquidos menor de 50%
		<u>MH</u> Limo inorgánico con alta plasticidad	
	Arcilla Inorgánicas (C)	<u>CL</u> Arcilla inorgánica con baja plasticidad	<u>(H)</u> ✓ Alta plasticidad ✓ Límites líquidos mayores de 50%
		<u>CH</u> Arcilla inorgánica con alta plasticidad	
	Limos y arcillas orgánicas (O)	<u>OL</u> Limos y arcilla orgánicas con baja plasticidad	
		<u>OH</u> Limos y arcilla orgánicas con alta plasticidad	
Suelos muy orgánicos	<u>PT</u>	Turba y otros suelos con alto contenido orgánico	

Fuente: SUCS “Sistema Unificado de clasificación de Suelos” [12].

Fig. 1: Carta de plasticidad de la SUCS



Fuente: SUCS “Sistema Unificado de clasificación de Suelos” [12].

Para poder entender la carta de plasticidad que ofrece la SUCS debemos tener los valores del índice de plasticidad y el límite líquido. La línea A es la que separa las arcillas inorgánicas (C) de los limos (M) y también de los suelos orgánicos (O). Generalmente los limos inorgánicos (ML o MH) se encuentran por debajo de la línea A [13].

1.1.3.3.2 Sistema AASHTO de clasificación de suelos

En este sistema se dividió en 8 grupos a los suelos, siendo así desde A-1 hasta A-8, y se necesita de los siguientes requisitos: [13]

- ✓ Análisis granulométrico
- ✓ Límites líquido y plástico e índice plástico.
- ✓ Límite de contracción

En la tabla N° 2 se tiene la clasificación de 3 grupos de suelo, el primero es A-1 hasta A-3 son suelos granulares con menos de un 35% del material que pasa por el tamiz N° 200, seguidamente de A-4 hasta A-7 son suelos de grano fino y estos tienen más del 35% de material que pasa por el tamiz N° 200. Finalmente, el grupo A-8 es turba es decir un suelo orgánico que no es aceptable para la construcción de caminos u otra clase de edificaciones [11].

Tabla 2: Clasificación del suelo según la AASHTO

AASHTO	MATERIALES GRANULARES						MATERIALES LAMINARES						
	Más de 35% retenido en el tamiz N° 200												Más de 35% pasa tamiz N° 200
Grupos	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7		A-8
Subgrupos	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	-	-	-	-	A-7-5	A-7-6	-
% Pasa tamiz													Alto contenido orgánico, color y olor característico
Num. 10 (2 mm)	50 max												
Num. 40 (0.425 mm)	30 max	50 max					51 min						
Num. 200 (0.075 mm)	15 max	25 max	35 max	35 max	35 max	35 max	10 max	36 min			36 min		
Clasificación de la fracción que pasa por el tamiz N° 40													
Límite líquido	-	-	40 max	41 min	40 max	41 max	No plástico	40 max	41 min	40 max	41 min	41 min	-
Índice plástico	6 max	6 max	10 max	10 max	11 min	11 min		10 max	10 max			11 min	11 min
Tipo de material	Fragmentos de piedra, grava, arena		Gravas, arenas limosas y arcillosas				Arena fina	Suelos limosos		Suelos arcillosos			Turba
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno		Regular		Excelente a bueno	De regular a malo					Pésimo inaceptable

Fuente: AASHTO; American Association of State Highway and Transportation Officials [11].

1.1.3.4 Relaciones fundamentales del suelo

Para una mejor comprensión y dominio de las propiedades mecánicas del suelo es necesario conocer las relaciones fundamentales del suelo:

1.1.3.4.1 Contenido de humedad

Es representada con ($\omega\%$), es la relación del peso del agua con respecto al peso sólido y es expresado en porcentaje. Hasta la actualidad se ha encontrado un suelo con más del 100% de $\omega\%$. En la Amazonia del Ecuador existen $\omega\%$ de hasta 250%. Por otra parte, en la Costa con respecto a los suelos limosos se tiene un $\omega\%$ del 200% [10].

Norma: AASHTO T-265-2015

$$\omega\% = \left(\frac{W\omega}{W_s} \right) * 100$$

Donde:

$\omega\%$ = Contenido de humedad en porcentaje

$W\omega$ = Peso del agua

W_s = Peso de los sólidos

1.1.3.4.2 Relación de vacíos

Es la relación del volumen de espacios libres o vacíos que pueden estar ocupados por aire o agua, entre el volumen de los sólidos, está simbolizada con la letra (e), cuando presentan valores de 0.25 indica que los suelos están muy bien compactados y por el contrario con valores de 15 el suelo es altamente comprensible y suelto como las arcillas [10].

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

Donde:

e = Relación de vacíos

V_v = Volumen de vacíos

V_s = Volumen de sólidos

1.1.3.4.3 Porosidad

Se dice que un suelo presenta porosidad cuando se realiza la correlación entre el volumen de vacíos y el volumen de su masa, se la expresa en porcentaje y con la letra

(n). Presenta límites desde 0 a 100%, en donde los valores más bajos indican que es un suelo altamente consolidado y caso contrario es un suelo compresible con alta porosidad [11].

$$n = \frac{Vv}{Vm} \quad o \quad n\% = \frac{Vv}{Vm} * 100$$

Donde:

n = Porosidad

$n\%$ = Porosidad en porcentaje

Vv = Volumen de vacíos

Vm = Volumen de la masa

1.1.3.4.4 Grado de saturación del agua

Se expresa con la letra ($G\omega\%$) y se relaciona el volumen de agua y el volumen de vacíos, este resultado debe estar en porcentaje, varía de 0 (cuando el suelo es seco en su totalidad) a 100% (cuando es totalmente saturado) [10].

$$G\omega = \frac{V\omega}{Vv} \quad o \quad G\omega\% = \frac{V\omega}{Vv} * 100$$

Donde:

$G\omega$ = Grado de saturación del agua

$G\omega\%$ = Grado de saturación del agua en porcentaje

$V\omega$ = Volumen del agua

Vv = Volumen de vacíos

1.1.3.4.5 Grado de saturación del aire

Es la presencia de aire contenida en el suelo, viene denominada por ($Ga\%$) y se relaciona el volumen de aire y el volumen de vacíos expresada en porcentaje [10].

$$Ga = \frac{Va}{Vv} \quad o \quad Ga\% = \frac{Va}{Vv} * 100$$

Donde:

G_a = Grado de saturación del aire

V_a = Volumen del aire

V_v = Volumen de vacíos

1.1.3.5 Propiedades índice

Para disminuir los riesgos congénitos del suelo los ingenieros civiles se basan en métodos que faciliten el reconocimiento de las categorías a las que pertenece el mismo, a continuación, se presentarán las propiedades índice [12].

1.1.3.5.1 Gravedad específica (G_s)

Norma: AASHTO T-100-2015

Es un ensayo que se realiza en el laboratorio que hace relación al peso unitario del material con el peso unitario del agua a 4 °C, maneja el deslizamiento del agua con el fin de medir completamente el volumen de las formas irregulares del ejemplar del suelo tomado. El aire retenido juega un gran papel debido a que el valor cambia significativamente si no se elimina el mismo por ello se utiliza un picnómetro que facilita la expulsión del aire atrapado [13].

En Ecuador se manejan los valores de $G_s = 2.5 - 2.8$.

Tabla 3: Valores de G_s de los suelos

TIPO DE SUELO	GRAVEDAD ESPECÍFICA (G_s)
Arena	2.65 - 2.68
Grava	2.65 - 2.68
Arcilla (inorgánica)	2.68 - 2.72
Arcilla (orgánica)	2.62 - 2.66
Limo	2.65 - 2.68

Fuente: E. Joseph Bowles “Propiedades geofísicas de los suelos” [13].

1.1.3.5.2 Densidad de campo (Cono de Arena)

Norma: AASHTO T 191-2014

Se aplica en suelos menores a 38 mm y existen varios métodos entre ellos el cono de arena de Ottawa, debido a que dicha arena es uniforme y evita segregaciones, esta técnica permite conocer el volumen de una excavación cilíndrica aproximada de 15 cm de profundidad, con el material retirado se divide por el volumen del hueco cilíndrico para obtener la densidad seca [14].

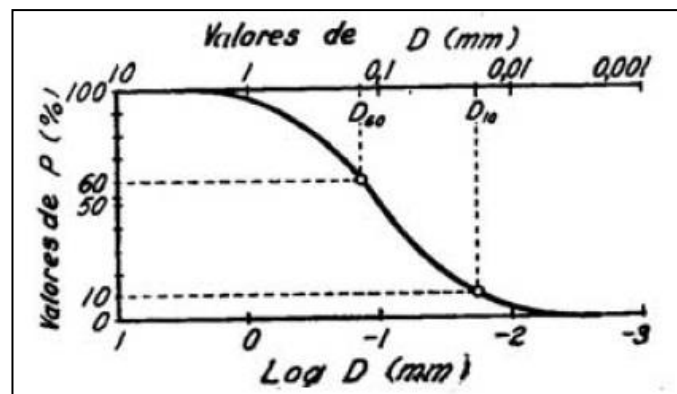
1.1.3.5.3 Granulometría

Norma: AASHTO T-88-2013

Permite fraccionar el tamaño de las partículas gruesas del suelo con el fin de conocer el porcentaje representativo de cada fracción del peso total inicial de la muestra. Esta técnica se ayuda con un juego de tamices. Para las partículas finas de suelo se realiza un análisis granulométrico por sedimentación que se puede dividir hasta un tamaño de micrones [12].

Por medio de varios ensayos realizados por Allen Hazen determinó que la permeabilidad depende del diámetro efectivo y el coeficiente de uniformidad. El diámetro efectivo D_{10} indica que el tamaño de las partículas es $P = 10\%$ en la curva son las partículas más finas y el 90% corresponde a la fracción gruesa. El coeficiente de uniformidad es igual a D_{60}/D_{10} , donde D_{60} corresponde a $P = 60\%$ [12].

Fig. 2: Representación semilogarítmica del análisis granulométrico



Fuente: K. Terzaghi y B.P. Ralph

“Mecánica de suelos en la ingeniería práctica” [12].

Las cuantificaciones de la granulometría proporcionan información completa del material, analizando el tamaño nominal máximo, el diámetro efectivo, los coeficientes de uniformidad y curvatura, y si el suelo está bien o mal graduado [9].

a) Tamaño Nominal Máximo (TNM)

Son aquellas partículas que se presentan con más proporción a comparación de las demás, se dice que las partículas de suelo alcanzan el 5% del total de la muestra [9].

b) Diámetro Efectivo (D_{10})

Son las partículas que representan el 10% del material [9].

c) Diámetro equiparable (D_{30})

Representa el 30% de las partículas del material [9].

d) Diámetro dimensional (D_{60})

Representan el 60% de las partículas del material [9].

e) Coeficiente de uniformidad (Cu)

Cuando Cu decrece, la uniformidad aumenta, si $Cu > 3$ los suelos son bien graduados, por el contrario, si $Cu < 3$ los suelos son mal graduados o demasiado uniformes. Su fórmula es: D_{60}/D_{10} [9].

f) Coeficiente de curvatura (Cc)

Por medio de este coeficiente se puede conocer la graduación del material.

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{(D_{60} * D_{10})}$$

Los valores de Cc entre 1 – 3 los suelos están bien graduados, si son valores menores a 1 o mayores a 3 son suelos mal graduados [9].

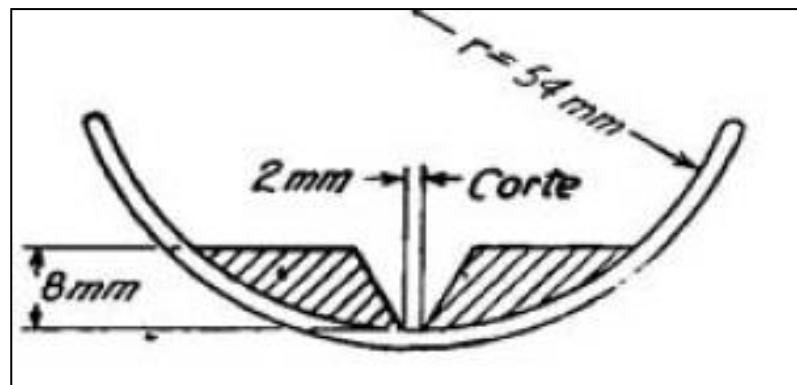
1.1.3.5.4 Límites de Atterberg

El Dr. Arturo Casagrande mejoró y definió a los límites de Atterberg. Un suelo cohesivo amasado manualmente cambia la consistencia variando el contenido de humedad y pertenecen a los diferentes estados de consistencia dependiendo el $\omega\%$ que tenga la muestra del suelo analizada [12].

a) Límite líquido

Es el porcentaje del peso del suelo seco, y se encuentra en el estado semilíquido y plástico. Se realiza un procedimiento en el laboratorio y se forma una pasta de suelo que se coloca en el equipo denominado Copa de Casagrande, con ayuda de un acanalador se realiza una ranura (Fig. 3.) y es sometida al impacto de golpes verticales [12].

Fig. 3: Corte de la Copa de Casagrande



Fuente: K. Terzaghi y B.P. Ralph

“Mecánica de suelos en la ingeniería práctica” [12].

b) Límite de plasticidad (LP)

Se encuentra en un estado plástico y semisólido y es el contenido de humedad con el cual el suelo empieza a presentar fisuras al realizar rollitos de 3 mm de diámetro con la mano [12].

c) Índice plástico (IP)

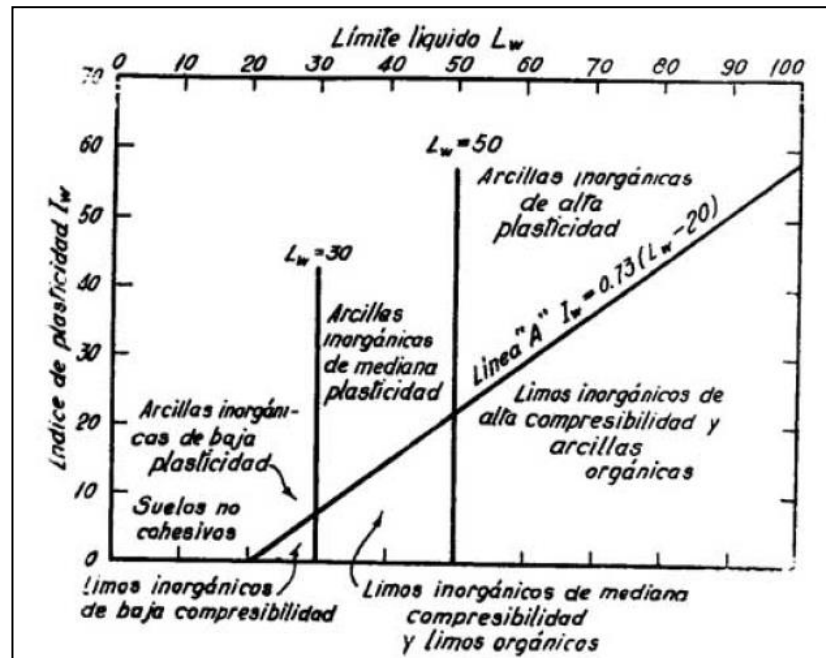
En los suelos cohesivos se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico

$$IP = LL - LP$$

d) Límite de contracción

Cuando los suelos pasan por debajo del límite de contracción el suelo cambia de color haciéndose más claro. Este límite esta entre el estado semisólido y sólido, cuando el contenido de humedad es menor a la pérdida de humedad no es idónea una disminución de volumen [12].

Fig. 4: Gráfico de plasticidad según A. Casagrande



Fuente: K. Terzaghi y B.P. Ralph

“Mecánica de suelos en la ingeniería práctica” [12].

1.1.3.6 Propiedades mecánicas

1.1.3.6.1 Compactación de suelo

Cuando se utiliza la energía mecánica para densificar el suelo, estamos hablando de compactación, pero al realizar esta aplicación de energía existe la probabilidad de cambiar el contenido de humedad, así como la graduación del suelo [13].

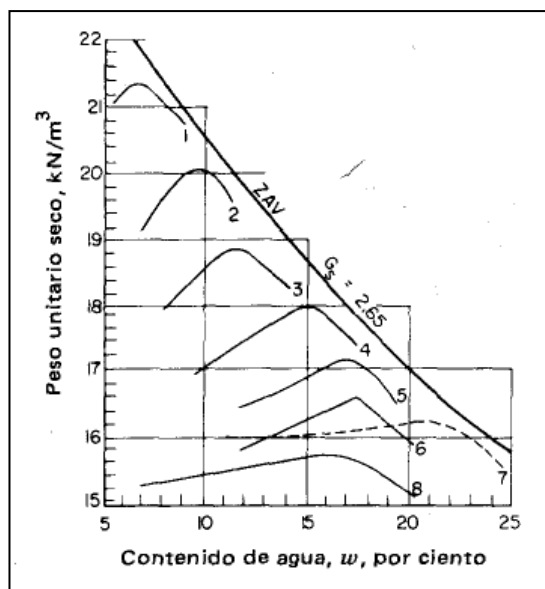
Aquellos suelos sin cohesión son compactados por equipos utilizados en el confinamiento por ejemplo los rodillos vibratorios motorizados, en el caso de los suelos finos cohesivos son compactados en el laboratorio por medio de los martillos.

Para poder compactar en campo se utilizan rodillos pata de cabra, rodillos neumáticos y se considera compactación la circulación adecuada de los vehículos sobre el terreno [13].

1.1.3.6.2 Curva de compactación

El fin al que se desea llegar con la compactación es el mejoramiento de las propiedades del terreno ganando más ventajas por ejemplo se reducen los asentamientos por la disminución de la relación de vacíos y el incremento de la resistencia del suelo [13].

Fig. 5: Curvas típicas de ensayos de compactación estándar



Fuente: E. Joseph Bowles “Propiedades geofísicas de los suelos” [13].

Existe específicamente cada suelo tiene su propia curva de compactación para cada tipo de suelo esto se debe al método de compactación y al esfuerzo de compactación utilizado. Para el trazado de la curva es necesario determinar al menos unos 5 puntos teniendo en cuenta que dos de ellos deben estar en la zona seca, máximo punto de la curva de compactación pertenece al máximo peso unitario seco y al contenido óptimo de humedad [13] , [15].

1.1.3.6.3 Ensayos de compactación

Para estos ensayos es imprescindible la energía de compactación ya que de esto depende el suelo y para asemejarlo con la compactación de maquinarias en campo se ha investigado ensayos que posean el mismo efecto pero que se puedan realizar en el laboratorio [9].

a) Ensayo de Proctor Estándar

El Dr. Richard Proctor instituyó que para cierto volumen de suelo y con una manera dinámica repetitiva se pueda causar el mismo efecto de compactación con maquinaria, es así como a este estudio lo denominó Ensayo de Proctor Estándar [11].

Tabla 4: Especificaciones del ensayo proctor estándar

ENSAYO ESTÁNDAR AASHTO T-99				
Para suelos friccionantes: gravas, arenas, arenas limosas y limos no plásticos				
PISÓN: Martillo cilíndrico de 5.5 lb			IMPACTO: Altura de caída 12"	
MÉTODOS	GRAVA		ARENA	
	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz # ¾"	Tamiz # ¾"
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Numero de capas	3	3	3	3
Numero de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³
Energía de compactación	12.375 lb pie/ pie ³			

Fuente: Ing. Civil Lorena Pérez "Mecánica de suelos I" [9]

b) Ensayo Proctor Modificado

Al trascurrir el tiempo aparecieron nuevas maquinarias pesadas que eran eficaces para compactar de este modo para poder realizar en campo este ensayo se cambiaron las especificaciones del Dr. Richard Proctor con el nombre de Ensayo Proctor Modificado [15].

Tabla 5: Especificaciones del ensayo proctor modificado

ENSAYO ESTÁNDAR AASHTO T-180				
Para suelos friccionantes: gravas, arenas, arenas limosas y limos no plásticos				
PISÓN: Martillo cilíndrico de 10 lb			IMPACTO: Altura de caída 18"	
MÉTODOS	GRAVA		ARENA	
	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz # ¾"	Tamiz # ¾"
Diámetro molde	4"	6"	4"	6"
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³
Energía de compactación	56250 lb pie/ pie ³			

Fuente: Ing. Civil Lorena Pérez "Mecánica de suelos I" [9].

1.1.3.6.4 Energía de compactación

Se la puede calcular mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

E_c = Energía de compactación

V = volumen del suelo compactado

N = Número de golpes por capa

n = Numero de capas

w = peso del pistón

h = altura de caída

1.1.3.6.5 Relación de soporte california (CBR)

Este método es uno de los más utilizados para el cálculo de pavimentos flexibles, fue planteado por los ingenieros E. Stanton y J. Porter. En este ensayo se relaciona la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación de pavimentos flexibles [15].

Comprende tres ensayos: [15]

- Determinación de la densidad y humedad.
- Determinación de las propiedades expansivas del material.
- Determinación de la resistencia a la penetración.

Un dato adicional se refleja entre el hinchamiento y los valores del CBR: [15]

- Aquellos suelos con un hinchamiento máximo del 2%; CBR igual o mayor al 15%.
- Los suelos con un hinchamiento de 3% o más; CBR menor al 9%.
- Suelos con hinchamientos menores al 1%; CBR mayor al 30%.

El valor del CBR se obtiene mediante una relación precisa para conseguir cierta profundidad de penetración del pistón: [16].

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

Tabla 6: CBR; Carga unitaria patrón

CARGA UNITARIA PATRÓN	
MPa	Psi
6.9	1.000
10.3	1.500
13.0	1.900
16.0	2.300
18.0	2.600

Fuente: J. E. Bowles “Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil” [16].

1.1.3.6.6 Resistencia al corte

1.1.1. Resistencia al corte de suelos no cohesivos

En los suelos como arenas y limos inorgánicos pueden estar en cualquier estado es decir suelto o denso, la resistencia al corte (ϕ) dependerá de la densidad relativa, la graduación y la forma de las partículas del suelo [12].

Tabla 7: Valores de la resistencia al corte para arenas y limos

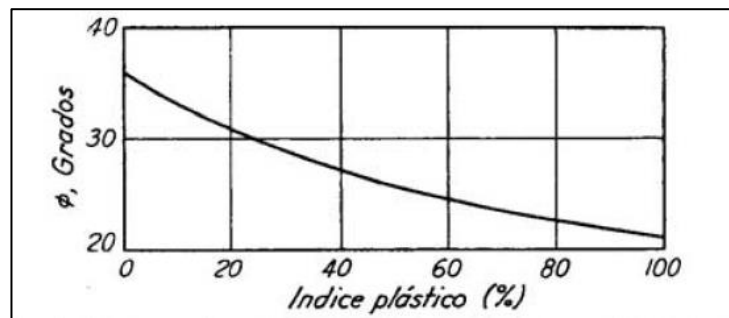
MATERIALES	GRADOS	
	SUELTO	DENSO
Arenas, granos redondos, uniformes	27.5	34
Arena, granos angulares, bien graduados	33	45
Gravas arenosas	35	50
Arena limosa	27-33	30-34
Limo inorgánico	27-30	30-35

Fuente: K. Terzaghi y B.P. Ralph “Mecánica de suelos en la ingeniería práctica” [12].

2.1.1. Resistencia al corte de suelos cohesivos

Para aquellos suelos amasados se relacionan con el índice de plasticidad, en México existió un caso particular, un suelo arcilloso con un límite líquido de 426% obtuvo una ϕ de 47°, debido a una mala relación estadística. Por tanto, ser usada con precaución [12].

Fig. 6: Resistencia al corte de suelos cohesivos



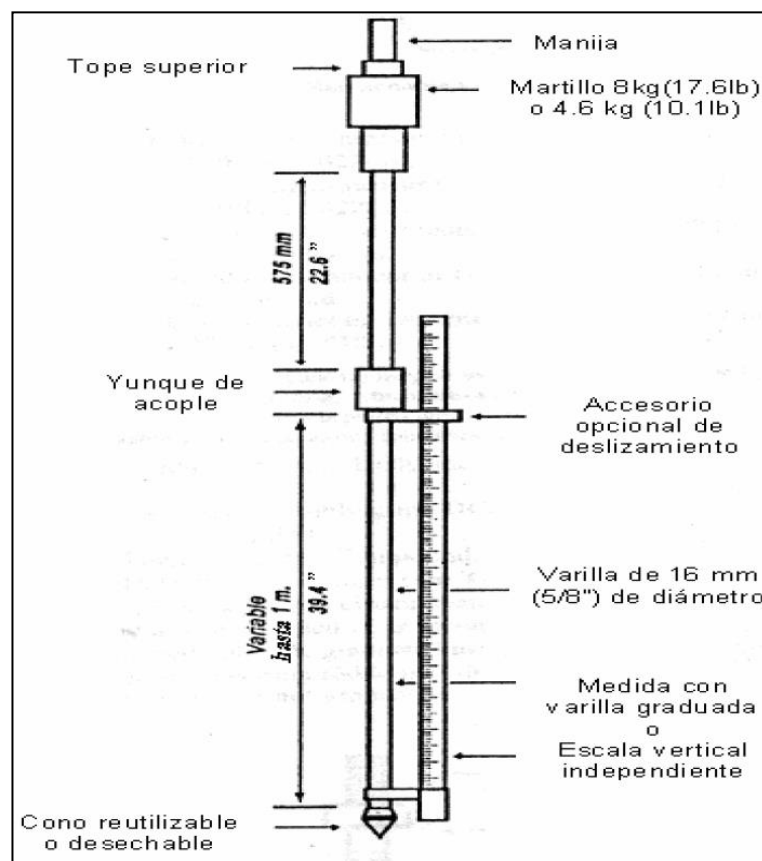
Fuente: K. Terzaghi y B.P. Ralph “Mecánica de suelos en la ingeniería práctica” [12].

1.1.3.6.7 Penetración dinámica de cono (DCP)

Es un equipo utilizado para valorar la resistencia in situ de aquellos suelos que estén compactados o inalterados. Resulta útil para realizar una inspección de estructuras pequeñas que no se cuente con un capital para realizar el respectivo estudio de suelo en el cual interfiera una perforación especial o en sitios inaccesibles para las máquinas de perforación [17].

La manipulación del equipo radica en alzar el martillo de 8 kg hasta la manija de tope y dejarlo caer por efecto de la gravedad hasta que golpee el yunque de acople. Para la lectura se registra en términos de milímetros por golpe. Este valor se utiliza para crear una correlación con el ensayo del CBR para apreciar una resistencia [17].

Fig. 7: Equipo del DCP y sus elementos



Fuente: C.A. Mejía Vera, J.R. Gilces Delgado, E.H. Ortíz Hernández y J.J. García Vines, "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

El ensayo DCP aporta en el área de pavimentos porque ayuda a valorar el tipo de suelo y características geotecnicas del mismo basándose en valores confiables y con un método noble que no destruye la naturaleza [17].

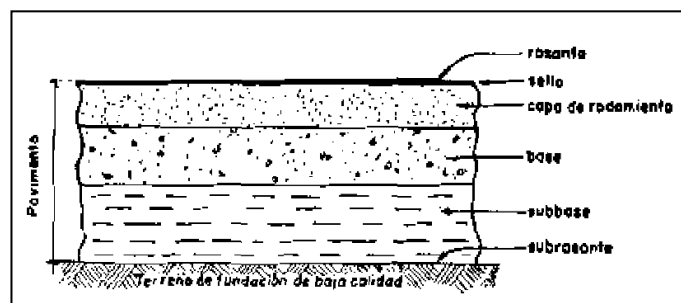
1.1.3.7 Pavimentos

Muchos autores suelen tener varios puntos de vista acerca del concepto de pavimento para este caso será pavimento toda aquella estructura que reposa sobre un terreno de fundación que está compuesta por diferentes capas: subbase, base, capa de rodadura y sello [15].

1.1.3.7.1 Conceptos de las capas de rodadura

- Terreno de fundación: es el asentamiento del pavimento luego de haber terminado el movimiento de tierras, estar compactado [15].
- Subrasante: pertenece al terreno de fundación [15].
- Subbase: capa de material que está encima de la subrasante [15].
- Base: es la capa de material pétreo (mezcla suelos – cemento; bituminosa o piedra triturada) ubicada encima de la subbase [15].
- Capa de rodamiento: se sitúa por encima de la base y está compuesta por una mezcla de cemento o bituminosa [15].
- Carpeta de desgaste o sello: está acomodada encima de la capa de rodamiento y elaborada por una mezcla bituminosa [15].
- Superficie rasante: capa que está en contacto con los vehículos [15].

Fig. 8: Capas de pavimentos



Fuente: R. Valle Rodas “Carreteras, calles y aeropistas” [15].

1.1.3.7.2 Clasificación de pavimentos

Existen dos clases de pavimentos: flexibles y rígidos

- Pavimentos flexibles: poseen una base flexible o también semirrígida, en la cual la capa de rodadura está compuesta por una mezcla bituminosa de alquitrán o asfalto [15].
- Pavimentos Rígidos: la capa de rodadura está formada por concreto de cemento portland, que puede estar o no con armadura metálica [15].

1.1.3.7.3 Funciones de las capas de un pavimento flexible

1.1.3.7.3.1 La sub base granular

- Función económica: para tener resultados excelentes el espesor dependerá netamente del nivel de esfuerzos en la subrasante que sea igual o menor que su propia resistencia. Por ello es recomendable que la capa superior sea de alta calidad y la capa inferior de menor calidad, se consigue un aumento del espesor de la capa, pero un recorte económico notable [18].
- Disminución de las deformaciones: Existen factores que producen cambios volumétricos en la subrasante como expansiones debido al contenido de agua y reducción por cambios de temperatura (heladas), impidiendo que las deformaciones se presenten en la superficie [18].

1.1.3.7.3.2 La base granular

- Resistencia: esta capa debe proporcionar la resistencia que propague tanto a la subbase como a la subrasante y modo que los esfuerzos causados por el tránsito sean apropiados [18].

1.1.3.7.3.3 Carpeta

- Superficie de rodamiento: la capa es estable al tránsito, uniforme y resistente a los efectos abrasivos por consecuencia del tránsito [18].

1.1.3.7.4 Análisis de la composición del tráfico

Cuando se habla de tráfico se refiere al número de ejes equivalentes acumulados que es uno de los principales datos necesarios para diseñar un pavimento. Se requiere un adecuado análisis para localizar factores que contribuyan al valor proyectado.

Primeramente, se define la clase de vehículos que transitan por la vía en estudio, por medio de un conteo vehicular que es el índice medio diario (IMD) de cada clase de vehículo [19].

1.1.3.7.5 Diseño Pavimento flexible método AASHTO 1993

En 1961 el comité de diseño de AASHO Road Test, difundió su guía de diseño para pavimentos flexibles y rígidos, al pasar los años en 1981, el comité de diseño de AASHTO realizó algunas revisiones a la guía, y no fue hasta 1993 que fue modificada oficialmente considerando nuevos parámetros [20].

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que pueda soportar el nivel de carga solicitado. Para determinar el número estructural, el método se apoya en una ecuación que relaciona los coeficientes, con sus respectivos números estructurales, los cuales se calculan con ayuda de un software, (AASHTO 93) el cual requiere unos datos de entrada como son el número de ejes equivalentes (W_{18}), el rango de serviciabilidad, la confiabilidad y el módulo resiliente de la capa (M_r) a analizar [20].

$$\log W_{18} = Z_r \times S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

Donde:

W_{18} = número de cargas de ejes equivalente de 80KN

Z_r = desviación estándar normal

S_0 = desviación estándar global

SN = número estructural

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad

M_r = módulo de resiliencia [20].

Tránsito Equivalente (W18): es la transformación de las cargas transmitidas por los diferentes tipos de vehículos pesados a una carga equivalente, se asume como un eje sencillo de 18000 lb (8,2 ton) acumulado durante todo el período de diseño [20].

Tabla 8: Factor de distribución por carril

<i>Número de carriles en una dirección</i>	<i>% del W18 en el carril de diseño</i>
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93 [20].

Serviciabilidad

Es la condición necesaria de un pavimento para proveer a los usuarios un manejo seguro y confortable en un determinado momento.

Tabla 9: Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía

<i>Índice de Serviciabilidad (p)</i>	<i>Calificación</i>
0-1	Muy mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy buena

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93 [20].

Índice de servicio inicial.

Es el valor de servicio de un pavimento recién construido o rehabilitado, los valores usuales son 4.2 para pavimentos flexibles y 4.5 para pavimento rígido [20].

Índice de servicio terminal.

Es el valor mínimo del índice de servicio que puede ser aceptado para un pavimento dado los valores usuales están entre 1.5 para vías de muy baja importancia y de 2.5 a 3.0 para vías arterias [20].

Pérdida o disminución del índice de serviciabilidad

Los valores anteriormente descritos permiten determinar la disminución del índice de servicio, que representa una pérdida gradual de la calidad de servicio de la carretera, originada por el deterioro del pavimento [20]. Por tanto:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Donde:

PSI = Índice de servicio presente.

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial.

p_o = Índice de servicio inicial.

p_t = Índice de servicio final [21].

Confiabilidad

Hace referencia al grado de certidumbre o seguridad de una determinada alternativa de diseño, determinando así la probabilidad de que el pavimento pueda soportar el número de repeticiones de la carga que sea aplicada durante su vida útil [20].

A medida que se escoja un R (nivel de confiabilidad) mayor, serán necesarios espesores más grandes.

Tabla 10: Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93 [20].

Tabla 11: Determinación de la desviación estándar normal Z_r a partir de la confiabilidad

Confiabilidad R	Desviación Normal Estándar (Z_r)
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93 [20].

Desviación estándar del sistema (S_0)

El valor de la desviación estándar (S_0) que se seleccione debe, por otra parte, ser representativo de las condiciones locales. Se recomienda para uso general, pero estos valores pueden ser ajustados en función de la experiencia para uso local [15] [20].

Tabla 12: Valores recomendados para la desviación estándar (S_0)

Condiciones de diseño	Desviación estándar global S_0
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0,25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0,35 – 0,50

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93 [20].

Módulo de Resiliencia “ M_r ”

Es un parámetro que permite determinar las propiedades de la subrasante, de esa forma calificar la calidad de ésta. Para ello, el método AASHTO 93 desarrolló una fórmula con referencia del CBR para obtener el módulo M_r .

1. M_r (PSI) = 1500 * CBR, se aplica para CBR < 10% (AASHTO)
2. M_r (PSI) = 3000 * CBR^{0,65}, se aplica para CBR entre 10 – 20 % (desarrollada en Sudáfrica)
3. M_r (PSI) = 4326 * Ln (CBR) + 24, se aplica para suelos granulares [22].

Determinación de espesores por capa

Los espesores de capa se determinan en función del número estructural mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

- a_1 , a_2 y a_3 son coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase.
- D_1 , D_2 , y D_3 es el espesor de la carpeta base y subbase.
- m_2 y m_3 son coeficientes de drenaje para base y subbase.

Espesores mínimos según la AASHTO con referencia a la cantidad de ejes equivalentes:

Tabla 13: Espesores mínimos según los ejes equivalentes

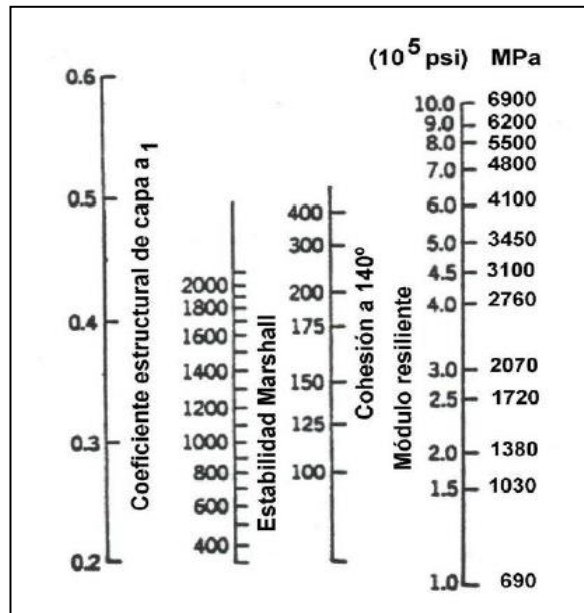
Tránsito W18	Carpeta Asfáltica (D1)	Capa Base (D2)
Menos de 5 000	1 o Tándem superficial	4
50 001 a 150 000	2	4
150 001 a 500 000	2.5	4
500 001 a 2 000 000	3	6
2 000 001 a 7 000 000	3.5	6
Mayor a 7 000 000	4	6

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

Coefficientes estructurales a_1 , a_2 y a_3

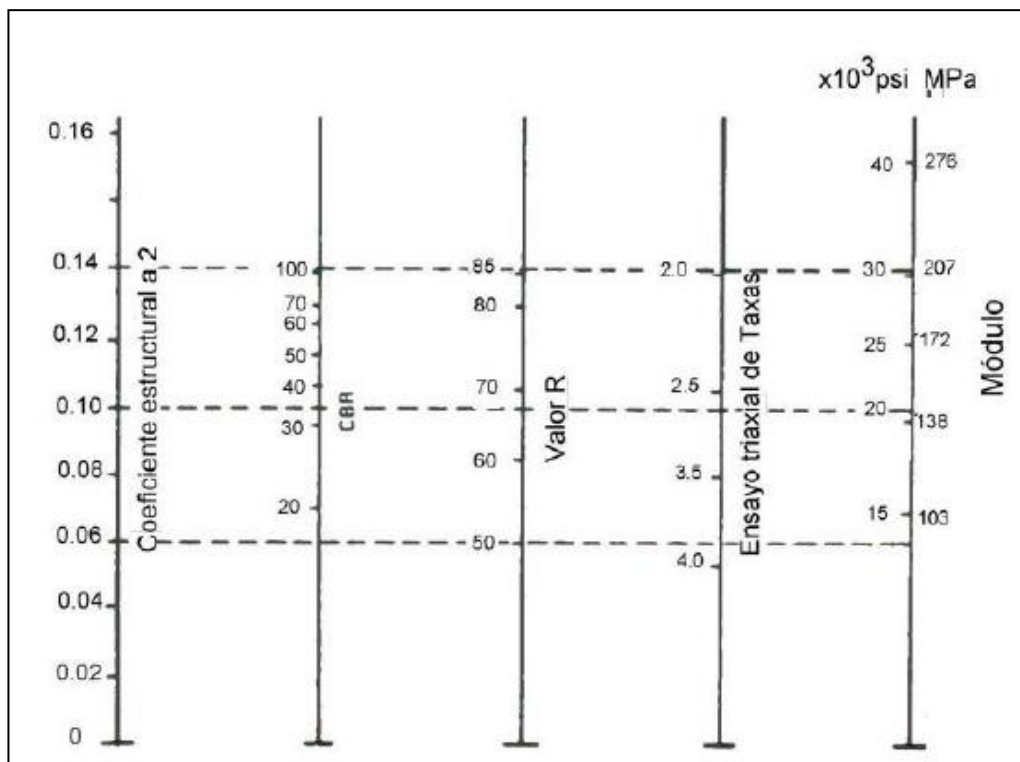
Son coeficientes que permiten estimar la capacidad de soporte que van a tener las capas del pavimento para resistir las solicitudes de la circulación vehicular. Los coeficientes se determinan mediante ensayos de laboratorio como módulo resiliente, CBR. A continuación, se presentan los siguientes ábacos para estimar los coeficientes [20].

Fig. 9: Ábaco para la estimación del coeficiente a_1



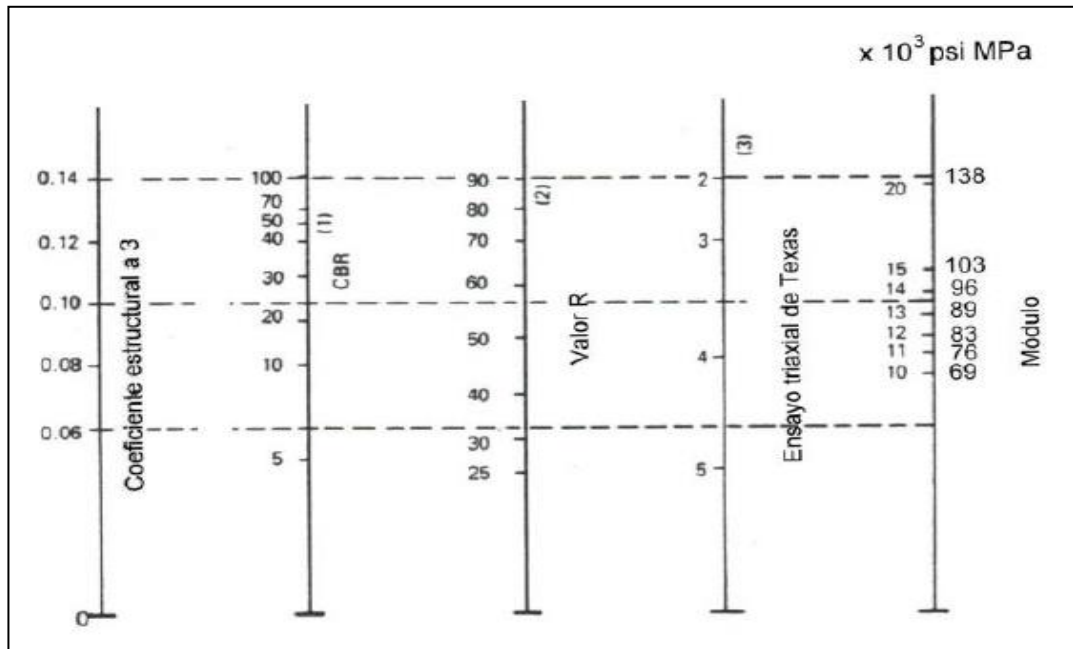
Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

Fig. 10: Ábaco para la estimación del coeficiente a_2



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

Fig. 11: Ábaco para la estimación del coeficiente a_3



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

Coeficiente de drenaje

Para determinar la capacidad de drenaje, es necesario establecer el tiempo en que el agua demora en ser eliminada de la capa de base y sub-base, por ellos la AASHTO establece la calidad del drenaje en función del tiempo.

Tabla 14: Espesores mínimos según los ejes equivalentes

Calidad de Drenaje	Tiempo de eliminación de agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

Además, establece coeficientes de drenaje (m², m³), que describen los niveles de humedad próxima a la saturación del suelo [20] [21].

Tabla 15: Coeficiente de Drenaje

Capacidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.			
	Menos de 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Buena	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.0
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

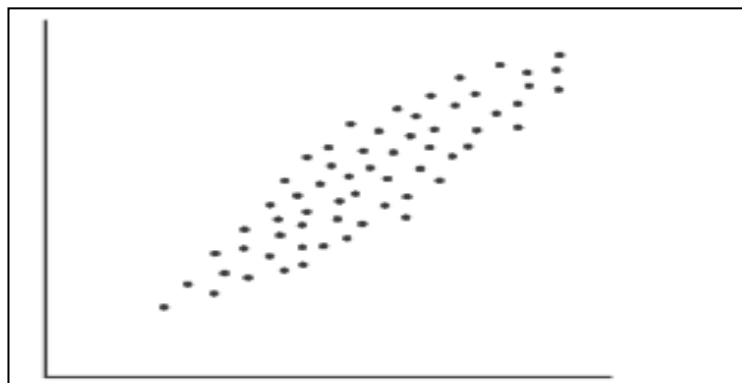
Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento AASHTO 1993 [20].

1.1.3.8 Definiciones estadísticas

1.1.3.8.1 Diagrama de Dispersión

Considerando una relación existente entre una variable A, con respecto a una variable B, es necesario establecer una ecuación que relacione ambas variables, para ello se grafican los datos obtenidos, formando un diagrama de dispersión, o también conocido como nube de puntos [23].

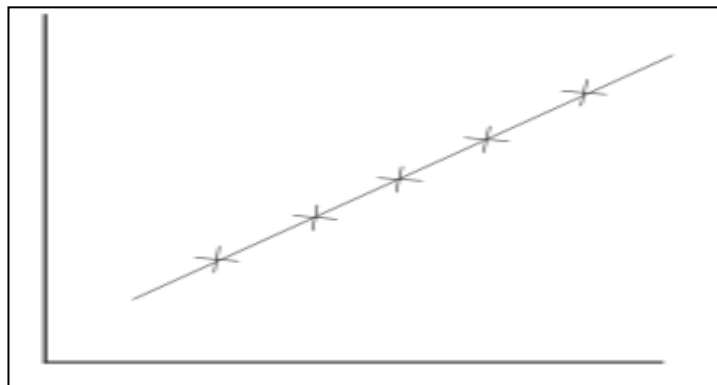
Fig. 12: Diagrama de dispersión



Fuente: Estadística y Muestreo [23].

En este diagrama se puede observar una tendencia gráfica entre los puntos, estableciendo una curva de aproximación, es decir, si los datos se parecen o tienden gráficamente a formar una línea recta, se trata de una relación lineal, si la tendencia es distinta es una relación no lineal [24].

Fig. 13: *Relación lineal*



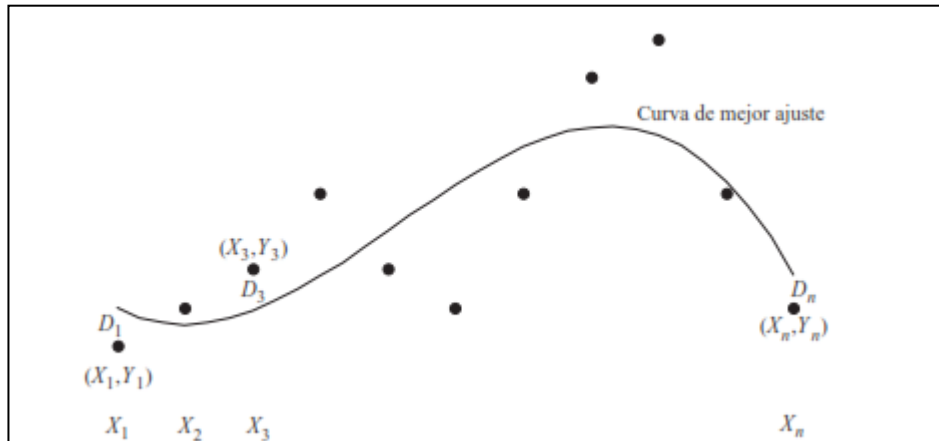
Fuente: Estadística y Muestreo [23].

Las ecuaciones de aproximación pueden ser lineales, parabólicas, cúbicas, cuárticas y de grado n , para establecer correctamente que curva de debe emplear se utiliza el diagrama de dispersión y de ser necesario aplicar el método de mínimos cuadrados [24].

1.1.3.8.2 Método de mínimos cuadrados

Es necesario definir de manera correcta la curva que mejor se ajuste al conjunto de datos obtenidos, por ellos al relacionar una coordenada (X_1, Y_1) con una curva C existirá una diferencia en cuanto a su ubicación en el plano (x, y) , ésta se conoce como desviación, existirá desviación horizontal, y desviación vertical, el error o el residuo puede ser positivo negativo o nulo, mientras más pequeño sea el valor, mejor será el ajuste [24].

Fig. 14: Curva de mejor ajuste



Fuente: Estadística, [24].

Cuando se trate de dos variables, la ecuación que permite realizar un correcto ajuste es:

$$Y = a_0 + a_1X$$

Donde los valores de a_0 y a_1 se obtiene de la solución de las siguientes ecuaciones lineales.

$$\begin{aligned} \sum X &= a_0N + a_1 \sum x \\ \sum XY &= a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 \end{aligned}$$

Para aplicar el método de mínimos cuadrados con más de dos variables, el procedimiento es semejante, la ecuación a utilizar es:

$$Z = a_0 + a_1X + a_2Y$$

Y las ecuaciones normales que permiten la determinación de los valores a_n son:

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

1.1.3.8.3 Correlación

También conocido como grado de relación entre las variables, en el que se quiere determinar si la ecuación describe de forma correcta la relación entre variables [24].

Coefficiente de correlación r

Refleja el porcentaje de la variación entre las variables dependientes con respecto a las variables independientes, su valor debe estar entre 0 y 1, mientras más alto sea este índice, más certera es la correlación [23].

Tabla 16: Nivel de correlación

<i>Nivel de correlación</i>	<i>Rangos</i>
Correlación perfecta	$r = 1$
Correlación excelente	$0.9 < r < 1$
Correlación aceptable	$0.8 \leq r \leq 0.9$
Correlación regular	$0.6 \leq r \leq 0.8$
Correlación mínima	$0.3 \leq r \leq 0.6$
No hay correlación	$0 < r < 0.3$

Fuente: Estadística y muestreo [23].

1.1.4 Hipótesis

1.1.4.1 Hipótesis nula (H₀)

No se puede establecer una correlación entre el CBR de laboratorio y las propiedades índice y mecánicas para suelos de las parroquias de Patate (la matriz) y el Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

1.1.4.2 Hipótesis alternativa (H_a)

Se puede establecer una relación entre el CBR de laboratorio y las propiedades índice y mecánicas para suelos de las parroquias de Patate (la matriz) y el Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

OBJETIVOS

1.1.5 Objetivo general

Determinar la correlación entre el CBR, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias: Patate (la matriz) y el Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

1.1.6 Objetivos específicos

- Obtener las correlaciones experimentales entre las propiedades índice y mecánicas y el CBR de laboratorio para las muestras tomadas de Patate (la matriz) y el Triunfo.
- Obtener la correlación experimental entre el factor DCP y el CBR de laboratorio para el suelo en estudio.
- Aplicar los valores de las correlaciones obtenidas en el laboratorio para el diseño de un pavimento flexible de las vías rurales del cantón Patate.
- Zonificar los tipos de suelo de las parroquias Patate (la matriz) y el Triunfo mediante la clasificación de los suelos SUCS, AASHTO y las propiedades índice y mecánicas.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 Investigación Exploratoria

El trabajo de investigación presente es de carácter exploratorio ya que se realiza un recorrido por las parroquias Patate y El Triunfo del cantón Patate para la obtención de 12 puntos de calicatas con el fin de recolección de muestras, seguidamente continuar con los ensayos en campo y laboratorio.

2.1.2 Investigación Experimental

La investigación que se realiza para la obtención de las propiedades índice y mecánicas de los suelos se realiza en el Laboratorio de Mecánica de Suelos “LABSASH” del Ingeniero Andrés Monotoa situado en la ciudad de Ambato. Los ensayos de laboratorio son: Contenido de Humedad, Granulometría, Gravedad Específica, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

2.1.3 Investigación de Campo

Con una investigación basada en ensayos en situ como son: El método del Cono y Arena de Ottawa que ayuda a obtener datos de la densidad de campo y el ensayo DCP.

2.1.4 Investigación analítica

Se efectúa un análisis e interpretación de datos obtenidos con los ensayos realizados de campo y en el laboratorio utilizados para la correlación entre el CBR, CDP y las propiedades índice y mecánicas.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

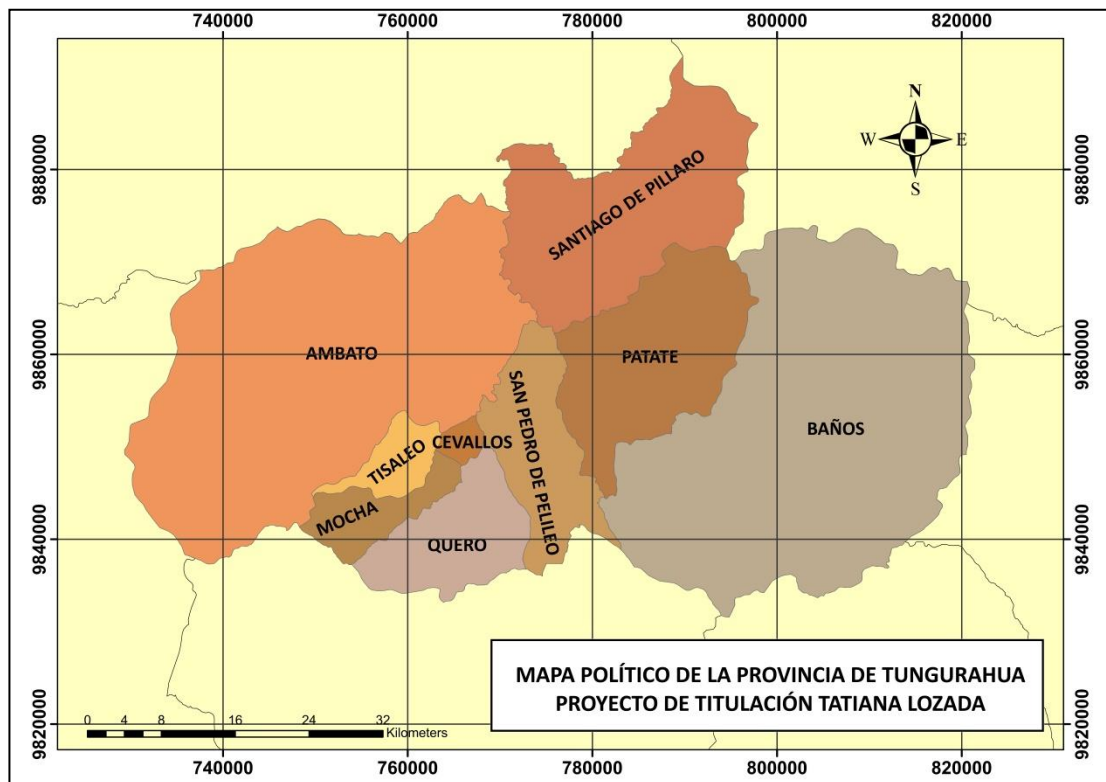
2.2.1 Población

El proyecto de titulación, es parte de una macro investigación que está siendo ejecutada en la provincia de Tungurahua, tomando en cuenta la división parroquial y cantonal, que busca determinar, el tipo de suelo existente en la zona de estudio y establecer correlaciones entre las distintas propiedades índice y mecánicas del suelo, para tener

como referencia los datos que se presentan para el diseño preliminar de la estructura del pavimento.

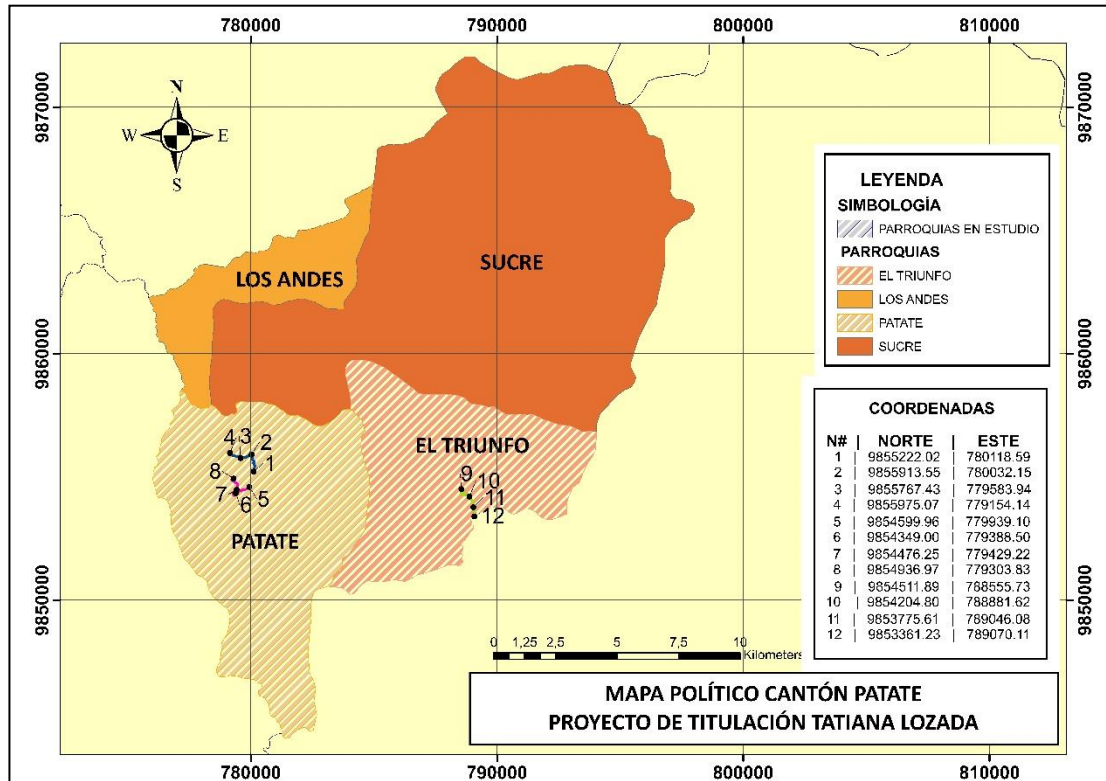
El desarrollo del proyecto se enfocará en las parroquias: Patate (La matriz) y El Triunfo del cantón Patate, La Parroquia urbana de Patate tiene una superficie de 315 km² y una altura de 2200 msnm con un clima tropical de 19°C y la población es de 8798 habitantes. La parroquia rural del Triunfo geográficamente limita al Norte con el Parque Nacional Llanganates, al Oeste con la parroquia Matriz Patate y una parte de la parroquia Sucre, y al Sur y Este con el cantón Baños, tiene una extensión de 141.23 Km² y una altura de 2507 msnm, con un clima tropical mega térmico semi – húmedo, la temperatura mínima está por menos 2 °C. y las máximas no superan los 30 °C., la humedad relativa tiene valores entre el 65 y 85%, con la información proporcionada por el censo INEC existen 1. 583 habitantes. [25]

Fig. 15: Mapa Político de la provincia de Tungurahua



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Fig. 16: Mapa Cantón Patate



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

2.2.2 Muestra

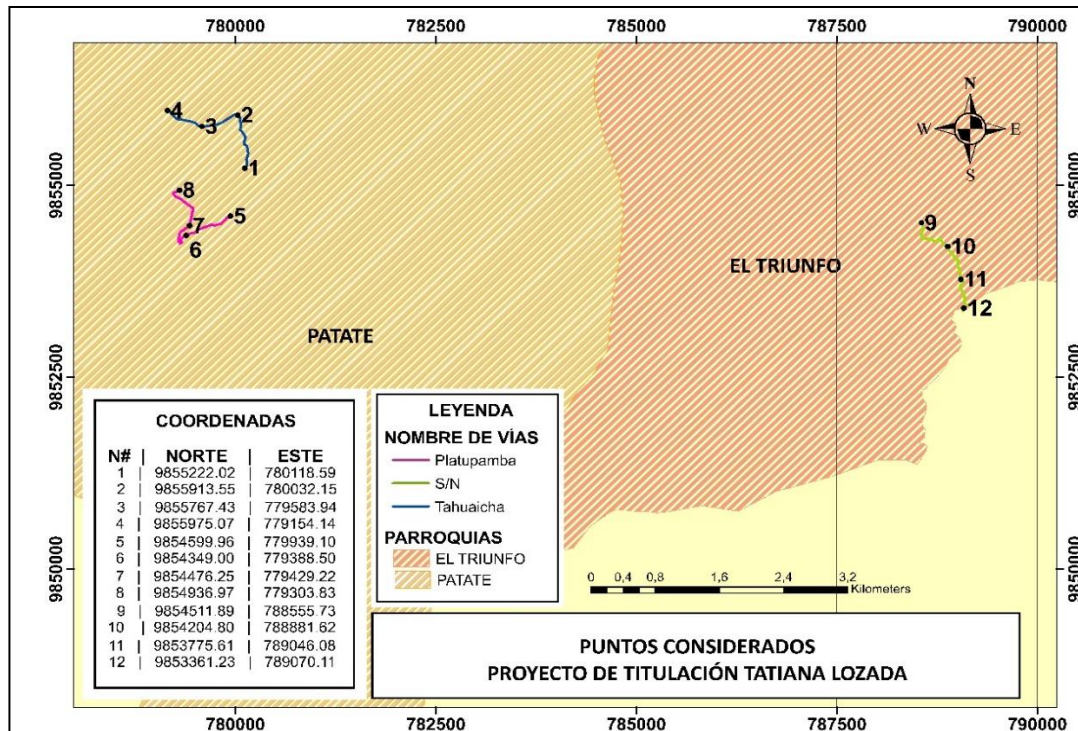
En este estudio de correlaciones de suelos de las parroquias: La Matriz (Patate) y El Triunfo, se obtuvieron 12 muestras en total y se desglosan de la siguiente manera: 8 muestras que pertenecen a la parroquia La Matriz (Patate), de las cuales 4 muestras son de la vía Tahaicha y 4 muestras de la vía Platupamba, finalmente 4 muestras de la parroquia del Triunfo de la vía S/N, que pertenecen a suelos naturales de la subrasante, retirando la capa vegetal de un costado de las vías en secciones de corte, se procede con las calicatas o pozos a cielo abierto que son rectangulares de 1.50 m x 1.50 m x 1.00 m de profundidad, y se recolecta una muestra de un aproximado de 30 kg por cada punto.

Tabla 17: Ubicación de las calicatas

PARROQUIAS	VÍAS	CALICATA N°	COORDENADA	
			NORTE	ESTE
PATATE (La Matriz)	Tahuicha	1	9855222.017	780118.592
		2	9855913.547	780032.146
		3	9855767.427	779583.943
		4	9855975.070	779154.142
	Platupamba	5	9854599.955	779939.098
		6	9854349.003	779388.501
		7	9854476.251	779429.219
		8	9854936.966	779303.826
EL TRIUNFO	S/N	9	9854511.885	788555.727
		10	9854204.801	788881.617
		11	9853775.609	789046.084
		12	9853361.233	789070.113

Fuente: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Fig. 17: Mapas de ubicación de las calicatas



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

2.3 EQUIPOS Y MATERIALES

Tabla 18: Equipos y materiales

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
Pozo a Cielo abierto	Muestras in situ	Pico Pala Azadón Barra Flexómetro	AASHTO T 87-70
Densidad de campo (Método Cono y Arena de Ottawa)	Muestras in situ Fundas plásticas	Cono (arena de Ottawa) Placa metálica Clavos Martillo Cinzel Cuchareta Brocha Flexómetro Recipientes metálicos Horno Balanza	AASHTO T 191-2014
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	- Muestras in situ - Hoja de registro de datos	Equipo DCP	ASTMD 6951-03
Contenido de Humedad Natural	-10 gr de muestra con humedad natural	Recipientes de aluminio Balanza	AASHTO T 265 2015
Gravedad Específica de sólidos	- 50 gr de suelo que pase el tamiz N° 40 - Agua - Papel absorbente - Franela	Tamiz N° 40 Picnómetro Pipeta Embudo Termómetro Balanza Horno Recipientes metálicos Cuchareta	AASHTO T 100-2015
Granulometría	Muestra cuarteada	Juego de tamices Tamizadora Brocha Recipientes metálicos Horno	AASHTO T 88-2013
Límite Líquido	Muestra de 150 gr de suelo que pasen el tamiz N° 4	Copa de Casagrande Ranurador Acanalador Recipiente de porcelana Mortero Espátula Recipientes metálicos Balanza	AASHTO T 89-2013

		Horno	
Límite Plástico	Muestra de 150 gr de suelo que pasen el tamiz N° 4	Placa de vidrio Recipiente de porcelana Mortero Calibrador pie de Rey Recipientes metálicos Balanza Horno	AASHTO T 90-2016
Proctor Modificado Método B	Muestra de 18 Kg de suelo que pase el tamiz N° 4	Martillo de compactación Molde de ϕ 6" Probeta graduada Palustre	AASHTO T 180-2018
California Bearing Ratio (CBR)	Muestra de 18 Kg de suelo que pase el tamiz N° 4	MULRTISPEED 34-V1172	AASHTO T 193-2013

Fuente: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

2.4 MÉTODOS

2.4.1 Plan de recolección de datos

Tabla 19: Plan de recolección de datos

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
¿Para qué?	Correlacionar propiedades del suelo de diferentes muestras con su pertinente valor de CBR producto de los ensayos de laboratorio.
¿A quiénes?	Ejemplares de suelo tomadas en las parroquias Patate (La Matriz) y El Triunfo del cantón Patate.
¿Sobre qué aspectos?	Propiedades índices y mecánicas conseguidas por medio de los ensayos de in situ y laboratorio, el valor de CBR mediante el ensayo de Soporte California.
¿Quién?	La investigadora Tatiana Josselyn Lozada Sánchez
¿Cuándo?	Ensayos de campo: 14-Agos-2021 al 05-Sep-2021 Ensayos de laboratorio: 06-Sep-2021 al 14-Oct-2021 Tabulación de datos y resultados: desde 15-Oct-2021 al 05-Nov-2021
¿Dónde?	Parroquias: Patate y El Triunfo para tomar las muestras para ensayos de in situ. Y en el Laboratorio de Mecánica de Suelos "LABSASH" del Ingeniero Andrés Monotoa para ensayos en el laboratorio.
¿Técnicas de recolección?	Para realizar los ensayos in situ son: DCP (ASTMD 6951-03) y el ensayo Densidad de Campo (Cono y Arena de Ottawa AASHTO T 191) se realiza una calicata de 1.50 m x 1.50 m x

	<p>1.00 m de profundidad teniendo en cuenta que se debe extraer y separar la capa vegetal.</p> <p>En los ensayos de laboratorio se requiere tomar muestras de suelo de 30 Kg, se procede a tamizar y valdrá el suelo que pase por el tamiz N° 4, finalmente se coloca en una bandeja metálica para secar.</p> <p>En la granulometría el suelo debe estar completamente seco para colocarlo en el juego de tamices de forma descendente acorde la norma AASHTO T 88-2013, se obtendrá el suelo separado según sus tamaños mediante la tamizadora.</p> <p>El ensayo de Gravedad específica (AASHTO T 100-2015) necesita un suelo que pase por el tamiz #4.</p> <p>Los límites de Atterberg (AASHTO T 89-2013 & AASHTO T 90-216) requiere ejemplares de suelo que pasen el tamiz #40.</p> <p>El contenido de humedad óptimo de humedad determinado se utiliza para realizar ensayo de Soporte California CBR (AASHTO T 193-2013).</p>
--	--

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

2.4.2 Ensayos de campo y laboratorio

- a) Pozo a cielo abierto

Fig. 18: Pozo a cielo abierto



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

b) Densidad de campo

Fig. 19: Determinación de la densidad de campo



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

c) Cono dinámico de penetración (DCP)

Fig. 20: Golpes para la penetración del DCP



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

d) Gravedad específica de los sólidos

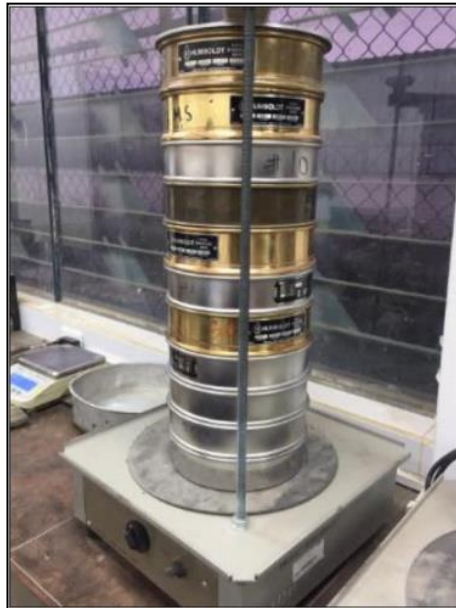
Fig. 21: Extrayendo el aire ocluido del picnómetro



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

e) Granulometría

Fig. 22: Tamizando el suelo



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

f) Límite Líquido (Copa de Casagrande)

Fig. 23: Colocación del suelo en la Copa de Casagrande



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

g) Límite Plástico

Fig. 24: Realizando los rollitos de suelo



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

h) Proctor Modificado

Fig. 25: Tomando el valor del esponjamiento a las 24 horas



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

i) Ensayo CBR

Fig. 26: Compactando el suelo con 56 golpes



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

2.4.3 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

2.4.3.1 Plan de procesamiento

- Recolección de las 12 muestras de suelo de las parroquias: Patate y El Triunfo del cantón Patate, para ser desarrolladas con ensayos de las muestras de suelo in situ y en el laboratorio, se tabulan de manera ordenada y comprensible mediante el uso del software de Office Excel, con el fin de tener resultados de forma rápida y sencilla al momento de elaborar las tablas y gráficas que simbolice las correlaciones con las propiedades de los suelos.
- En el ensayo en campo se desarrollará la “densidad en campo” (Cono y Arena), en base a la norma AASHTO T 191 – 2014 y por medio de la muestra conseguida de este ensayo, se elaborará el ensayo del “contenido de humedad natural” con la norma AASTHO T 265 – 2015, los datos adquiridos se plasmarán en la tabla N° 20.

Tabla 20: Ensayo de Densidad de Campo



 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>MÉTODO DE CONO Y ARENA</u></p> 			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	
Parroquia:		Capa vegetal (m)	
Vía		Profundidad (m)	
NORMA:	AASHTO T 191-2014		
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO			

Peso suelo + recipiente (gr)		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		
Peso suelo Wm (gr)		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO		
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		
Peso arena en el cono (gr)		
Peso arena en el hueco (gr)		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		
Volumen del hueco Vm (gr)		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%		
Recipiente N°		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)		
Peso muestra seca + recipiente (gr)		
Peso recipiente (gr)		
Peso agua (gr) Wω		
Peso de sólidos (gr) Ws		
ω%		
Promedio ω%		
4) CALIBRACIÓN DEL CONO		
Peso arena en el cono (gr)		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA		
Densidad sand (gr/cm ³)		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO		
Volúmenes (cm ³)		Pesos (gr)
	Volumen de vacíos (Vv)	
	Va	Wa
	Vw	Ww
	Vs	Ws
	Vm	Wm
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO		
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		gr/cm ³
Densidad seca (γd)		gr/cm ³
Contenido de humedad ω%		%
Relación de vacíos e= Vv/Vs		natural
Porosidad n%= Vv/Vm*100		%
Grado de Saturación de agua Gω%=Vw/Vv*100		%
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		%

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Las muestras tomadas de suelo, serán dirigidas al laboratorio para proceder a colocarlas en bandejas grandes de tal forma que el suelo pueda ser secado.
- Se elaborará el ensayo de la “gravedad específica” de las muestras de suelo, por medio de la guía de la norma AASHTO T 100 – 2015, los datos adquiridos se plasmarán en la tabla N° 21.

Tabla 21: Ensayo de Gravedad Específica

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u> 			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	
Parroquia:		Capa vegetal (m)	
Vía		Profundidad (m)	
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)	-		
Temperatura del agua + suelo (°C)	-		
Recipiente N°	-		
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-		
Peso del recipiente (gr)	Wr		
Peso del suelo seco (gr)	Ws		
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw		
Ws+Wbw	-		
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws		
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws		
Factor de corrección por temperatura	K		
Gravedad específica	Gs		

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

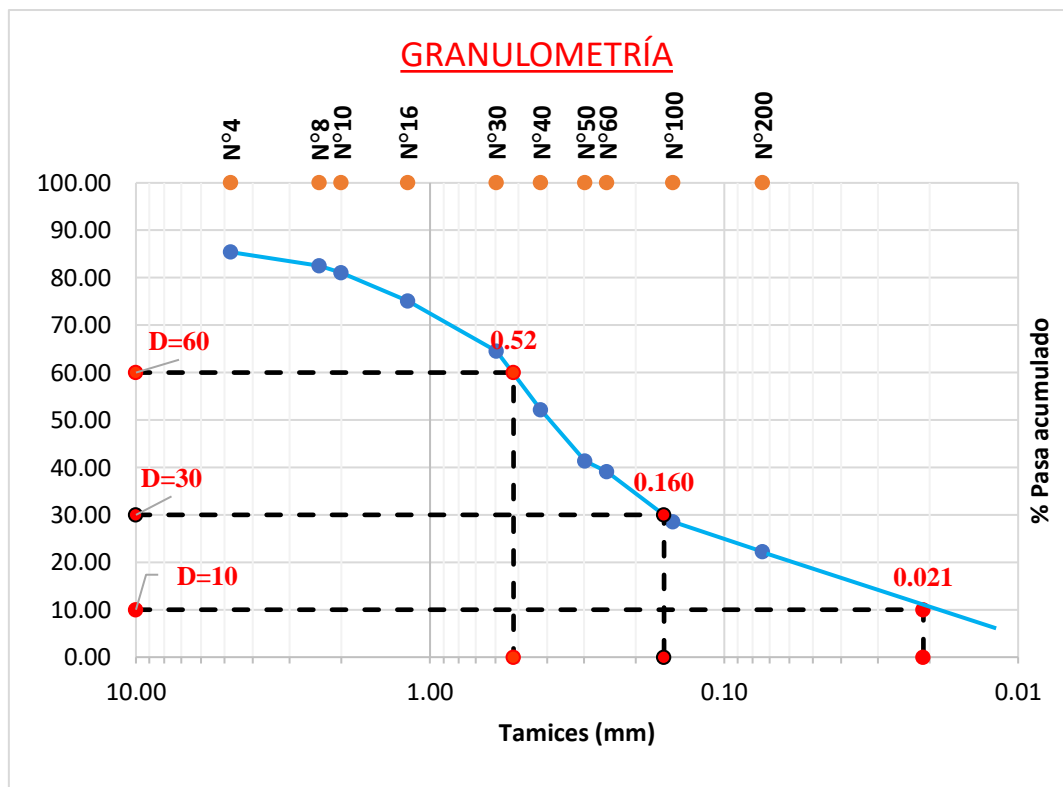
- Para el ensayo de “granulometría” se aplicará la norma AASTHO T 88 – 2013, los datos adquiridos de los pesos granulométricos se plasmarán en la tabla N° 22 y se realizará la respectiva grafica de la representación granulométrica para poder obtener los valores de los diámetros: efectivo, dimensional y equiparable, como se indica un modelo en la tabla N° 22.

Tabla 22: Ensayo de la Granulometría

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas			
Parroquia:		Capa vegetal (m)			
Vía		Profundidad (m)			
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
N°4	4.76				
N°8	2.38				
N°10	2.00				
N°16	1.19				
N°30	0.60				
N°40	0.42				
N°50	0.30				
N°60	0.25				
N°100	0.15				
N°200	0.07				
FUENTE	0.03				
TOTAL					
Peso cuarteo antes del lavado					

Peso Seco			
2.- Contenido de humedad in situ			
Peso rec. + suelo húmedo		Peso total muestra Suelo Húmedo	
Peso rec. + suelo seco		Peso total muestra Suelo Seco	
Peso rec			
Peso agua			
Peso suelo			
$\omega\%$			

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo

	D10	D30	D60	Cu	Cc

5.- Límites de Atterberg

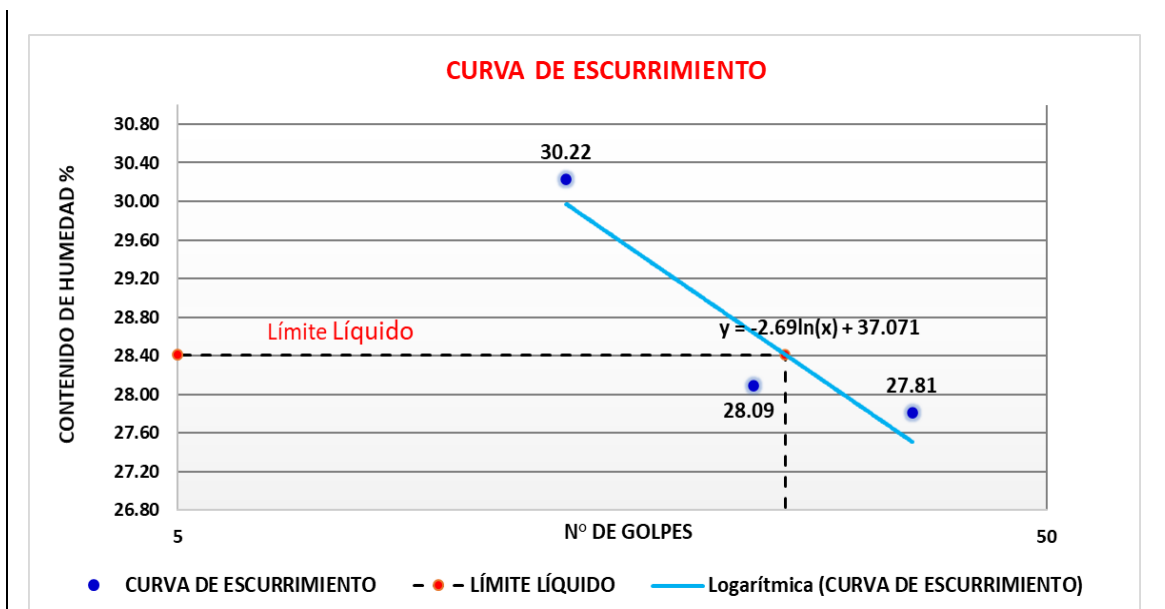
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas
				AASHTO
				SUCS

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Seguidamente se realizará el ensayo de los límites de Atterberg, en el cual, para el Límite Líquido, con ayuda de la Copa de Casagrande se ocupará la norma AASHTO T 89 – 2013, y se graficará la curva de escurrimiento para encontrar el valor del límite líquido como se indica el modelo de la tabla N° 23, para el Límite Plástico se ocupará la norma AASTHO T 90 – 2016, todos los datos adquiridos se reflejarán en la tabla N° 23.

Tabla 23: Ensayo del Límite Líquido y Plástico

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
<u>LÍMITE DE ATTERBERG</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	
Parroquia:		Capa vegetal (m)	
Vía		Profundidad (m)	
<u>LÍMITE LÍQUIDO</u>			
NORMA:	AASHTO T 89-2013		
Recipiente N°			
Peso del recipiente W_r			
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (W_m+W_r)			
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (W_s+W_r)			
Peso de Agua (W_w)			
Peso muestra seca (W_s)			
Contenido Humedad ($\omega\%$)			
Promedio ($\omega\%$)			
N° de golpes			
Límite Líquido LL%			



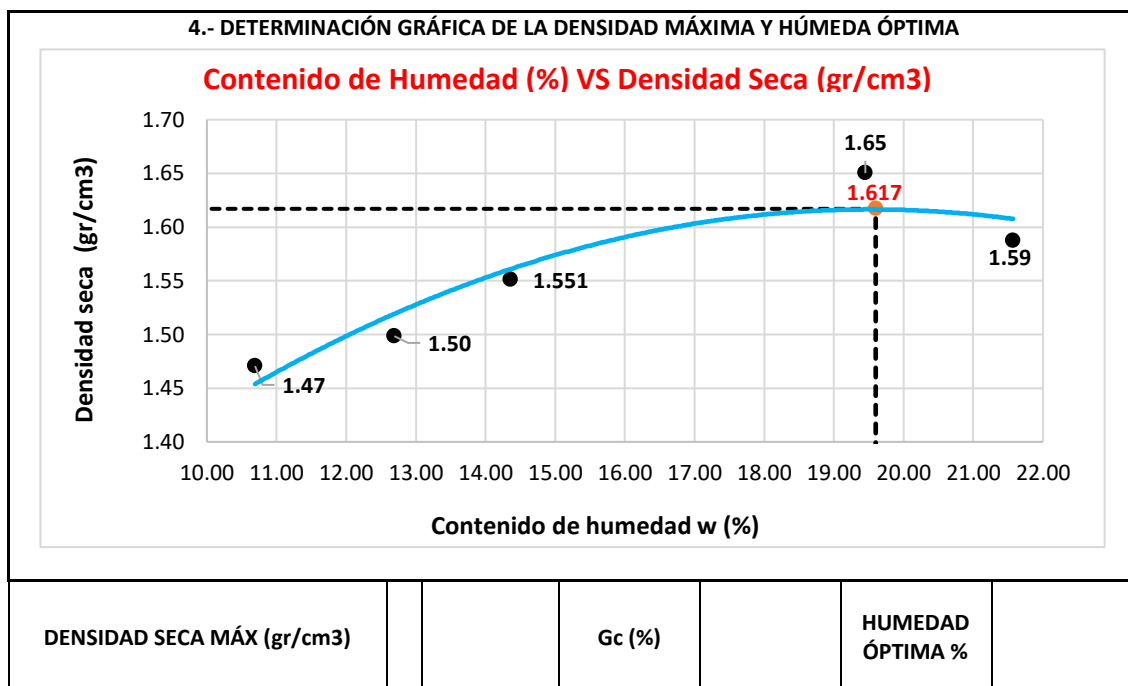
LÍMITE PLÁSTICO			
NORMA:	AASHTO T 90-2016		
Recipiente N°			
Peso del recipiente W_r			
Peso suelo humedo + Peso Recipiente ($W_m + W_r$)			
Peso suelo seco + Peso Recipiente ($W_s + W_r$)			
Peso de Agua (W_w)			
Peso muestra seca W_s			
Contenido de humedad $w\% = 100 W_w / W_s$			
Promedio $W\%$ (LP)			
ÍNDICE PLÁSTICO			
IP = LL - LP			

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- En el ensayo del Proctor Modificado se utilizará la norma AASHTO T 180 – 2018, y de las muestras de suelo se obtendrá la densidad máxima y la humedad óptima, con la gráfica que se indica como modelo en la tabla N° 24, todos los datos adquiridos se reflejarán en la tabla N° 24.

Tabla 24: Ensayo de Proctor Modificado

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
<u>ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"</u>							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°			
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas			
Parroquia:				Capa vegetal (m)			
Vía				Profundidad (m)			
NORMA:		AASHTO T 180-2018					
1.- ESPECIFICACIONES							
Número de capas		Altura de caída		Peso del molde (gr)			
Número de golpes		Peso del martillo		Volumen del molde (gr)			
Energía de compactación		Peso inicial deseado (en cada ensayo)					
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN							
1. PESO INICIAL DESEADO							
Número de ensayo		1	2	3	4	5	
Humedad inicial añadida en %							
Humedad inicial añadida en %							
Peso molde + suelo húmedo (gr)							
Peso suelo húmedo Wm (gr)							
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)							
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD							
Número de recipiente							
Peso del recipiente W _r							
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m							
Recipiente + suelo seco W _s + W _m							
Peso de los sólidos W _s							
Peso del agua W _w							
Contenido de humedad w%							
Promedio del contenido de humedad w%							
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)							



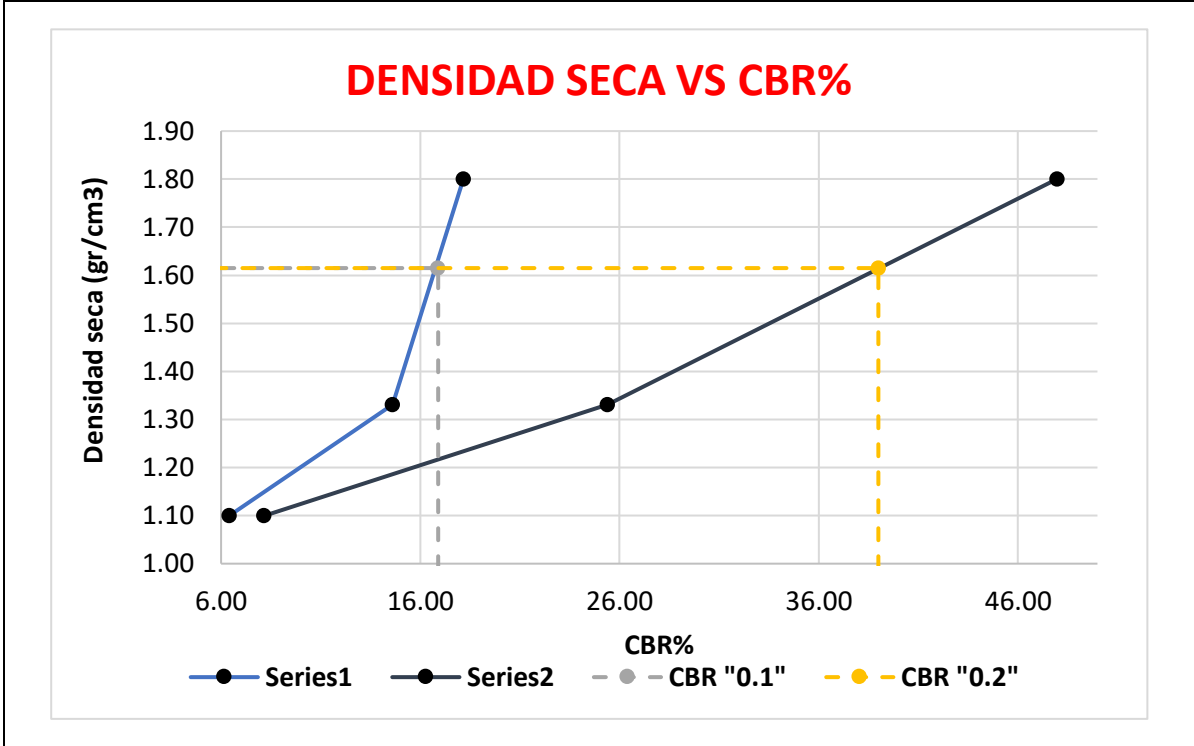
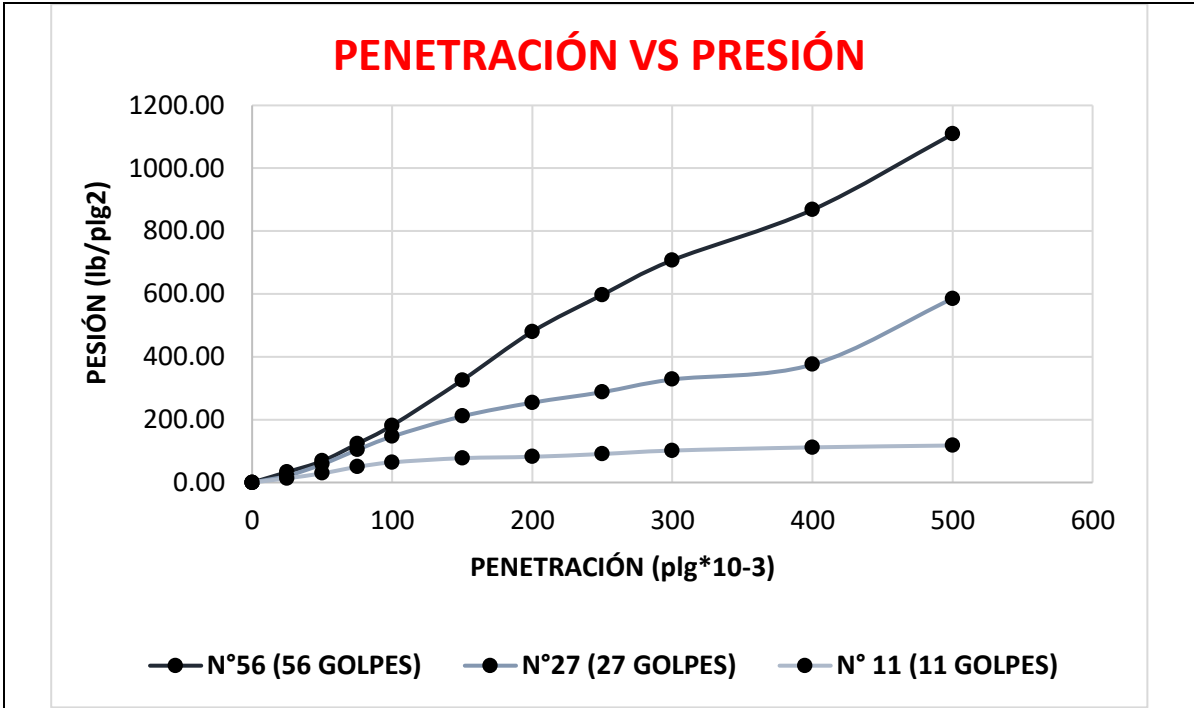
FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Para determinar el valor del CBR en cada una de las muestras se utilizará la norma AASHTO T 193 – 2013. Mediante estos resultados se realizará el diagrama de esfuerzo vs penetración y el diagrama de CBR% vs la densidad seca máxima, como se indica en el modelo de la tabla N° 25.

Tabla 25: Ensayo de compactación CBR

	UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"		
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA	
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas
Parroquia:		Capa vegetal (m)
Vía		Profundidad (m)
NORMA:	AASHTO T 193-2013	
1.- ESPECIFICACIONES		
MOLDE N°	12	N° de golpes
		Peso del martillo (lb)

		N° de capas		Altura de caída (plg)		
		Peso del molde (gr)		Volumen del molde (cm3)		
		Energía de compactación				
MOLDE N°	11	N° de golpes		Peso del martillo (lb)		
		N° de capas		Altura de caída (plg)		
		Peso del molde (gr)		Volumen del molde (cm3)		
		Energía de compactación				
MOLDE N°	10	N° de golpes		Peso del martillo (lb)		
		N° de capas		Altura de caída (plg)		
		Peso del molde (gr)		Volumen del molde (cm3)		
		Energía de compactación				
<u>Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)</u>			<u>Densidad seca (gr/cm3)</u>			
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO						
N° DE MOLDE						
N° DE CAPAS						
N° DE GOLPES POR CAPA						
<u>CONDICIONES DEL ENSAYO</u>	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Wm + Molde (gr)						
Peso muestra húmeda (gr)						
Densidad húmeda (gr/cm3)						
Densidad seca (gr/cm3)						
Densidad seca promedio (gr/cm3)						
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° de recipiente						
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)						
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)						
Peso recipiente (gr)						
Peso del agua Ww (gr)						
Peso de los sólidos Ws (gr)						
Contenido de humedad %						
Agua absorbida %						

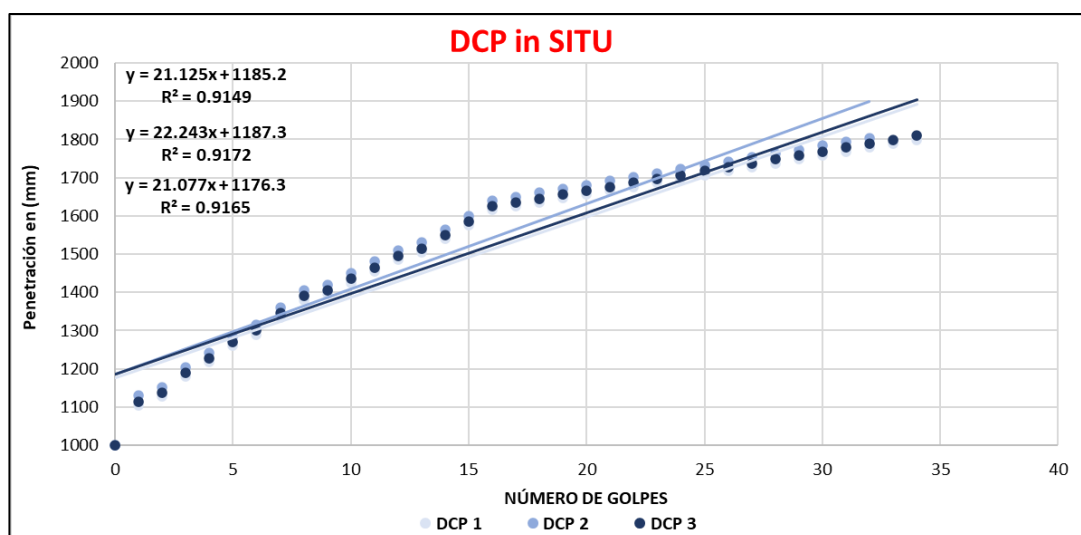


FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Por medio del ensayo de “cono dinámico de penetración (DCP)”, utilizando la norma ASTM D 6951, se plasmarán los datos en la tabla N°26 y se realizará el diagrama de N° de golpes vs penetración y se conseguirá un índice de penetración promedio como el modelo que se indica en la tabla N° 26.

Tabla 26: Ensayo DCP

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>DCP</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas			
Parroquia:		Capa vegetal (m)			
Vía		Profundidad (m)			
PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)				DN(mm/golpe)	DN (Promedio)
N° Golpes	1	2	3	1	
0				2	
1				3	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12...					



FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Se realiza un conteo de vehículos, de 7 días seguidos por 7 horas, cuyos valores son registrados en la tabla N° 26.

Tabla 27: Conteo de vehículos

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
Fecha:	Estación:	Día:						
Ubicación		Diseño del pavimento flexible						
HORA	Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
		(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15							
7:15	7:30							
7:30	7:45							
7:45	8:00							
8:00	8:15							
8:15	8:30							
8:30	8:45							
8:45	9:00							
9:00	9:15							
...	...							

FUENTE: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

- Finalmente se realizan diagramas y tablas para adquirir las correlaciones que se den entre las propiedades índice y mecánicas, DCP y CBR, que sean aceptable, es decir, mayor o igual al 50%.
- El ingreso de datos al programa AASHTO 93, para poder obtener número estructural, que servirá para poder calcular los espesores de las capas del pavimento.

Fig. 27: Ecuación AASHTO 93

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software window. It is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for 'Reliability (R)' and an input field for 'So'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Input fields for 'PSI inicial' and 'PSI final'.
- Módulo resiliente de la subrasante:** An input field for 'Mr' followed by 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. An input field for 'W18 = ' is present.
- Número Estructural:** An input field for 'SN = '.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

FUENTE: AASHTO 93 [20].

- Se registran los datos obtenidos en la tabla N°27, para obtener los espesores de las capas del pavimento flexible.

Tabla 28: Diseño de Pavimento Flexible AASHTO 1993

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993		
PROYECTO :		TRAMO :
SECCION :	: km a km	FECHA :
DATOS DE ENTRADA:		
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES	DATOS	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)		
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)		
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)		
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE		
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)		
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)		
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)		
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)		
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)		
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)		
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO		
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)		
Base granular (a ₂)		
Subbase (a ₃)		
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m ₂)		
Subbase (m ₃)		
DATOS DE SALIDA:		
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	3.66	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	2.77	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.69	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.20	

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPEJOR	SN*
ESPEJOR CARPETA ASFALTICA (cm)		5.0 cm	0.00
ESPEJOR BASE GRANULAR (cm)		18.0 cm	0.00
ESPEJOR SUB BASE GRANULAR (cm)		11.0 cm	0.00
ESPEJOR TOTAL (cm)		34.0 cm	0.00
DISEÑADO POR:			<i>fm</i>

FUENTE: AASHTO 93 [20].

2.4.3.2 Plan de análisis de información

- Las correlaciones utilizadas serán aquellas que presenten el valor de la correlación con un mínimo del 50%
- Las correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas de los ejemplares de suelo se realizarán con el fin de conocer cada parámetro y la influencia que presentan cada coeficiente de determinación.
- Por medio de los coeficientes de determinación (r^2) se examinará los modelos alcanzados con cada ajuste de los modelos matemáticos.
- Establecer las conclusiones y recomendaciones

2.4.4 Método para la determinación de las correlaciones entre las propiedades del suelo

Correlación Lineal

En la siguiente tabla se colocan tres propiedades a partir de estas se obtienen valores multiplicando una propiedad con otra como indica la tabla.

Tabla 29: Correlación lineal múltiple

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

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

El sistema de ecuaciones a usarse para la aplicación del método de mínimos cuadrados es:

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

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

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

Se soluciona el sistema de ecuaciones, mediante el método de matriz inversa, encontrando las variables, y generando la ecuación de correlación:

Tabla 30: Sistema de ecuaciones correlación lineal múltiple

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

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

$$Y = a + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$$

Factor de correlación

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

Correlación Potencial

Tabla 31: Correlación potencial múltiple

Variable Depend.	Variable Depend.	Variable Independ.	Ecuación Múltiple Tipo Potencial			$\log(Y) = \log(a) + b_1 * \log(X_1) + b_2 * \log(X_2)$					
X_1	X_2	Y	$X_1' = \log(X_1)$	$X_2' = \log(X_2)$	$Y' = \log(Y)$	$X_1' * Y'$	$X_2' * Y'$	$X_1' * X_2'$	$X_1'^2$	$X_2'^2$	Y'^2
ΣX_1	ΣX_2	ΣY	$\Sigma X_1'$	$\Sigma X_2'$	$\Sigma Y'$	$\Sigma(X_1' * Y')$	$\Sigma(X_2' * Y')$	$\Sigma(X_1' * X_2')$	$\Sigma(X_1'^2)$	$\Sigma(X_2'^2)$	$\Sigma(Y'^2)$

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

El sistema de ecuaciones a usarse para la aplicación del método de mínimos cuadrados es:

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

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

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

Se soluciona el sistema de ecuaciones, mediante el método de matriz inversa, encontrando las variables, y generando la ecuación de correlación:

Tabla 32: Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple

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

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

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

Reduciendo los logaritmos se tiene:

$$Y = \ln(a) + (X_1)^{b_1} + (X_2)^{b_2}$$

Factor de Correlación

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

Correlación Exponencial

Tabla 33: Correlación exponencial múltiple

Variable Depend.	Variable Depend.	Variable Independ.	Ecuación Múltiple Tipo Exponencial			$\ln(Y) = \ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$			
X_1	X_2	Y	$Y' = LOG(Y)$	$X_1 * Y'$	$X_2 * Y'$	$X_1 * X_2$	X_1^2	X_2^2	Y'^2
ΣX_1	ΣX_2	ΣY	$\Sigma Y'$	$\Sigma (X_1 * Y')$	$\Sigma (X_2 * Y')$	$\Sigma (X_1 * X_2)$	$\Sigma (X_1^2)$	$\Sigma (X_2^2)$	$\Sigma (Y'^2)$

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

El sistema de ecuaciones a usarse para la aplicación del método de mínimos cuadrados es:

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

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

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

Se soluciona el sistema de ecuaciones, aplicando el método de matriz inversa, encontrando las variables, y generando la ecuación de correlación:

Tabla 34: Sistema de ecuaciones correlación exponencial múltiple

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

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

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

Factor de correlación

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

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos de campo y laboratorio. La información corresponde a las 12 muestras tomadas en diferentes vías de las Parroquias Patate (La Matriz) y El Triunfo, para la obtención de las propiedades índice y mecánicas de los suelos.

3.1.1 Propiedades Índice

3.1.1.1 Contenido de humedad

Tabla 35: Resumen contenido de humedad

Nº de pozo	Parroquia	Vía	W (%)
1	PATATE	Tahuaicha	27.73
2	PATATE	Tahuaicha	25.20
3	PATATE	Tahuaicha	22.23
4	PATATE	Tahuaicha	22.68
5	PATATE	Platupamba	24.42
6	PATATE	Platupamba	27.39
7	PATATE	Platupamba	21.97
8	PATATE	Platupamba	26.20
9	EL TRIUNFO	S/N	27.93
10	EL TRIUNFO	S/N	25.72
11	EL TRIUNFO	S/N	24.99
12	EL TRIUNFO	S/N	25.90

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.1.2 Gravedad Específica

La gravedad específica tiene, valores que están dentro del rango (2.22 a 2.62) estableciéndose un promedio de 2.31, valor propio de los suelos Friccionantes.

Tabla 36: Resumen Gravedad Específica

Nº de pozo	Parroquia	Vía	Gs
1	PATATE	Tahuaicha	2.23
2	PATATE	Tahuaicha	2.22
3	PATATE	Tahuaicha	2.23
4	PATATE	Tahuaicha	2.23
5	PATATE	Platupamba	2.29
6	PATATE	Platupamba	2.28
7	PATATE	Platupamba	2.27
8	PATATE	Platupamba	2.25
9	EL TRIUNFO	S/N	2.62
10	EL TRIUNFO	S/N	2.35
11	EL TRIUNFO	S/N	2.37
12	EL TRIUNFO	S/N	2.40

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.1.3 Densidad de campo

Para la determinación de la densidad de campo se realizó el ensayo de cono y arena de Ottawa, el cual permite obtener varias propiedades del suelo como contenido de humedad natural, relación de vacíos, porosidad, grado de saturación del agua y grado de saturación del aire.

En base a los resultados obtenidos se puede decir que las muestras de suelo en su mayoría presentaron valores característicos para suelos friccionantes, como en el caso de la densidad seca in situ cuyos valores oscilan entre 1.384 a 1.553 gr/cm³, así como también la relación de vacíos se obtuvo valores desde 0.43 hasta 1.07.

Tabla 37: Resumen Densidad de campo

N° de pozo	Parroquia	Vía	Densidad de campo						
			γ_h in situ (gr/cm ³)	γ_d in situ (gr/cm ³)	ω nat (%)	e	n(%)	Gw(%)	Ga(%)
1	PATATE	Tahuaicha	1.758	1.384	27.00	0.61	38.01	91.87	1.29
2	PATATE	Tahuaicha	1.713	1.401	22.29	0.58	36.84	84.81	15.19
3	PATATE	Tahuaicha	1.833	1.553	17.98	0.43	30.16	91.87	8.13
4	PATATE	Tahuaicha	1.813	1.510	20.05	0.47	32.05	93.84	6.16
5	PATATE	Platupamba	1.472	1.187	23.94	0.93	48.11	58.64	41.36
6	PATATE	Platupamba	1.450	1.156	25.51	0.97	49.32	59.97	40.03
7	PATATE	Platupamba	1.479	1.198	23.46	0.89	47.18	59.65	40.35
8	PATATE	Platupamba	1.564	1.212	29.04	0.86	46.14	76.71	23.29
9	EL TRIUNFO	S/N	1.480	1.169	26.64	1.02	50.50	60.81	39.19
10	EL TRIUNFO	S/N	1.494	1.177	27.00	1.04	51.04	62.51	37.49
11	EL TRIUNFO	S/N	1.487	1.173	26.79	1.02	50.56	62.43	37.57
12	EL TRIUNFO	S/N	1.478	1.163	27.06	1.07	51.60	61.27	38.73

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.1.4 Límites de Atterberg

De los límites de Atterberg se obtienen datos importantes para poder realizar la clasificación del suelo.

Los resultados obtenidos para el Límite Líquido están dentro del rango de 25.43% a 60.50%, destacando que cuatro de las muestras presentan valores superiores a 50% considerándose suelos de alta plasticidad.

En cuanto al Límite Plástico se obtuvo valores de entre 23.39% a 53,76 % teniendo 3 muestras con un LP mayor a 50%.

Tabla 38: Resumen Límites de Atterberg

N° de pozo	Parroquia	Vía	Límites de Atterberg		
			LL (%)	LP (%)	IP (%)
1	PATATE	Tahuaicha	28.41	26.31	2.10
2	PATATE	Tahuaicha	25.43	23.39	2.04
3	PATATE	Tahuaicha	35.00	32.56	2.44
4	PATATE	Tahuaicha	34.32	32.20	2.12
5	PATATE	Platupamba	30.34	27.97	2.37
6	PATATE	Platupamba	34.34	31.99	2.35
7	PATATE	Platupamba	35.44	33.05	2.39

8	PATATE	Platupamba	30.03	27.40	2.63
9	EL TRIUNFO	S/N	54.58	51.24	4.00
10	EL TRIUNFO	S/N	54.04	48.54	5.50
11	EL TRIUNFO	S/N	60.50	53.76	6.74
12	EL TRIUNFO	S/N	55.35	50.95	4.40

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.1.5 Granulometría

El ensayo de granulometría se lo realizó por medio de tamices.

Las 12 muestras ensayadas no contienen grava teniendo 0% de la misma, 10 de las 12 muestras tiene una cantidad predominante de arena con un rango de 68.42% a 81.92%, en cuanto al porcentaje de finos tuvo valores de 18.08% a 58.31%.

Tabla 39: Resumen Granulometría

Nº de pozo	Parroquia	Vía	Granulometría							
			D10	D30	D60	Cu	Cc	G (%)	S (%)	F (%)
1	PATATE	Tahuaicha	0.03	0.13	0.74	22.42	0.69	0.00	77.92	22.08
2	PATATE	Tahuaicha	0.02	0.09	0.45	19.57	0.70	0.00	71.69	28.31
3	PATATE	Tahuaicha	0.04	0.17	0.85	24.29	0.97	0.00	81.92	18.08
4	PATATE	Tahuaicha	0.02	0.08	0.40	19.75	0.71	0.00	69.80	30.20
5	PATATE	Platupamba	0.02	0.16	0.52	24.76	2.34	0.00	77.76	22.24
6	PATATE	Platupamba	0.01	0.09	0.40	30.77	1.39	0.00	71.73	28.27
7	PATATE	Platupamba	0.01	0.06	0.33	33.00	1.24	0.00	68.42	31.58
8	PATATE	Platupamba	0.01	0.07	0.32	26.67	1.28	0.00	69.74	30.26
9	EL TRIUNFO	S/N	0.02	0.15	1.05	70.00	1.43	0.00	77.05	22.95
10	EL TRIUNFO	S/N	0.01	0.13	1.01	101.00	1.67	0.00	73.53	26.47
11	EL TRIUNFO	S/N	0.01	0.02	0.08	8.00	0.72	0.00	41.69	58.31
12	EL TRIUNFO	S/N	0.01	0.03	0.12	12.00	0.56	0.00	49.10	50.90

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.1.6 Clasificación de suelos

En base a los datos obtenidos de los límites de Atterberg y la granulometría, se realiza la clasificación del suelo según la AASHTO y SUCS, obteniendo los siguientes resultados:

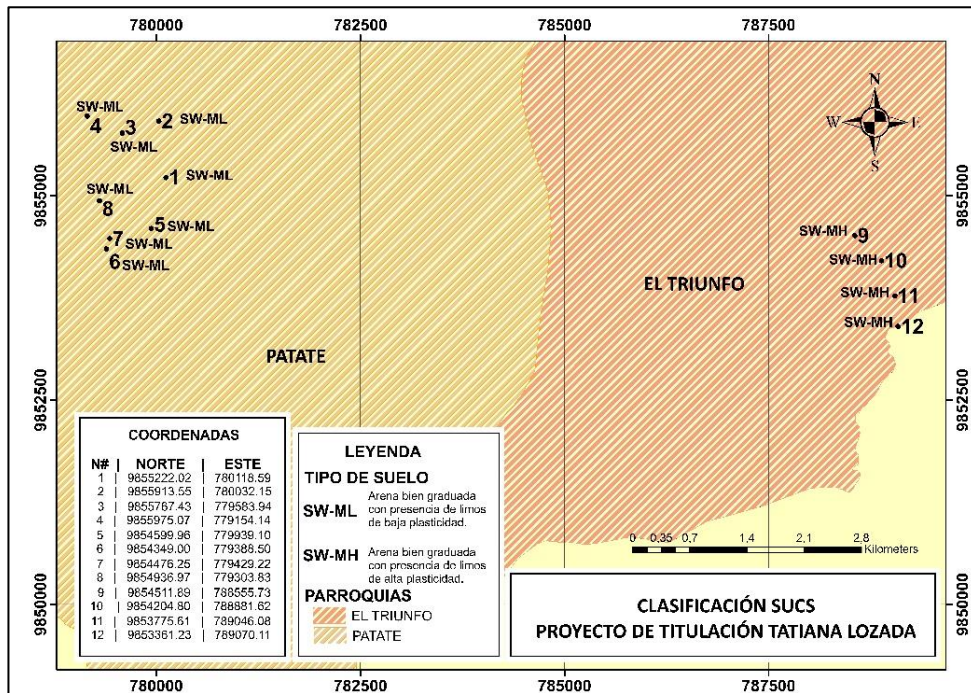
Tabla 40: Resumen Clasificación de suelos

Nº de pozo	Parroquia	Vía	Clasificación del Suelo	
			AASHTO	SUCS
1	PATATE	Tahuaicha	A-2-4	SW-ML
2	PATATE	Tahuaicha	A-2-4	SW-ML
3	PATATE	Tahuaicha	A-1-b	SW-ML
4	PATATE	Tahuaicha	A-2-4	SW-ML
5	PATATE	Platupamba	A-2-4	SW-ML
6	PATATE	Platupamba	A-2-4	SW-ML
7	PATATE	Platupamba	A-2-4	SW-ML
8	PATATE	Platupamba	A-2-4	SW-ML
9	EL TRIUNFO	S/N	A-1-b	SW-MH
10	EL TRIUNFO	S/N	A-2-5	SW-MH
11	EL TRIUNFO	S/N	A-5 (7)	SW-MH
12	EL TRIUNFO	S/N	A-5 (4)	SW-MH

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Según el sistema de clasificación SUCS, considerando la carta de plasticidad, se pudo establecer que los suelos están conformados principalmente por arenas bien graduadas con presencia de limos, con alta y baja plasticidad, se presenta la siguiente distribución en sitio.

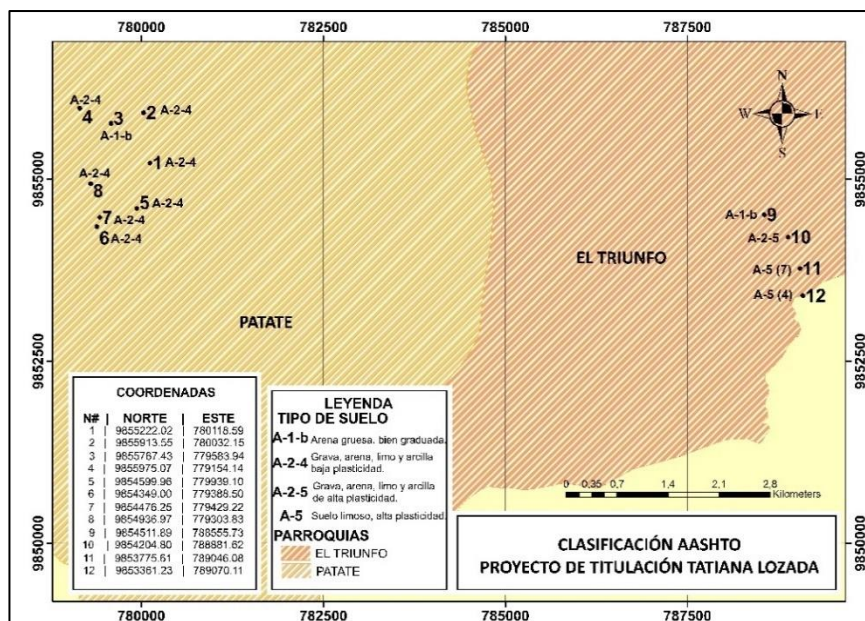
Fig. 28 Distribución de suelos según la clasificación SUCS



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

La clasificación establecida por el sistema AASHTO, muestra una tipología variable de suelos, principalmente las muestras pertenecen a una mezcla de suelo entre grava, arena, limos y arcilla de baja y alta plasticidad, A-2-4 y A-2-5 respectivamente.

Fig. 29 Distribución de la clasificación AASHTO



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.2 Propiedades Mecánicas

3.1.2.1 Proctor Modificado tipo B

Mediante el proceso de compactación se logró obtener, la densidad seca máxima promedio que es de 1.59 gr/cm³. En cuanto al grado de compactación se obtuvo valores de 70.81% a 97.67%. Los contenidos de humedad óptimos varían para cada muestra y tienen un rango de 17.46% a 38%.

Tabla 41: Resumen Proctor Modificado B

Nº de pozo	Parroquia	Vía	Proctor Modificado B		
			$\gamma_{dm\acute{a}x}$ (gr/cm ³)	Gc (%)	W ópt (%)
1	PATATE	Tahuaicha	1.617	85.59	19.60
2	PATATE	Tahuaicha	1.634	85.72	17.46
3	PATATE	Tahuaicha	1.644	94.48	20.50
4	PATATE	Tahuaicha	1.649	91.57	24.30
5	PATATE	Platupamba	1.742	68.16	17.70
6	PATATE	Platupamba	1.632	70.81	22.75
7	PATATE	Platupamba	1.636	73.22	28.70
8	PATATE	Platupamba	1.626	74.54	29.00
9	EL TRIUNFO	S/N	1.570	74.44	21.50
10	EL TRIUNFO	S/N	1.582	74.38	17.50
11	EL TRIUNFO	S/N	1.201	97.67	38.00
12	EL TRIUNFO	S/N	1.568	74.19	23.15

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.2.2 Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Las muestras al ser sometidas al ensayo CBR de laboratorio se obtuvieron valores entre el 10 % al 41%, teniendo estos suelos resistencias variadas, con un CBR promedio de 24.84 %, siendo suelos con una subrasante de regular a buena y muy buena.

Tabla 42: Resumen CBR

Nº de pozo	Parroquia	Vía	CBR PUNTUAL (%)
1	PATATE	Tahuaicha	26.20
2	PATATE	Tahuaicha	27.80
3	PATATE	Tahuaicha	28.90

4	PATATE	Tahuaicha	11.20
5	PATATE	Platupamba	39.00
6	PATATE	Platupamba	34.80
7	PATATE	Platupamba	41.00
8	PATATE	Platupamba	44.50
9	EL TRIUNFO	S/N	21.00
10	EL TRIUNFO	S/N	18.50
11	EL TRIUNFO	S/N	11.50
12	EL TRIUNFO	S/N	14.00

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.2.3 Ensayo DCP (Cono de Penetración dinámico)

Se obtuvo valores de índice de penetración de entre 11.44mm/golpe a 23.11mm/golpe, lo cual nos indica que el suelo presenta resistencias variadas, esto se debe al porcentaje de finos existentes en el suelo.

Tabla 43: Resumen DCP

Nº de pozo	Parroquia	Vía	DN (mm/golpe)
1	PATATE	Tahuaicha	18.34
2	PATATE	Tahuaicha	18.53
3	PATATE	Tahuaicha	19.83
4	PATATE	Tahuaicha	22.11
5	PATATE	Platupamba	11.44
6	PATATE	Platupamba	16.91
7	PATATE	Platupamba	14.06
8	PATATE	Platupamba	15.24
9	EL TRIUNFO	S/N	23.00
10	EL TRIUNFO	S/N	19.01
11	EL TRIUNFO	S/N	23.11
12	EL TRIUNFO	S/N	21.48

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

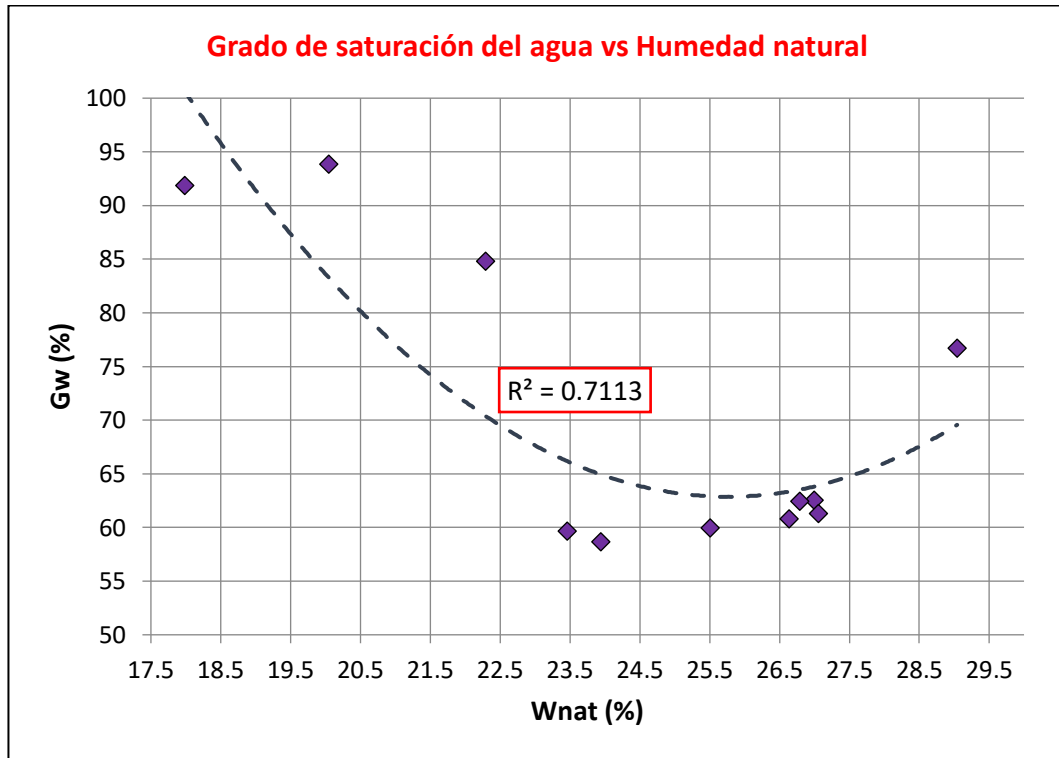
3.1.3 Nomenclatura

Nomenclatura	Descripción	Unidad
W. nat.	Contenido de Humedad Natural	%
D10	Diámetro Efectivo	mm
D30	Diámetro Equiparable	mm
D60	Diámetro Dimensional	mm
G	Contenido de Grava	%
S	Contenido de Arena	%
F	Contenido de Finos	%
Cu	Coefficiente de Uniformidad	Adimensional
Cc	Coefficiente de Curvatura	Adimensional
LL	Límite Líquido	%
LP	Límite Plástico	%
IP	Índice de Plasticidad	%
IL	Índice de Liquidez	%
Gs	Gravedad Específica	Adimensional
γ_m in-situ	Densidad Húmeda In-Situ	gr/cm ³
γ_d in-situ	Densidad Seca In-Situ	gr/cm ³
e	Relación de vacíos	Adimensional
n	Porosidad	%
Ga	Grado de Saturación del Aire	%
Gw	Grado de Saturación del Agua	%
γ_d máx.	Densidad Seca Máxima	gr/cm ³
W ópt.	Contenido de humedad óptimo	%
Gc	Grado de Compactación	%
CBR 0.1"	CBR para 0.1 pulgadas de penetración	%
CBR 0.2"	CBR para 0.2 pulgadas de penetración	%
CBR Puntual	CBR mayor entre 0.1" y 0.2"	%
DN	Índice de Penetración	mm/golpe

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.1.4 Correlaciones

Fig. 30: Grado de saturación del agua vs Humedad Natural



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $Gw = 0.6242Wnat^2 - 32.164Wnat + 477.2$

Coefficiente: 71.13%

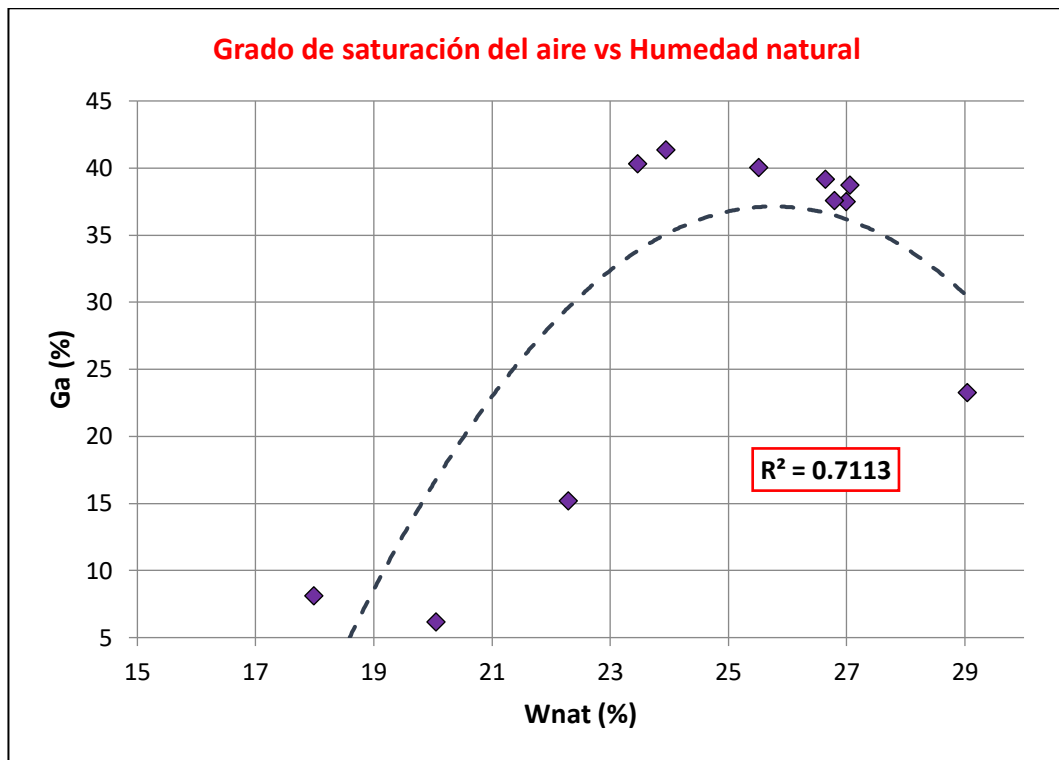
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad natural y el grado de saturación del agua se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.7113, calificada como regular.

Existe en la mayoría de muestras una tendencia directamente proporcional, pues a mayor humedad más alto será también el grado de saturación del agua. Sin embargo, los puntos que no mantienen esta tendencia corresponden a suelos finos, que, con mínimos niveles de humedad, tienen un grado de saturación muy alto.

Fig. 31: Grado de saturación del aire vs Humedad natural



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $Ga = -0.6242Wnat^2 + 32.164Wnat - 377.2$

Coefficiente: 71.13%

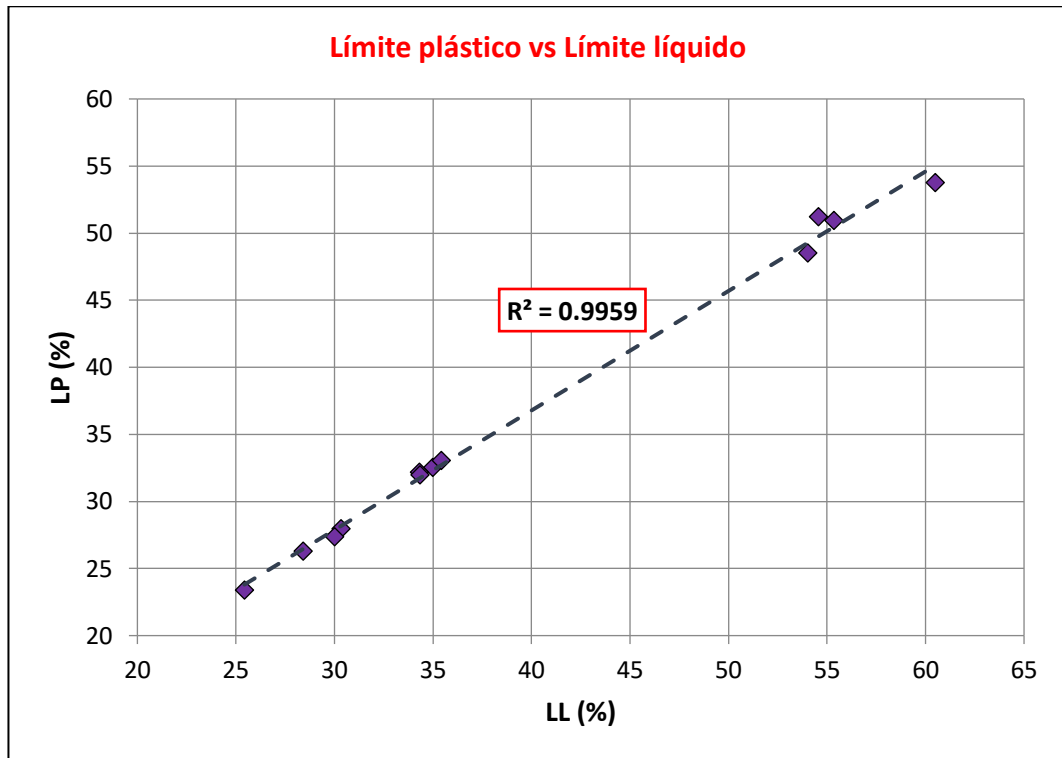
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad natural y el grado de saturación del aire se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.7113, calificada como regular.

En esta gráfica predomina una tendencia inversamente proporcional, pues a mayor contenido de humedad, el grado de saturación del aire será menor, Al igual que en la gráfica anterior, los suelos finos se saturan con un mínimo contenido de humedad, por lo que el grado de saturación del aire es bajo.

Fig. 32: Límite plástico vs Límite líquido



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $LP = 0.808LL + 1.148$

Coefficiente: 99.59%

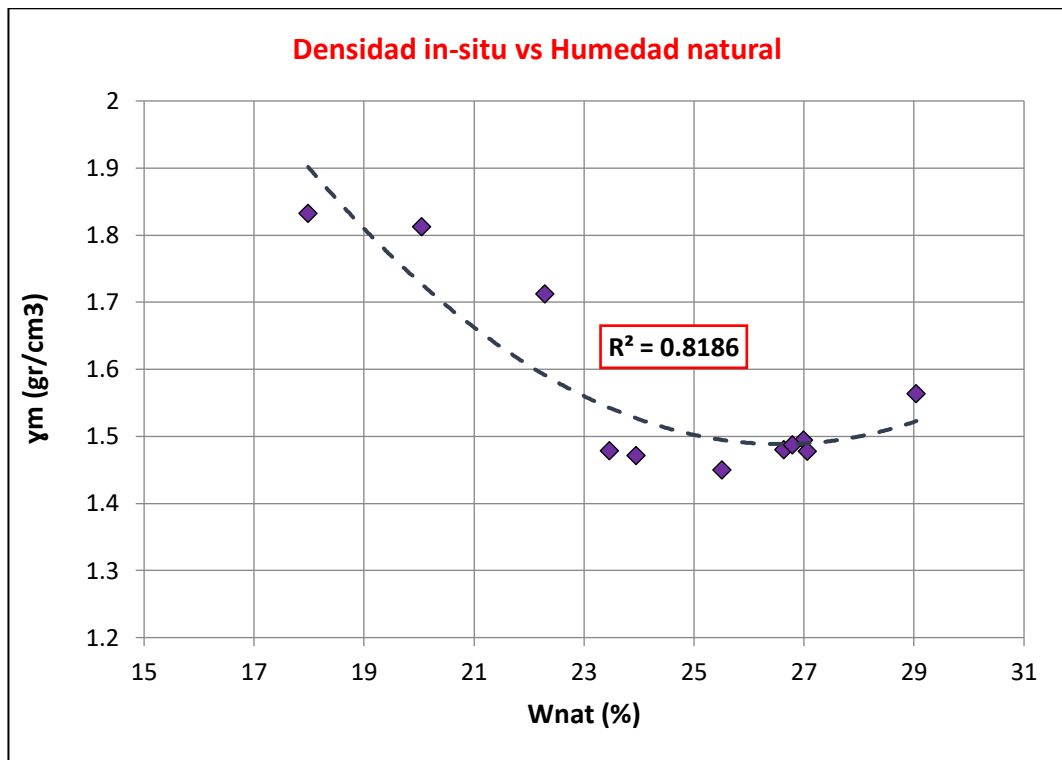
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite líquido y el límite plástico se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente R^2 de 0.9959, calificada como excelente.

Ambas variables guardan una relación directamente proporcional, es decir mientras aumenta el límite líquido del suelo, también incrementa el límite plástico, esto se debe a que los límites de Atterberg dependen de las características mecánicas del suelo por lo tanto ascienden conjuntamente.

Fig. 33: Densidad in-situ vs Humedad natural



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $\gamma_m = 0.0056W_{nat}^2 - 0.2978W_{nat} + 5.445$

Coefficiente: 81.86%

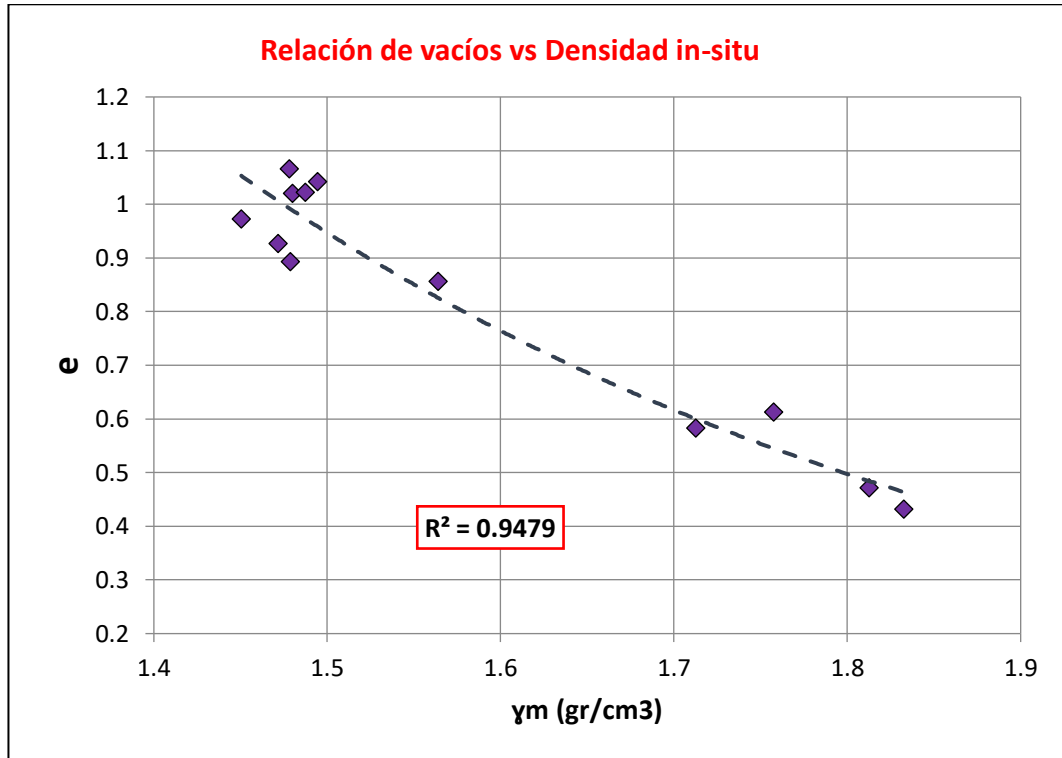
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad natural y la densidad seca in situ, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R² de 0.8186, calificada como aceptable.

Ambas variables muestran una relación inversamente proporcional, pues si el suelo tiene grandes cantidades de agua, este pierde resistencia al corte, y por lo tanto la densidad será menor.

Fig. 34: Relación de vacíos vs Densidad in-situ



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $e = 23.66e^{-2.14\gamma m}$

Coefficiente: 94.79%

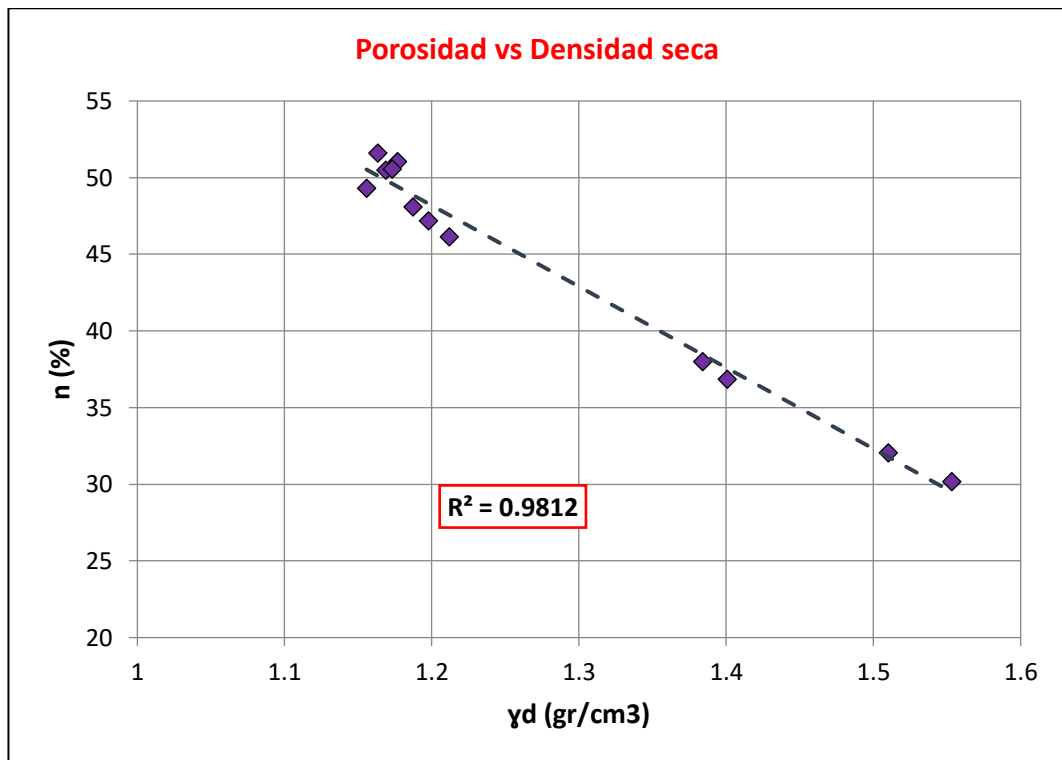
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca in situ y la relación de vacíos se ajustó a una ecuación Exponencial, con un coeficiente R² de 0.9479, calificada como excelente.

Ambas variables muestran una relación inversamente proporcional, si el suelo muestra densidades altas, significa que está más compactado y por lo tanto, carece de espacios, por ello la relación de vacíos disminuye.

Fig. 35: Porosidad vs Densidad seca



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $n = -52.891\gamma d + 111.65$

Coefficiente: 98.12%

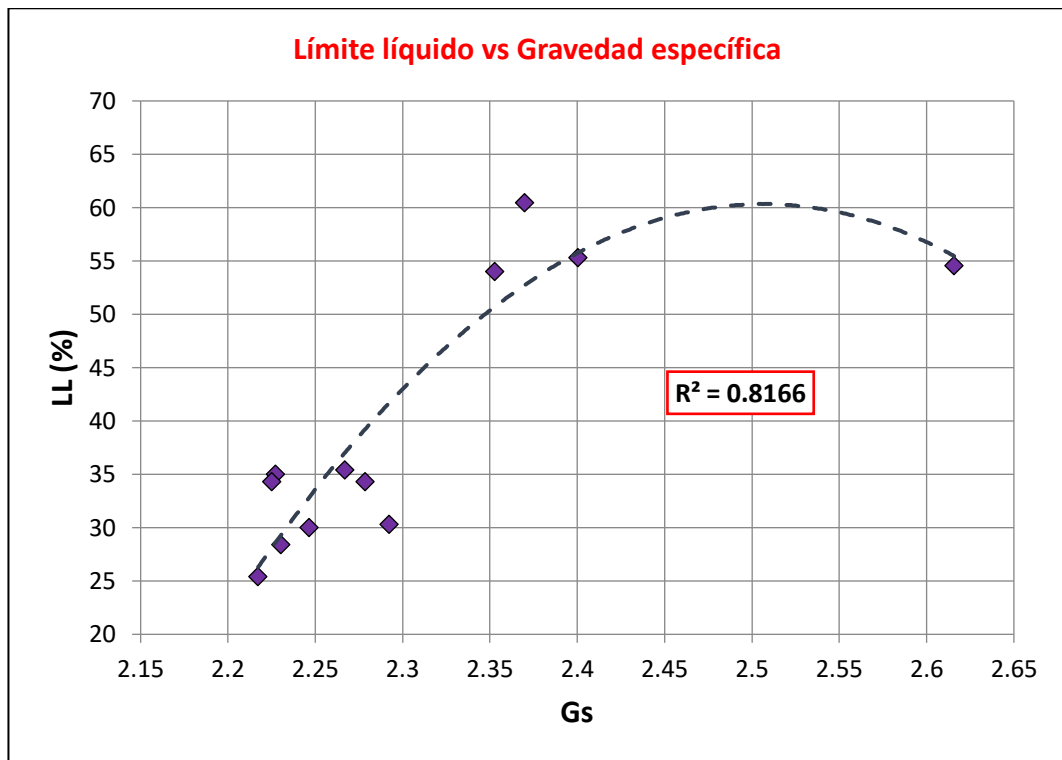
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca y la porosidad se ajustó a una ecuación lineal, con un coeficiente R^2 de 0.9812, calificada como excelente.

Ambas variables muestran una relación inversamente proporcional, igual que en la gráfica anterior, la razón de esta tendencia se debe a que mientras mayores sean las densidades, esta estará más compactada, y por lo tanto existirá menos porosidad en el suelo.

Fig. 36: Límite Líquido vs Gravedad Específica



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $LL = -406.94Gs^2 + 2039.9Gs - 2496.1$

Coefficiente: 81.66%

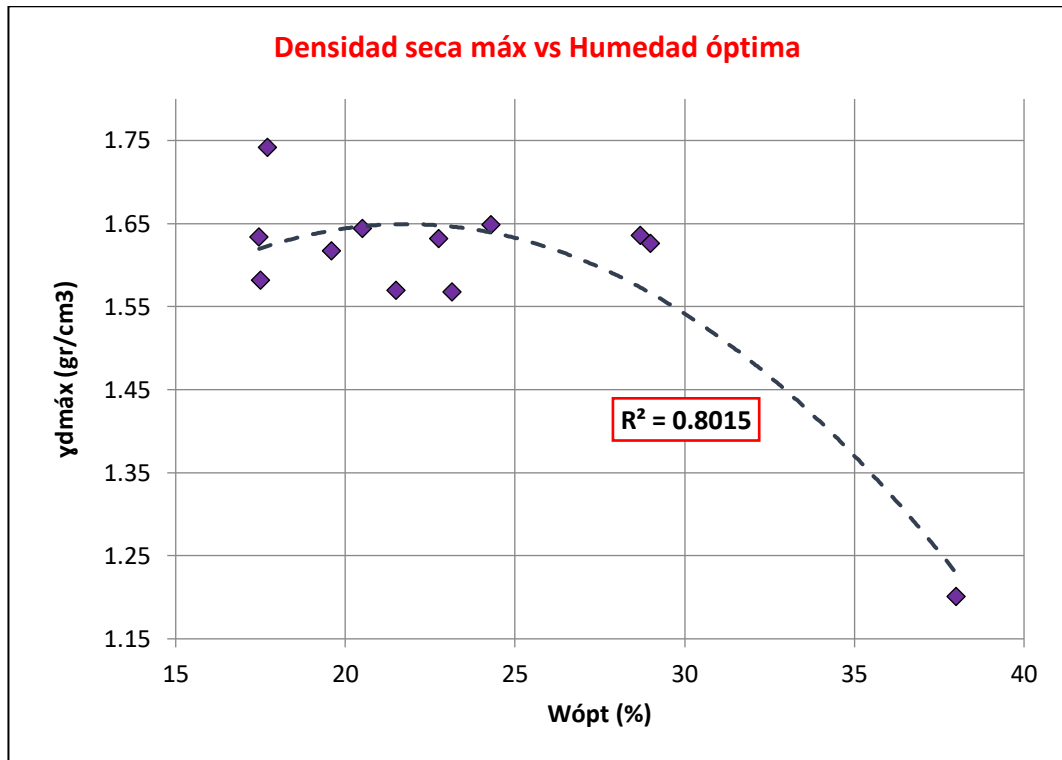
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre la gravedad específica y el límite líquido se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.8166, calificada como aceptable.

Ambas variables muestran una relación directamente proporcional. Según las características del suelo, éste requiere más cantidad de agua para alcanzar el límite líquido, y por las mismas características el valor de la gravedad específica también varía.

Fig. 37: Densidad seca máx. Vs Humedad óptima



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $\gamma_{dmáx} = -0.0016W_{ópt}^2 + 0.0696W_{ópt} + 0.8909$

Coefficiente: 80.15%

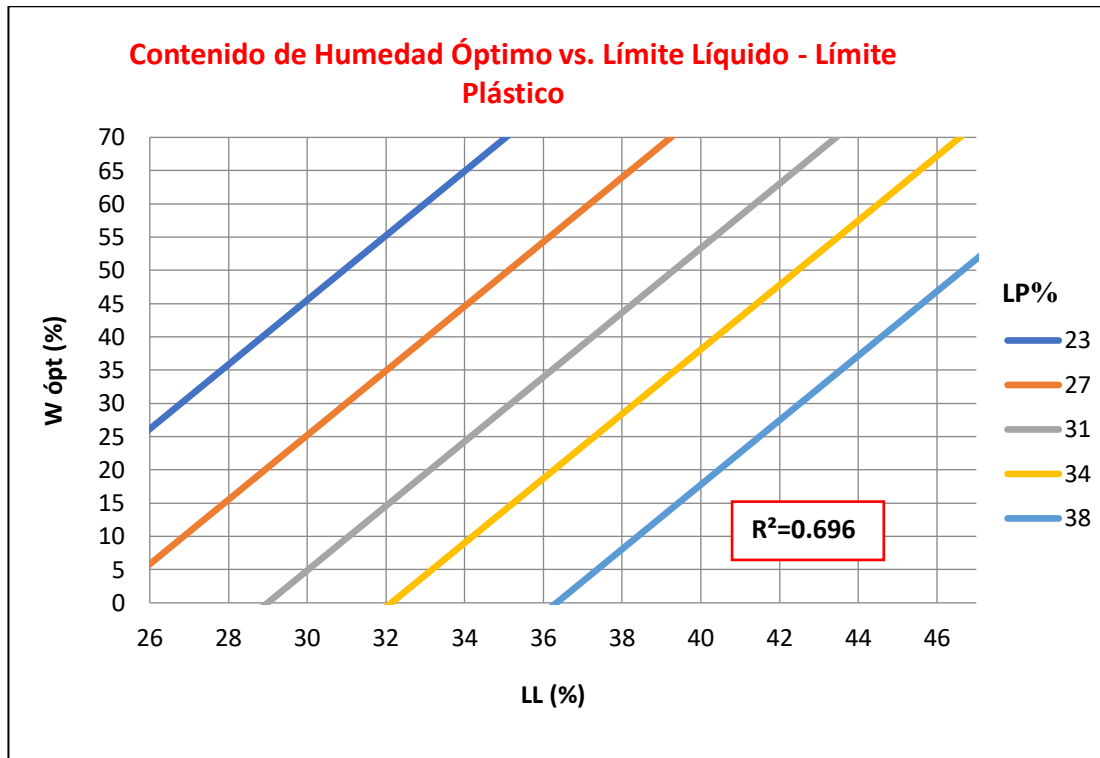
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad óptima y la densidad seca máxima se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R² de 0.8015, calificada como aceptable.

Estas variables muestran una relación inversamente proporcional, sin embargo, la mayor parte de muestras alcanzan una densidad máxima de compactación entre 1.55 y 1.65 con contenidos de humedad entre 17 y 30 por ciento.

Fig. 38: Contenido de Humedad Óptimo vs. Límite Líquido - Límite Plástico



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $W_{\text{ópt}} = 17.0349 + 4.8468LL - 5.0826LP$

Coefficiente: 69.60%

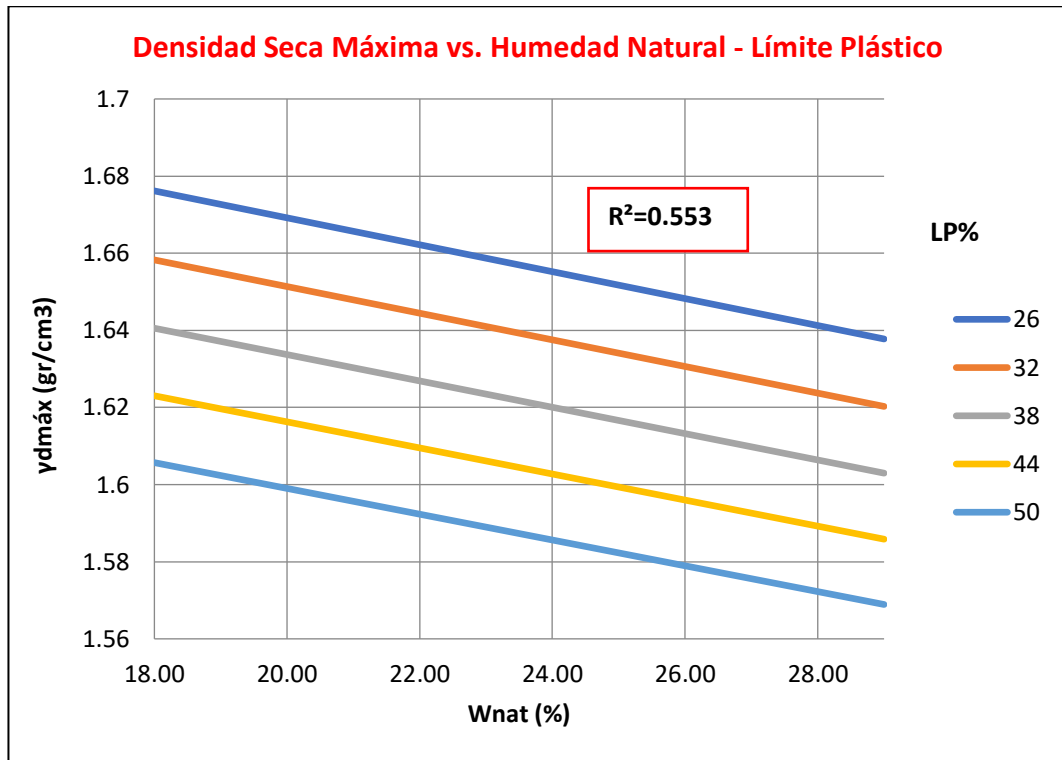
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite líquido, la humedad óptima y el límite plástico se ajusta a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente R^2 de 0.6960, calificada como regular.

El límite líquido y la humedad óptima guardan una relación directamente proporcional, ya que ambas son humedades adecuadas para el buen comportamiento del suelo, también se puede observar en la gráfica que a mayor humedad óptima el límite plástico se reduce.

Fig. 39: Densidad Seca Máxima vs. Humedad Natural - Límite Plástico



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $\gamma_{dm\acute{a}x} = 1.8239e^{-0.0021W_{nat}} e^{-0.0018LP}$

Coefficiente: 55.30%

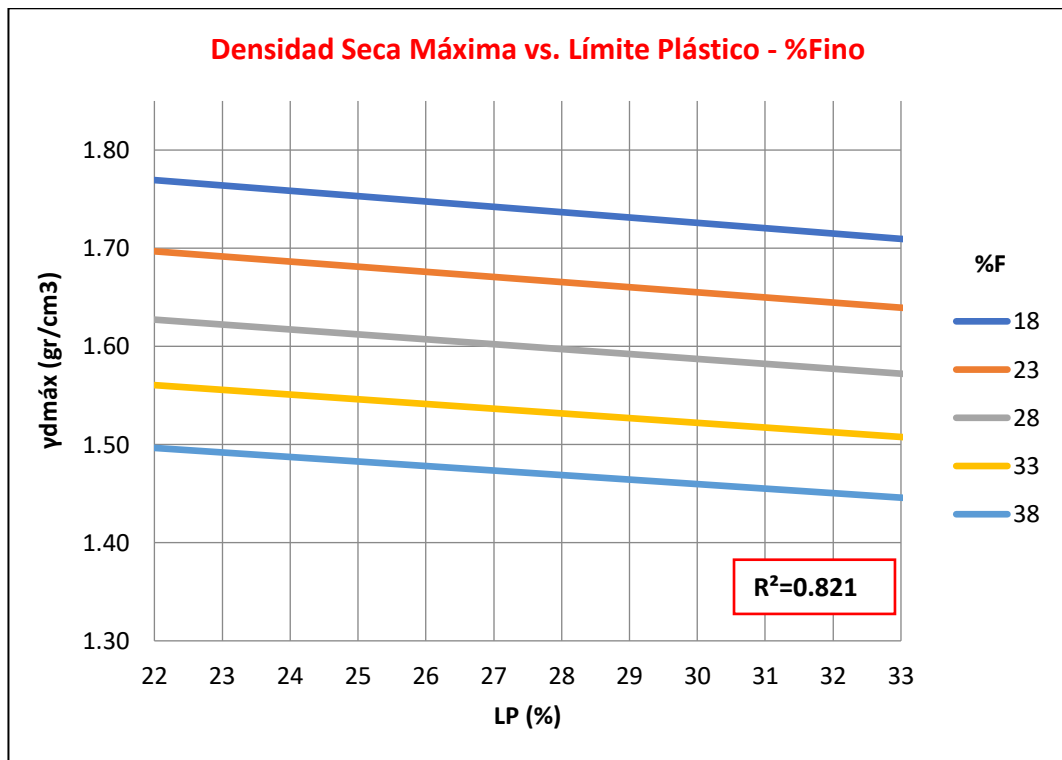
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad natural, la densidad seca máxima y el límite plástico se ajustó a una ecuación exponencial múltiple, con un coeficiente R^2 de 0.5530, calificada como mínima.

La humedad natural guarda una relación inversamente proporcional con respecto a la densidad máxima del suelo, y ambas variables tienen una relación directa con el límite plástico.

Fig. 40: Densidad Seca Máxima vs. Límite Plástico - %Fino



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $\gamma_{d\max} = 2.2049e^{-0.0031LP}e^{-0.0084F}$

Coefficiente: 82.10%

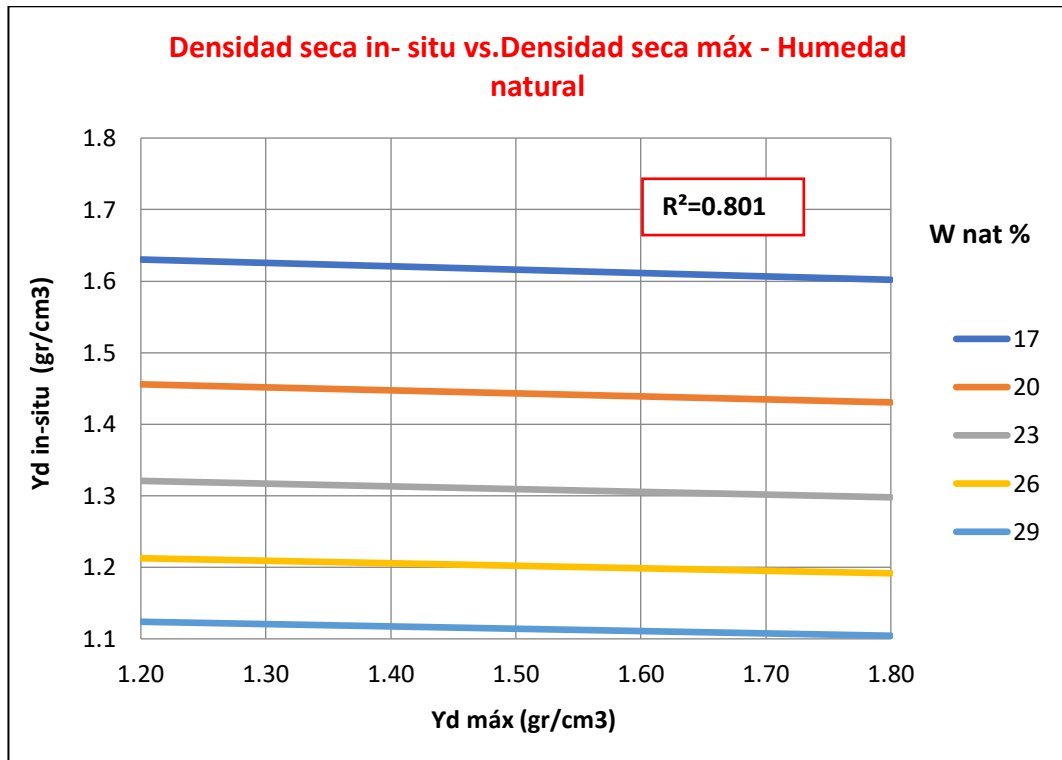
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite plástico, la densidad seca máxima y el porcentaje de granos finos, se ajustó a una ecuación exponencial múltiple, con un coeficiente R^2 de 0.821, calificada como aceptable.

La relación entre la densidad seca máxima y el límite plástico es inversamente proporcional, al incrementar el nivel de humedad la densidad disminuye, por el contrario, la presencia de finos permite un mejor acomodo en las partículas por lo que la densidad aumenta.

Fig. 41: Densidad seca in- situ vs. Densidad seca máx - Humedad natural



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $Yd\ in - situ = 11.8161 Yd máx^{-0.0432} W nat^{-0.6963}$

Coefficiente: 80.10%

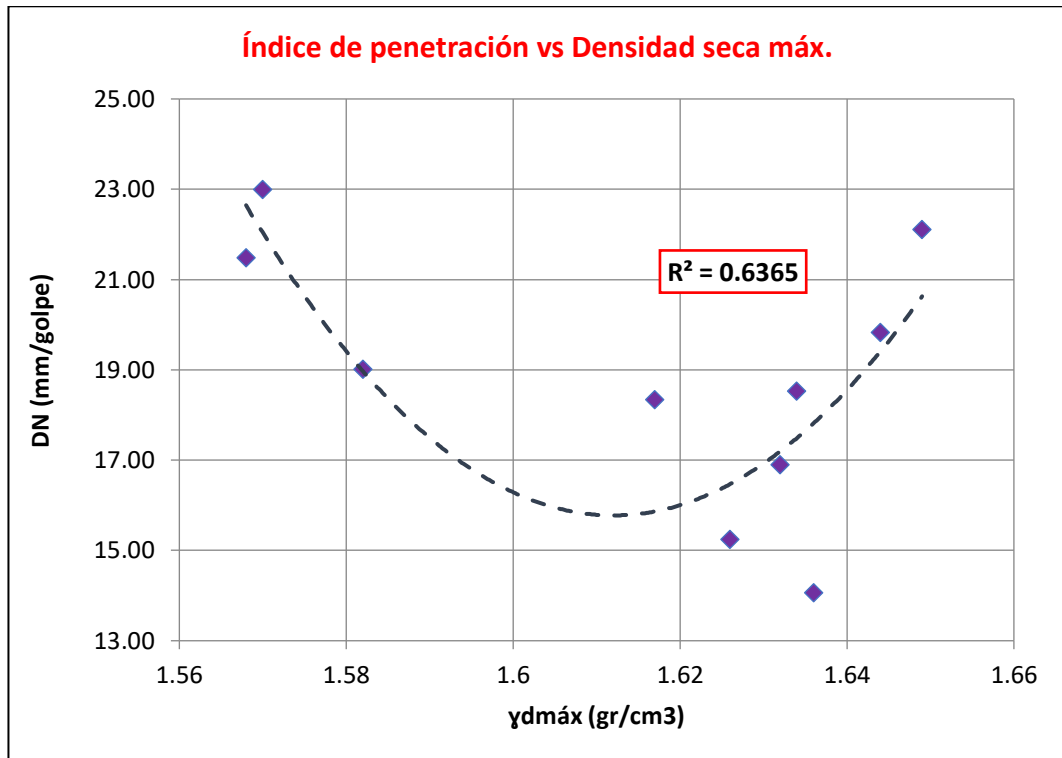
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca máxima, la densidad seca in situ y la humedad natural, se ajustó a una ecuación potencial múltiple, con un coeficiente R² de 0.801, calificada como aceptable.

En esta gráfica las variables de densidad muestran una relación inversamente proporcional mínima, la densidad máxima que se alcanza en cada muestra es mayor a la densidad in situ, ambas densidades tienen una relación inversamente proporcional con el contenido de humedad, a mayor humedad el suelo se satura y disminuye la densidad.

Fig. 42: Índice de penetración vs Densidad seca máx.



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $DN = 3547.4\gamma_{d\text{máx}}^2 - 11437\gamma_{d\text{máx}} + 9233.9$

Coefficiente: 63.65%

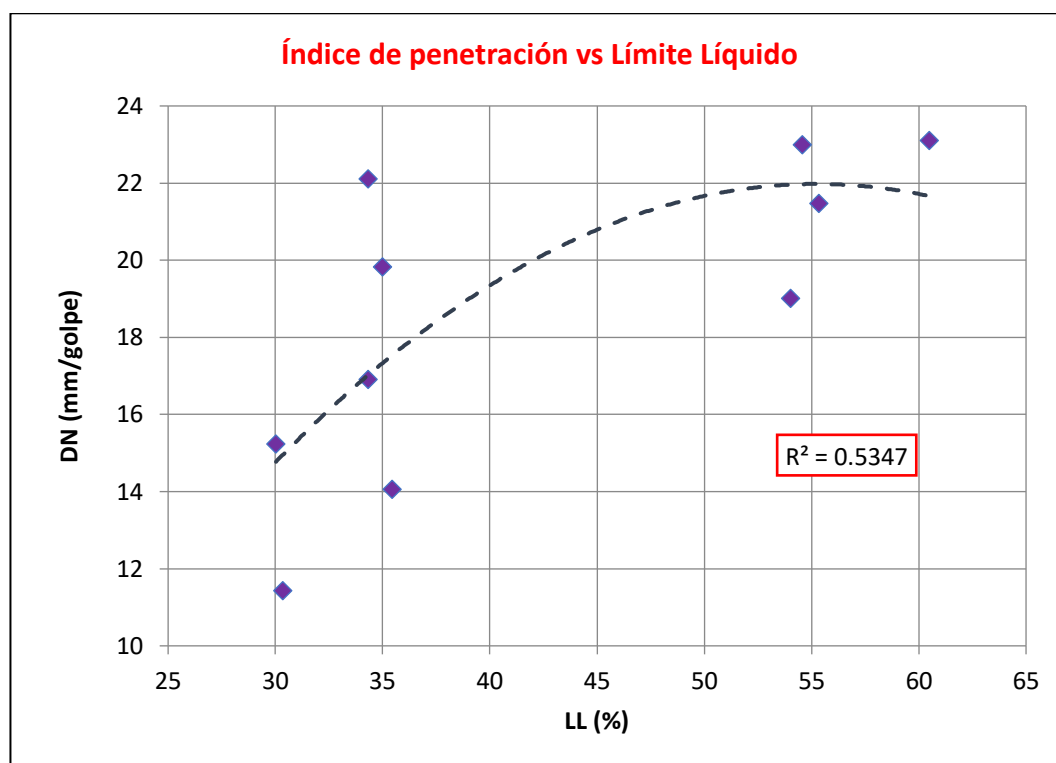
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca máxima y el índice de penetración se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.6365, calificada como regular.

Mientras más denso se encuentre el suelo, menor será el índice de penetración, sin embargo, en comportamiento de los suelos bien graduados, es distinto a los suelos finos, por esta razón se ajusta la correlación se ajusta a una parábola.

Fig. 43: Índice de penetración vs Límite Líquido



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $DN = -0.0113LL^2 + 1.2533LL - 12.631$

Coefficiente: 53.47%

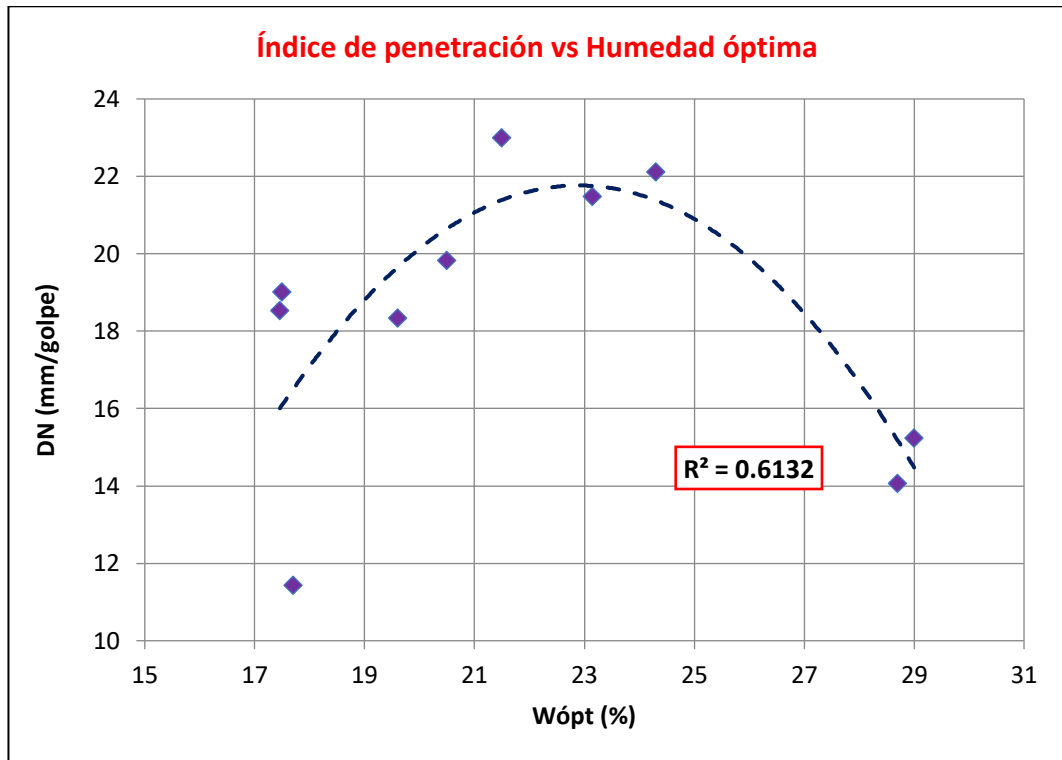
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite líquido y el índice de penetración se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.5347, calificada como mínima.

La relación entre estas variables es directamente proporcional, ya que el límite líquido corresponde a una humedad, por lo que al ser mayor el suelo será más débil y la penetración del equipo de DCP será más fácil, su índice será mayor también.

Fig. 44: Índice de penetración vs Humedad óptima



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $DN = -0.1953Wópt^2 + 8.9427Wópt - 80.589$

Coefficiente: 61.32%

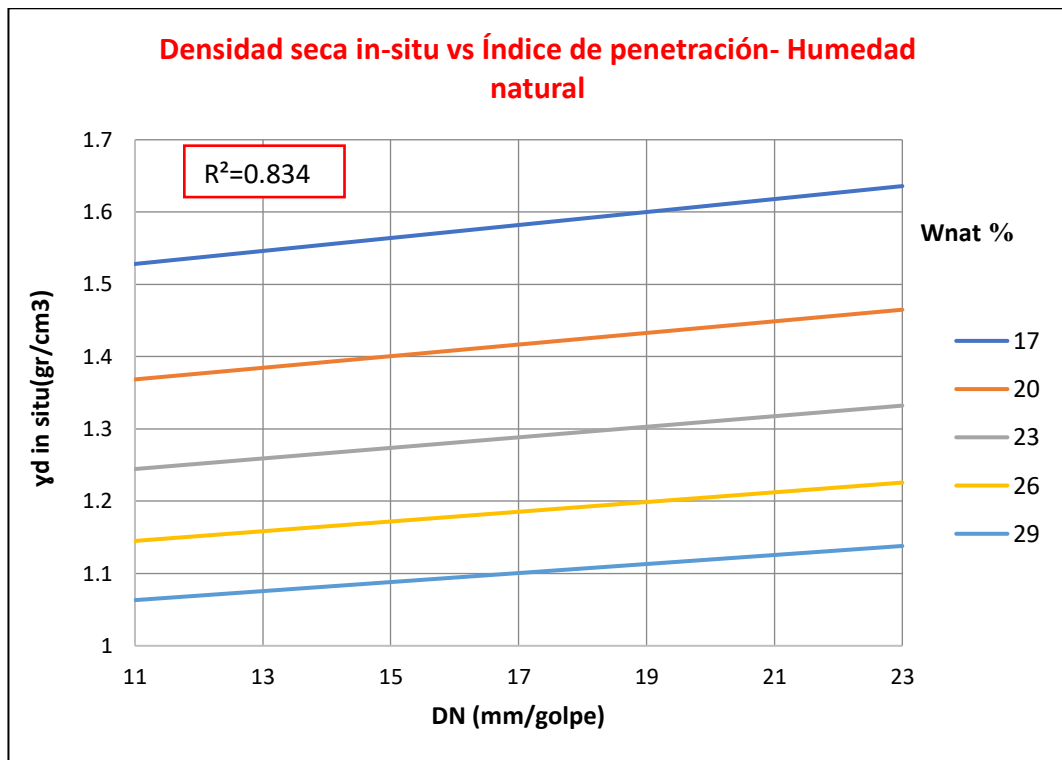
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre la humedad óptima y el índice de penetración se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.6132, calificada como regular.

La relación entre estas variables se ajusta a una curva cóncava, sin embargo, la mayoría de las variables se acomodan en la parte inicial de la curva, considerando una relación directa con respecto al índice de penetración.

Fig. 45: Densidad seca in-situ vs Índice de penetración- Humedad natural



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $y_d \text{ in } - \text{ situ} = 8.3934DN^{0.0923}Wnat^{-0.6793}$

Coefficiente: 83.40%

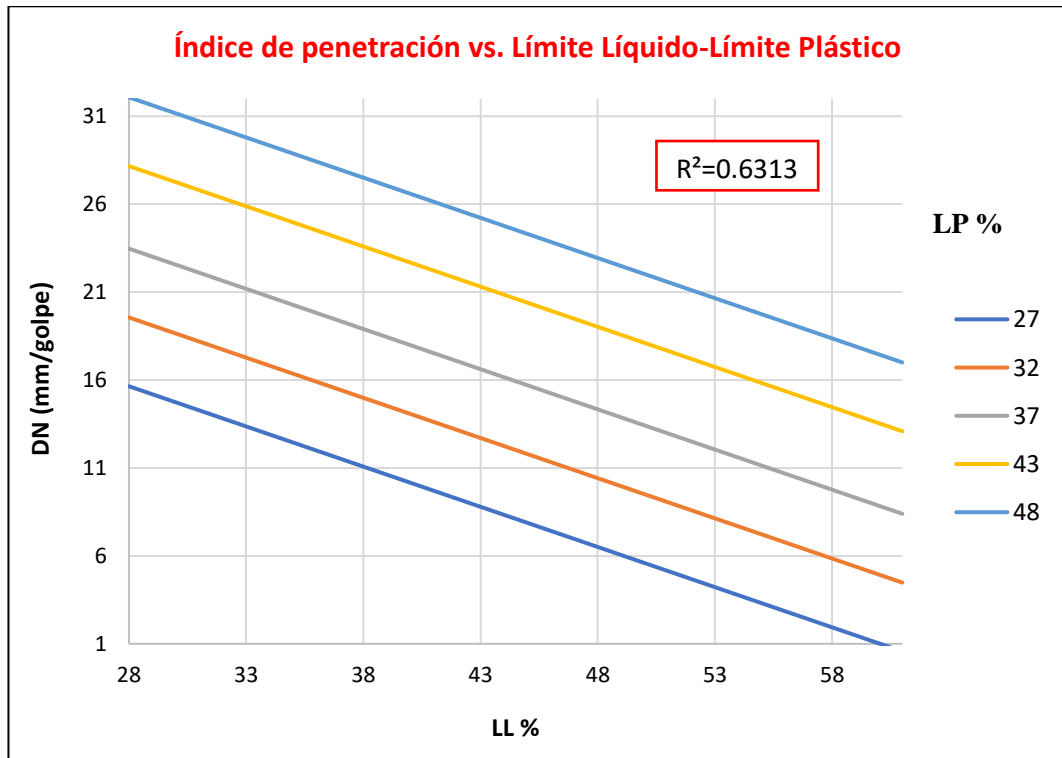
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre el índice de penetración, la densidad máxima y la humedad natural, se ajustó a una ecuación potencial múltiple, con un coeficiente R^2 de 0.8340, calificada como aceptable.

En la gráfica la densidad seca in situ con respecto a la humedad natural, es inversamente proporcional, a mayor contenido de humedad, el suelo pierde resistencia, y con respecto al índice de penetración guarda una relación inversa.

Fig. 46: Índice de penetración vs. Límite Líquido-Límite Plástico



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $DN = 7.3143 - 0.457LL + 0.7825LP$

Coefficiente: 63.13%

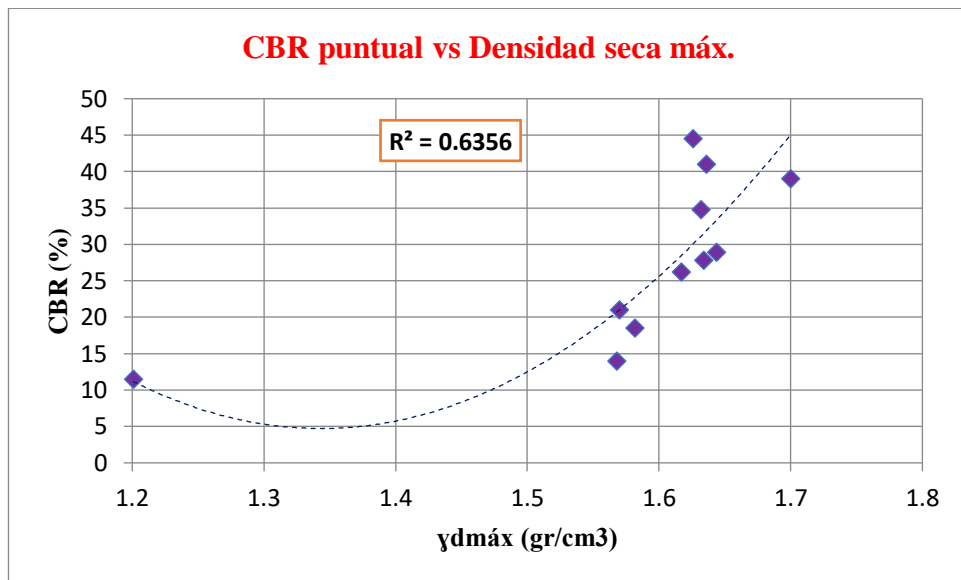
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite líquido, el índice de penetración, y el límite plástico, se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.6313, calificada como regular.

La relación entre el límite líquido con respecto al índice de penetración es inversamente proporcional, y el límite plástico es directamente proporcional con el DN y el límite líquido.

Fig. 47: CBR puntual vs Densidad seca máx.



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR = 317.25\gamma_{dm\acute{a}x}^2 - 852.34\gamma_{dm\acute{a}x} + 577.2$

Coefficiente: 63.56%

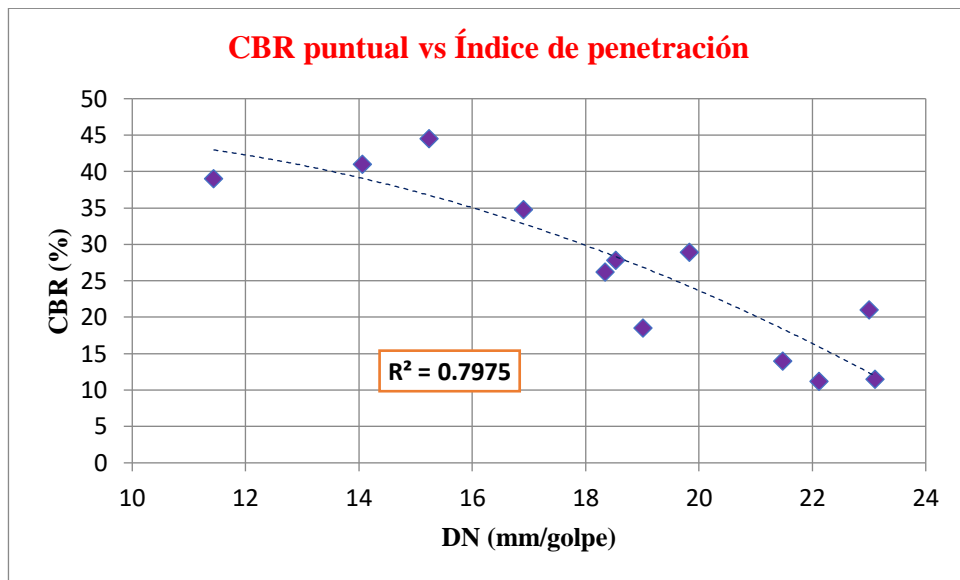
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca máxima y el CBR se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.6356, calificada como regular. Ambas variables son directamente proporcionales.

La gráfica muestra una relación directamente proporcional, ya que el CBR depende de la densidad máxima que tenga el suelo.

Fig. 48: CBR puntual vs Índice de penetración



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR = -0.1299DN^2 + 1.8267DN + 39.057$

Coefficiente: 79.75%

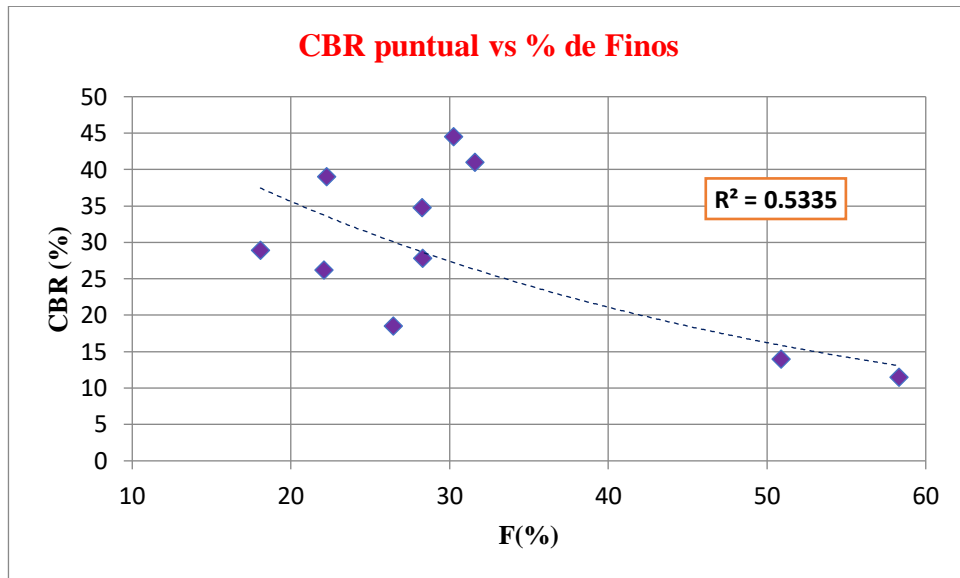
Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre el índice de penetración y el CBR se ajustó a una ecuación polinómica de segundo grado, con un coeficiente R^2 de 0.7975, calificada como aceptable.

El valor de CBR tiene una relación inversamente proporcional con el índice de penetración, ya que mientras más resistente sea el suelo, el índice de penetración será menor.

Fig. 49: CBR puntual vs % de Finos



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR = 60.132e^{-0.026F}$

Coefficiente: 53.35%

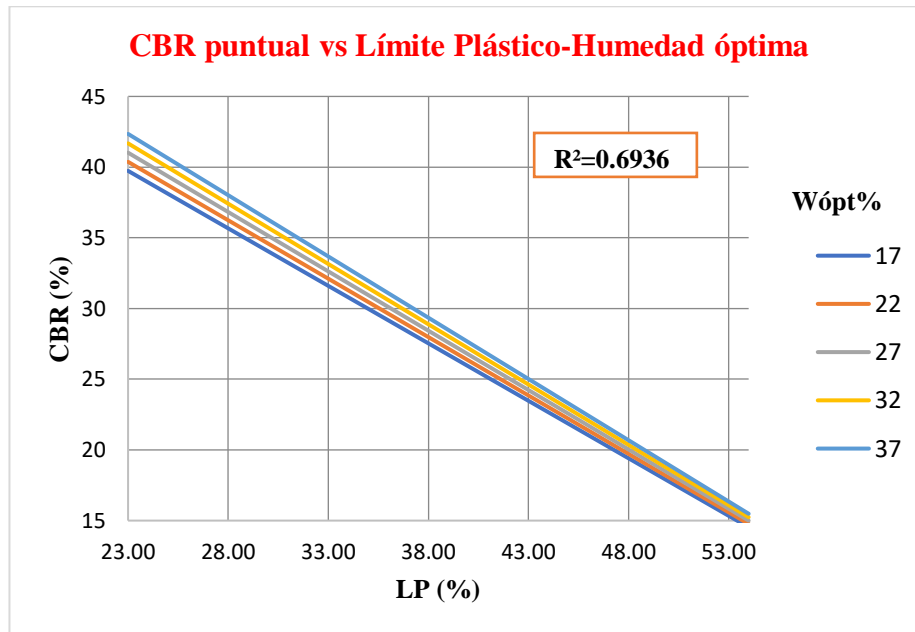
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre el porcentaje de finos y el CBR se ajustó a una ecuación exponencial, con un coeficiente R^2 de 0.5335, calificada como regular.

El CBR con respecto al porcentaje de finos en cada muestra tienen una relación inversamente proporcional, ya que, si la muestra tiene un alto contenido de finos, no se acomodan las partículas correctamente y la resistencia del suelo disminuye.

Fig. 50: CBR puntual vs Límite Plástico-Humedad óptima



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR_{puntual} = 79.4023e^{-0.0325LP}e^{0.0032W_{ópt}}$

Coefficiente: 69.36%

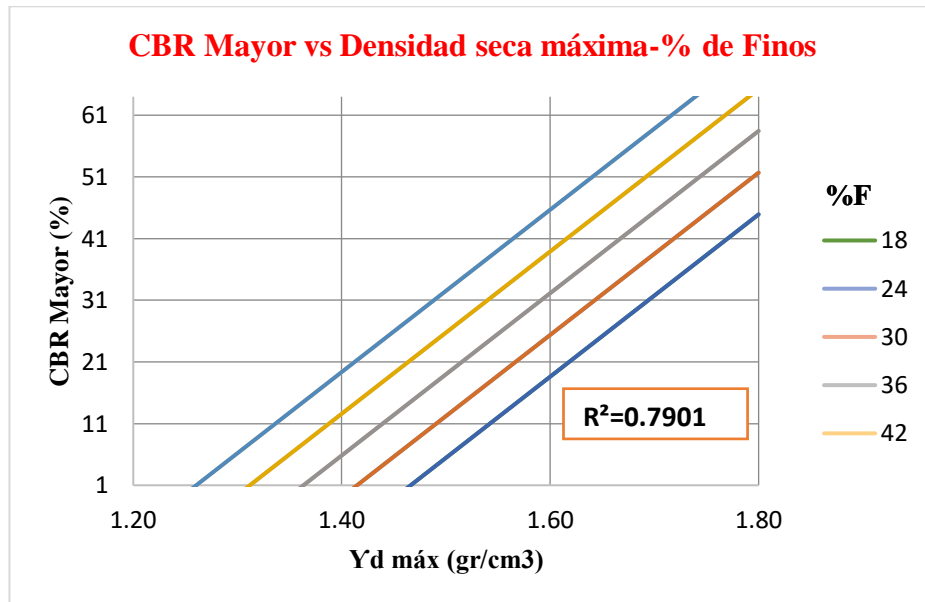
Número de muestras: 11

Análisis:

La gráfica considerada entre el límite plástico, el CBR, y la humedad óptima, se ajustó a una ecuación exponencial múltiple, con un coeficiente R² de 0.6936, calificada como regular.

El valor de CBR, guardan una relación inversamente proporcional con respecto al límite plástico, y con respecto a la humedad óptima, una relación inversa, ya que al tener exceso de agua el agua pierde resistencia.

Fig. 51: CBR Puntual vs Densidad seca máxima-% de Finos



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR_{puntual} = -212.193 + 131.5575y_{dmáx} + 1.1279F$

Coefficiente: 79.01%

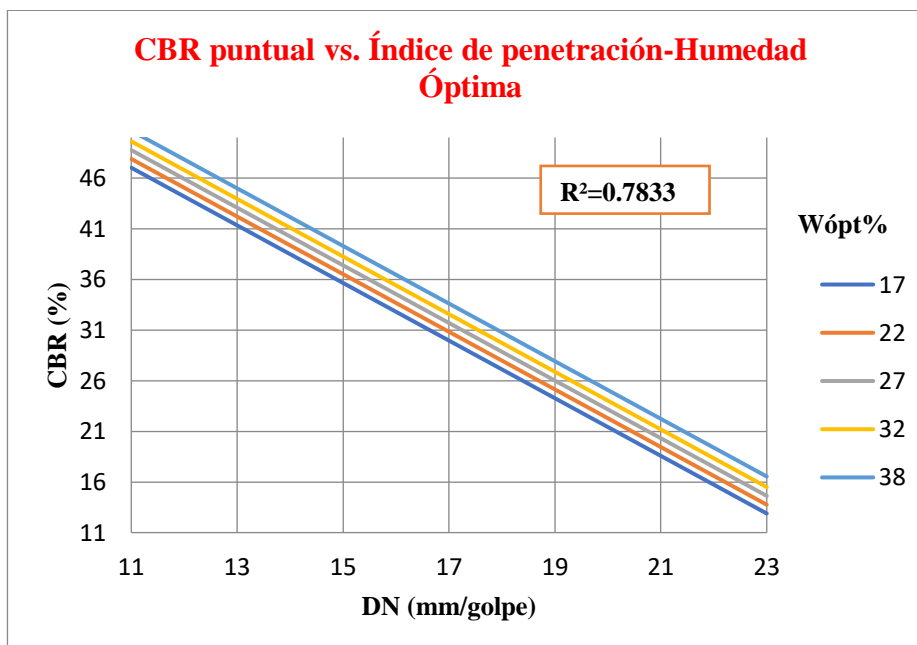
Número de muestras: 10

Análisis:

La gráfica considerada entre la densidad seca máxima, el CBR, y el porcentaje de finos, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente R² de 0.7901, calificada como aceptable.

Existe una relación directamente proporcional entre la densidad seca máxima y el valor del CBR, el contenido de finos tiene una relación directa con el CBR e inversa con la densidad seca máxima.

Fig. 52: CBR puntual vs. Índice de penetración-Humedad Óptima



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Ecuación: $CBR_{puntual} = 75.3485 - 2.8444DN + 0.174W_{ópt}$

Coefficiente: 78.33%

Número de muestras: 12

Análisis:

La gráfica considerada entre el índice de penetración, CBR y la humedad óptima, se ajustó a una ecuación lineal múltiple, con un coeficiente R^2 de 0.7833, calificada como aceptable.

Existe una relación inversamente proporcional entre el CBR y el índice de penetración, la humedad óptima tiene una relación inversa con el CBR y directamente proporcional con el índice de penetración.

Tabla 44: Resumen de las correlaciones

Nº	ECUACIÓN	Nº muestra	R ² (%)	Fig. Nº
PROPIEDADES ÍNDICE				
1	$Gw = 0.6242Wnat^2 - 32.164Wnat + 477.2$	11	71.13	29
2	$Ga = -0.6242Wnat^2 + 32.164Wnat - 377.2$	11	71.13	30
3	$LP = 0.808LL + 1.148$	12	99.59	31
4	$\gamma m = 0.0056Wnat^2 - 0.2978Wnat + 5.445$	11	81.86	32
5	$e = 23.66e^{-2.14\gamma m}$	12	94.79	33
6	$n = -52.891\gamma d + 111.65$	12	98.12	34
7	$LL = -406.94Gs^2 + 2039.9Gs - 2496.1$	12	81.66	35
8	$\gamma d_{m\acute{a}x} = -0.0016W\acute{o}pt^2 + 0.0696W\acute{o}pt + 0.8909$	12	80.15	36
9	$W\acute{o}pt = 17.0349 + 4.8468LL - 5.0826LP$	10	69.60	37
10	$\gamma d_{m\acute{a}x} = 1.8239e^{-0.0021Wnat} e^{-0.0018LP}$	11	55.30	38
11	$\gamma d_{m\acute{a}x} = 2.2049e^{-0.0031LP} e^{-0.0084F}$	11	82.10	39
12	$\gamma d \text{ in situ} = 11.8161\gamma d_{m\acute{a}x}^{-0.0432} Wnat^{-0.6963}$	11	80.10	40
ÍNDICE DE PENETRACIÓN (DN)				
13	$DN = 3547.4\gamma d_{m\acute{a}x}^2 - 11437\gamma d_{m\acute{a}x} + 9233.9$	10	63.65	41
14	$DN = -0.0113LL^2 + 1.2533LL - 12.631$	10	53.47	42
15	$DN = -0.1953W\acute{o}pt^2 + 8.9427W\acute{o}pt - 80.589$	10	61.32	43
16	$\gamma d \text{ in situ} = 8.3934DN^{0.0923} Wnat^{-0.6793}$	11	83.4	44
17	$DN = 7.3143 - 0.457LL + 0.7825LP$	10	63.13	45
CBR				
18	$CBR = 317.25\gamma d_{m\acute{a}x}^2 - 852.34\gamma d_{m\acute{a}x} + 577.2$	11	63.56	46
19	$CBR = -0.1299DN^2 + 1.8267DN + 39.057$	12	79.75	47
20	$CBR = 60.132e^{-0.026F}$	10	53.35	48

21	$CBR_{puntual} = 79.4023e^{-0.0325LP} e^{0.0032W\acute{o}pt}$	11	69.36	49
22	$CBR_{puntual} = -212.193 + 131.5575\gamma dm\acute{a}x + 1.1279F$	10	79.01	50
23	$CBR_{puntual} = 75.3485 - 2.8444DN + 0.174W\acute{o}pt$	12	78.33	51

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.2 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE AASHTO 93

Conteo Vehicular

Se determinó el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de conteos vehiculares manuales durante siete días, desde las 07:00 am a 07:00 pm, considerando todos los vehículos que circularon en los dos sentidos en la vía Tahaicha de la parroquia Patate, obteniendo el siguiente tráfico promedio.

Tabla 45 Resumen conteo vehicular

TRÁFICO PROMEDIO DIARIO				
Vía: Tahaicha		Estación: Km 3		Nº Días: 7 días
HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	TOTAL BUSES	TOTAL PESADOS	TOTAL ACUMULADOS
7:00 - 8:00	11	3	2	16
8:00 - 9:00	6	0	1	7
9:00 - 10:00	7	1	1	10
10:00 - 11:00	5	1	2	7
11:00 - 12:00	6	2	3	11
12:00 - 13:00	8	1	1	10
13:00 - 14:00	6	1	3	9
14:00 - 15:00	6	1	2	9
15:00 - 16:00	5	1	2	8
16:00 - 17:00	6	1	0	7
17:00 - 18:00	5	2	1	9
18:00 - 19:00	4	1	1	6
Total	75	15	19	109

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Cálculo del tráfico actual del proyecto

En base al análisis previo se conoce:

- Tráfico promedio diario (TPD) = 109
- Volumen horario máximo diario (VHMD) = 16

Porcentaje de la trigésima hora

Al considerarse ésta vía como rural, el Ministerio de Obras Públicas recomienda usar un porcentaje del 15%, y un factor horario máximo de 1.

$$\mathbf{TPDA} = \frac{\mathbf{VHMD * FHMD}}{\mathbf{15\%}}$$

$$\mathbf{TPDA Livianos: TPDA} = \frac{\mathbf{11*1}}{\mathbf{15\%}}$$

TPDA = 73 vehículos por día

$$\mathbf{TPDA Buses: TPDA} = \frac{\mathbf{3*1}}{\mathbf{15\%}}$$

TPDA = 20 vehículos por día

$$\mathbf{TPDA Pesados: TPDA} = \frac{\mathbf{2*1}}{\mathbf{15\%}}$$

TPDA = 13 vehículos por día

TPDA Actual: TPDA livianos + TPDA buses +TPDA camiones

TPDA Actual: 73+20+13

TPDA Actual: 106 vehículos por día

Tráfico vehicular en un año

Tabla 46 Índice de crecimiento vehicular (i%)

PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2026-2030	3.25	1.62	1.58
2031-2035	3.25	1.62	1.58
2036-2041	3.25	1.62	1.58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP 2003

$$TPDA_{1año} = Ta * (1 + i)^1$$

$$TPDA_{1año} \text{ Livianos} = 73 * (1 + 3.57\%)^1$$

$$TPDA_{1año} = 76 \text{ vehículos por día}$$

$$TPDA_{1año} \text{ Buses} = 20 * (1 + 1.78\%)^1$$

$$TPDA_{1año} = 20 \text{ vehículos por día}$$

$$TPDA_{1año} \text{ Pesados} = 13 * (1 + 1.74\%)^1$$

$$TPDA_{1año} = 13 \text{ vehículos por día}$$

$$TPDA_{1año}: TPDA_{1año} \text{ Livianos} + TPDA_{1año} \text{ Buses} + TPDA_{1año} \text{ Camiones}$$

$$TPDA_{1año}: 76+20+13$$

$$TPDA_{1año}: 109 \text{ vehículos por día}$$

Tráfico generado

$$Tg = 20\% * TPDA(1^{\circ} \text{ año})$$

$$Tg \text{ Livianos} = 20\% * (76)$$

$$Tg = 15 \text{ vehículos por día}$$

$$\mathbf{Tg\ Buses = 20\% * (20)}$$

Tg = 4 vehículos por día

$$\mathbf{Tg\ Pesados = 20\% * (13)}$$

Tg = 3 vehículos por día

$$\mathbf{Tg = Tg\ Livianos + Tg\ Buses + Tg\ Camiones}$$

$$\mathbf{Tg = 15+4+3}$$

Tg = 22 vehículos por día

Tráfico atraído

$$\mathbf{T\ at = 10\% * TPDA(1^\circ\ a\tilde{n}o)}$$

$$\mathbf{T\ at\ Livianos = 10\% * (76)}$$

T at = 8 vehículos por día

$$\mathbf{T\ at\ Buses = 10\% * (20)}$$

T at = 2 vehículos por día

$$\mathbf{T\ at\ Pesados = 10\% * (13)}$$

T at = 1 vehículos por día

$$\mathbf{T\ at = T\ at\ Livianos + T\ at\ Buses + T\ at\ Camiones}$$

$$\mathbf{T\ at = 8+2+1}$$

T at = 11 vehículos por día

Tráfico desarrollado

$$\mathbf{T\ d = 5\% * TPDA(1^\circ\ a\tilde{n}o)}$$

$$\mathbf{T\ d\ Livianos = 5\% * (76)}$$

$T d = 4$ vehículos por día

T d Buses = 5% * (20)

$T d = 1$ vehículos por día

T d Pesados = 5% * (13)

$T d = 1$ vehículos por día

$T d = T d \text{ Livianos} + T d \text{ Buses} + T d \text{ Camiones}$

$T d = 4+1+1$

$T d = 6$ vehículos por día

Tabla 47 Tráfico actual del proyecto

Cálculo del Tráfico Actual						
Tipo de vehículo	TPDA Actual	TPDA 1año	Tg	T at	Td	Ta
Livianos	73	76	15	8	4	103
Buses	20	20	4	2	1	27
Pesados	13	13	3	1	1	18

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Cálculo del tráfico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. El período de diseño según la normativa AASHTO 93, depende de la clasificación de la vía a diseñar.

Tabla 48 Período de diseño según el tipo de vía

Clasificación de la vía	Período de análisis (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: Manual de diseño de Pavimento AASHTO 93.

La fórmula que se utiliza para el cálculo del tráfico futuro, considerando los índices de crecimiento indicados anteriormente es la siguiente:

$$Tf = Ta * (1 + i)^1$$

Tráfico futuro para un período de diseño N = 20 años

Tf Livianos: i% = 3.25

Tf Buses: i% = 1.62

Tf Pesados: i% = 1.58

Tabla 49 Tráfico proyectado para el período de diseño

Período	N° Años	Índice de crecimiento (i%)			TPDA Futuro = Ta*(1+i) ⁿ			Total
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2021	0	3.57	1.78	1.74	103	27	18	148
2022	1	3.57	1.78	1.74	106	27	18	151
2023	2	3.57	1.78	1.74	110	27	18	155
2024	3	3.57	1.78	1.74	114	28	18	160
2025	4	3.57	1.78	1.74	118	28	19	165
2026	5	3.25	1.62	1.58	120	29	19	168
2027	6	3.25	1.62	1.58	124	29	19	172
2028	7	3.25	1.62	1.58	128	30	20	178
2029	8	3.25	1.62	1.58	133	30	20	183
2030	9	3.25	1.62	1.58	137	31	20	188
2031	10	3.25	1.62	1.58	141	31	21	193
2032	11	3.25	1.62	1.58	146	32	21	199
2033	12	3.25	1.62	1.58	151	32	21	204
2034	13	3.25	1.62	1.58	156	33	22	211
2035	14	3.25	1.62	1.58	161	33	22	216
2036	15	3.25	1.62	1.58	166	34	22	222
2037	16	3.25	1.62	1.58	171	34	23	228
2038	17	3.25	1.62	1.58	177	35	23	235
2039	18	3.25	1.62	1.58	183	36	23	242
2040	19	3.25	1.62	1.58	189	36	24	249
2041	20	3.25	1.62	1.58	195	37	24	256

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

De acuerdo con el TPDA proyectado calculado de 256, se toma como referencia las normas MOP 2003 que presenta la clasificación de las carreteras de la siguiente manera:

Tabla 50 Clasificación de las carreteras según el tráfico proyectado

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TPDA
Corredor arterial	RI-RII	>8000
	I	3000-8000
Colectora	II	1000-3000
	III	300-1000
Vecinal	IV	100-300
	V	<100

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP 2003

Cálculo Eje equivalente según el período de diseño (W18)

Factor de daño

Tabla 51 Factor de daño según tipo de automotor (FD)

Tipo	Simple		Simple - Doble		Tandem		Tridem		Factor de Diseño
	Ton	(P/6.6) ⁴	Ton	(P/8.2) ⁴	Ton	(P/15) ⁴	Ton	(P/23) ⁴	
Livianos	3	0.04							0.04
Bus	4	0.13	8	0.91					1.04
C-2P	2.5	0.02							1.29
	7	1.27							
C-2G	6	0.68	11	3.24					3.92
C-3	6	0.68			18	2.07			2.75
C-4	6	0.68					25	1.4	2.08
C-5	6	0.68			18	2.07			2.75
C-6	6	0.68			18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP 2003

El factor de daño a utilizarse según la tabla será:

- Livianos: 0.04
- Buses 1.04
- Pesados 1.29

Factor de distribución por carril

Según la guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93, para la vía Tahuaiicha con un carril en cada sentido, se considera un porcentaje del 100%.

Tabla 52 Factor de distribución por carril

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	% DEL W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Número de ejes equivalentes

$$W18_{Total} = 365 * TPDA_{Final} * FD$$

Donde:

W18 = Número acumulado de ejes equivalentes

$TPDA_{Final}$ = Tráfico promedio diario anual final

FD = Factor de daño

fd = Factor de distribución por carril

Cálculo del W18 para el año 2041:

$$W18 = 365 * TPDA_{Final} * FD$$

$$W18_{parcial} = (365 * 195 * 0.04) + (365 * 37 * 1.04) + (365 * 24 * 1.29)$$

$$W18_{parcial} = 28192.60$$

$$W18_{acumulado} = W18_{parcial\ 2041} + W18_{acumulado\ hasta\ 2040}$$

$$W18_{acumulado} = 28192.60 + 471007$$

$$W18_{acumulado} = 499200$$

$$W18_{diseño} = \frac{(W18_{acumulado})}{2}$$

$$W18_{diseño} = \frac{499200}{2}$$

$$W18_{diseño} = 249600$$

Tabla 53 Cálculo del número de ejes equivalentes (W18)

Período	N° Años	Índice de crecimiento (i%)			TPDA Futuro = $Ta*(1+i)^n$			Total	W18 Parcial	W18 acumulado	W18 de diseño
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2021	0	3.57	1.78	1.74	103	27	18	148	20228.3	20228	10114
2022	1	3.57	1.78	1.74	106	27	18	151	20272.1	40500	20250
2023	2	3.57	1.78	1.74	110	27	18	155	20330.5	60831	30415
2024	3	3.57	1.78	1.74	114	28	18	160	20768.5	81599	40800
2025	4	3.57	1.78	1.74	118	28	19	165	21297.75	102897	51449
2026	5	3.25	1.62	1.58	120	29	19	168	21706.55	124604	62302
2027	6	3.25	1.62	1.58	124	29	19	172	21764.95	146369	73184
2028	7	3.25	1.62	1.58	128	30	20	178	22673.8	169042	84521
2029	8	3.25	1.62	1.58	133	30	20	183	22746.8	191789	95895
2030	9	3.25	1.62	1.58	137	31	20	188	23184.8	214974	107487
2031	10	3.25	1.62	1.58	141	31	21	193	23714.05	238688	119344
2032	11	3.25	1.62	1.58	146	32	21	199	24166.65	262855	131427
2033	12	3.25	1.62	1.58	151	32	21	204	24239.65	287094	143547
2034	13	3.25	1.62	1.58	156	33	22	211	25163.1	312258	156129
2035	14	3.25	1.62	1.58	161	33	22	216	25236.1	337494	168747
2036	15	3.25	1.62	1.58	166	34	22	222	25688.7	363182	181591
2037	16	3.25	1.62	1.58	171	34	23	228	26232.55	389415	194707
2038	17	3.25	1.62	1.58	177	35	23	235	26699.75	416115	208057
2039	18	3.25	1.62	1.58	183	36	23	242	27166.95	443282	221641
2040	19	3.25	1.62	1.58	189	36	24	249	27725.4	471007	235503
2041	20	3.25	1.62	1.58	195	37	24	256	28192.6	499200	249600

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 54 Espesores mínimos según ejes equivalentes

TRÁNSITO W18	CARPETA ASFÁLTICA (D1)	CAPA BASE (D2)
Menos de 5 000	1.0 ó Tándem Superficial	4.0
50 001 a 150 000	2.0	4.0
150 001 a 500 000	2.5	4.0
500 001 a 2 000 000	3.0	6.0
2 000 001 a 7 000 000	3.5	6.0
Mayor a 7 000 000	4.0	6.0

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Confiabilidad “R”

Tabla 55 Nivel de confiabilidad "R"

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	ZONAS URBANAS	ZONAS RURALES
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de 1er Orden	80-90	75-95
Carreteras de 2do Orden	80-95	75-95
Caminos vecinales o locales	50-80	50-80

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Para el diseño de un camino vecinal rural, se toma en cuenta una confiabilidad de 70%.

Densidad Estándar Normal “Zr”

Tabla 56 Desviación Estándar Normal "Zr"

CONFIABILIDAD "R" %	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL, ZR
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645

96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

La desviación estándar Z_r es de -0.524.

Desviación Estándar Global “So”

Para el diseño del pavimento se recomienda usar un “So” de 0,45.

Índice de serviciabilidad “PSI”

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

$$\Delta\text{PSI} = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta\text{PSI} = 2.2$$

Módulo de resiliencia “Mr”

Se utilizará un CBR de laboratorio con un valor de 28.90% perteneciente al pozo 3.

$$\text{Mr (PSI)} = 4326 * \ln(\text{CBR}) + 241$$

$$\text{Mr (PSI)} = 4326 * \ln(28.9) + 241$$

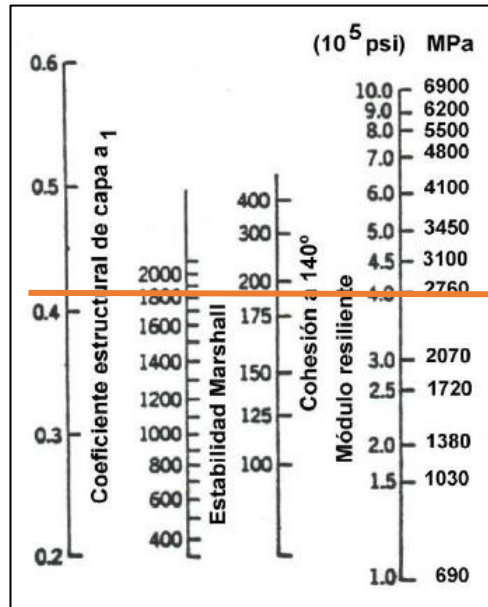
$$\text{Mr (PSI)} = 14792.979$$

$$\text{Mr} = 14.79\text{Ksi}$$

Coficiente estructural a1

El tráfico de esta vía, se considera liviano, y con referencia a la AASHTO 93, se establece una estabilidad mínima de 1800 lb para determinar el valor a1.

Figura 1 Nomograma para determinar el coeficiente estructural de la subrasante a_1



Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Tabla 57 Determinación de valores a_1

Módulo Elástico		Valores a_1
PSI	Mpa	
125 000	875	0.220
150 000	1050	0.250
175 000	1225	0.280
200 000	1400	0.295
225 000	1575	0.320
250 000	1750	0.330
275 000	1925	0.350
300 000	2100	0.360
325 000	2275	0.375
350 000	2450	0.385
375 000	2625	0.405
400 000	2800	0.420
425 000	2975	0.435
450 000	3150	0.440

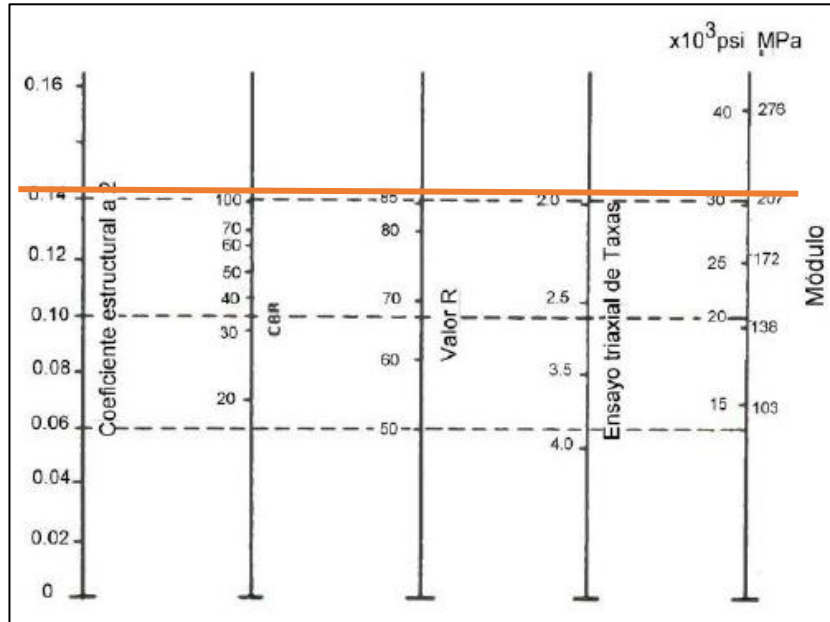
Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Mediante el uso del nomograma, para la estabilidad de 1800 lb, se obtiene el valor de a_1 igual a 0.405, el módulo de resiliencia para la carpeta asfáltica corresponde a 375 000 psi.

Coefficiente estructural a2

Para la determinación de a2, la normativa del diseño geométrico de carreteras MOP 2003, indica que la base granular debe tener un CBR mínimo de 80%, partiendo de este dato se obtiene a2 y el Módulo de Elasticidad en el siguiente monograma.

Figura 2 Nomograma para la determinación del coeficiente estructural a2



Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Tabla 58 Determinación de valores a3

Base de agregados	
CBR	a2
50	0.115
55	0.12
60	0.125
70	0.13
80	0.133
90	0.137
100	0.14

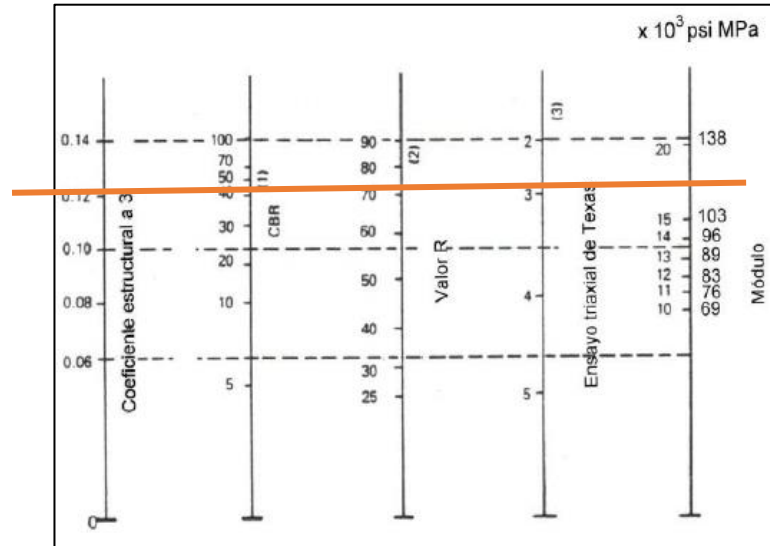
Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Se establece un coeficiente estructural de 0.133 y un módulo de elasticidad para la base de 28Ksi.

Coefficiente estructural a3

Para la determinación de a3, la normativa del diseño geométrico de carreteras MOP 2003, indica que la sub-base granular debe tener un CBR mínimo de 30%, partiendo de este dato se obtiene a3 y el Módulo de Elasticidad en el siguiente Nomograma.

Figura 3 Nomograma para la determinación del coeficiente estructural a3



Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

Se establece un coeficiente estructural de 0.108 y un módulo de elasticidad para la base de 14.8 Ksi.

Coefficiente de drenaje “m2, m1”

Tabla 59 Corrección de coeficientes m2 y m3 en base al drenaje

Calidad de Drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1% a 5%	5% a 25%	más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía para el diseño de pavimento flexible, AASHTO 93

En las distintas inspecciones al sitio, se observó que es una zona muy húmeda, considerando una calidad de drenaje Regular, y se establece un coeficiente de 0,9.

Tabla 60: Datos de diseño Pavimento Flexible

Datos Diseño del Pavimento Flexible	
CBR de la subrasante %	28.90
Módulo de resiliencia carpeta asfáltica KSI	375
Módulo de resiliencia de capa base KSI	28
Módulo de resiliencia de capa subbase KSI	14.80
Ejes equivalentes (W18)	249600
Confiabilidad %	70
Desviación estándar	-0.524
Desviación Global	0.45
Módulo de resiliencia de subrasante (Mr)PSI	14792.979
Serviciabilidad inicial	4.20
serviciabilidad final	2.0
Período de diseño (años)	20
Concreto asfáltico a1	0.405
Base granular a2	0.133
Subbase a3	0.108
Coefficiente de Drenaje m2 y m3	0.90

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Fig. 53: Ecuación AASHTO 93 Pavimento con CBR de laboratorio

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

FUENTE: AASHTO93

Tabla 61: Diseño de Pavimento Flexible con CBR de laboratorio

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO :	Trabajo de Titulación		TRAMO : Patate: Tahuaiacha
			FECHA : 11/2021
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)			14.80
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			249,600
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14.79
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
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)			0.900
Subbase (m ₃)			0.900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.85	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.42	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.42	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.01	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
		ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	TEORICO 8.9 cm	5.0 cm	0.80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.9 cm	15.0 cm	0.71
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.3 cm	15.0 cm	0.57
ESPESOR TOTAL (cm)		35.0 cm	2.08
DISEÑADO POR :	Tatiana Josselyn Lozada Sánchez		<i>fm</i>

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

FUENTE: AASHTO93

Para cada capa del pavimento flexible se proponen los siguientes espesores:

Tabla 62: Espesores de la capa del Pavimento con CBR de laboratorio

PROPUESTA DE DISEÑO	
Nombre de la Capa del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base Granular	15
Subbase granular	15

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Análisis del diseño final con el sistema multicapa

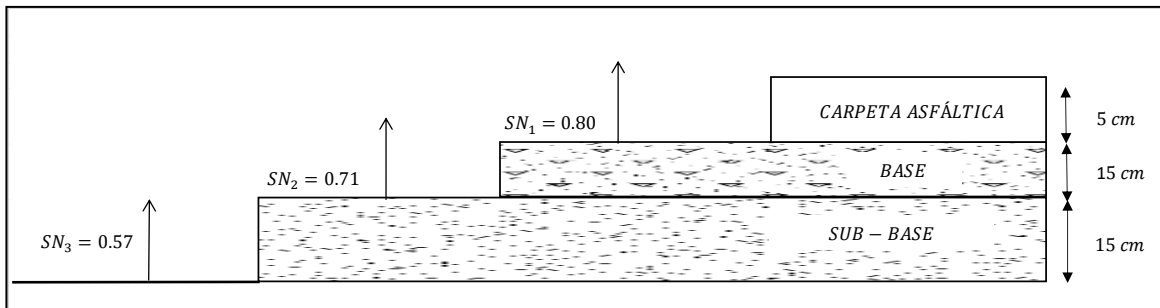
$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq 1.85$$

$$0.80 + 0.71 + 0.57 \geq 1.85$$

$$2.08 \geq 1.85$$

Si cumple

Fig. 54: Espesores de cada capa del pavimento con CBR de laboratorio



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.2.1 Diseño de pavimento flexible con correlaciones

Pozo 3: Parroquia Patate, Vía Tahuaicha

Datos:

$$W_{\text{ópt}}=20.50\%$$

$$\gamma_{\text{dmáx}} = 1.644 \text{ gr/cm}^3$$

$$F=18.08\%$$

$$DN=19.83\text{mm/golpe}$$

$$LP=32.56\%$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 75.3485 - 2.8444DN + 0.174W_{\text{ópt}}$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 75.3485 - 2.8444(19.83) + 0.174(20.50)$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 22.51\%$$

$$CBR_{\text{puntual}} = -217.193 + 131.5575\gamma_{\text{dmáx}} + 1.1279F$$

$$CBR_{\text{puntual}} = -217.193 + 131.5575(1.644) + 1.1279(18.08)$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 19.50\%$$

$$CBR = -0.1299DN^2 + 1.8267DN + 39.057$$

$$CBR = -0.1299(19.83^2) + 1.826(19.83) + 39.057$$

$$CBR = 24.19\%$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 79.4023e^{-0.0325LP} e^{0.0032W_{\text{ópt}}}$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 79.4023e^{-0.0325(32.56)} e^{0.0032(20.50)}$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 29.43\%$$

$$CBR_{\text{puntual}} = \frac{22.51 + 19.50 + 24.19 + 29.43}{4}$$

$$CBR_{\text{puntual}} = 23.91\%$$

Tabla 63: Datos Diseño del Pavimento Flexible con Correlaciones

Datos Diseño del Pavimento Flexible Correlaciones	
CBR de la subrasante %	23.91
Módulo de resiliencia carpeta asfáltica KSI	375
Módulo de resiliencia de capa base KSI	28
Módulo de resiliencia de capa subbase KSI	14.80
Ejes equivalentes (W18)	249600
Confiabilidad %	70
Desviación estándar	-0.524
Desviación Global	0.45
Módulo de resiliencia de subrasante (Mr)PSI	13973
Serviciabilidad inicial	4.20
serviciabilidad final	2
Período de diseño (años)	20
Concreto asfáltico a1	0.405
Base granular a2	0.133
Subbase a3	0.108
Coefficiente de Drenaje m2 y m3	0.90

Fig. 55: Ecuación AASHTO 93 Pavimento con Correlaciones

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

FUENTE: AASHTO93

Tabla 64: Diseño de pavimentos flexibles con correlaciones

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO :	Trabajo de Titulación		TRAMO : Patate: Tahuaiacha
			FECHA : 11/2021
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)			14.80
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			249,600
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			13.97
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
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)			0.900
Subbase (m ₃)			0.900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1.89	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1.42	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0.42	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0.05	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.9 cm	5.0 cm	0.80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	8.9 cm	15.0 cm	0.71
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	1.3 cm	15.0 cm	0.57
ESPESOR TOTAL (cm)		35.0 cm	2.08
DISEÑADO POR :	Tatiana Josselyn Lozada Sánchez		<i>fm</i>

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

FUENTE: AASHTO93

Para cada capa del pavimento flexible se proponen los siguientes espesores:

Tabla 65: Espesores de la capa del Pavimento con correlaciones

PROPUESTA DE DISEÑO	
Nombre de la Capa del Pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base Granular	15
Subbase granular	15

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Análisis del diseño final con el sistema multicapa

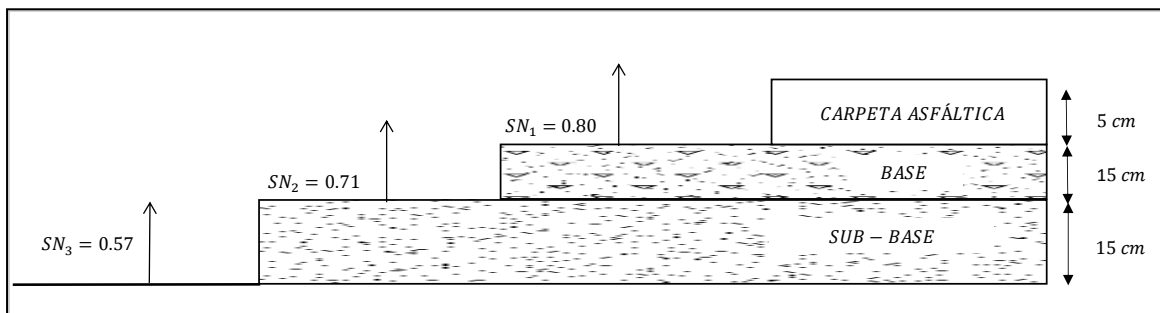
$$SN_1 + SN_2 + SN_3 \geq 1.88$$

$$0.80 + 0.71 + 0.57 \geq 1.88$$

$$2.08 \geq 1.88$$

Si cumple

Fig. 56: Espesores de la cada capa del Pavimento con correlaciones



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 66: Resumen de los espesores obtenidos

Espesores	Pavimento con CBR lab.	Pavimento CBR correlación
Carpeta Asfáltica	5	5
Base	15	15
Subbase	15	15
Total	35	35

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

3.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis Alternativa

Se puede establecer una correlación entre el CBR de laboratorio y las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Patate (la matriz) y el Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua. Debido a que los coeficientes de determinación son mayores al 50%, es decir se consideran aceptables. Esto se puede visualizar en la tabla N° 41.

3.3.2 Hipótesis Nula

No se puede establecer una relación entre el CBR de laboratorio y las propiedades índice y mecánicas para suelos de las parroquias de Patate (la matriz) y el Triunfo del cantón Patate, provincia de Tungurahua.

CAPITULO IV

4.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.2 CONCLUSIONES

- Se efectuó el muestreo aleatorio del suelo de las parroquias: Patate y El Triunfo del cantón Patate, extrayendo muestras de un costado de 3 vías, extrayendo un total de 12 muestras.
- Se estableció por medio del análisis granulométrico que se trata de suelos granulares con presencia de finos ya que se obtuvo 0% de Grava, 69.20% de Arena y 30.80% de Finos en promedio de las 12 muestras.
- Se determinó los valores de los Límites de Atterberg teniendo como resultado, Límite Líquido de 25.53%-60.50%, Límite Plástico de 23.39%-53.76% y un índice de plasticidad menor a 6.74. Dentro del análisis realizado indica que el 33.33% de las muestras pertenecen a suelos de alta plasticidad, mientras que el 66.67% pertenecen a suelos con baja plasticidad.
- En base al sistema de clasificación SUCS, se determinó que ocho muestras corresponden a arenas bien graduadas con presencia de limos de baja plasticidad (SW-ML), y cuatro a arenas bien graduadas con presencia de limos de alta plasticidad (SW-MH).
- En base al sistema de clasificación AASHTO, se establece que siete muestras pertenecen al grupo A-2-4, dos muestras al grupo A-1-b, dos muestras al grupo A-5, y una al grupo A-2-5.
- Se obtuvieron valores de índice de penetración de entre 11.44mm/golpe a 23.11mm/golpe, lo cual nos indica que el suelo presenta resistencias variadas, esto se debe al porcentaje de finos existentes en el suelo.

- Se obtuvieron valores de humedades óptimas entre 17.46% y 38%, con ellas un promedio de las densidades óptimas de 1.59 gr/cm³. Con un grado de compactación de 70.81% a 97.67%.
- En el ensayo de CBR, se obtuvieron resistencias entre 11% y 45%, obteniendo un promedio de 26.53 %, siendo suelos con una subrasante de regular a buena y muy buena.
- Se determinó correlaciones con coeficientes mayores al 50% por lo que se da como válida la hipótesis planteada, obteniendo valores admitidos para las correlaciones entre el CBR propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias Patate y El Triunfo del cantón Patate.
- Se realizaron 23 correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas de los suelos de las parroquias: Patate y El Triunfo, teniendo un coeficiente mayor a 53.35%.
- Se determinó que la correlación que presento un mayor coeficiente fue la que asocia al Límite Líquido y el Límite Plástico teniendo un coeficiente de 99.59%.
- Se determinó los espesores de las capas del pavimento diseñado con CBR de laboratorio que son: carpeta asfáltica= 5cm, base=15 cm y sub-base= 15 cm por otra parte los espesores con CBR de correlaciones son: carpeta asfáltica= 5 cm, base=15 cm y sub-base= 15 cm, determinando que no existe un cambio significativo en las mismas, demostrando que se puede utilizar el CBR de correlaciones.

4.1.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el material extraído de las calicatas para la realización de los ensayos sea de capas que carezcan de vegetación, o algún material de relleno aparente.
- Se recomienda verificar la exactitud y apreciación del GPS antes de empezar a tomar las coordenadas y evitar datos incorrectos.
- Se recomienda aplicar las normativas vigentes para realizar los ensayos de campo y laboratorio, para obtener datos más precisos, y correlaciones con porcentajes favorables.
- Se recomienda considerar todos los decimales posibles en los instrumentos de medición para tener mayor precisión en los resultados de todos los ensayos propuestos.
- Se recomienda utilizar los datos de las propiedades del suelo analizadas que se encuentren en el rango necesario para aumentar el % de R^2 , ya que algunos datos están fuera de dicho rango.
- Se recomienda la aplicación de las correlaciones propuestas en este proyecto de titulación para anteproyectos, estos análisis no remplazan los ensayos, pero pueden ser tomados como referencia.
- Se recomienda utilizar la ecuación que tenga un mayor coeficiente de determinación para poder realizar el diseño del pavimento.
- Se recomienda respetar los protocolos de bioseguridad considerados en la universidad, y en el laboratorio para salvaguardar nuestra salud y la de los demás, en esta época de pandemia.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. F. Contreras Avila y A. E. García García , «CORRELACIÓN DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO(P.D.C.)CON ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA(C.B.R.) PARA SUELOS EN LA LOCALIDAD DE ENGATIVÁ DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, UTILIZANDO LA NORMA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS,» Bogotá, 2019.
- [2] A. Gutiérrez, 27 06 2009. [En línea]. Available: https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/u11/ci_34_34151_desplome_de_un_edificio_pilotado_en_china_2009.pdf. [Último acceso: 28 10 2021].
- [3] Inacap, [En línea]. Available: http://www.inacap.cl/web/material-apoyocedem/profesor/Construccion/Laboratorio-de-Hormigones-y-Suelos-I/G02_Propiedades_Indices.pdf. [Último acceso: 28 10 2021].
- [4] C. Crespo Villacis, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, vol. 5, México: Limusa, 2004, p. 41.
- [5] A. N. Casas Gerena y J. F. Osorio Martínez, «CORRELACIÓN P.D.C. CON C.B.R. PARA SUELOS EN LA LOCALIDAD DE SUBA,» Bogotá, 2011.
- [6] L. Alvaro Noriega, 04 05 2017. [En línea]. Available: <https://www.eadic.com/funciones-de-la-ingenieria-vial/>. [Último acceso: 23 06 2021].
- [7] C. Flores, F. Torres y C. Peña, «ESTIMACION DEL VALOR DE CBR USANDO PENETROMETRO DE CONO DINAMICO».
- [8] A. A. Angamarca Solano, «DETERMINACIÓN DEL CBR DE LABORATORIO Y NATURAL EN SUELOS FINOS Y SU CORRELACIÓN CON EL DCP PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LA SUBRASANTE, EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA CIUDAD DE QUITO,» Quito, 2013.
- [9] L. Pérez, *Mecánica de suelos elemental*, Ambato, Tungurahua, pp. 3-99.
- [10] E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, Mecánica de Suelos, vol. 1, Limusa, 2005, pp. 34-50.
- [11] R. Whitlow, Fundamentos de Mecánica de Suelos, Segunda ed., vol. 1, Compañía editorial continental S.A. de C.V., 1999, pp. 19-51-231-537.
- [12] K. Terzaghi y B. P. Ralph, Mecánica de suelos en la ingeniería práctica, 2 ed., BARCELONA: EL ATENEO, 1973, pp. 3-41; 105-119; 357-456.
- [13] J. E y Bowles, Propiedades geofísicas de los suelos, Bogotá: Lerner, 1982, pp. 38;88- 90;105-140; 180-190.
- [14] H. Rojas Medina , «SCRIBD,» 11 06 2017. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/350948487/densidad-de-campo-pdf>. [Último acceso: 31 08 2021].

- [15] R. Valle Rodas , Carreteras, calles y aeropistas, 4 ed., Caracas: El ateneo, 1963, pp. 66-100; 115-150: 200-220.
- [16] J. E. Bowles, Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, 1981, p. 189.
- [17] J. R. Gilces Delgado , E. H. Ortíz Hernández, J. J. García Vincés y C. A. Mejía Vera, «Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí,» *Revista RIEMAT*, vol. 4, n° 2, pp. 78-82, Julio - Diciembre 2019.
- [18] A. Montejo Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, vol. 1, Bogotá D.C., 2002, pp. 14-25.
- [19] W. Gutiérrez Lázares, Mecánica de suelos aplicadas a vías de transporte, Miraflores, Lima: Macro EIRL, 2016, p. 62;70.
- [20] AASHTO1993, *Desing the pavements structures*.
- [21] L. Aristizabal, J. Hoyos, L. Gil, M. Gomes y D. Gomes, *DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS MÉTODOS AASTHO Y RACIONAL DOCENTE*, Pereira, 2014.
- [22] K. Claudio Chacón, *CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS GRANULARES, DE LAS PARROQUIAS PASA Y SAN FERNANDO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*, 2020.
- [23] M. B. C, Estadística y muestreo, Bogotá, 2012.
- [24] S. Murray R. y S. Larry J., Estadística, México: Mc. Graw Hill, 2018.
- [25] *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL EL TRIUNFO*, 2019.
- [26] J. D. Bermúdez Sierra y O. A. Vásquez Sikaffy, «VALIDACIÓN DEL MÉTODO DE DCP APLICADO EN CAMPO EN RELACIÓN AL ENSAYO CBR EN LABORATORIO,» *Engineering Innovations for Global Sustainability*”, 20 07 2016. [En línea]. Available: <https://laccei.org/LACCEI2016-SanJose/StudentPapers/SP61.pdf>. [Último acceso: 28 10 2021].

4.2 ANEXOS

Tabla 67: Contenido de humedad 1

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p>  <p style="text-align: center;"><u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u></p>				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017	780118.592
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25	
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 265 2015			
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes		
		C7	Y1	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	162.46	173.26	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	137.40	146.80	
Peso recipiente (gr)	Wrec	41.71	56.41	
Peso agua (gr)	W ω %	25.06	26.46	
Peso sólidos (gr)	Ws	95.69	90.39	
ω %		26.19	29.27	
Promedio ω %		<u>27.73</u>		



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 68: Contenido de humedad 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547	780032.146
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90	
NORMA:	AASHTO T 265 2015			
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes		
		P5	D8	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	176.14	186.94	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	149.00	158.40	
Peso recipiente (gr)	Wrec	39.67	46.80	
Peso agua (gr)	W ω %	27.14	28.54	
Peso sólidos (gr)	Ws	109.33	111.6	
ω %		24.82	25.57	
Promedio ω %		<u>25.20</u>		

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 69: Contenido de humedad 3

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427 779583.943
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		Y1	D8
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	203.17	213.97
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	175.40	184.80
Peso recipiente (gr)	Wrec	56.38	46.80
Peso agua (gr)	W ω %	27.77	29.17
Peso sólidos (gr)	Ws	119.02	138
ω %		23.33	21.14
Promedio ω %		<u>22.23</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 70: Contenido de humedad 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.070 779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		F5	6T
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	194.44	205.24
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	167.40	176.80
Peso recipiente (gr)	Wrec	53.60	45.17
Peso agua (gr)	W ω %	27.04	28.44
Peso sólidos (gr)	Ws	113.80	131.63
ω %		23.76	21.61
Promedio ω %		<u>22.68</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 71: Contenido de humedad 5

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15	
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 265 2015			
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes		
		4A	C7	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	157.09	167.89	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	134.62	144.02	
Peso recipiente (gr)	Wrec	46.54	41.71	
Peso agua (gr)	W ω %	22.47	23.87	
Peso sólidos (gr)	Ws	88.08	102.31	
ω %		25.51	23.33	
Promedio ω %		<u>24.42</u>		


AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 72: Contenido de humedad 6

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 265 2015			
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes		
		6T	F5	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	165.65	176.45	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	140.19	149.59	
Peso recipiente (gr)	Wrec	45.17	53.63	
Peso agua (gr)	W ω %	25.46	26.86	
Peso sólidos (gr)	Ws	95.02	95.96	
ω %		26.79	27.99	
Promedio ω %		<u>27.39</u>		

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 73: Contenido de humedad 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251 779429.219
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		P5	D8
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	172.27	183.07
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	148.75	158.15
Peso recipiente (gr)	Wrec	39.69	46.80
Peso agua (gr)	W ω %	23.52	24.92
Peso sólidos (gr)	Ws	109.06	111.35
ω %		21.57	22.38
Promedio ω %		<u>21.97</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 74: Contenido de humedad 8

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966 779303.826
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		H1	Y1
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	172.99	183.79
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	147.00	156.40
Peso recipiente (gr)	Wrec	43.10	56.41
Peso agua (gr)	W ω %	25.99	27.39
Peso sólidos (gr)	Ws	103.90	99.99
ω %		25.01	27.39
Promedio ω %		<u>26.20</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 75: Contenido de humedad 9

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		F5	C7
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	169.98	180.78
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	142.99	152.39
Peso recipiente (gr)	Wrec	53.63	41.71
Peso agua (gr)	W ω %	26.99	28.39
Peso sólidos (gr)	Ws	89.36	110.68
ω %		30.20	25.65
Promedio ω %		<u>27.93</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 76: Contenido de humedad 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854204.801	788881.617
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90	
NORMA:	AASHTO T 265 2015			
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes		
		D8	P5	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	138.76	149.56	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	118.93	128.33	
Peso recipiente (gr)	Wrec	46.80	39.69	
Peso agua (gr)	W ω %	19.83	21.23	
Peso sólidos (gr)	Ws	72.13	88.64	
ω %		27.49	23.95	
Promedio ω %		<u>25.72</u>		



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 77: Contenido de humedad 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609 789046.084
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		C7	6T
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	188.65	199.45
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	159.24	168.64
Peso recipiente (gr)	Wrec	41.71	45.17
Peso agua (gr)	W ω %	29.41	30.81
Peso sólidos (gr)	Ws	117.53	123.47
ω %		25.02	24.95
Promedio ω %		<u>24.99</u>	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 78: Contenido de humedad 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>CONTENIDO DE HUMEDAD</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233 789070.113
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 265 2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Recipientes	
		Y1	H1
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	WM	194.79	205.59
Peso muestra seca + recipiente (gr)	WS	164.71	174.11
Peso recipiente (gr)	Wrec	56.41	43.10
Peso agua (gr)	W ω %	30.08	31.48
Peso sólidos (gr)	Ws	108.3	131.01
ω %		27.77	24.03
Promedio ω %		<u>25.90</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 79: Gravedad Específica 1

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017 780118.592
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)	-	Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	20	
Recipiente N°	-	#125	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	178.00	
Peso del recipiente (gr)	Wr	128.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.60	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.80	
Ws+Wbw	-	710.40	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	688.20	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	22.20	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9982	
Gravedad específica	Gs	<u>2.23</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 80: Gravedad Específica 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547 780032.146
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	20	
Recipiente N°	-	T-4	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	125.60	
Peso del recipiente (gr)	Wr	75.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	50.20	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.80	
Ws+Wbw	-	711.00	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	688.40	
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws	22.60	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9982	
Gravedad específica	Gs	<u>2.22</u>	


AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 81: Gravedad Específica 3

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427 779583.943
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	22	
Recipiente N°	-	S15	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	126.80	
Peso del recipiente (gr)	Wr	76.80	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	50.00	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.80	
Ws+Wbw	-	395.80	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	373.40	
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws	22.40	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9978	
Gravedad específica	Gs	<u>2.23</u>	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 82: Gravedad Específica 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.070 779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	20	
Recipiente N°	-	R-1	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	120.44	
Peso del recipiente (gr)	Wr	72.20	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	48.24	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.60	
Ws+Wbw	-	393.84	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	372.20	
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws	21.64	
Factor de corrección por temperatura	K	<u>0.9982</u>	
Gravedad específica	Gs	<u>2.23</u>	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 83: Gravedad Específica 5

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955 779939.098
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	20	
Recipiente N°	-	#8	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	125.80	
Peso del recipiente (gr)	Wr	76.20	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.60	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.80	
Ws+Wbw	-	395.40	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	373.80	
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws	21.60	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9982	
Gravedad específica	Gs	<u>2.29</u>	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 84: Gravedad Específica 6

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003 779388.501
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	21	
Recipiente N°	-	S - 5	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	126.00	
Peso del recipiente (gr)	Wr	77.60	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	48.40	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.40	
Ws+Wbw	-	708.80	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	687.60	
Deslizamiento del agua (gr)	(Ws + Wbw) - Wbws	21.20	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9980	
Gravedad específica	Gs	<u>2.28</u>	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 85: Gravedad Específica 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251 779429.219
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	20	
Recipiente N°	-	S-8	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	126.00	
Peso del recipiente (gr)	Wr	77.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	48.60	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.40	
Ws+Wbw	-	709.00	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	687.60	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	21.40	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9982	
Gravedad específica	Gs	<u>2.27</u>	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 86: Gravedad Específica 8

 <div style="text-align: center;"> UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL </div> 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966 779303.826
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	21	
Recipiente N°	-	#98	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	127.38	
Peso del recipiente (gr)	Wr	76.1	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	51.28	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.00	
Ws+Wbw	-	396.28	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	373.50	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	22.78	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9980	
Gravedad específica	Gs	2.25	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 87: Gravedad Específica 9

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	21	
Recipiente N°	-	#100	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	122.20	
Peso del recipiente (gr)	Wr	72.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.80	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.60	
Ws+Wbw	-	395.40	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	376.40	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	19.00	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9980	
Gravedad específica	Gs	2.62	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 88: Gravedad Específica 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	22	
Recipiente N°	-	Z - 1	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	126.54	
Peso del recipiente (gr)	Wr	77.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.14	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.50	
Ws+Wbw	-	709.64	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	688.80	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	20.84	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9978	
Gravedad específica	Gs	2.35	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 89: Gravedad Específica 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609 789046.084
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (500 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	22	
Recipiente N°	-	Z-1	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	126.80	
Peso del recipiente (gr)	Wr	77.40	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.40	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	660.20	
Ws+Wbw	-	709.60	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	688.80	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	20.80	
Factor de corrección por temperatura	K	0.9978	
Gravedad específica	Gs	2.37	







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 90: Gravedad Específica 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 			
<u>GRAVEDAD ESPECÍFICA</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233 789070.113
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T-100-2015		
Recipiente N°	Nomenclatura	Datos	
Picnómetro (250 ml)		Germany	
Temperatura del agua + suelo (°C)	-	22	
Recipiente N°	-	S15	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	-	125.75	
Peso del recipiente (gr)	Wr	75.95	
Peso del suelo seco (gr)	Ws	49.80	
Peso del picnómetro + agua (gr)	Wbw	345.00	
Ws+Wbw	-	394.80	
Peso picnómetro + agua + suelo (gr)	Wbws	374.10	
Deslizamiento del agua (gr)	$(Ws + Wbw) - Wbws$	20.70	
Factor de corrección por temperatura	K	<u>0.9978</u>	
Gravedad específica	Gs	<u>2.40</u>	



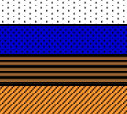
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 91: Densidad de Campo 1

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA			
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017	780118.592	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:		AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO					
Peso suelo + recipiente (gr)		956.00			
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05			
Peso suelo Wm (gr)		948.95			
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO					
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)		3600.10			
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1190.00			
Peso arena en el cono (gr)		1606.20			
Peso arena en el hueco (gr)		803.90			
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49			
Volumen del hueco Vm (gr)		539.89			
3) DETERMINACIÓN DEL ω%					
Recipiente N°	F5	P8			
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	403.83	384.53			
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71	313.61			
Peso recipiente (gr)	53.63	52.33			
Peso agua (gr) Ww	74.12	70.92			
Peso de sólidos (gr) Ws	276.08	261.28			
ω%	26.85	27.14			
Promedio ω%	27.00				
4) CALIBRACIÓN DEL CONO					
Peso arena en el cono (gr)		1606.20			
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA					
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489			
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
Volúmenes (cm3)				Pesos (gr)	
71.85	Volumen de vacíos (Vv)			-	
0.93	Va		Wa	-	
70.92	Vw		Ww	70.92	
117.15	Vs		Ws	261.28	
189.00	Vm		Wm	332.20	
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.76	gr/cm3		
Densidad seca (γd)		1.38	gr/cm3		
Contenido de humedad ω%		27.00	%		
Relación de vacíos e= Vv/Vs		0.61	natural		
Porosidad n%= Vv/Vm*100		38.01	%		
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		98.71	%		
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		1.29	%		







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 92: Densidad de Campo 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547	780032.146
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)			1090.40	
Peso recipiente (funda plástica) (gr)			7.05	
Peso suelo Wm (gr)			1083.35	
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)			3802.96	
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)			1254.96	
Peso arena en el cono (gr)			1606.20	
Peso arena en el hueco (gr)			941.80	
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)			1.49	
Volumen del hueco Vm (gr)			632.51	
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	C7		D8	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	405.80		386.50	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	342.00		325.90	
Peso recipiente (gr)	55.43		54.30	
Peso agua (gr) Ww	63.80		60.60	
Peso de sólidos (gr) Ws	286.57		271.60	
ω%	22.26		22.31	
Promedio ω%			22.29	
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)			1606.20	
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)			1.489	
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
71.46	Volumen de vacíos (Vv)			-
10.86	Va		Wa	-
60.6	Vw		Ww	60.60
122.49	Vs		Ws	271.60
193.95	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)			1.71	gr/cm ³
Densidad seca (γd)			1.40	gr/cm ³
Contenido de humedad ω%			22.29	%
Relación de vacíos e= Vv/Vs			0.58	natural
Porosidad n%= Vv/Vm*100			36.84	%
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100			84.81	%
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100			15.19	%







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 93: Densidad de Campo 3

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA				
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427	779583.943		
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20			
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00			
NORMA:	AASHTO T 191-2014					
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO						
Peso suelo + recipiente (gr)			1310.00			
Peso recipiente (funda plástica) (gr)			7.05			
Peso suelo Wm (gr)			1302.95			
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO						
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)			3510.20			
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)			845.30			
Peso arena en el cono (gr)			1606.20			
Peso arena en el hueco (gr)			1058.70			
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)			1.49			
Volumen del hueco Vm (gr)			711.01			
3) DETERMINACIÓN DEL ω%						
Recipiente N°	G8		V6			
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	410.28		390.00			
Peso muestra seca + recipiente (gr)	359.15		342.55			
Peso recipiente (gr)	77.50		76.20			
Peso agua (gr) Ww	51.13		47.45			
Peso de sólidos (gr) Ws	281.65		266.35			
ω%	18.15		17.81			
Promedio ω%	17.98					
4) CALIBRACIÓN DEL CONO						
Peso arena en el cono (gr)			1606.20			
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA						
Densidad sand (gr/cm ³)			1.489			
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO						
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)		
51.65	Volumen de vacíos (Vv)			-		
4.20	Va		Wa	-		
47.45	Vw		Ww	47.45		
119.59	Vs		Ws	266.35		
171.24	Vm		Wm	313.80		
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO						
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)			1.83	gr/cm ³		
Densidad seca (γd)			1.55	gr/cm ³		
Contenido de humedad ω%			17.98	%		
Relación de vacíos e= Vv/Vs			0.43	natural		
Porosidad n%= Vv/Vm*100			30.16	%		
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100			91.87	%		
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100			8.13	%		



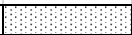



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 94: Densidad de Campo 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.070	779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25	
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)	1278.20			
Peso recipiente (funda plástica) (gr)	7.05			
Peso suelo Wm (gr)	1271.15			
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)	3650.40			
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)	1000.10			
Peso arena en el cono (gr)	1606.20			
Peso arena en el hueco (gr)	1044.10			
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)	1.489			
Volumen del hueco Vm (gr)	701.21			
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	S2	H5		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	340.41	320.32		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	301.15	284.70		
Peso recipiente (gr)	106.90	105.60		
Peso agua (gr) Wω	39.26	35.62		
Peso de sólidos (gr) Ws	194.25	179.10		
ω%	20.21	19.89		
Promedio ω%	20.05			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)	1606.20			
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)	1.489			
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
37.96	Volumen de vacíos (Vv)			-
2.34	Va		Wa	-
35.62	Vw		Ww	35.62
80.49	Vs		Ws	179.10
118.45	Vm		Wm	214.72
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)	1.81	gr/cm ³		
Densidad seca (γd)	1.51	gr/cm ³		
Contenido de humedad ω%	20.05	%		
Relación de vacíos e= Vv/Vs	0.47	natural		
Porosidad n%= Vv/Vm*100	32.05	%		
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100	93.84	%		
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100	6.16	%		







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 95: Densidad de Campo 5

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15	
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)		938.42		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05		
Peso suelo Wm (gr)		931.37		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)		3560.75		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1012.15		
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)		942.40		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)		632.91		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	C5	B6		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	396.59	377.29		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71	313.61		
Peso recipiente (gr)	53.00	45.09		
Peso agua (gr) Wω	66.88	63.68		
Peso de sólidos (gr) Ws	276.71	268.52		
ω%	24.17	23.72		
Promedio ω%	23.94			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
108.60	Volumen de vacíos (Vv)			-
44.92	Va		Wa	-
63.68	Vw		Ww	63.68
117.15	Vs		Ws	268.52
225.74	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.47	gr/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.19	gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%		23.94	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs		0.93	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100		48.11	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		58.64	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		41.36	%	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 96: Densidad de Campo 6

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 191-2014				
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO					
Peso suelo + recipiente (gr)			923.1		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)			7.05		
Peso suelo Wm (gr)			916.05		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO					
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)			3758.25		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)			1211.65		
Peso arena en el cono (gr)			1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)			940.40		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)			1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)			631.56		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%					
Recipiente N°	2F		P4		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	400.65		381.35		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71		313.61		
Peso recipiente (gr)	50.45		49.15		
Peso agua (gr) Ww	70.94		67.74		
Peso de sólidos (gr) Ws	279.26		264.46		
ω%	25.40		25.61		
Promedio ω%			25.51		
4) CALIBRACIÓN DEL CONO					
Peso arena en el cono (gr)			1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA					
Densidad sand (gr/cm ³)			1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
Volúmenes (cm3)				Pesos (gr)	
112.96	Volumen de vacíos (Vv)			-	
45.22	Va		Wa	-	
67.74	Vw		Ww	67.74	
116.07	Vs		Ws	264.46	
229.03	Vm		Wm	332.20	
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)			1.45	gr/cm3	
Densidad seca (γd)			1.16	gr/cm3	
Contenido de humedad ω%			25.51	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs			0.97	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100			49.32	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100			59.97	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100			40.03	%	



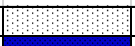



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 97: Densidad de Campo 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251 779429.219
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 191-2014		
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO			
Peso suelo + recipiente (gr)	942.00		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)	7.05		
Peso suelo Wm (gr)	934.95		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO			
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)	3580.10		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)	1032.50		
Peso arena en el cono (gr)	1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)	941.40		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)	1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)	632.24		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%			
Recipiente N°	W5	D3	
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	398.38	379.08	
Peso muestra seca + recipiente (gr)	331.95	315.85	
Peso recipiente (gr)	48.18	46.88	
Peso agua (gr) Ww	66.43	63.23	
Peso de sólidos (gr) Ws	283.77	268.97	
ω%	23.41	23.51	
Promedio ω%	23.46		
4) CALIBRACIÓN DEL CONO			
Peso arena en el cono (gr)	1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA			
Densidad sand (gr/cm ³)	1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO			
Volúmenes (cm ³)			Pesos (gr)
105.99	Volumen de vacíos (Vv)		-
42.76	Va		-
63.23	Vw		63.23
118.65	Vs		268.97
224.64	Vm		332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO			
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)	1.48	gr/cm ³	
Densidad seca (γd)	1.20	gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%	23.46	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs	0.89	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100	47.18	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100	59.65	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100	40.35	%	







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 98: Densidad de Campo 8

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966	779303.826
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15	
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)	988.48			
Peso recipiente (funda plástica) (gr)	7.05			
Peso suelo Wm (gr)	981.43			
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)	3750.61			
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)	1210.01			
Peso arena en el cono (gr)	1606.20			
Peso arena en el hueco (gr)	934.40			
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)	1.49			
Volumen del hueco Vm (gr)	627.54			
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	B8	R5		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	394.53	375.23		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	316.15	300.05		
Peso recipiente (gr)	44.33	43.03		
Peso agua (gr) Ww	78.38	75.18		
Peso de sólidos (gr) Ws	271.82	257.02		
ω%	28.84	29.25		
Promedio ω%	29.04			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)	1606.20			
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)	1.489			
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
98.01	Volumen de vacíos (Vv)			-
22.83	Va		Wa	-
75.18	Vw		Ww	75.18
114.40	Vs		Ws	257.02
212.41	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)	1.56		gr/cm ³	
Densidad seca (γd)	1.21		gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%	29.04		%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs	0.86		natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100	46.14		%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100	76.71		%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100	23.29		%	




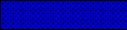


AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 99: Densidad de Campo 9

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA			
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885	788555.727	
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:		AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO					
Peso suelo + recipiente (gr)		947.88			
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05			
Peso suelo Wm (gr)		940.83			
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO					
Lectura inicial del frasco + cono + arena (gr)		3742.81			
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1190.08			
Peso arena en el cono (gr)		1606.20			
Peso arena en el hueco (gr)		946.53			
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49			
Volumen del hueco Vm (gr)		635.68			
3) DETERMINACIÓN DEL ω%					
Recipiente N°	C28	V12			
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	392.59	384.66			
Peso muestra seca + recipiente (gr)	320.36	315.73			
Peso recipiente (gr)	53.76	52.46			
Peso agua (gr) Wω	72.23	68.93			
Peso de sólidos (gr) Ws	266.60	263.27			
ω%	27.09	26.18			
Promedio ω%	26.64				
4) CALIBRACIÓN DEL CONO					
Peso arena en el cono (gr)		1606.20			
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA					
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489			
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)	
113.36	Volumen de vacíos (Vv)			-	
44.43	Va		Wa	-	
68.93	Vw		Ww	68.93	
111.09	Vs		Ws	263.27	
224.45	Vm		Wm	332.20	
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.48	gr/cm ³		
Densidad seca (γd)		1.17	gr/cm ³		
Contenido de humedad ω%		26.64	%		
Relación de vacíos e= Vv/Vs		1.02	natural		
Porosidad n%= Vv/Vm*100		50.50	%		
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		60.81	%		
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		39.19	%		







AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 100: Densidad de Campo 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854204.801	788881.617
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)		960.05		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05		
Peso suelo Wm (gr)		953		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)		3800.00		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1244.27		
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)		949.53		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)		637.70		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	K1	Y8		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	403.83	384.53		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71	313.61		
Peso recipiente (gr)	53.63	52.33		
Peso agua (gr) Ww	74.12	70.92		
Peso de sólidos (gr) Ws	276.08	261.28		
ω%	26.85	27.14		
Promedio ω%	27.00			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
113.45	Volumen de vacíos (Vv)			-
42.53	Va		Wa	-
70.92	Vw		Ww	70.92
108.84	Vs		Ws	261.28
222.29	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.49	gr/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.18	gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%		27.00	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs		1.04	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100		51.04	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		62.51	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		37.49	%	



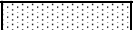



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 101: Densidad de Campo 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL MÉTODO DE CONO Y ARENA 				
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609	789046.084
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25	
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)		955.10		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05		
Peso suelo Wm (gr)		948.05		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)		3819.12		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1263.80		
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)		949.12		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)		637.42		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	L10	H03		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	403.40	384.10		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71	313.61		
Peso recipiente (gr)	53.20	51.90		
Peso agua (gr) Ww	73.69	70.49		
Peso de sólidos (gr) Ws	276.51	261.71		
ω%	26.65	26.93		
Promedio ω%	26.79			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
112.92	Volumen de vacíos (Vv)			-
42.43	Va		Wa	-
70.49	Vw		Ww	70.49
110.44	Vs		Ws	261.71
223.35	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.49	gr/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.17	gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%		26.79	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs		1.02	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100		50.56	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		62.43	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		37.57	%	



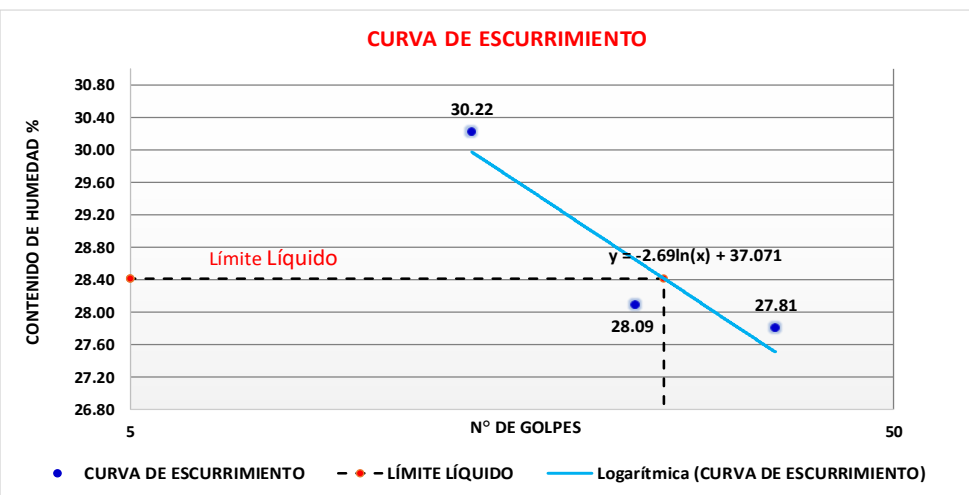
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 102: Densidad de Campo 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
MÉTODO DE CONO Y ARENA				
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12	
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233	789070.113
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 191-2014			
1) DETERMINACIÓN DEL PESO EXTRAIDO				
Peso suelo + recipiente (gr)		945.60		
Peso recipiente (funda plástica) (gr)		7.05		
Peso suelo Wm (gr)		938.55		
2) DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL HUECO EN EL SUELO				
Lectura inicial del frasco + como + arena (gr)		3825.09		
Lectura final del frasco + cono + arena (gr)		1273.40		
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
Peso arena en el hueco (gr)		945.49		
Calibración de arena de OTTAWA (gr/cm ³)		1.49		
Volumen del hueco Vm (gr)		634.98		
3) DETERMINACIÓN DEL ω%				
Recipiente N°	C6	P5		
Peso muestra húmeda + recipiente (gr)	403.96	384.66		
Peso muestra seca + recipiente (gr)	329.71	313.61		
Peso recipiente (gr)	53.76	52.46		
Peso agua (gr) Wω	74.25	71.05		
Peso de sólidos (gr) Ws	275.95	261.15		
ω%	26.91	27.21		
Promedio ω%	27.06			
4) CALIBRACIÓN DEL CONO				
Peso arena en el cono (gr)		1606.20		
5) CALIBRACIÓN DE LA ARENA DE OTTAWA				
Densidad sand (gr/cm ³)		1.489		
6) DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
Volúmenes (cm ³)				Pesos (gr)
115.96	Volumen de vacíos (Vv)			-
44.91	Va		Wa	-
71.05	Vw		Ww	71.05
108.79	Vs		Ws	261.15
224.75	Vm		Wm	332.20
7) DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Peso Volumétrico del suelo (γm) (densidad húmeda)		1.48	gr/cm ³	
Densidad seca (γd)		1.16	gr/cm ³	
Contenido de humedad ω%		27.06	%	
Relación de vacíos e= Vv/Vs		1.07	natural	
Porosidad n%= Vv/Vm*100		51.60	%	
Grado de Saturación de agua Gw%=Vw/Vv*100		61.27	%	
Grado de Saturación del aire Ga%=Va/Vv*100		38.73	%	



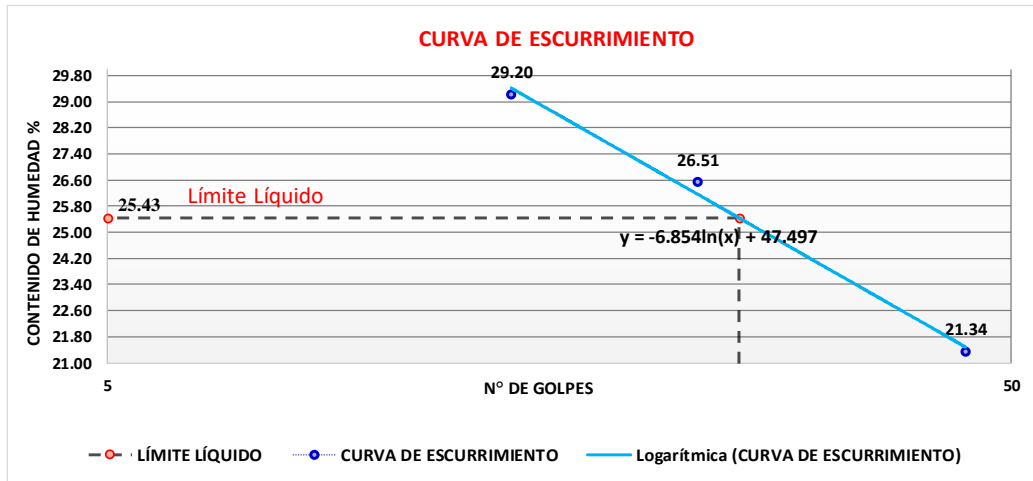
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 103: Límites de Atterberg 1

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017	780118.592			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25				
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00				
LÍMITE LÍQUIDO							
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	133T	8T	D3	11-F	M3	X-5	
Peso del recipiente Wr	11.62	11.43	27.31	11.10	5.49	5.81	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	32.48	37.30	45.39	31.43	29.22	27.28	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	28.00	31.60	41.40	27.00	23.60	22.40	
Peso de Agua (Ww)	4.48	5.70	3.99	4.43	5.62	4.88	
Peso muestra seca (Ws)	16.38	20.17	14.09	15.90	18.11	16.59	
Contenido Humedad (ω%)	27.35	28.26	28.32	27.86	31.03	29.42	
Promedio (ω%)	27.81		28.09		30.22		
N° de golpes	35		23		14		
Límite Líquido LL%	28.41						
 <p style="text-align: center;">CURVA DE ESCURRIMIENTO</p> <p style="text-align: center;">● CURVA DE ESCURRIMIENTO - ♦ - LÍMITE LÍQUIDO — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO)</p>							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:		AASHTO T 90-2016					
Recipiente N°	A3	P-5	P-6				
Peso del recipiente Wr	4.44	4.45	4.50				
Peso suelo humedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)	6.18	7.58	7.20				
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)	5.70	7.04	6.75				
Peso de Agua (Ww)	0.48	0.54	0.45				
Peso muestra seca Ws	1.26	2.59	2.25				
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws	38.10	20.85	20.00				
Promedio W% (LP)	26.31						
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP	2.10						



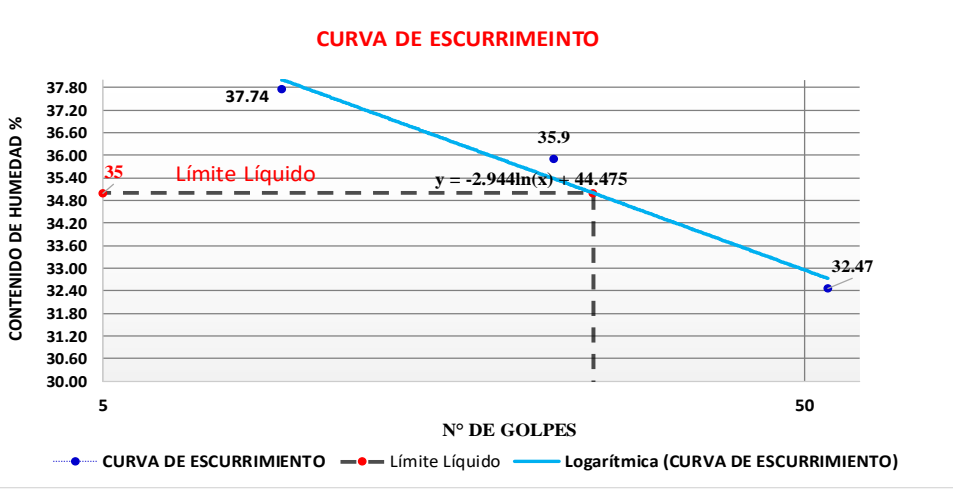
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 104: Límites de Atterberg 2

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547	780032.146			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90				
LÍMITE LÍQUIDO							
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	V6	U5	J8	D05	L1	F11	
Peso del recipiente Wr	6.41	5.81	26.74	10.09	5.13	5.20	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	32.69	37.51	45.60	31.64	29.43	27.49	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	28.19	31.79	41.59	27.19	23.79	22.59	
Peso de Agua (Ww)	4.50	5.72	4.01	4.45	5.64	4.90	
Peso muestra seca (Ws)	21.78	25.98	14.85	17.10	18.66	17.39	
Contenido Humedad (w%)	20.66	22.02	27.00	26.02	30.23	28.18	
Promedio (w%)	21.34		26.51		29.20		
N° de golpes	45		23		14		
Límite Líquido LL%	25.43						
							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:							
Recipiente N°		B3	U21	H3			
Peso del recipiente Wr		4.47	4.43	4.39			
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		6.29	7.69	7.31			
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		5.93	7.13	6.73			
Peso de Agua (Ww)		0.36	0.56	0.58			
Peso muestra seca Ws		1.46	2.70	2.34			
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		24.66	20.74	24.79			
Promedio W% (LP)		23.39					
ÍNDICE PLÁSTICO							
NORMA:							
IP = LL - LP		2.04					



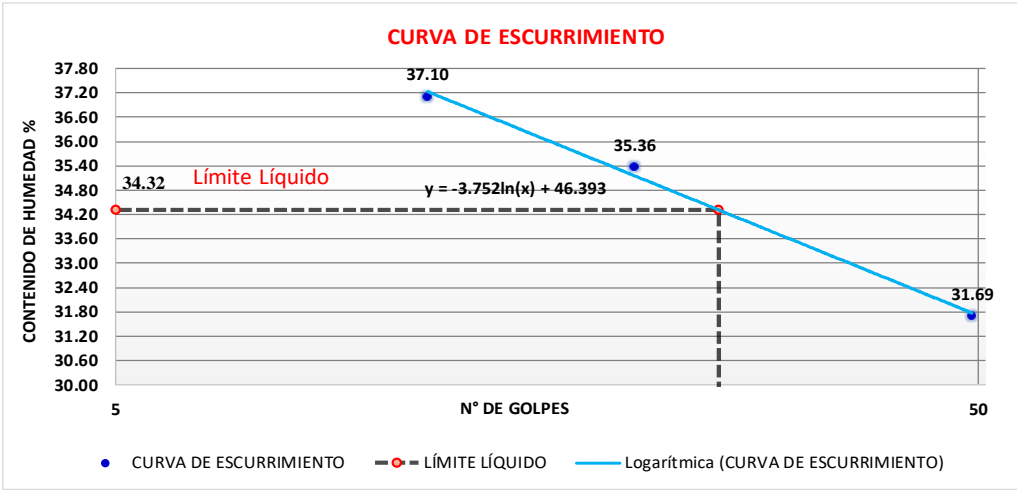
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 105: Límites de Atterberg 3

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.43	779583.943			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00				
LÍMITE LÍQUIDO							
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	D3	11F	J6	X5	133T	8T	
Peso del recipiente Wr	27.43	11.23	5.50	5.85	11.62	11.44	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	45.11	27.20	28.26	31.36	32.62	30.36	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	40.85	23.22	22.24	24.63	26.85	25.19	
Peso de Agua (Ww)	4.26	3.98	6.02	6.73	5.77	5.17	
Peso muestra seca (Ws)	13.42	11.99	16.74	18.78	15.23	13.75	
Contenido Humedad (ω%)	31.74	33.19	35.96	35.84	37.89	37.60	
Promedio (ω%)	32.47		35.90		37.74		
N° de golpes	54		22		9		
Límite Líquido LL%	35						
CURVA DE ESCURRIMIENTO							
							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:							
Recipiente N°	E2	A2	A1				
Peso del recipiente Wr	4.38	4.35	4.22				
Peso suelo humedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)	7.36	6.75	7.03				
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)	6.65	6.16	6.32				
Peso de Agua (Ww)	0.71	0.59	0.71				
Peso muestra seca Ws	2.27	1.81	2.10				
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws	31.28	32.60	33.81				
Promedio W% (LP)	32.56						
ÍNDICE PLÁSTICO							
NORMA:							
IP = LL - LP	2.44						



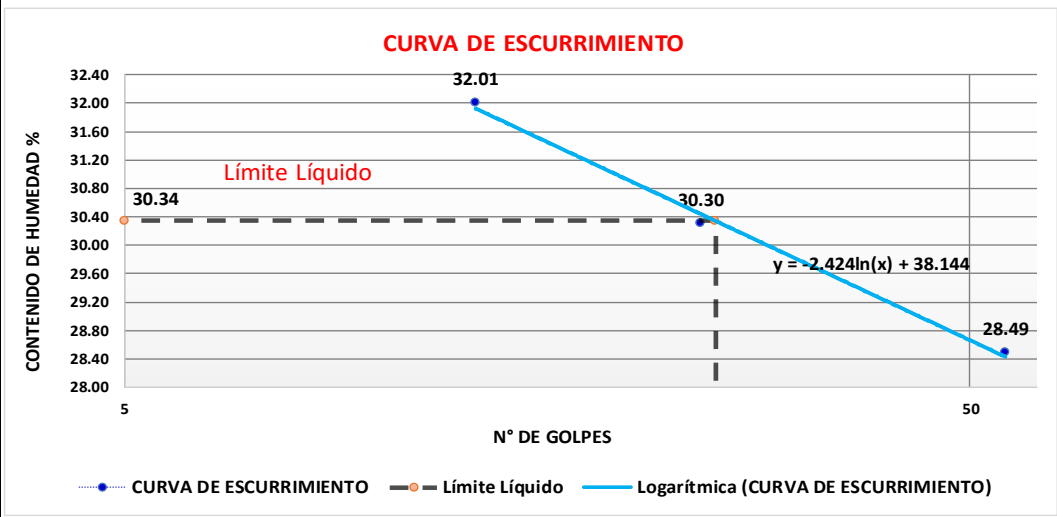
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 106: Límites de Atterberg 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG 						
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.07 779154.142			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25			
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00			
LÍMITE LÍQUIDO						
NORMA:		AASHTO T 89-2013				
Recipiente N°	M3	C4	T1	Y5	J4	W-2
Peso del recipiente Wr	27.66	11.46	5.73	6.08	11.85	11.67
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	45.11	27.20	28.26	31.36	32.62	30.36
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	40.98	23.35	22.37	24.76	26.98	25.32
Peso de Agua (Ww)	4.13	3.85	5.89	6.60	5.64	5.04
Peso muestra seca (Ws)	13.32	11.89	16.64	18.68	15.13	13.65
Contenido Humedad (w%)	31.01	32.38	35.40	35.33	37.28	36.92
Promedio (w%)	31.69		35.36		37.10	
N° de golpes	49		20		12	
Límite Líquido LL%	34.32		34.32		34.32	
						
LÍMITE PLÁSTICO						
NORMA:						
Recipiente N°		L-4	K9	J3		
Peso del recipiente Wr		5.18	5.15	5.02		
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		8.06	7.45	7.73		
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		7.38	6.89	7.05		
Peso de Agua (Ww)		0.68	0.56	0.68		
Peso muestra seca Ws		2.20	1.74	2.03		
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		30.91	32.18	33.50		
Promedio W% (LP)		32.20				
ÍNDICE PLÁSTICO						
NORMA:						
IP = LL - LP		2.12				



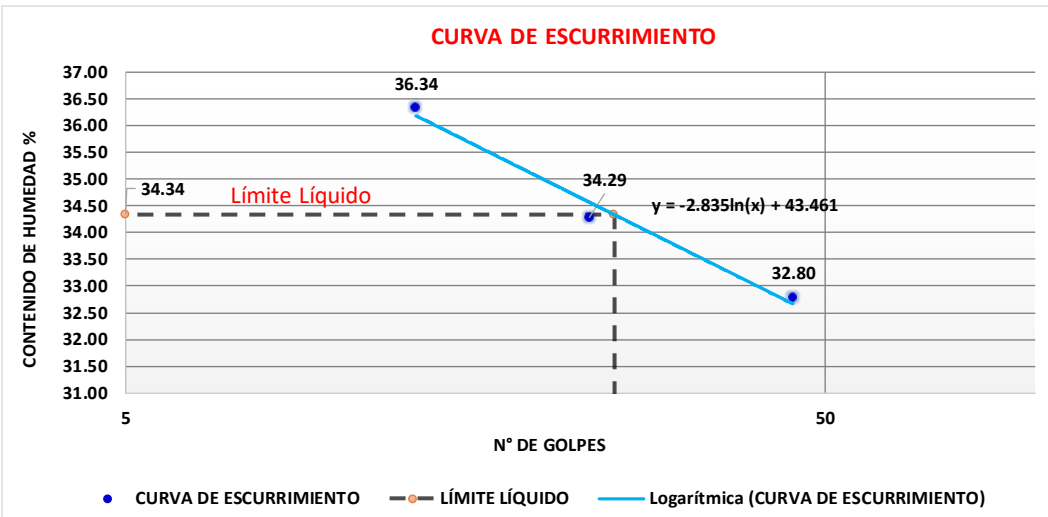
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 107: Límites de Atterberg 5

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
LÍMITE DE ATTERBERG						
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098		
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15			
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00			
NORMA:		AASHTO T 89-2013				
Recipiente N°	D3	8T	133T	11F	J6	X3
Peso del recipiente Wr	27.44	11.44	11.62	11.23	5.50	5.98
Peso Suelo Húmedo + Peso recipiente (Wm+Wr)	47.76	26.22	32.29	29.95	20.19	28.45
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	43.30	22.91	27.49	25.59	16.61	23.03
Peso de Agua (Ww)	4.46	3.31	4.80	4.36	3.58	5.42
Peso muestra seca (Ws)	15.86	11.47	15.87	14.36	11.11	17.05
Contenido Humedad (ω%)	28.12	28.86	30.25	30.36	32.22	31.79
Promedio (ω%)	28.49		30.30		32.01	
N° de golpes	55		24		13	
Límite Líquido LL%	30.34					
						
LÍMITE PLÁSTICO						
NORMA:		AASHTO T 90-2016				
Recipiente N°	E2	A2	A1			
Peso del recipiente Wr	4.62	4.36	4.35			
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)	7.34	7.65	7.03			
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)	6.70	7.02	6.42			
Peso de Agua (Ww)	0.64	0.63	0.61			
Peso muestra seca Ws	2.08	2.66	2.07			
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws	30.77	23.68	29.47			
Promedio W% (LP)	27.97					
ÍNDICE PLÁSTICO						
IP = LL - LP	2.37					



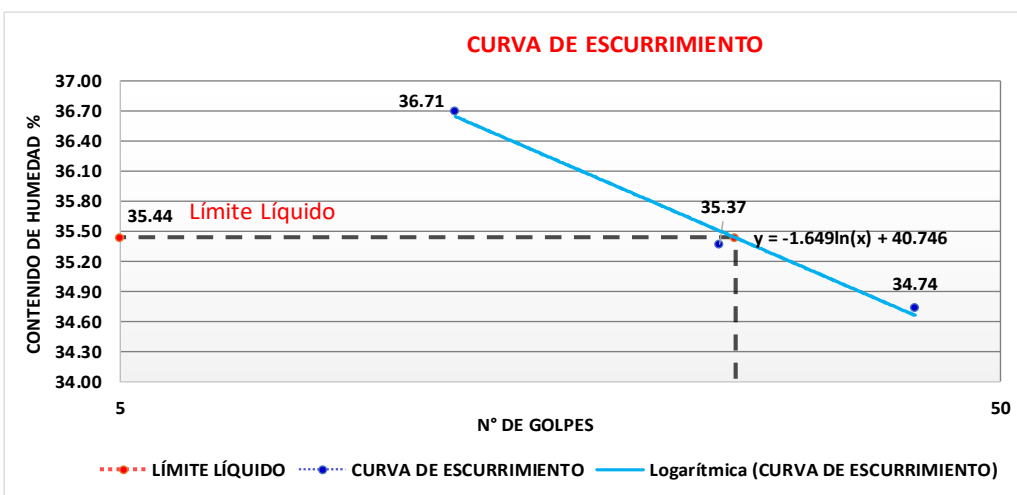
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 108: Límites de Atterberg 6

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	Z-3	X8	U6	P1	M7	G3	
Peso del recipiente Wr	11.53	11.83	11.00	11.50	5.70	6.17	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	28.33	26.88	25.60	30.62	29.41	30.11	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	24.31	23.05	21.78	25.86	23.20	23.62	
Peso de Agua (Ww)	4.02	3.83	3.82	4.76	6.21	6.49	
Peso muestra seca (Ws)	12.78	11.22	10.78	14.36	17.50	17.45	
Contenido Humedad (ω%)	31.46	34.14	35.44	33.15	35.49	37.19	
Promedio (ω%)	32.80		34.29		36.34		
N° de golpes	45		23		13		
Límite Líquido LL%	34.34						
 <p>CURVA DE ESCURRIMIENTO</p> <p>Y-axis: CONTENIDO DE HUMEDAD % (31.00 to 37.00) X-axis: N° DE GOLPES (5 to 50)</p> <p>Points: (45, 34.34), (23, 34.29), (13, 32.80)</p> <p>Equation: $y = -2.835 \ln(x) + 43.461$</p> <p>Legend: ● CURVA DE ESCURRIMIENTO, ○ LÍMITE LÍQUIDO, — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO)</p>							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:		AASHTO T 90-2016					
Recipiente N°		J6	Y5	Z9			
Peso del recipiente Wr		4.44	4.80	4.60			
Peso suelo humedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		6.95	7.00	6.80			
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		6.37	6.43	6.28			
Peso de Agua (Ww)		0.58	0.57	0.52			
Peso muestra seca Ws		1.93	1.63	1.68			
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		30.05	34.97	30.95			
Promedio W% (LP)		31.99					
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP		2.35					



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 109: Límites de Atterberg 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG 						
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.25	779429.219		
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20			
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00			
NORMA:		AASHTO T 89-2013				
Recipiente N°	133T	8T	11F	M3	X5	J6
Peso del recipiente Wr	11.80	11.60	11.24	23.84	5.86	5.50
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	27.31	24.20	24.55	40.28	40.91	23.71
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	23.40	20.88	21.20	35.83	31.50	18.82
Peso de Agua (Ww)	3.91	3.32	3.35	4.45	9.41	4.89
Peso muestra seca (Ws)	11.60	9.28	9.96	11.99	25.64	13.32
Contenido Humedad (ω%)	33.71	35.78	33.63	37.11	36.70	36.71
Promedio (ω%)	34.74		35.37		36.71	
N° de golpes	40		24		12	
Límite Líquido LL%	35.44					
 <p style="text-align: center;">CURVA DE ESCURRIMIENTO</p> <p style="text-align: center;"> ---●--- LÍMITE LÍQUIDO ---●--- CURVA DE ESCURRIMIENTO —●— Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO) </p>						
LÍMITE PLÁSTICO						
NORMA:		AASHTO T 90-2016				
Recipiente N°		F1	P5	P6		
Peso del recipiente Wr		4.54	4.33	4.30		
Peso suelo humedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		6.24	5.69	6.23		
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		5.78	5.37	5.77		
Peso de Agua (Ww)		0.46	0.32	0.46		
Peso muestra seca Ws		1.24	1.04	1.47		
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		37.10	30.77	31.29		
Promedio W% (LP)		33.05				
ÍNDICE PLÁSTICO						
IP = LL - LP		2.39				

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 110: Límites de Atterberg 8

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
LÍMITE DE ATTERBERG						
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966	779303.826		
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15			
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00			
NORMA:		AASHTO T 89-2013				
Recipiente N°	Y5	L1	U5	Z6	C4	W-2
Peso del recipiente Wr	6.08	5.13	5.81	6.00	11.64	11.67
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	29.40	30.39	31.59	30.82	30.05	29.41
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	24.03	25.07	25.82	24.67	25.41	25.14
Peso de Agua (Ww)	5.37	5.32	5.77	6.15	4.64	4.27
Peso muestra seca (Ws)	17.95	19.94	20.01	18.67	13.77	13.47
Contenido Humedad (ω%)	29.92	26.68	28.84	32.94	33.70	31.70
Promedio (ω%)	28.30		30.89		32.70	
N° de golpes	36		22		13	
Límite Líquido LL%	30.03					



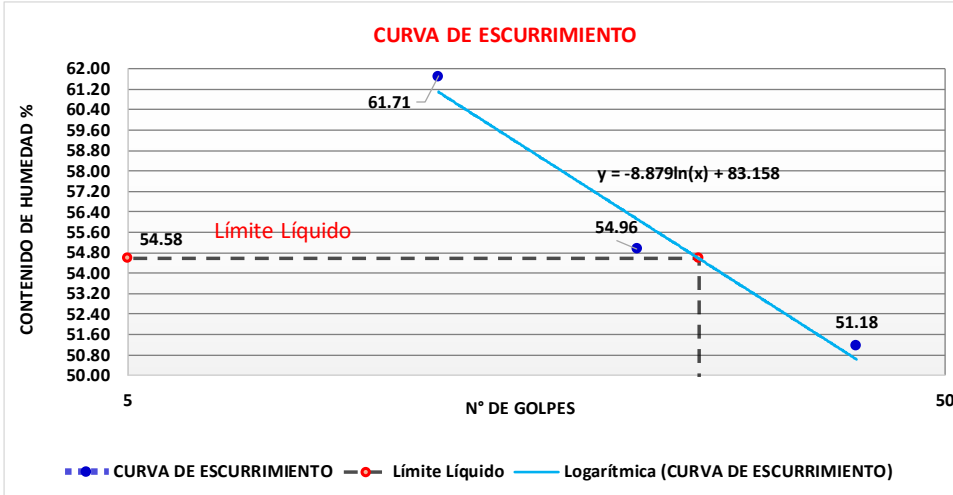
CURVA DE ESCURRIMIENTO

● CURVA DE ESCURRIMIENTO ◯ LÍMITE LÍQUIDO — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO)

NORMA:		AASHTO T 90-2016		
Recipiente N°		K3	F6	A15
Peso del recipiente Wr		4.30	4.45	5.00
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		7.65	7.34	7.06
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		6.94	6.90	6.50
Peso de Agua (Ww)		0.71	0.44	0.56
Peso muestra seca Ws		2.64	2.45	1.50
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		26.89	17.96	37.33
Promedio W% (LP)		27.40		
ÍNDICE PLÁSTICO				
IP = LL - LP		2.63		



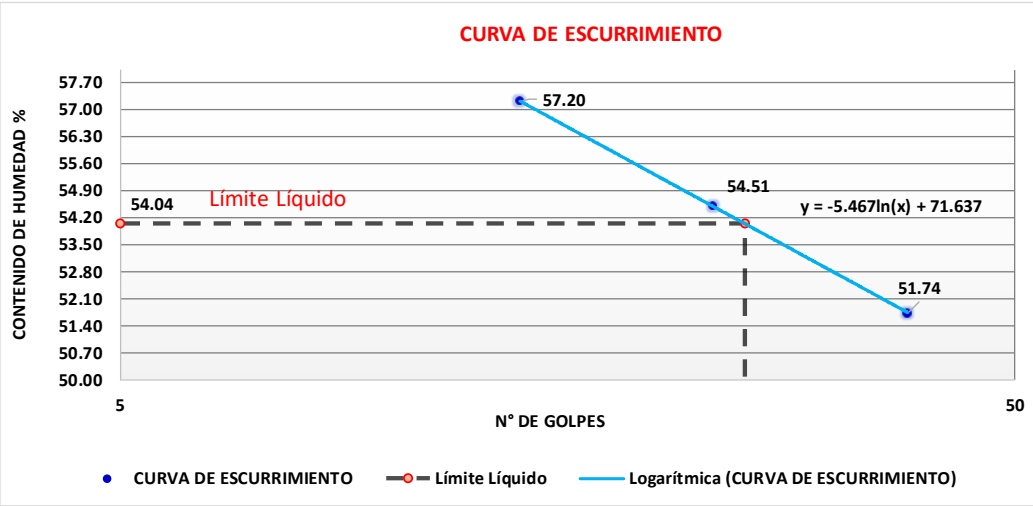
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 111: Límites de Atterberg 9

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885	788555.727			
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25				
Vía:	S/N	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	X3	A8	F1	D3	L1	M3	
Peso del recipiente Wr	5.98	4.35	4.26	23.60	4.29	23.82	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	22.19	15.96	24.88	45.29	25.66	39.74	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	16.66	12.06	17.65	37.51	17.12	33.97	
Peso de Agua (Ww)	5.53	3.90	7.23	7.78	8.54	5.77	
Peso muestra seca (Ws)	10.68	7.71	13.39	13.91	12.83	10.15	
Contenido Humedad (ω%)	51.78	50.58	54.00	55.93	66.56	56.85	
Promedio (ω%)	51.18		54.96		61.71		
N° de golpes	39		21		12		
Límite Líquido LL%	55.24						
							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:		AASHTO T 90-2016					
Recipiente N°	X7	X9	D1				
Peso del recipiente Wr	4.34	4.00	4.32				
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)	6.28	6.04	6.32				
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)	5.59	5.41	5.62				
Peso de Agua (Ww)	0.69	0.63	0.70				
Peso muestra seca Ws	1.25	1.41	1.30				
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws	55.20	44.68	53.85				
Promedio W% (LP)	51.24						
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP		4.00					



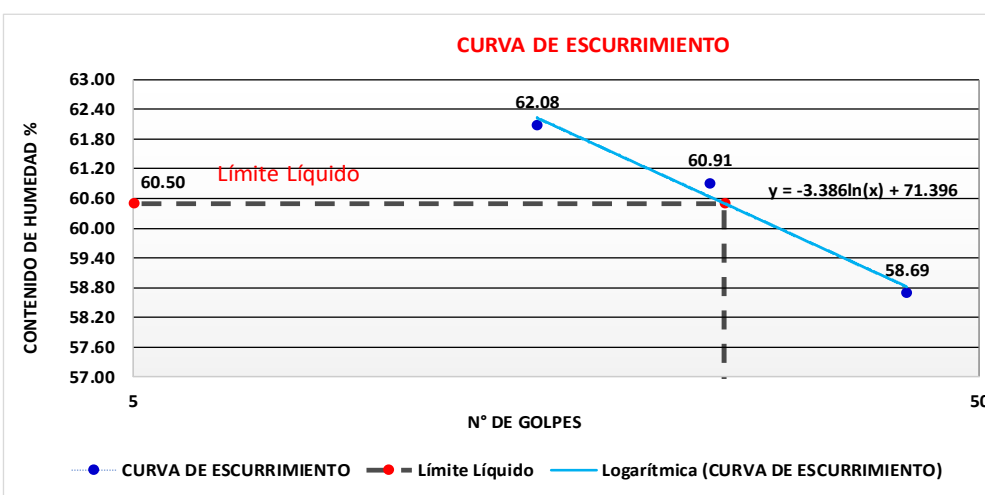
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 112: Límites de Atterberg 10

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854204.801	788881.617			
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90				
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	J16	U5	V6	Z6	F11	L1	
Peso del recipiente Wr	6.10	5.81	6.70	6.84	7.00	6.86	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	29.43	27.51	27.23	28.54	29.16	28.66	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	21.64	19.96	19.88	21.00	20.83	21.00	
Peso de Agua (Ww)	7.79	7.55	7.35	7.54	8.33	7.66	
Peso muestra seca (Ws)	15.54	14.15	13.18	14.16	13.83	14.14	
Contenido Humedad (w%)	50.13	53.36	55.77	53.25	60.23	54.17	
Promedio (w%)	51.74		54.51		57.20		
N° de golpes	38		23		14		
Límite Líquido LL%	54.04						
<p style="text-align: center;">CURVA DE ESCURRIMIENTO</p>  <p style="text-align: center;">● CURVA DE ESCURRIMIENTO ● Límite Líquido — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO)</p>							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:		AASHTO T 90-2016					
Recipiente N°	E3	S4	Q9				
Peso del recipiente Wr	4.32	4.10	4.23				
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)	6.30	6.10	6.25				
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)	5.67	5.42	5.60				
Peso de Agua (Ww)	0.63	0.68	0.65				
Peso muestra seca Ws	1.35	1.32	1.37				
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws	46.67	51.52	47.45				
Promedio W% (LP)	48.54						
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP	5.50						



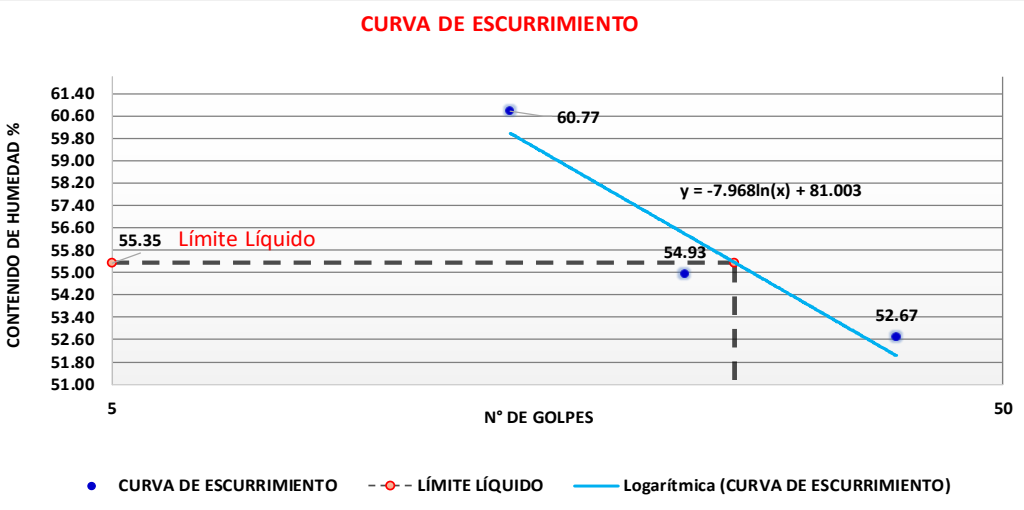
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 113: Límites de Atterberg 11

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.61	789046.084			
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25				
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	LO1	LO2	11F	8T	J6	133T	
Peso del recipiente Wr	23.91	23.86	11.23	11.46	5.53	11.62	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	38.68	43.83	27.31	23.28	26.77	26.98	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	33.25	36.40	21.19	18.83	18.70	21.05	
Peso de Agua (Ww)	5.43	7.43	6.12	4.45	8.07	5.93	
Peso muestra seca (Ws)	9.34	12.54	9.96	7.37	13.17	9.43	
Contenido Humedad (w%)	58.14	59.25	61.45	60.38	61.28	62.88	
Promedio (w%)	58.69		60.91		62.08		
N° de golpes	41		24		15		
Límite Líquido LL%	60.50						
<p style="text-align: center;">CURVA DE ESCURRIMIENTO</p>  <p style="text-align: center;"> ● CURVA DE ESCURRIMIENTO ● Límite Líquido — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO) </p>							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:							
Recipiente N°		D1	E2	X3			
Peso del recipiente Wr		4.10	4.38	5.98			
Peso suelo húmedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)		5.27	6.11	8.16			
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)		4.85	5.52	7.40			
Peso de Agua (Ww)		0.42	0.59	0.76			
Peso muestra seca Ws		0.75	1.14	1.42			
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws		56.00	51.75	53.52			
Promedio W% (LP)		53.76					
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP		6.74					



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 114: Límites de Atterberg 12

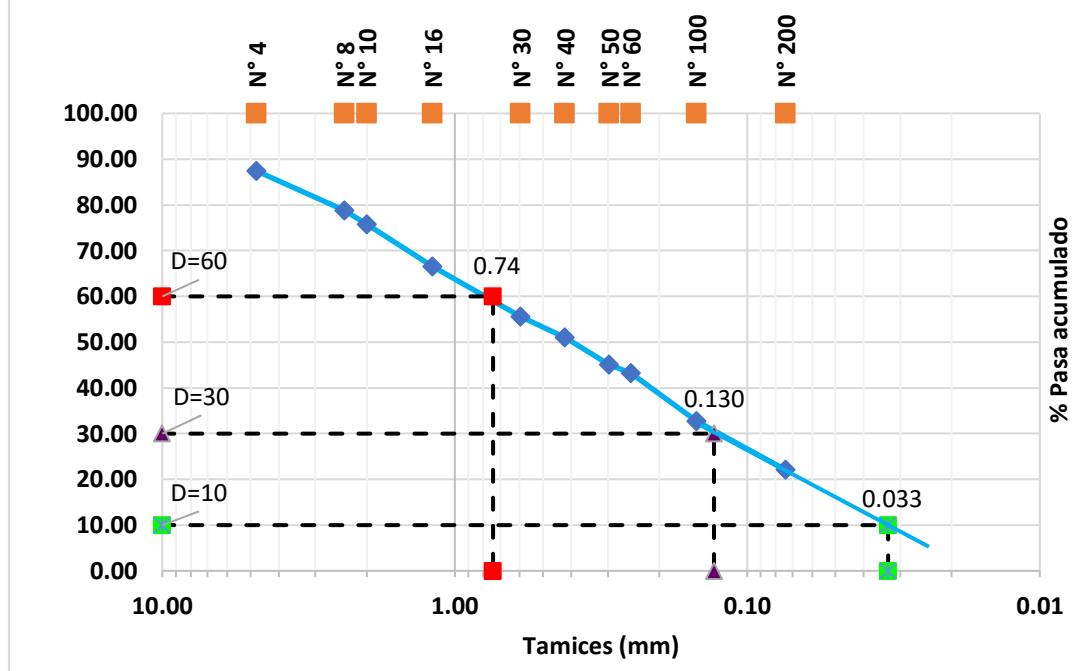
		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE DE ATTERBERG					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233	789070.113			
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 89-2013					
Recipiente N°	Z-3	X8	L1	F11	V6	U5	
Peso del recipiente Wr	11.53	11.83	5.13	5.20	6.41	5.81	
Peso Suelo Húmedo +Peso recipiente (Wm+Wr)	29.67	25.00	26.41	25.89	27.00	26.36	
Peso Suelo Seco + Peso recipiente (Ws+Wr)	23.49	20.40	18.69	18.73	19.25	18.56	
Peso de Agua (Ww)	6.18	4.60	7.72	7.16	7.75	7.80	
Peso muestra seca (Ws)	11.96	8.57	13.56	13.53	12.84	12.75	
Contenido Humedad (ω%)	51.67	53.68	56.93	52.92	60.36	61.18	
Promedio (ω%)	52.67		54.93		60.77		
N° de golpes	38		22		14		
Límite Líquido LL%	55.35						
<p style="text-align: center;">CURVA DE ESCURRIMIENTO</p>  <p style="text-align: center;">● CURVA DE ESCURRIMIENTO - - - Límite Líquido — Logarítmica (CURVA DE ESCURRIMIENTO)</p>							
LÍMITE PLÁSTICO							
NORMA:			AASHTO T 90-2016				
Recipiente N°			K8	B3	R5		
Peso del recipiente Wr			5.35	4.30	5.70		
Peso suelo humedo + Peso Recipiente (Wm +Wr)			7.42	6.38	7.51		
Peso suelo seco + Peso Recipiente (Ws+Wr)			6.72	5.69	6.89		
Peso de Agua (Ww)			0.70	0.69	0.62		
Peso muestra seca Ws			1.37	1.39	1.19		
Contenido de humedad w% = 100 Ww/Ws			51.09	49.64	52.10		
Promedio W% (LP)			50.95				
ÍNDICE PLÁSTICO							
IP = LL - LP			4.40				

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 115 Granulometría 1

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017	780118.592	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	50.00	50.00	12.59	87.41
N°8	2.38	34.20	84.20	21.20	78.80
N°10	2.00	12.20	96.40	24.27	75.73
N°16	1.19	36.64	133.04	33.50	66.50
N°30	0.60	43.24	176.28	44.39	55.61
N°40	0.42	18.00	194.28	48.92	51.08
N°50	0.30	24.00	218.28	54.96	45.04
N°60	0.25	7.00	225.28	56.73	43.27
N°100	0.15	42.00	267.28	67.30	32.70
N°200	0.07	42.16	309.44	77.92	22.08
FUENTE	0.03	83.10	392.54	98.84	1.16
TOTAL		309.44			
Peso cuarteo antes del lavado					497.60
Peso Seco					397.14
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	197.44	Peso total muestra Suelo Húmedo		497.60	
Peso rec. + suelo seco	168.40	Peso total muestra Suelo Seco		397.14	
Peso rec	53.60				
Peso agua	29.04				
Peso suelo	114.80				
ω%	25.30				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					

Granulometría



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.033	0.130	0.74	22.42424242	0.692

5.- Límites de Atterberg

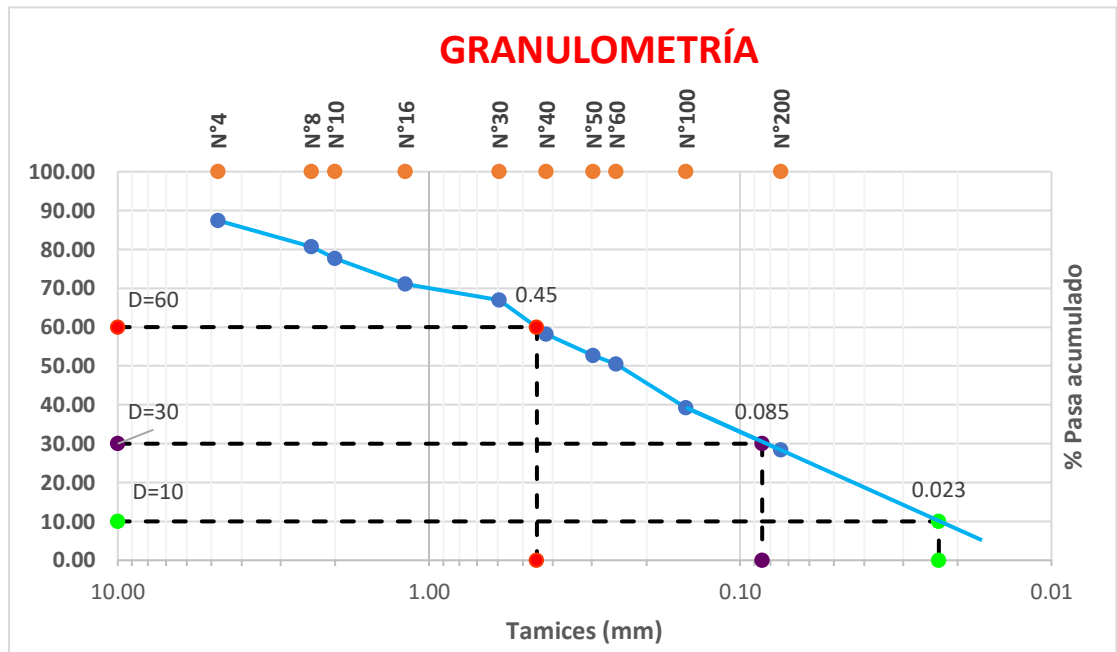
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
28.41	26.31	2.10	0.00	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 116 Granulometría 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547	780032.146	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	48.00	48.00	12.57	87.43
N°8	2.38	26.00	74.00	19.38	80.62
N°10	2.00	11.46	85.46	22.38	77.62
N°16	1.19	25.00	110.46	28.93	71.07
N°30	0.60	16.00	126.46	33.12	66.88
N°40	0.42	33.15	159.61	41.80	58.20
N°50	0.30	21.20	180.81	47.35	52.65
N°60	0.25	8.20	189.01	49.50	50.50
N°100	0.15	43.15	232.16	60.80	39.20
N°200	0.07	41.60	273.76	71.69	28.31
FUENTE	0.03	103.50	377.26	98.80	1.20
TOTAL		273.76			
Peso cuarteo antes del lavado					473.40
Peso Seco					381.86
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	205.17		Peso total muestra Suelo Húmedo		473.40
Peso rec. + suelo seco	176.40		Peso total muestra Suelo Seco		381.86
Peso rec	56.38				
Peso agua	28.77				
Peso suelo	120.02				
$\omega\%$	23.97				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.023	0.085	0.45	19.56521739	0.698

5.- Límites de Atterberg

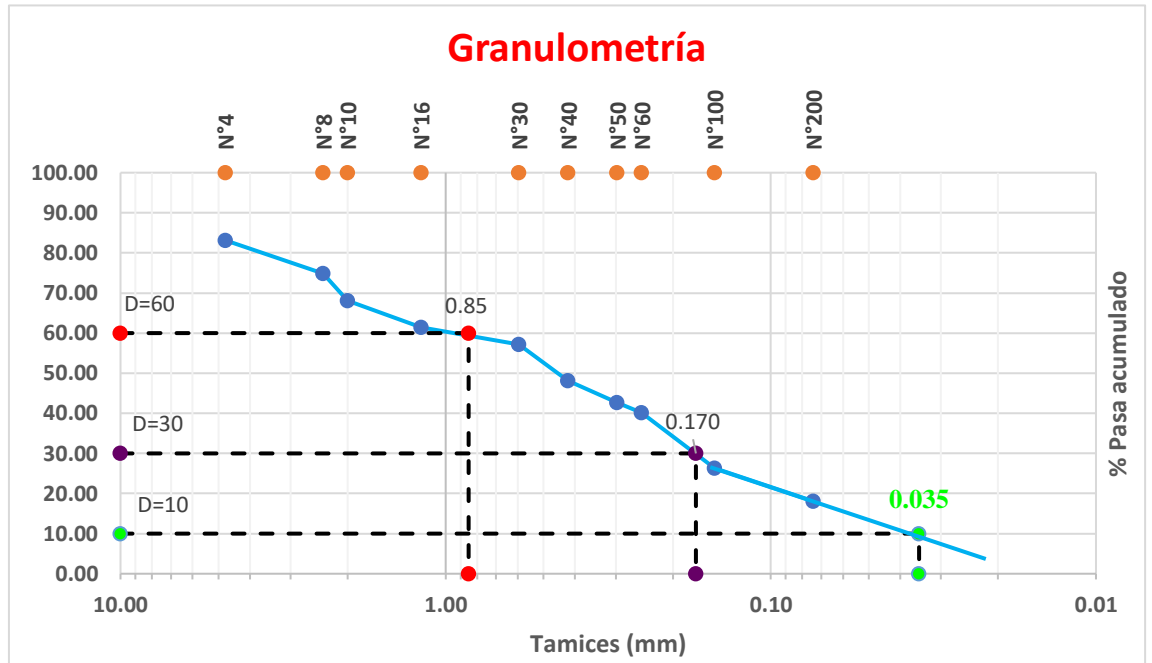
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
25.43	23.39	2.04	0.00	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 117 Granulometría 3

 <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u></p> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427	779583.943	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	62.00	62.00	16.86	83.14
N°8	2.38	30.38	92.38	25.12	74.88
N°10	2.00	25.00	117.38	31.92	68.08
N°16	1.19	24.56	141.94	38.60	61.40
N°30	0.60	15.75	157.69	42.88	57.12
N°40	0.42	33.00	190.69	51.85	48.15
N°50	0.30	20.19	210.88	57.34	42.66
N°60	0.25	9.15	220.03	59.83	40.17
N°100	0.15	51.00	271.03	73.70	26.30
N°200	0.07	30.25	301.28	81.92	18.08
FUENTE	0.03	61.88	363.16	98.75	1.25
TOTAL		301.28			
Peso cuarteo antes del lavado					473.00
Peso Seco					367.76
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	193.15	Peso total muestra Suelo Húmedo		473.00	
Peso rec. + suelo seco	159.00	Peso total muestra Suelo Seco		367.76	
Peso rec	39.67				
Peso agua	34.15				
Peso suelo	119.33				
ω%	28.62				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo


	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.035	0.170	0.850	24.286	0.971

5.- Límites de Atterberg

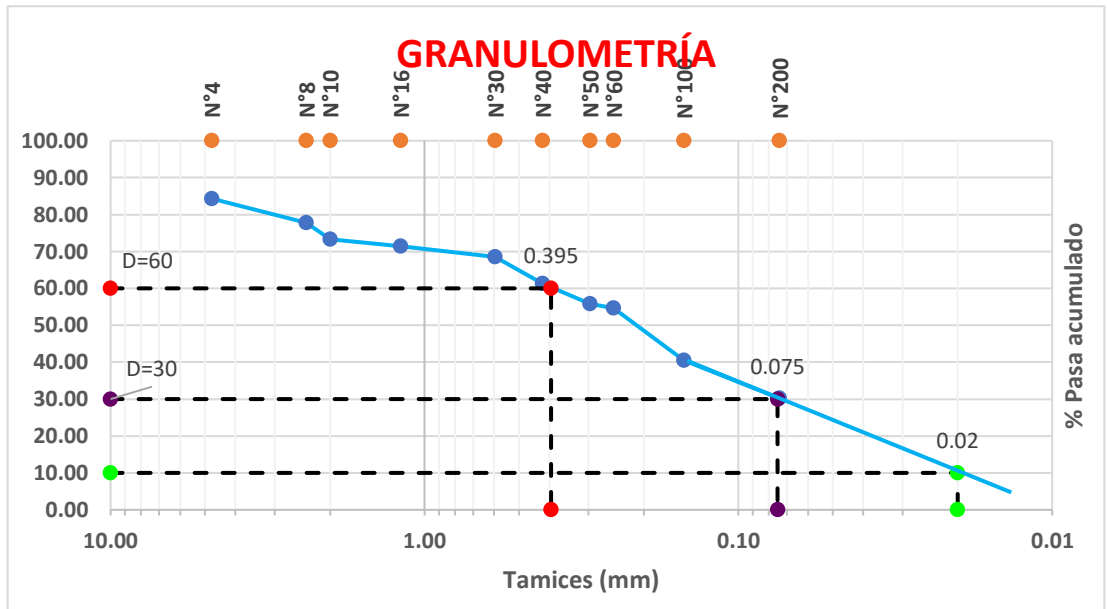
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
35	32.56	2.44	0.00	AASHTO	SUCS
				A-1-b	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 118 Granulometría 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.070	779154.142	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T-87-70 Y T - 88-70; ASTM D-421-58 Y D 422-63				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	58.00	58.00	15.70	84.30
N°8	2.38	24.36	82.36	22.29	77.71
N°10	2.00	16.25	98.61	26.69	73.31
N°16	1.19	7.20	105.81	28.64	71.36
N°30	0.60	10.60	116.41	31.50	68.50
N°40	0.42	26.50	142.91	38.68	61.32
N°50	0.30	20.40	163.31	44.20	55.80
N°60	0.25	4.40	167.71	45.39	54.61
N°100	0.15	52.20	219.91	59.52	40.48
N°200	0.07	38.00	257.91	69.80	30.20
FUENTE	0.03	106.99	364.90	98.76	1.24
TOTAL		257.91			
Peso cuarteo antes del lavado					471.00
Peso Seco					369.50
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	176.56	Peso total muestra Suelo Húmedo		471.00	
Peso rec. + suelo seco	147.50	Peso total muestra Suelo Seco		369.50	
Peso rec	41.71				
Peso agua	29.06				
Peso suelo	105.79				
$\omega\%$	27.47				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.02	0.075	0.395	19.75	0.71

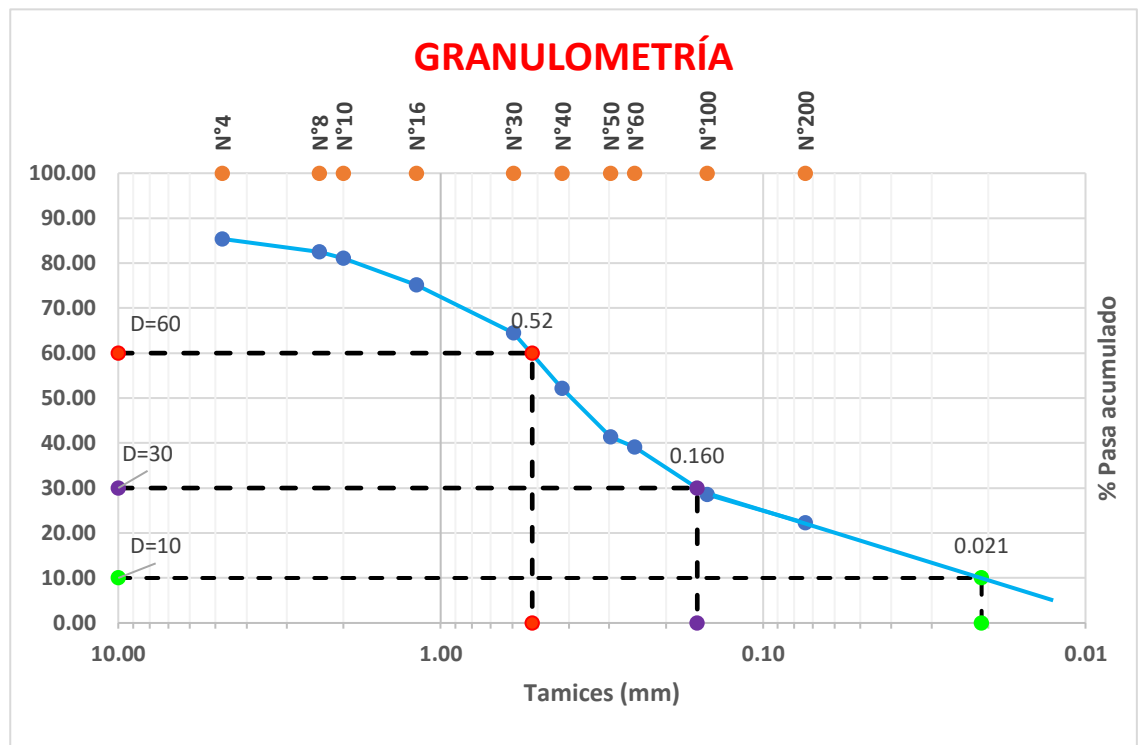
5.- Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
34.32	32.20	2.12	0.00	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 119 Granulometría 5



 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	58.00	58.00	14.60	85.40
N°8	2.38	11.60	69.60	17.53	82.47
N°10	2.00	5.60	75.20	18.94	81.06
N°16	1.19	23.60	98.80	24.88	75.12
N°30	0.60	42.20	141.00	35.50	64.50
N°40	0.42	49.20	190.20	47.89	52.11
N°50	0.30	42.80	233.00	58.67	41.33
N°60	0.25	8.80	241.80	60.89	39.11
N°100	0.15	42.20	284.00	71.51	28.49
N°200	0.07	24.80	308.80	77.76	22.24
FUENTE	0.03	62.91	371.71	98.78	1.22
TOTAL		308.80			
Peso cuarteo antes del lavado					470.20
Peso Seco					376.31
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	169.09		Peso total muestra Suelo Húmedo		470.20
Peso rec. + suelo seco	144.62		Peso total muestra Suelo Seco		376.31
Peso rec	46.54				
Peso agua	24.47				
Peso suelo	98.08				
ω%	24.95				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					

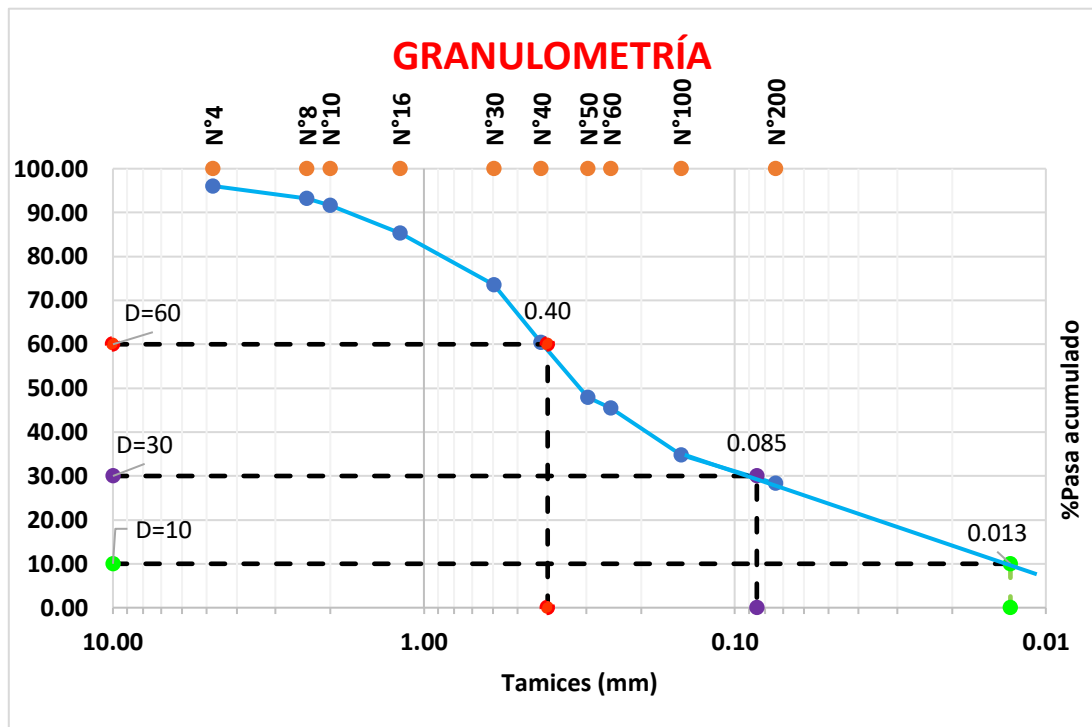


4.- Coeficiente del suelo					
	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.021	0.160	0.52	24.76	2.34
5.- Límites de Atterberg					
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
30.34	27.97	2.37	0	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 120 Granulometría 6

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	15.10	15.10	3.95	96.05
N°8	2.38	11.00	26.10	6.83	93.17
N°10	2.00	5.80	31.90	8.35	91.65
N°16	1.19	24.40	56.30	14.74	85.26
N°30	0.60	44.60	100.90	26.42	73.58
N°40	0.42	50.40	151.30	39.62	60.38
N°50	0.30	47.80	199.10	52.14	47.86
N°60	0.25	9.00	208.10	54.50	45.50
N°100	0.15	40.80	248.90	65.18	34.82
N°200	0.07	25.00	273.90	71.73	28.27
FUENTE	0.03	92.03	365.93	98.76	1.24
TOTAL		273.90			
Peso cuarteo antes del lavado					463.80
Peso Seco					370.53
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	176.75		Peso total muestra Suelo Húmedo		463.80
Peso rec. + suelo seco	150.29		Peso total muestra Suelo Seco		370.53
Peso rec	45.17				
Peso agua	26.46				
Peso suelo	105.12				
$\omega\%$	25.17				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.013	0.085	0.4	30.77	1.39

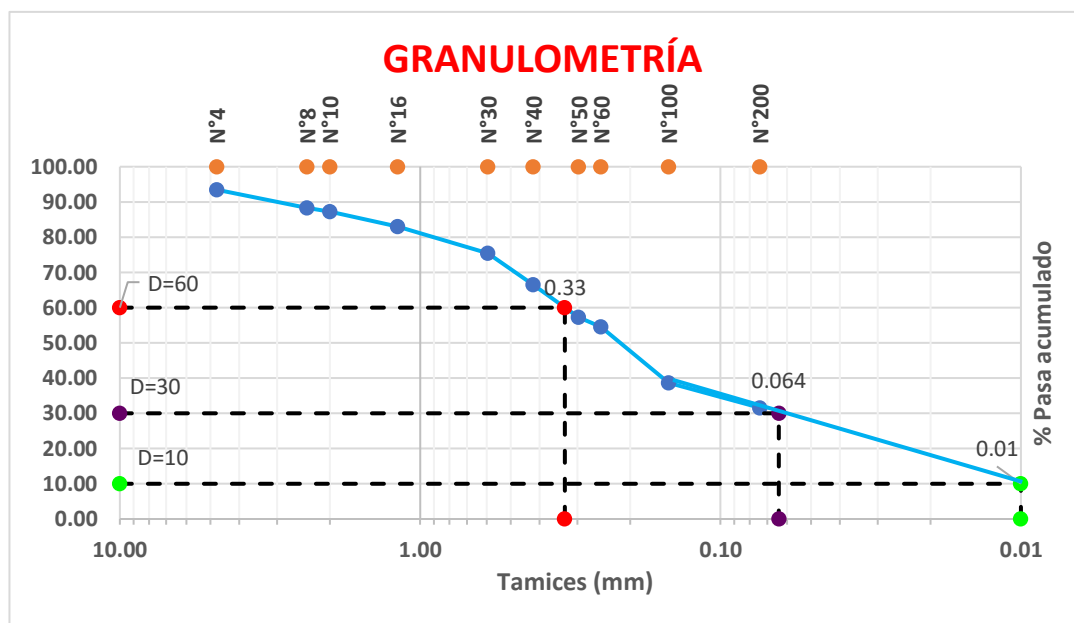
5.- Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
34.34	31.99	2.35	0	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 121 Granulometría 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251	779429.219	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	24.00	24.00	6.53	93.47
N°8	2.38	18.80	42.80	11.64	88.36
N°10	2.00	4.00	46.80	12.73	87.27
N°16	1.19	15.60	62.40	16.97	83.03
N°30	0.60	27.80	90.20	24.53	75.47
N°40	0.42	33.20	123.40	33.55	66.45
N°50	0.30	33.80	157.20	42.75	57.25
N°60	0.25	9.80	167.00	45.41	54.59
N°100	0.15	58.60	225.60	61.35	38.65
N°200	0.07	26.00	251.60	68.42	31.58
FUENTE	0.03	131.04	382.64	98.81	1.19
TOTAL		251.60			
Peso cuarteo antes del lavado					466.40
Peso Seco					387.24
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	172.37		Peso total muestra Suelo Húmedo		466.40
Peso rec. + suelo seco	149.85		Peso total muestra Suelo Seco		387.24
Peso rec	39.69				
Peso agua	22.52				
Peso suelo	110.16				
ω%	20.44				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					



4.- Coeficiente del suelo


	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.01	0.064	0.33	33.00	1.24

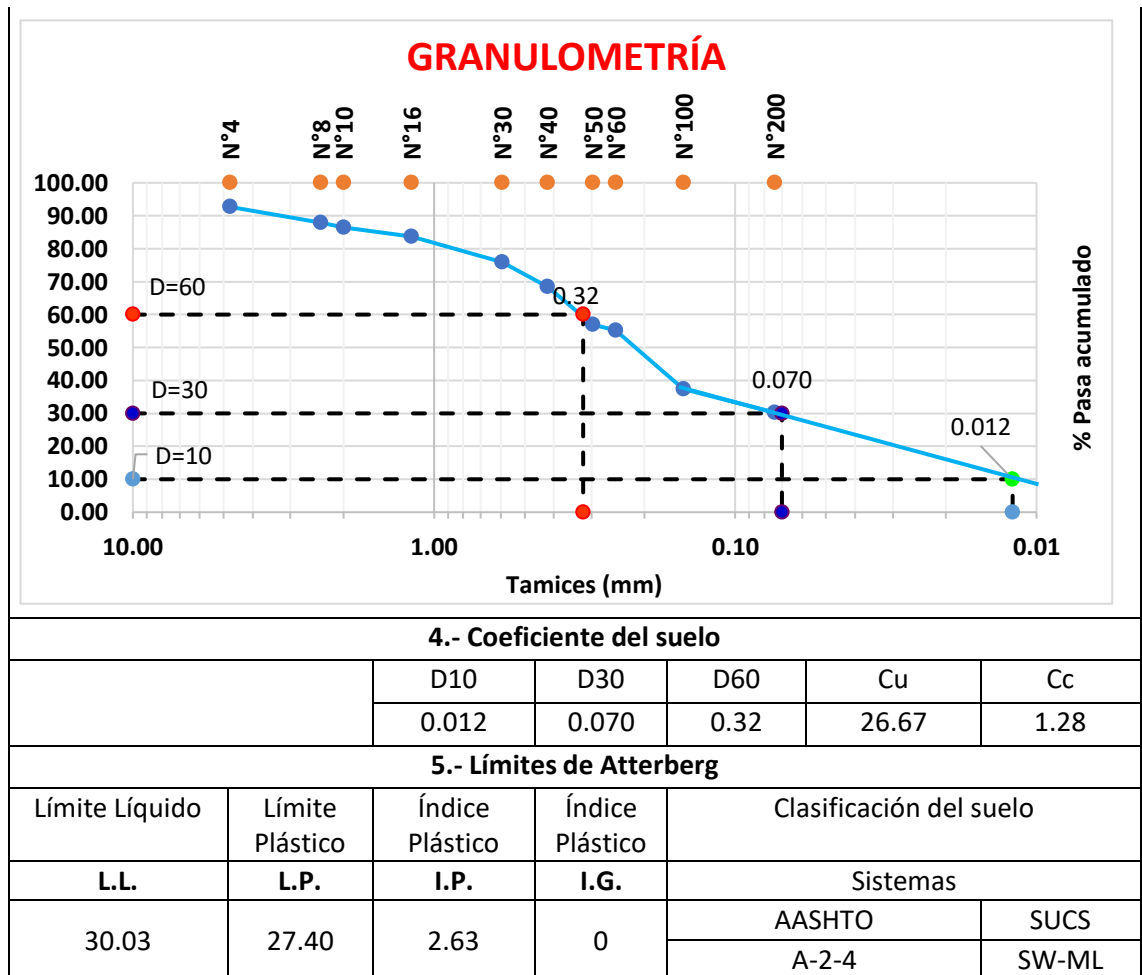
5.- Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
35.44	33.05	2.39	0	AASHTO	SUCS
				A-2-4	SW-ML

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez



Tabla 122 Granulometría 8

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966	779303.826	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	27.00	27.00	7.31	92.69
N°8	2.38	17.80	44.80	12.12	87.88
N°10	2.00	5.00	49.80	13.48	86.52
N°16	1.19	10.60	60.40	16.35	83.65
N°30	0.60	28.40	88.80	24.03	75.97
N°40	0.42	27.80	116.60	31.56	68.44
N°50	0.30	42.60	159.20	43.09	56.91
N°60	0.25	6.60	165.80	44.87	55.13
N°100	0.15	65.80	231.60	62.68	37.32
N°200	0.07	26.10	257.70	69.74	30.26
FUENTE	0.03	196.69	454.39	99.00	1.00
TOTAL		257.70			
Peso cuarteo antes del lavado					547.60
Peso Seco					458.99
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	179.00	Peso total muestra Suelo Húmedo		547.60	
Peso rec. + suelo seco	157.01	Peso total muestra Suelo Seco		458.99	
Peso rec	43.10				
Peso agua	21.99				
Peso suelo	113.91				
ω%	19.30				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					

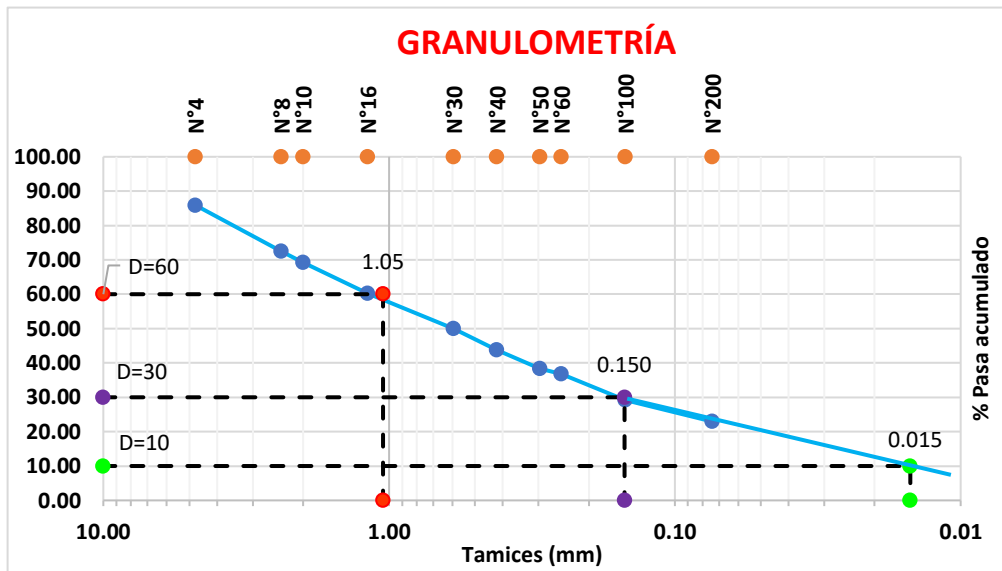


AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 123 Granulometría 9

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885	788555.727	
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	56.00	56.00	14.10	85.90
N°8	2.38	53.40	109.40	27.55	72.45
N°10	2.00	12.60	122.00	30.72	69.28
N°16	1.19	36.00	158.00	39.78	60.22
N°30	0.60	40.60	198.60	50.01	49.99
N°40	0.42	24.40	223.00	56.15	43.85
N°50	0.30	21.80	244.80	61.64	38.36
N°60	0.25	6.20	251.00	63.20	36.80
N°100	0.15	30.00	281.00	70.76	29.24
N°200	0.07	25.00	306.00	77.05	22.95
FUENTE	0.03	3.43	309.43	98.54	1.46
TOTAL		306.00			
Peso cuarteo antes del lavado					480.20
Peso Seco					314.03
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	200.98		Peso total muestra Suelo Húmedo		480.20
Peso rec. + suelo seco	149.99		Peso total muestra Suelo Seco		314.03
Peso rec	53.63				
Peso agua	50.99				
Peso suelo	96.36				
ω%	52.92				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.015	0.150	1.05	70.00	1.43

5.- Límites de Atterberg

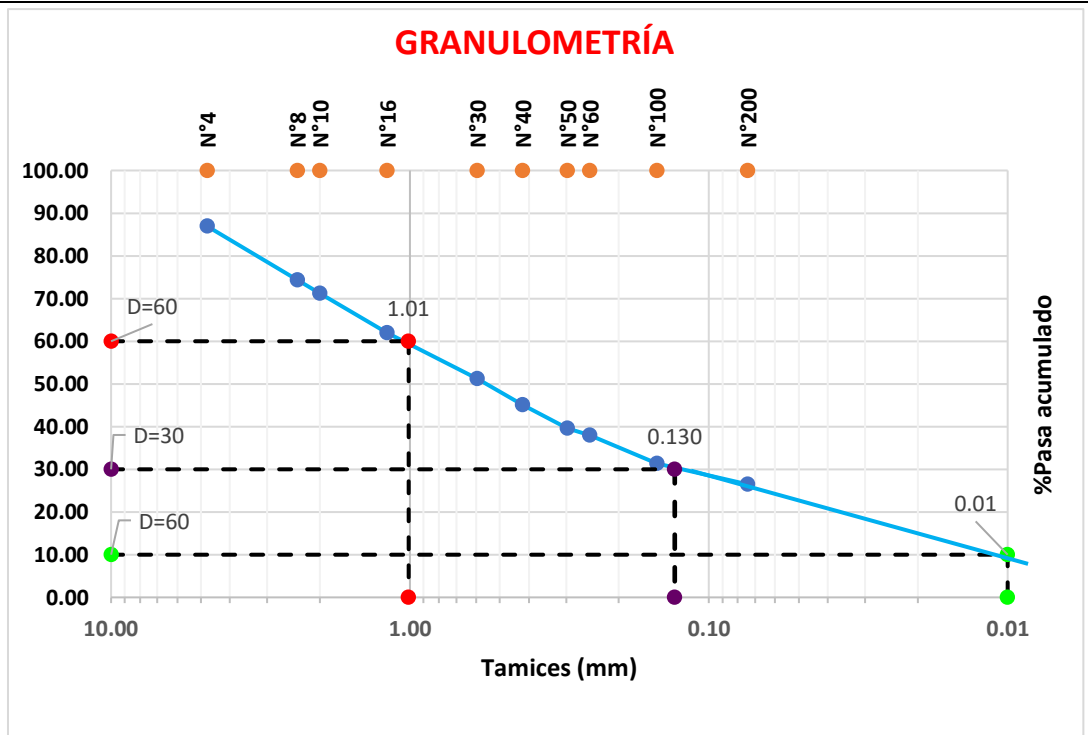
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
54.58	51.24	4.00	0	AASHTO	SUCS
				A-1-b	SW-MH

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 124 Granulometría 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885	788555.727	
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	50.00	50.00	13.09	86.91
N°8	2.38	48.00	98.00	25.66	74.34
N°10	2.00	11.80	109.80	28.75	71.25
N°16	1.19	35.60	145.40	38.08	61.92
N°30	0.60	41.00	186.40	48.81	51.19
N°40	0.42	23.40	209.80	54.94	45.06
N°50	0.30	21.00	230.80	60.44	39.56
N°60	0.25	5.80	236.60	61.96	38.04
N°100	0.15	25.60	262.20	68.66	31.34
N°200	0.07	18.60	280.80	73.53	26.47
FUENTE	0.03	12.22	293.02	98.45	1.55
TOTAL		280.80			
Peso cuarteo antes del lavado					445.40
Peso Seco					297.62
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	169.86		Peso total muestra Suelo Húmedo		445.40
Peso rec. + suelo seco	129.03		Peso total muestra Suelo Seco		297.62
Peso rec	46.80				
Peso agua	40.83				
Peso suelo	82.23				
ω%	49.65				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.01	0.130	1.01	101.00	1.67

5.- Límites de Atterberg

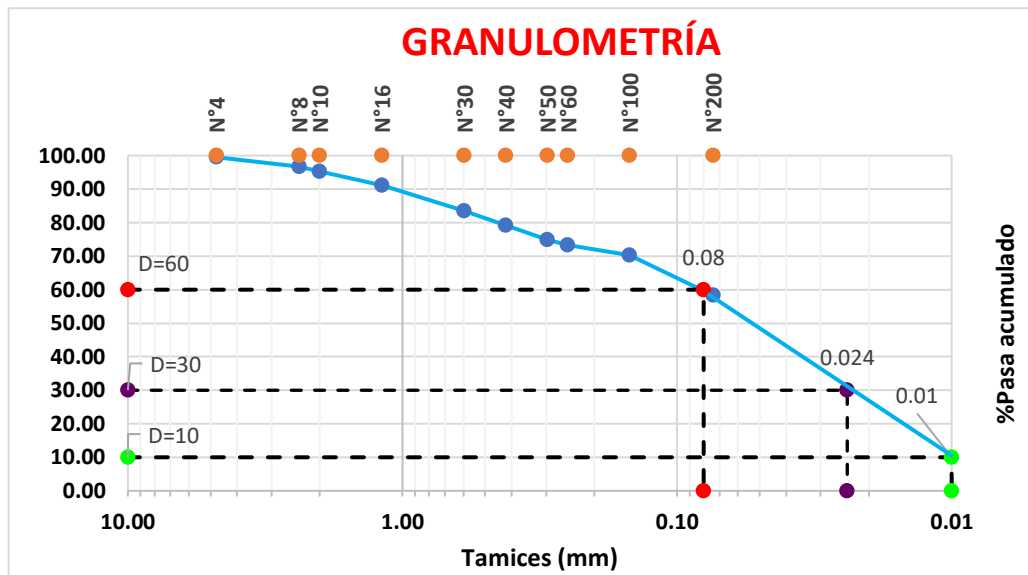
Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas
54.04	48.54	5.50	0	AASHTO
				A-2-5
				SUCS
				SW-MH

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 125 Granulometría 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609	789046.084	
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25		
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	1.80	1.80	0.49	99.51
N°8	2.38	10.40	12.20	3.32	96.68
N°10	2.00	5.40	17.60	4.79	95.21
N°16	1.19	15.20	32.80	8.92	91.08
N°30	0.60	28.10	60.90	16.56	83.44
N°40	0.42	15.80	76.70	20.86	79.14
N°50	0.30	15.40	92.10	25.04	74.96
N°60	0.25	6.20	98.30	26.73	73.27
N°100	0.15	11.00	109.30	29.72	70.28
N°200	0.07	44.00	153.30	41.69	58.31
FUENTE	0.03	295.91	449.21	98.99	1.01
TOTAL		153.30			
Peso cuarteo antes del lavado					508.60
Peso Seco					453.81
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	184.75	Peso total muestra Suelo Húmedo		508.60	
Peso rec. + suelo seco	169.34	Peso total muestra Suelo Seco		453.81	
Peso rec	41.71				
Peso agua	15.41				
Peso suelo	127.63				
$\omega\%$	12.07				

3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"



4.- Coeficiente del suelo



	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.01	0.024	0.08	8.00	0.72

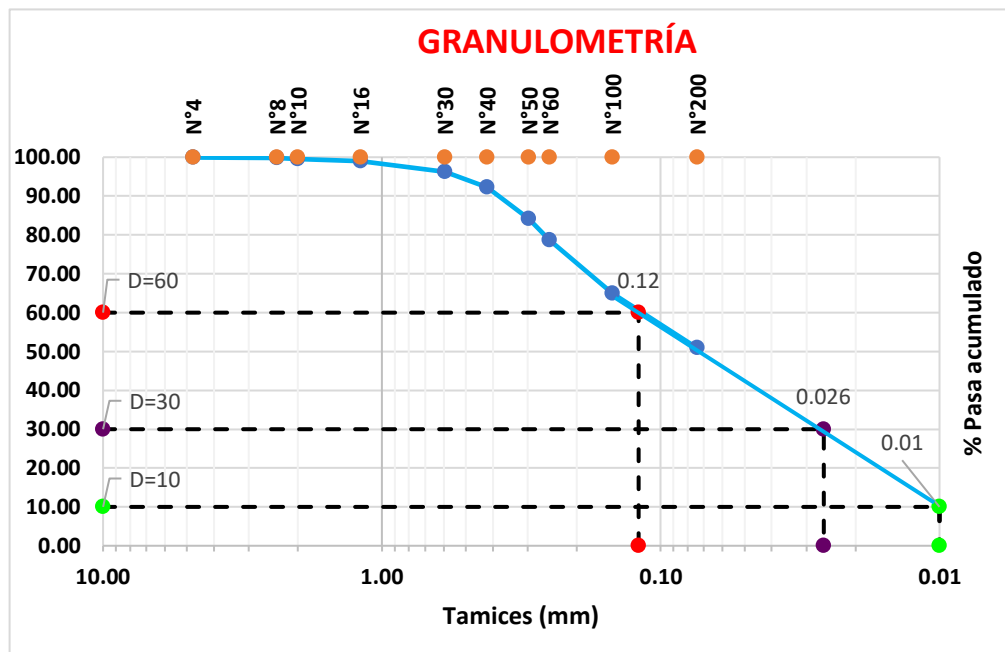
5.- Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
60.50	53.76	6.74	9	AASHTO	SUCS
				A-5 (7)	SW-MH

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 126 Granulometría 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>GRANULOMETRÍA</u> 					
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233	789070.113	
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:	AASHTO T 88-2013				
1.- Ensayo de análisis granulométrico de los suelos					
Tamiz	mm	Peso Ret.	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que pasa
			0.00	0.00	100.00
N°4	4.76	0.25	0.25	0.07	99.93
N°8	2.38	0.58	0.83	0.22	99.78
N°10	2.00	0.64	1.47	0.40	99.60
N°16	1.19	2.30	3.77	1.02	98.98
N°30	0.60	10.00	13.77	3.73	96.27
N°40	0.42	14.80	28.57	7.73	92.27
N°50	0.30	30.05	58.62	15.86	84.14
N°60	0.25	20.00	78.62	21.28	78.72
N°100	0.15	51.00	129.62	35.08	64.92
N°200	0.07	51.80	181.42	49.10	50.90
FUENTE	0.03	204.27	385.69	98.82	1.18
TOTAL		181.42			
Peso cuarteo antes del lavado					497.60
Peso Seco					390.29
2.- Contenido de humedad in situ					
Peso rec. + suelo húmedo	195.89		Peso total muestra Suelo Húmedo		497.60
Peso rec. + suelo seco	165.81		Peso total muestra Suelo Seco		390.29
Peso rec	56.41				
Peso agua	30.08				
Peso suelo	109.40				
ω%	27.50				
3.- Gráfica "Distribución Granulométrica"					



4.- Coeficiente del suelo



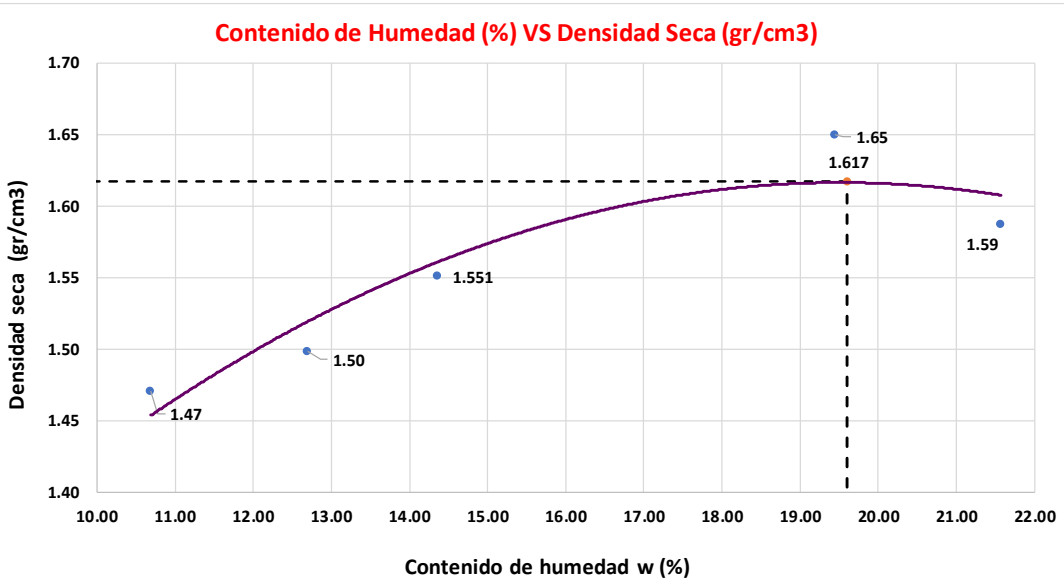
	D10	D30	D60	Cu	Cc
	0.01	0.026	0.12	12.00	0.56

5.- Límites de Atterberg

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice Plástico	Clasificación del suelo	
L.L.	L.P.	I.P.	I.G.	Sistemas	
55.35	50.95	4.40	6	AASHTO	SUCS
				A-5 (4)	SW-MH



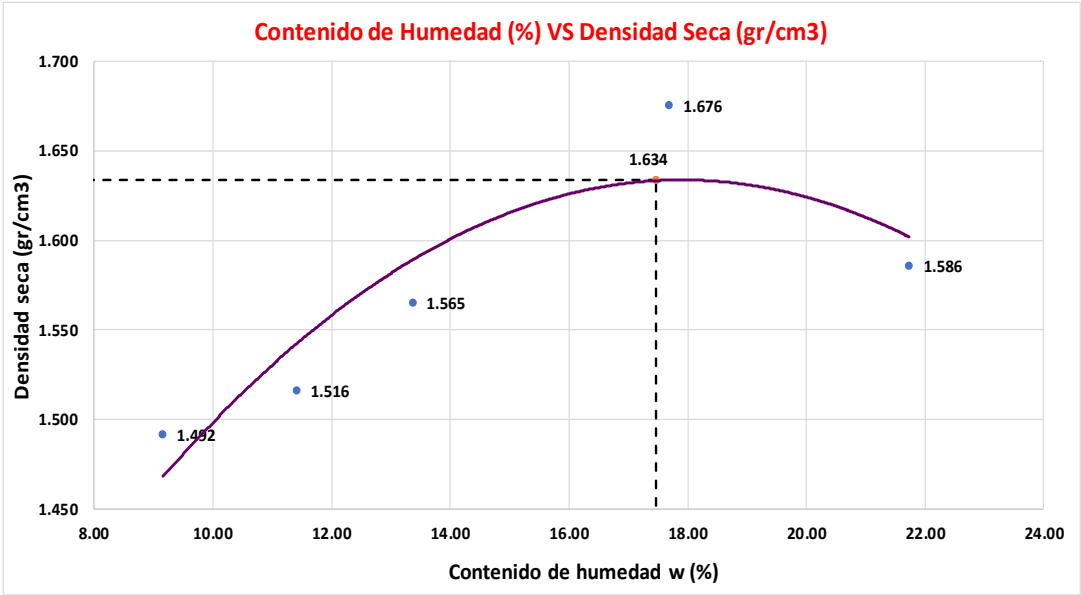
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 127: Proctor Modificado 1

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017 780118.592
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 180-2018		
1.- ESPECIFICACIONES			
Número de capas	5	Altura de caída	18"
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN			
1. PESO INICIAL DESEADO			
Número de ensayo	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	0	2	4
Humedad inicial añadida en %	0	100	200
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8872.60	9001.00	9181.40
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3441.80	3570.20	3750.60
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.628	1.689	1.774
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Número de recipiente	Y1	D5	W5
Peso del recipiente Wr	56.46	65.57	53.38
Recipiente + suelo húmedo Wr + Wm	190.63	186.52	161.96
Recipiente + suelo seco Ws + Wm	178.74	173.89	149.00
Peso de los sólidos Ws	122.28	108.32	95.62
Peso del agua Ww	11.89	12.63	12.96
Contenido de humedad w%	9.72	11.66	13.55
Promedio del contenido de humedad w%	10.69		12.69
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.471		1.498
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA			
			
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm ³)	1.617	Gc (%)	85.59
		HUMEDAD ÓPTIMA %	19.60



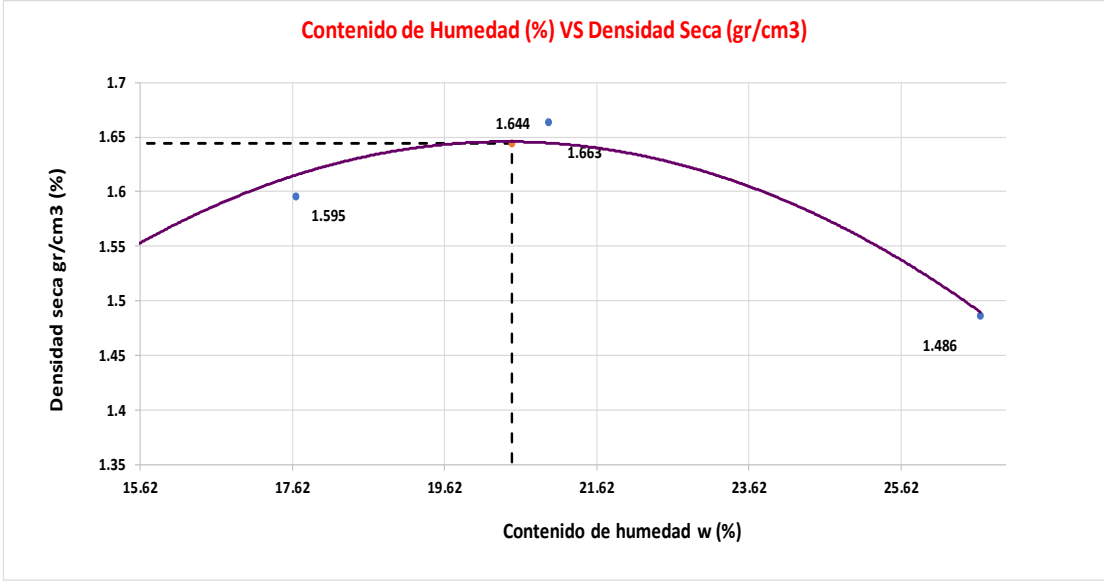
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 128: Proctor Modificado 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2							
Revisado por:	Ing. Alex Fías	Coordenadas	9855913.547 780032.146							
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20							
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	0.90							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"							
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb							
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3							
Humedad inicial añadida en %	0	2	4							
Humedad inicial añadida en %	0	100	200							
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8874.40	9002.80	9183.20							
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3443.60	3572.00	3752.40							
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.629	1.689	1.775							
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	2F	P5	4A	C2	C7	P4	M2	Y1	F-3	B-8
Peso del recipiente Wr	47.03	39.64	46.53	43.21	41.69	49.15	98.07	56.42	55.33	41.86
Recipiente + suelo húmedo Wr + Wm	188.66	176.29	175.69	186.34	205.31	234.12	188.23	180.96	195.28	187.95
Recipiente + suelo seco Ws + Wm	177.26	164.35	161.63	172.60	185.29	213.14	172.78	164.99	170.28	161.87
Peso de los sólidos Ws	130.23	124.71	115.1	129.39	143.6	163.99	74.71	108.57	114.95	120.01
Peso del agua Ww	11.40	11.94	14.06	13.74	20.02	20.98	15.45	15.97	25.00	26.08
Contenido de humedad w%	8.75	9.57	12.22	10.62	13.94	12.79	20.68	14.71	21.75	21.73
Promedio del contenido de humedad w%	9.16		11.42		13.37		17.69		21.74	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.492		1.516		1.565		1.676		1.586	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA										
										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.634		Gc (%)	85.72		HUMEDAD ÓPTIMA %	17.46			



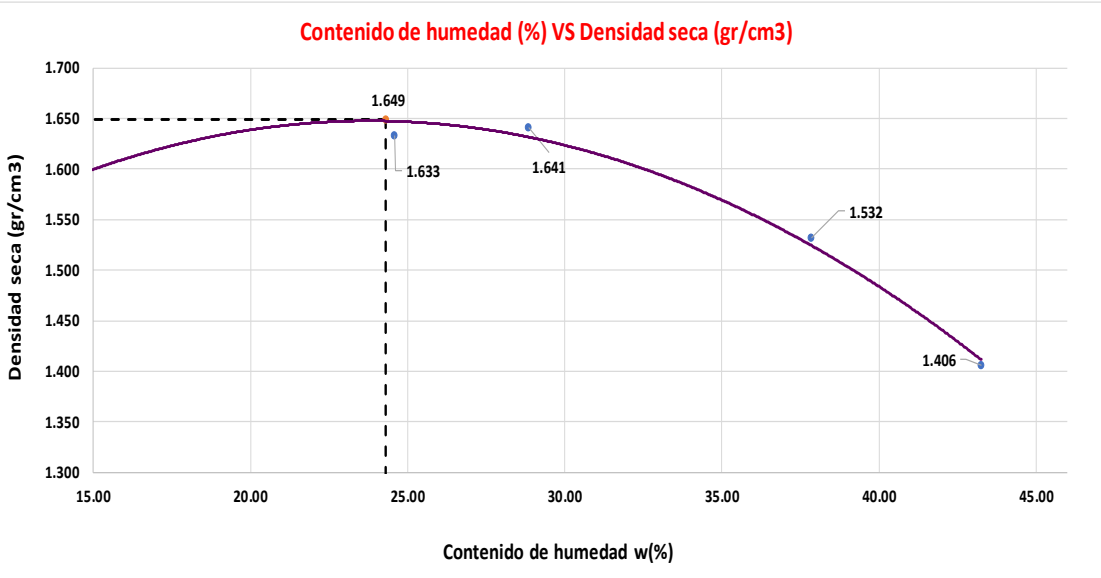
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 129: Proctor Modificado 3

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"								
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3					
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427	779583.943				
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20					
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00					
NORMA:	AASHTO T 180-2018							
1.- ESPECIFICACIONES								
Número de capas	5	Altura de caída	18"	Peso del molde (gr)	5430.80			
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde (gr)	2114.32			
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00					
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN								
1. PESO INICIAL DESEADO								
Número de ensayo	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12				
Humedad inicial añadida en %	0	200	400	600				
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8890.20	9398.20	9685.20	9409.40				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3459.40	3967.40	4254.40	3978.60				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.636	1.876	2.012	1.882				
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	C5	P4	D8	H1	F3	R5	P5	B8
Peso del recipiente W _r	45.71	49.11	46.77	43.09	55.24	43.01	39.64	41.84
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	187.21	165.14	150.49	143.98	182.67	167.12	180.32	215.57
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	172.96	149.75	135.36	128.4	161.03	145.15	138.24	174.88
Peso de los sólidos W _s	127.25	100.64	88.59	85.31	105.79	102.14	140.68	173.73
Peso del agua W _w	14.25	15.39	15.13	15.58	21.64	21.97	42.08	40.69
Contenido de humedad w%	11.20	15.29	17.08	18.26	20.46	21.51	29.91	23.42
Promedio del contenido de humedad w%	13.25		17.67		20.98		26.67	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.445		1.595		1.663		1.486	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA								
 <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad (%) VS Densidad Seca (gr/cm³)</p>								
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm ³)	1.644	G _c (%)	94.48	HUMEDAD ÓPTIMA %	20.5			



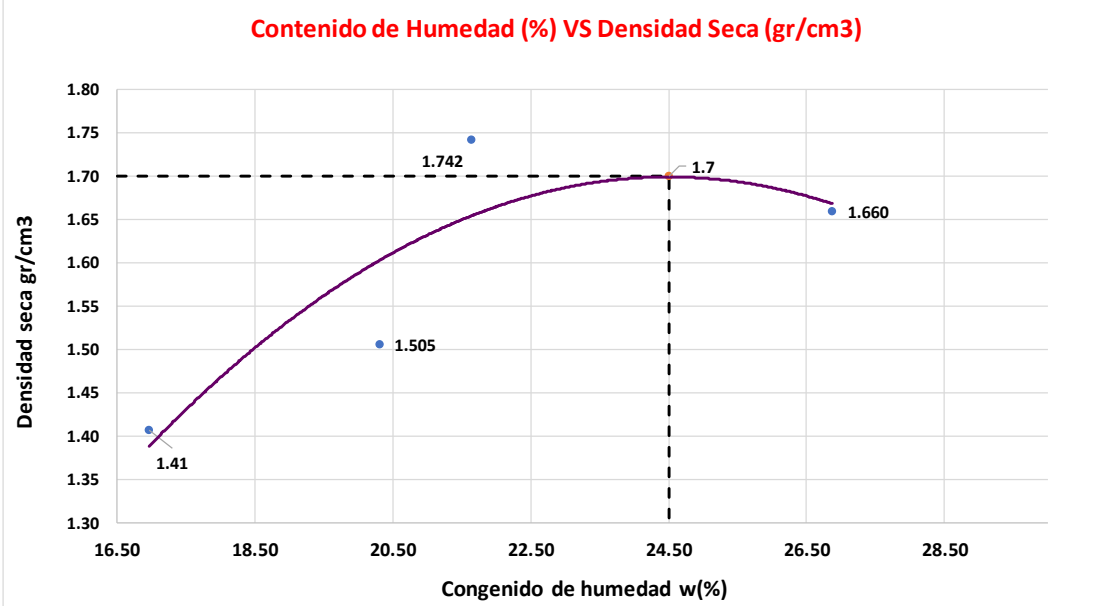
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 130: Proctor Modificado 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.07 779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuaicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 180-2018		
1.- ESPECIFICACIONES			
Número de capas	5	Altura de caída	10 lb Peso del molde (gr) 5430.80
Número de golpes	56	Peso del martillo	18" Volumen del molde (gr) 2114.32
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN			
1. PESO INICIAL DESEADO			
Número de ensayo	1	2	3 4 5
Humedad inicial añadida en %	0	2	4 6 11
Humedad inicial añadida en %	0	100	200 300 550
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9230.29	9732.00	9900.60 9894.50 9690.20
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3799.49	4301.20	4469.80 4463.70 4259.40
Peso unitario húmedo ym (gr/cm ³)	1.797	2.034	2.114 2.111 2.015
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Número de recipiente	B8	D7	D6 D8 F-3 B-8 C-7 D-7 T6 W1
Peso del recipiente Wr	41.86	46.13	69.44 71.80 55.33 41.86 41.76 46.13 38.22 40.26
Recipiente + suelo húmedo Wr + Wm	170.13	172.64	157.81 159.33 152.13 147.37 163.48 168.36 156.43 148.81
Recipiente + suelo seco Ws + Wm	155.23	157.37	140.66 141.78 131.69 122.44 130.24 134.62 120.33 116.41
Peso de los sólidos Ws	113.37	111.24	71.22 69.98 76.36 80.58 88.48 88.49 82.11 76.15
Peso del agua Ww	14.9	15.27	17.15 17.55 20.44 24.93 33.24 33.74 36.10 32.4
Contenido de humedad w%	13.14	13.73	24.08 25.08 26.77 30.94 37.57 38.13 43.97 42.55
Promedio del contenido de humedad w%	13.43		24.58 28.85 37.85 43.26
Peso volumétrico seco yd (gr/cm ³)	1.584		1.633 1.641 1.532 1.406
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDA ÓPTIMA			
			
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.649	Gc (%)	91.57 HUMEDAD ÓPTIMA % 24.3



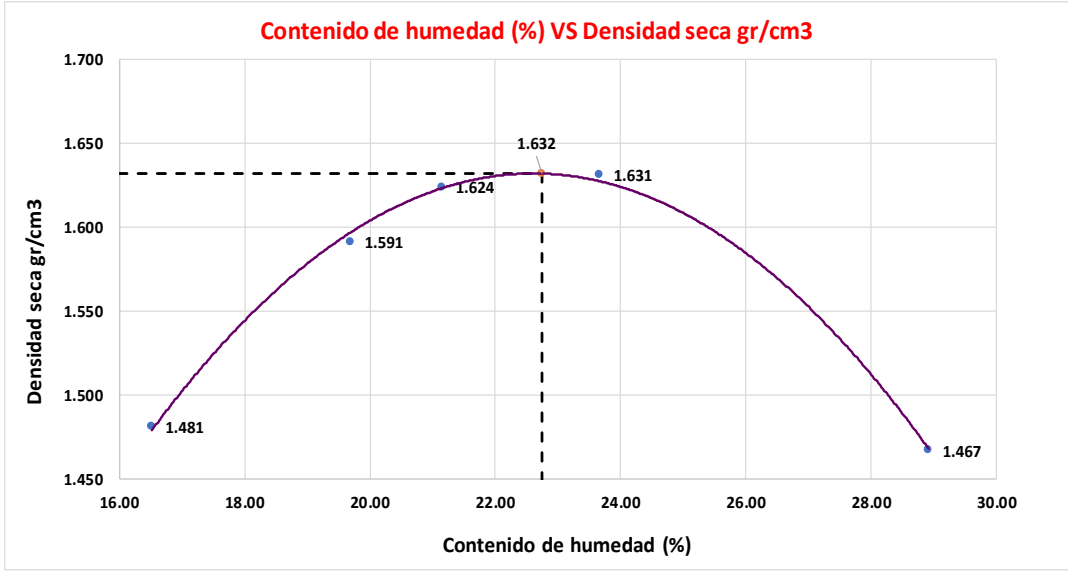
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 131: Proctor Modificado 5

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA								
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5							
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098						
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15							
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"	Peso del molde (gr)	5430.80					
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde (gr)	2114.32					
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	0	4	6	10	12					
Humedad inicial añadida en %	0	200	300	500	600					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8911.40	9260.40	9911.00	9882.80	9645					
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3480.60	3829.60	4480.20	4452.00	4214.36					
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.646	1.811	2.119	2.106	1.993					
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	6G	S8	L1	D7	B9	M4	A4	R3	U7	F4
Peso del recipiente W _r	44.20	43.70	54.77	66.49	47.53	44.21	42.93	47.88	47.97	40.64
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	150.60	155.85	148.47	153.38	160.63	162.85	174.49	167.66	152.91	155.81
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	135.13	139.61	133.12	138.28	140.47	141.77	150.13	143.23	128.4	130.13
Peso de los sólidos W _s	90.93	95.91	78.35	71.79	92.94	97.56	107.2	95.35	80.43	89.49
Peso del agua W _w	15.47	16.24	15.35	15.1	20.16	21.08	24.36	24.43	24.51	25.68
Contenido de humedad w%	17.01	16.93	19.59	21.03	21.69	21.61	22.72	25.62	30.47	28.70
Promedio del contenido de humedad w%	16.97		20.31		21.65		26.88		29.58	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.407		1.505		1.742		1.660		1.538	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA										
 <p style="text-align: center;">Contenido de Humedad (%) VS Densidad Seca (gr/cm³)</p>										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.7	G_c (%)	69.84	HUMEDAD ÓPTIMA %	24.5					



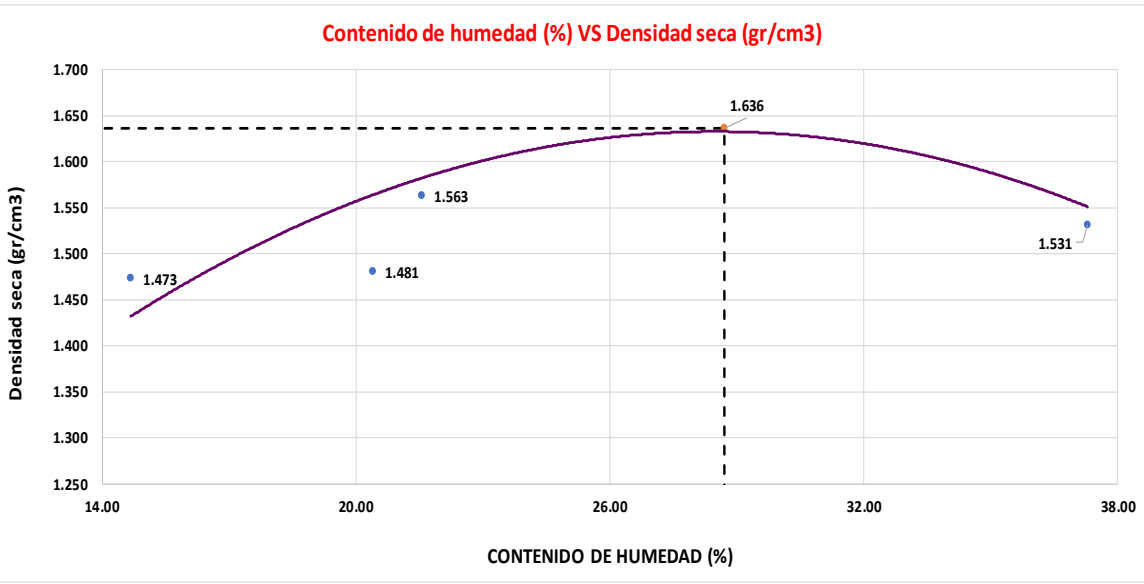
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 132: Proctor Modificado 6

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6							
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003 779388.501							
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20							
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"							
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb							
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	0	3	6	9	12					
Humedad inicial añadida en %	0	150	300	450	600					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9080.20	9458.30	9590.80	9696.50	9430.40					
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3649.40	4027.50	4160.00	4265.70	3999.60					
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.726	1.905	1.968	2.018	1.892					
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	C2	C8	W1	D5	4A	C2	B8	D3	2F	P5
Peso del recipiente W _r	43.2	42.70	53.77	65.49	46.53	43.21	41.93	46.88	46.97	39.64
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	150.49	155.74	148.36	153.27	160.52	162.74	174.38	167.55	152.8	155.70
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	135.26	139.74	133.25	138.41	140.60	141.9	150.26	143.36	128.53	130.26
Peso de los sólidos W _s	92.06	97.04	79.48	72.92	94.07	98.69	108.33	96.48	81.56	90.62
Peso del agua W _w	15.23	16.00	15.11	14.86	19.92	20.84	24.12	24.19	24.27	25.44
Contenido de humedad w%	16.54	16.49	19.01	20.38	21.18	21.12	22.27	25.07	29.76	28.07
Promedio del contenido de humedad w%	16.52		19.69		21.15		23.67		28.92	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.481		1.591		1.624		1.631		1.467	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA										
										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.632	G_c (%)	70.81	HUMEDAD ÓPTIMA %	22.75					



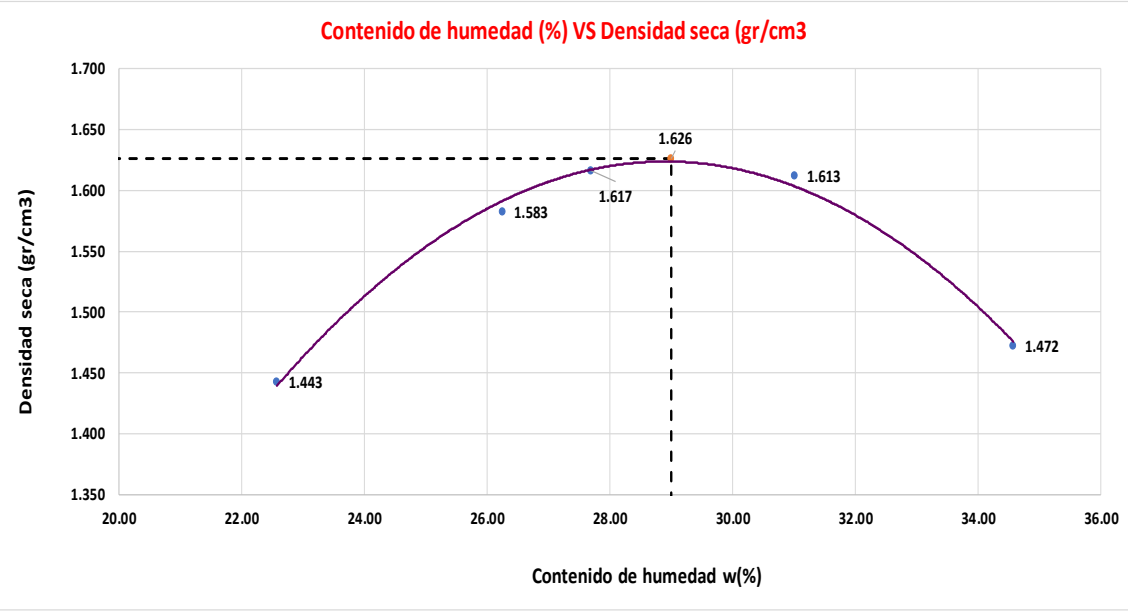
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 133: Proctor Modificado 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7							
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251	779429.219						
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20							
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"	Peso del molde (gr)	5430.80					
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb	Volumen del molde (gr)	2114.32					
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16					
Humedad inicial añadida en %	0	200	400	600	800					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9003.20	9200.60	9448.60	10056.20	9875.60					
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3572.40	3769.80	4017.80	4625.40	4444.80					
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.690	1.783	1.900	2.188	2.102					
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	4-A	Y-1	P-5	R-5	F-3	B-8	C-7	D-7	T6	W1
Peso del recipiente W _r	47.22	56.40	39.67	43.03	55.33	41.86	41.76	46.13	38.22	40.10
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	187.13	224.15	164.42	149.41	200.50	148.02	134.60	153.20	139.09	145.76
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	168.13	204.00	144.71	130.21	178.13	126.86	113.11	131.54	111.27	117.51
Peso de los sólidos W _s	120.91	147.60	105.04	87.18	122.80	85.00	71.35	85.41	73.05	77.41
Peso del agua W _w	19.00	20.15	19.71	19.20	22.37	21.16	21.49	21.66	27.82	28.25
Contenido de humedad w%	15.71	13.65	18.76	22.02	18.22	24.89	30.12	25.36	38.08	36.49
Promedio del contenido de humedad w%	14.68		20.39		21.56		27.74		37.29	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.473		1.481		1.563		1.713		1.531	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA										
 <p style="text-align: center;">Contenido de humedad (%) VS Densidad seca (gr/cm³)</p>										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm ³)	1.636	G _c (%)	73.22	HUMEDAD ÓPTIMA %	28.7					



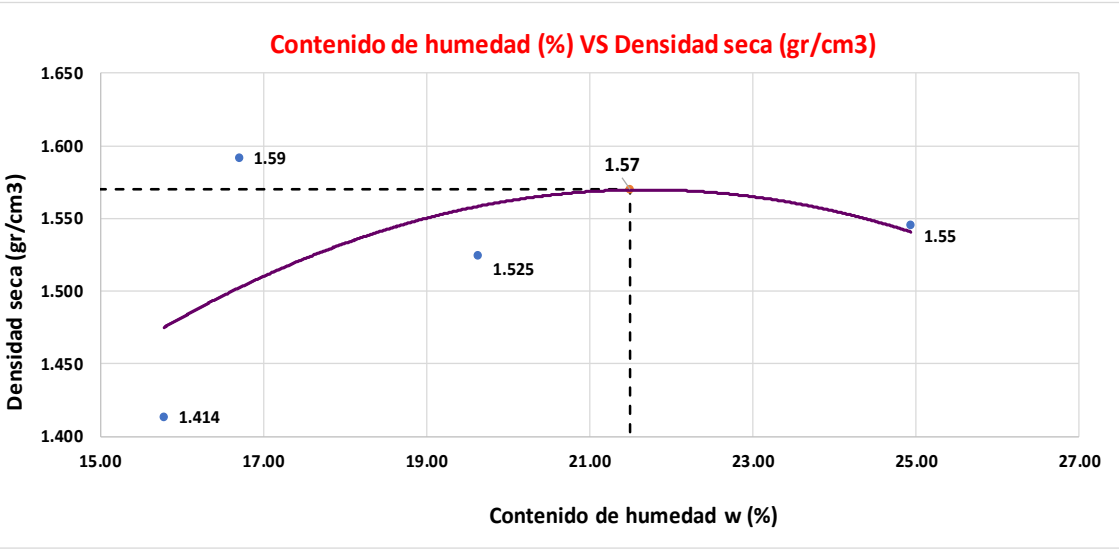
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 134: Proctor Modificado 8

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8
Ing. Alex Frías	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966 779303.826
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 180-2018		
1.- ESPECIFICACIONES			
Número de capas	5	Altura de caída	18"
		Peso del molde (gr)	5430.80
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb
		Volumen del molde (gr)	2114.32
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN			
1. PESO INICIAL DESEADO			
Número de ensayo	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	0	4	6
			8
			10
Humedad inicial añadida en %	0	200	300
			400
			500
Peso molde + suelo húmedo (gr)	9170.60	9656.00	9795.52
			9897.88
			9620.10
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3739.80	4225.20	4364.72
			4467.08
			4189.30
Peso unitario húmedo ym (gr/cm ³)	1.769	1.998	2.064
			2.113
			1.981
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Número de recipiente	B8	D3	4A
			C2
			2F
			C8
			W5
			H1
			Y1
			D5
Peso del recipiente Wr	41.93	46.88	46.53
			43.21
			47.03
			42.73
			53.38
			43.06
			56.46
			65.57
Recipiente + suelo húmedo Wr + Wm	150.26	155.84	142.65
			145.97
			160.80
			168.82
			164.53
			160.39
			186.30
			183.02
Recipiente + suelo seco Ws + Wm	131.08	135.01	122.87
			124.39
			134.95
			142.82
			139.17
			131.63
			156.10
			150.17
Peso de los sólidos Ws	89.15	88.13	76.34
			81.18
			87.92
			100.09
			85.79
			88.57
			99.64
			84.60
Peso del agua Ww	19.18	20.83	19.78
			21.58
			25.85
			26.00
			25.36
			28.76
			30.20
			32.85
Contenido de humedad w%	21.51	23.64	25.91
			26.58
			29.40
			25.98
			29.56
			32.47
			30.31
			38.83
Promedio del contenido de humedad w%	22.57		26.25
			27.69
			31.02
			34.57
Peso volumétrico seco yd (gr/cm ³)	1.443		1.583
			1.583
			1.617
			1.617
			1.613
			1.472
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA			
			
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.626	Gc (%)	74.54
		HUMEDAD ÓPTIMA %	29



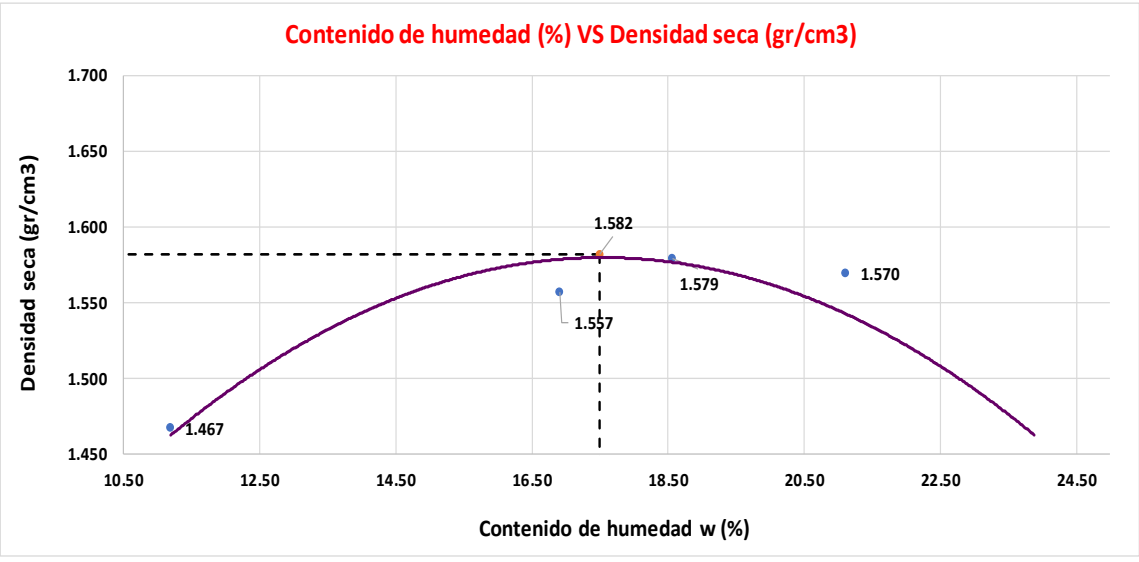
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 135: Proctor Modificado 9

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"								
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9					
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727					
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25					
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00					
NORMA:	AASHTO T 180-2018							
1.- ESPECIFICACIONES								
Número de capas	5	Altura de caída	18"					
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb					
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00					
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN								
1. PESO INICIAL DESEADO								
Número de ensayo	1	2	3					
Humedad inicial añadida en %	0	3	6					
Humedad inicial añadida en %	0	150	300					
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8891.60	9287.40	9514.20					
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3460.80	3856.60	4083.40					
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.637	1.824	1.931					
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Número de recipiente	W1	D5	C2	C8	C7	W5	M2	R4
Peso del recipiente W _r	53.77	65.49	43.2	42.70	41.69	53.42	98.13	46.03
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	179.42	187.2	168.65	149.85	149.87	199.02	324.73	252.41
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	162.31	170.6	147.88	132.43	126.84	171.96	286.51	218.26
Peso de los sólidos W _s	108.54	105.11	104.68	89.73	85.15	118.54	226.60	206.38
Peso del agua W _w	17.11	16.6	20.77	17.42	23.03	27.06	38.22	34.15
Contenido de humedad w%	15.76	15.79	19.84	19.41	27.05	22.83	16.87	16.55
Promedio del contenido de humedad w%	15.78		19.63		24.94		16.71	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.414		1.525		1.546		1.592	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA								
								
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm3)	1.57		Gc (%)	74.44		HUMEDAD ÓPTIMA %	21.5	



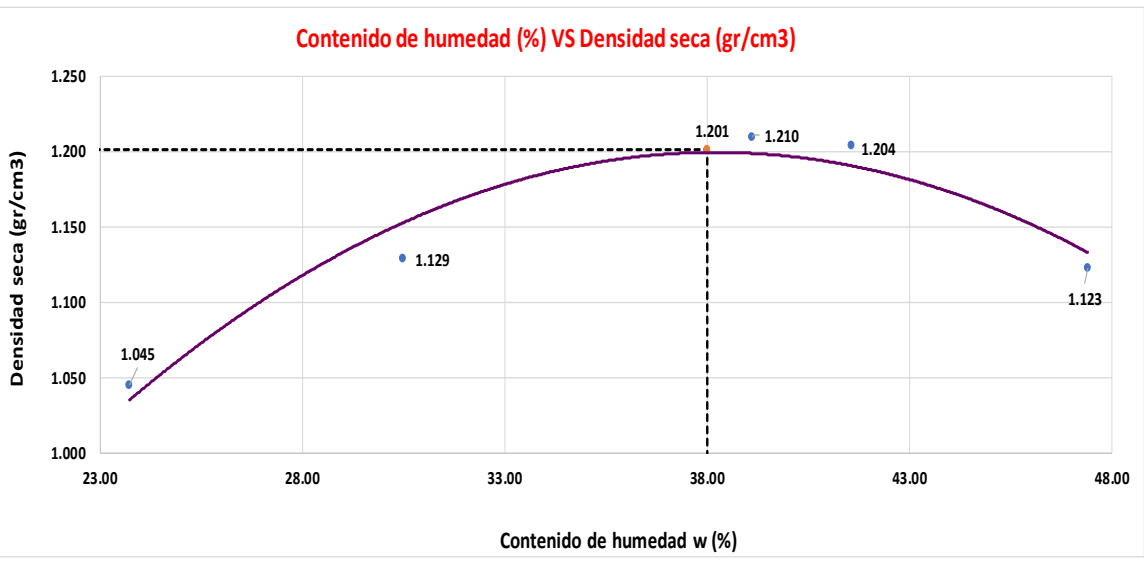
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 136: Proctor Modificado 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854204.801 788881.617
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90
NORMA:	AASHTO T 180-2018		
1.- ESPECIFICACIONES			
Número de capas	5	Altura de caída	18"
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN			
1. PESO INICIAL DESEADO			
Número de ensayo	1	2	3
Humedad inicial añadida en %	0	2	4
Humedad inicial añadida en %	0	100	200
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8880.45	9280.26	9390.20
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3449.65	3849.46	3959.40
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.632	1.821	1.873
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Número de recipiente	C7	P4	M2
Peso del recipiente W _r	41.69	49.15	98.07
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	165.46	170.26	184.25
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	153.02	158.05	169.39
Peso de los sólidos W _s	111.33	108.90	71.32
Peso del agua W _w	12.44	12.21	14.86
Contenido de humedad w%	11.17	11.21	20.84
Promedio del contenido de humedad w%	11.19	16.91	18.56
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.467	1.557	1.579
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA			
			
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm ³)	1.582	G _c (%)	74.38
HUMEDAD ÓPTIMA %	17.5		



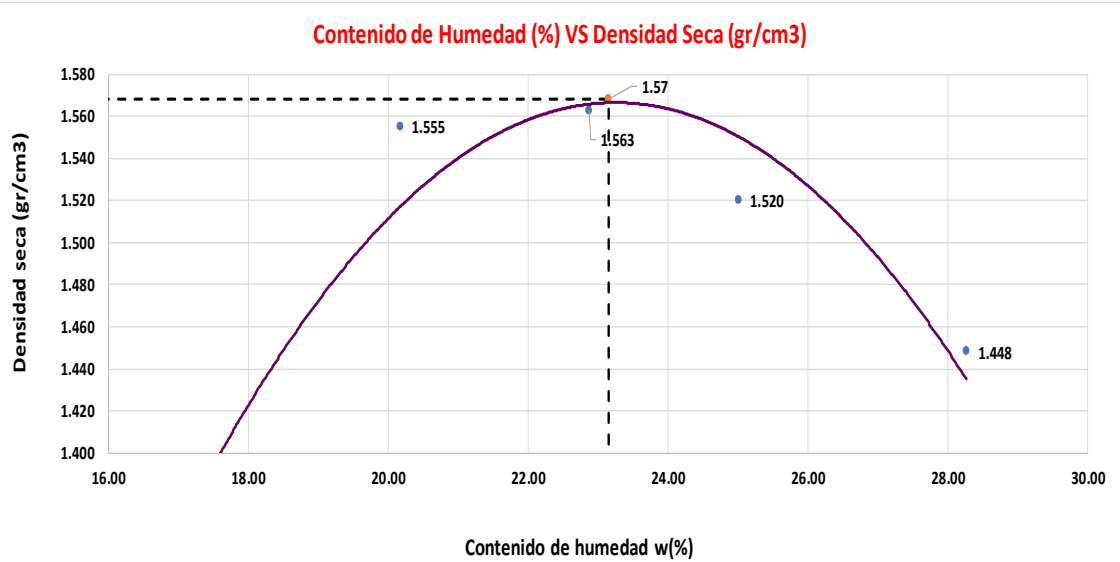
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 137: Proctor Modificado 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11							
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609 789046.084							
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25							
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"							
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb							
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3							
Humedad inicial añadida en %	0	6	12							
Humedad inicial añadida en %	0	300	600							
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8164.80	8545.20	8988.60							
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2734.00	3114.40	3557.80							
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1.293	1.473	1.683							
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	B6	F3	D6	D8	B8	D7	R5	M8	D5	H1
Peso del recipiente W _r	41.78	55.22	69.44	71.80	41.86	46.13	43.00	94.09	65.51	43.05
Recipiente + suelo húmedo W _r + W _m	147.87	163.79	221.79	187.36	166.44	137.7	155.16	225.41	206.16	174.42
Recipiente + suelo seco W _s + W _m	128.23	142.27	191.53	156.65	131.28	112.05	119.47	190.32	161.25	131.87
Peso de los sólidos W _s	86.45	87.05	122.09	84.85	89.42	65.92	76.47	96.23	95.74	88.82
Peso del agua W _w	19.64	21.52	30.26	30.71	35.16	25.65	35.69	35.09	44.91	42.55
Contenido de humedad w%	22.72	24.72	24.78	36.19	39.32	38.91	46.67	36.46	46.91	47.91
Promedio del contenido de humedad w%	23.72		30.49		39.12		41.57		47.41	
Peso volumétrico seco γ_d (gr/cm ³)	1.045		1.129		1.210		1.204		1.123	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HÚMEDA ÓPTIMA										
										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm³)	1.201		G_c (%)	97.67		HUMEDAD ÓPTIMA %		38.00		



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 138: Proctor Modificado 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "PRÓCTOR MODIFICADO"										
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA									
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12							
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233 789070.113							
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20							
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00							
NORMA:	AASHTO T 180-2018									
1.- ESPECIFICACIONES										
Número de capas	5	Altura de caída	18"							
Número de golpes	56	Peso del martillo	10 lb							
Energía de compactación	55986	Peso inicial deseado (en cada ensayo)	5000.00							
2.- PROCESO DE COMPACTACIÓN										
1. PESO INICIAL DESEADO										
Número de ensayo	1	2	3							
Humedad inicial añadida en %	0	6	12							
Humedad inicial añadida en %	0	300	600							
Peso molde + suelo húmedo (gr)	8842.39	9382.10	9490.68							
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3411.59	3951.30	4059.88							
Peso unitario húmedo ym (gr/cm ³)	1.614	1.869	1.920							
3.- DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Número de recipiente	2F	P5	L7	Y1	W5	H1	Y11	D5	T6	W1
Peso del recipiente Wr	46.97	39.64	58.22	56.42	53.38	43.06	56.46	65.57	38.22	40.26
Recipiente + suelo húmedo Wr + Wm	144.39	148.67	150.27	149.19	150.97	147.59	157.31	155.91	143.83	142.57
Recipiente + suelo seco Ws + Wm	129.17	133.31	134.89	133.55	132.21	128.78	138.32	136.81	120.77	119.82
Peso de los sólidos Ws	82.2	93.67	76.67	77.13	78.83	85.72	81.86	71.24	82.55	79.56
Peso del agua Ww	15.22	15.36	15.38	15.64	18.76	18.81	18.99	19.1	23.06	22.75
Contenido de humedad w%	18.52	16.40	20.06	20.28	23.80	21.94	23.20	26.81	27.93	28.59
Promedio del contenido de humedad w%	17.46		20.17		22.87		25.00		28.26	
Peso volumétrico seco yd (gr/cm ³)	1.374		1.555		1.563		1.520		1.448	
4.- DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDA ÓPTIMA										
										
DENSIDAD SECA MÁX (gr/cm ³)	1.568	Gc (%)	74.19	HUMEDAD ÓPTIMA %	23.15					

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 139: CBR 1

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"									
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		1			
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9855222.017 780118.592			
Parroquia:		PATATE		Capa vegetal (m)		0.25			
Vía		Tahuicha		Profundidad (m)		1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	12	N° de golpes		56	Peso del martillo (lb)		10		
		N° de capas		5	Altura de caída (plg)		18		
		Peso del molde (gr)		6482.00	Volumen del molde (cm3)		3229.96		
		Energía de compactación		50437.13					
MOLDE N°	11	N° de golpes		27	Peso del martillo (lb)		10		
		N° de capas		5	Altura de caída (plg)		18.00		
		Peso del molde (gr)		6456.40	Volumen del molde (cm3)		3229.96		
		Energía de compactación		24317.90					
MOLDE N°	10	N° de golpes		11	Peso del martillo (lb)		10		
		N° de capas		5	Altura de caída (plg)		18.00		
		Peso del molde (gr)		6443.20	Volumen del molde (cm3)		3211.81		
		Energía de compactación		9907.29					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				24.50		Densidad seca (gr/cm3)		1.70	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE	#12		#11		#10				
N° DE CAPAS	5		5		5				
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11				
CONDICIONES DEL ENSAYO	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo			
Wm + Molde (gr)	11564.40	15704.80	10311.00	10562.00	9911.60	10268.60			
Peso muestra húmeda (gr)	5082.40	9222.80	3854.60	4105.60	3468.40	3825.40			
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.57	2.86	1.19	1.27	1.08	1.19			
Densidad seca (gr/cm3)	1.32	2.34	1.00	1.04	0.90	0.93			
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.83		1.02		0.91				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente	P4	P5	H2	2F	B6	D7			
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)	204.05	172.17	163.86	166.09	233.26	182.31			
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	179.56	148.42	144.30	144.73	201.06	152.19			
Peso recipiente (gr)	49.15	39.63	43.19	46.95	41.78	46.07			
Peso del agua Ww (gr)	24.49	23.75	19.56	21.36	32.20	30.12			
Peso de los sólidos Ws (gr)	130.41	108.79	101.11	97.78	159.28	106.12			
Contenido de humedad %	18.78	21.83	19.35	21.84	20.22	28.38			
Agua absorbida %	3.05		2.50		8.17				



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada		Muestra N°	1
Revisado por:	Ing. Alex Frías		Coordenadas	9855222.017 780118.592
Parroquia:	PATATE		Capa vegetal (m)	0.25
Via	Tahuicha		Profundidad (m)	1.00

NORMA: AASHTO T 193-2013

ESPONJAMINETO Y PENETRACIÓN

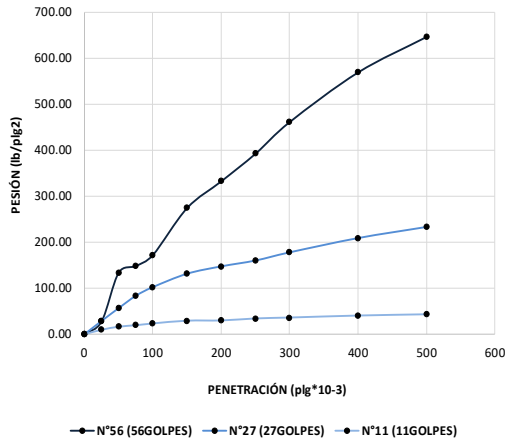
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO		12					11					10			
FECHA	TIEMPO	Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento			
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	
06/10/2021	15:00	0	0.10	5	0.00	0.00	0.08	5	0.00	0.00	0.10	5	0.00	0.00	
07/10/2021	15:00	1	0.10		0.24	0.05	0.10		1.42	0.28	0.11		0.63	0.13	
08/10/2021	8:00	2	0.11		0.39	0.08	0.11		3.31	0.66	0.12		1.89	0.38	

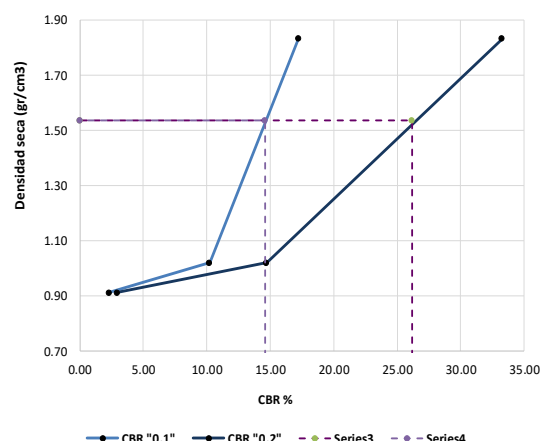
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO		12					11					10				
Tiempo	Penetración	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR			
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección	%	Dial	Leída	Corrección	%	Dial	Leída	Corrección	%		
			lb/plg2			lb/plg2			lb/plg2			lb/plg2				
		0	0	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00				
0	30	25	37.60	27.62			39.10	28.73			12.80	9.40				
1	0	50	182.20	133.86			77.10	56.64			21.80	16.02				
1	30	75	201.80	148.26			113.50	83.38			26.10	19.17				
2	0	100	234.40	172.21	172.21	17.22059	139.30	102.34	102.34	10.23391	31.30	23.00	23.00	2.29951		
3	0	150	373.60	274.47			178.80	131.36			39.40	28.95				
4	0	200	452.80	332.66	332.66	33.26571	200.60	147.37	147.37	14.73741	40.10	29.46	29.46	2.94601		
5	0	250	534.60	392.75			217.90	160.08			45.90	33.72				
6	0	300	628.40	461.66			242.10	177.86			48.60	35.70				
8	0	400	775.40	569.66			284.30	208.87			54.40	39.97				
10	0	500	880.50	646.87			317.20	233.04			58.10	42.68				
CBR corregido						17.22059	CBR corregido						10.23391	CBR corregido		2.29951

PENETRACIÓN VS PRESIÓN





DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.617		gr/cm3
GOLFES	RESISTENCIA	gr/cm3	0.1"	in	0.2"	95% DE DM		1.536		gr/cm3
				%		CBR "0.1"	26.20	CBR "0.2"	14.60	
56 GOLFES	1.83	gr/cm3	17.22	%	33.27	CBR PUNTUAL		26.20		
27 GOLFES	1.02	gr/cm3	10.23	%	14.74					
11 GOLFES	0.91	gr/cm3	2.30	%	2.95					

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 140: CBR 2

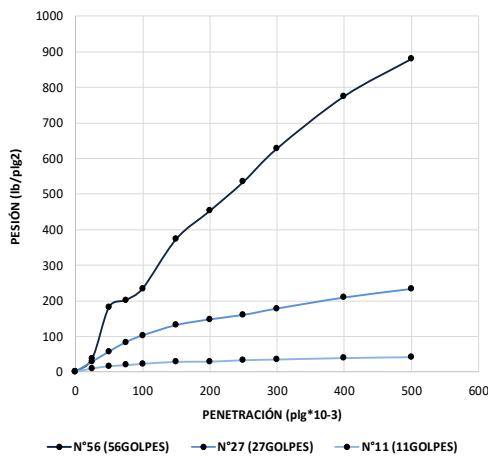
		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		2			
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9855913.547 780032.146			
Parroquia:		PATATE		Capa vegetal (m)		0.20			
Vía		Tahuicha		Profundidad (m)		0.90			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	7	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18	
		Peso del molde (gr)		6395.00		Volumen del molde (cm ³)		3092.00	
		Energía de compactación		50437.13					
MOLDE N°	8	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6371.40		Volumen del molde (cm ³)		3092.00	
		Energía de compactación		24317.90					
MOLDE N°	9	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6373.20		Volumen del molde (cm ³)		3092.00	
		Energía de compactación		9907.29					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				17.46		Densidad seca (gr/cm ³)		1.63	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE		#7		#8		#9			
N° DE CAPAS		5		5		5			
N° DE GOLPES POR CAPA		56		27		11			
CONDICIONES DEL ENSAYO		Antes del remojo		Después del remojo		Antes del remojo		Después del remojo	
Wm + Molde (gr)		11565.73		15705.91		10312.57		10563.59	
Peso muestra húmeda (gr)		5170.73		9310.91		3941.17		4192.19	
Densidad húmeda (gr/cm ³)		1.67		3.01		1.27		1.36	
Densidad seca (gr/cm ³)		1.30		2.27		0.98		1.00	
Densidad seca promedio (gr/cm ³)		1.78		0.99		0.90		0.92	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente		C-5		B8		2-F		C8	
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)		161.20		184.80		166.33		189.21	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)		135.20		149.47		138.80		150.80	
Peso recipiente (gr)		45.80		41.85		47.00		42.72	
Peso del agua Ww (gr)		26.00		35.33		27.53		38.41	
Peso de los sólidos Ws (gr)		89.40		107.62		91.80		108.08	
Contenido de humedad %		29.08		32.83		29.99		35.54	
Agua absorbida %		3.75		5.55		10.70			



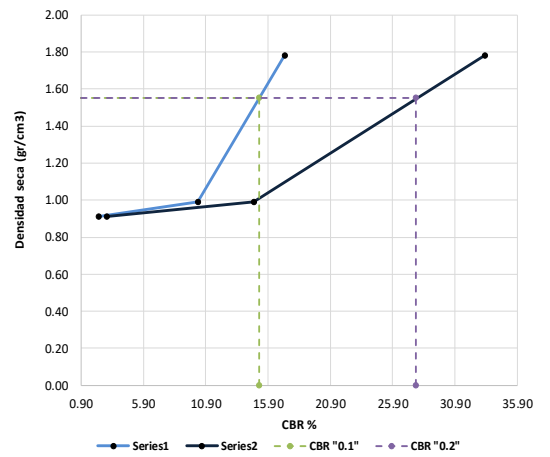
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA																			
Realizado por:		Tatiana Lozada						Muestra N°						2							
Revisado por:		Ing. Alex Frías						Coordenadas						9855913.547 780032.146							
Parroquia:		PATATE						Capa vegetal (m)						0.20							
Vía		Tahuicha						Profundidad (m)						0.90							
NORMA:		AASHTO T 193-2013																			
ESPONJAMINETO Y PENETRACIÓN																					
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)																					
MOLDE NÚMERO			7					8					9								
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial		h			Esponjamiento		Lect. Dial		h		Esponjamiento		Lect. Dial		h		Esponjamiento	
Día y mes	Hora	Dias	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2		%		Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2		%		Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2		%		
06/10/2021	15:00	0	0.08	5	0.00	0.00	0.11	5	0.00	0.00	0.12	5	0.00	0.00	0.13	5	0.00	0.00	0.00		
07/10/2021	15:00	1	0.09		0.28	0.06	0.11		0.35	0.07	0.13		0.35	0.07	0.13		1.14	0.23			
08/10/2021	8:00	2	0.09		0.94	0.19	0.12		0.91	0.18	0.14		0.91	0.18	0.14		1.69	0.34			
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)																					
MOLDE NÚMERO			7					8					9								
Tiempo		Penetración		Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR						
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección	%		Dial	Leída	Corrección		%	Dial	Leída		Corrección	%				
		0	0	0.00				0.00	0.00			0.00	0.00								
0	30	25	38.10	27.99				39.60	29.09			13.30	9.77								
1	0	50	182.70	134.22				77.60	57.01			22.30	16.38								
1	30	75	202.30	148.62				114.00	83.75			26.60	19.54								
2	0	100	234.90	172.57	172.57	17.26		139.80	102.71	102.71	10.27	31.80	23.36	23.36	2.34						
3	0	150	374.10	274.84				179.30	131.73			39.90	29.31								
4	0	200	453.30	333.02	333.02	33.30		201.10	147.74	147.74	14.77	40.60	29.83	29.83	2.98						
5	0	250	535.10	393.12				218.40	160.45			46.40	34.09								
6	0	300	628.90	462.03				242.60	178.23			49.10	36.07								
8	0	400	775.90	570.03				284.80	209.23			54.90	40.33								
10	0	500	881.00	647.24				317.70	233.40			58.60	43.05								
CBR corregido							17.25732	CBR corregido							10.27064	CBR corregido				2.33624	

PENETRACIÓN VS PRESIÓN





DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.634		gr/cm3
56 GOLFES	1.78	gr/cm3	0.1"	in	0.2"	95% DE DM		1.552		gr/cm3
			17.26	%	33.30	CBR "0.1"	15.20	CBR "0.2"		27.80
27 GOLFES	0.99	gr/cm3	10.27	%	14.77			CBR PUNTUAL		
11 GOLFES	0.91	gr/cm3	2.34	%	2.98					

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 141: CBR 3

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO		ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR" CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427	779583.943			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:	AASHTO T 193-2013						
1.- ESPECIFICACIONES							
MOLDE N°	12	N° de golpes	56	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18		
		Peso del molde (gr)	6482.00	Volumen del molde (cm3)	3229.96		
		Energía de compactación	50437.13				
MOLDE N°	11	N° de golpes	27	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	6456.40	Volumen del molde (cm3)	3229.96		
		Energía de compactación					
MOLDE N°	10	N° de golpes	11	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	6443.20	Volumen del molde (cm3)	3211.81		
		Energía de compactación					
<u>Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)</u>		22.40	<u>Densidad seca (gr/cm3)</u>		1.60		
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO							
N° DE MOLDE	#12		#11		#10		
N° DE CAPAS	5		5		5		
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11		
<u>CONDICIONES DEL ENSAYO</u>	<u>Antes del remojo</u>	<u>Después del remojo</u>	<u>Antes del remojo</u>	<u>Después del remojo</u>	<u>Antes del remojo</u>	<u>Después del remojo</u>	
Wm + Molde (gr)	12908.60	12988.40	10517.60	10416.40	9680.44	10145.60	
Peso muestra húmeda (gr)	6426.60	6506.40	4061.20	3960.00	3237.24	3702.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.99	2.01	1.26	1.23	1.01	1.15	
Densidad seca (gr/cm3)	1.66	1.46	1.05	0.96	0.85	0.89	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.56		1.00		0.87		
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente	D1	D6	R5	D8	P8	S1	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec (gr)	174.96	321.95	192.20	358.12	189.36	305.38	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	152.99	252.60	167.82	294.95	166.74	252.43	
Peso recipiente (gr)	43.90	69.42	42.94	71.80	46.84	73.35	
Peso del agua Ww (gr)	21.97	69.35	24.38	63.17	22.62	52.95	
Peso de los sólidos Ws (gr)	109.09	183.18	124.88	223.15	119.90	179.08	
Contenido de humedad %	20.14	37.86	19.52	28.31	18.87	29.57	
Agua absorbida %	17.72		8.79		10.70		

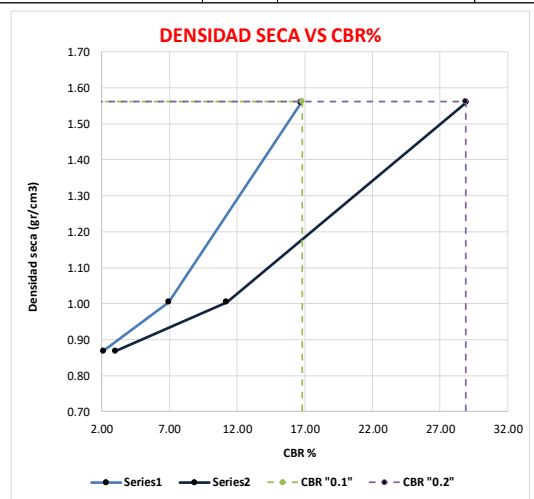
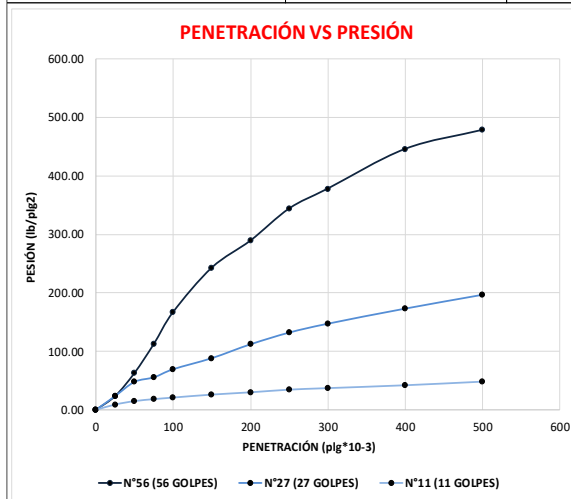


ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada		Muestra N°	3	
Revisado por:	Ing. Alex Frías		Coordenadas	9855767.427	779583.943
Parroquia:	PATATE		Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	Tahuicha		Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 193-2013				

ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)															
FECHA		TIEMPO		12				11				10			
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	
07/10/2021	15:00	0	0.13	5	0.00	0.00	0.17	5	0.00	0.00	0.19	5	0.00	0.00	
08/10/2021	15:00	1	0.13		0.67	0.13	0.17		0.63	0.13	0.19		0.94	0.19	
09/10/2021	8:00	2	0.14		1.22	0.24	0.18		1.18	0.24	0.20		1.50	0.30	



ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)															
Tiempo		Penetración		12			11			10					
Minutos	Seg	"10-3	Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR %	Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR %	Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR %	
				Leída	Corrección			Leída	Corrección			Leída	Corrección		
				lb/plg2							lb/plg2				
0	0	0	0.00	0.00			0	0.00			0.00	0.00			
0	30	25	32.30	23.73			32.30	23.73			12.60	9.26			
1	0	50	86.00	63.18			65.30	47.97			20.70	15.21			
1	30	75	153.40	112.70			75.90	55.76			25.30	18.59			
2	0	100	227.80	167.36	167.36	16.73571	94.80	69.65	69.65	6.96464	29.10	21.38	21.38	2.13788	
3	0	150	330.90	243.10			120.70	88.67			36.10	26.52			
4	0	200	393.80	289.31	289.31	28.93117	153.00	112.40	112.40	11.24040	41.50	30.49	30.49	3.04887	
5	0	250	468.20	343.97			180.30	132.46			47.80	35.12			
6	0	300	514.50	377.99			201.00	147.67			51.40	37.76			
8	0	400	606.70	445.72			236.20	173.53			58.20	42.76			
10	0	500	651.00	478.27			268.50	197.26			66.80	49.08			
CBR corregido						16.73571	CBR corregido				6.96464	CBR corregido			2.13788



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		95% DE DM		CBR PUNTUAL	
			0.1"	in	0.2"						
56 GOLFES	1.56	gr/cm3	16.74	%	28.93	1.644		1.562		16.8	28.900
27 GOLFES	1.00	gr/cm3	6.96	%	11.24						
11 GOLFES	0.87	gr/cm3	2.14	%	3.05						
						CBR "0.1"		CBR "0.2"		28.9	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 142: CBR 4

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		4			
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9855975.07 779154.142			
Parroquia:		PATATE		Capa vegetal (m)		0.25			
Vía		Tahuicha		Profundidad (m)		1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	15	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18	
		Peso del molde (gr)		5795.80		Volumen del molde (cm3)		2118.00	
		Energía de compactación		50437.13					
MOLDE N°	18	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		5907.60		Volumen del molde (cm3)		2118.00	
		Energía de compactación		24317.90					
MOLDE N°	44	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		5717.60		Volumen del molde (cm3)		2118.00	
		Energía de compactación		9907.29					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				25.50		Densidad seca (gr/cm3)		1.61	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE	#15		#18		#44				
N° DE CAPAS	5		5		5				
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11				
CONDICIONES DEL ENSAYO	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo			
Wm + Molde (gr)	12914.41	12994.62	10514.89	10412.24	9684.80	10150.68			
Peso muestra húmeda (gr)	7118.61	7198.82	4607.29	4504.64	3967.20	4433.08			
Densidad húmeda (gr/cm3)	3.36	3.40	2.18	2.13	1.87	2.09			
Densidad seca (gr/cm3)	2.44	2.24	1.65	1.47	1.25	1.30			
Densidad seca promedio (gr/cm3)	2.34		1.56		1.27				
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente	6T	C2	S1	C7	F3	D7			
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)	219.34	299.38	306.26	223.39	231.31	251.84			
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	171.42	212.30	250.46	167.19	172.37	173.78			
Peso recipiente (gr)	45.24	43.15	73.32	41.67	55.23	46.11			
Peso del agua Ww (gr)	47.92	87.08	55.80	56.20	58.94	78.06			
Peso de los sólidos Ws (gr)	126.18	169.15	177.14	125.52	117.14	127.67			
Contenido de humedad %	37.98	51.48	31.50	44.77	50.32	61.14			
Agua absorbida %	13.50		13.27		10.83				



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.07 779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	1.00

NORMA: AASHTO T 193-2013

ESPONJAMINETO Y PENETRACIÓN

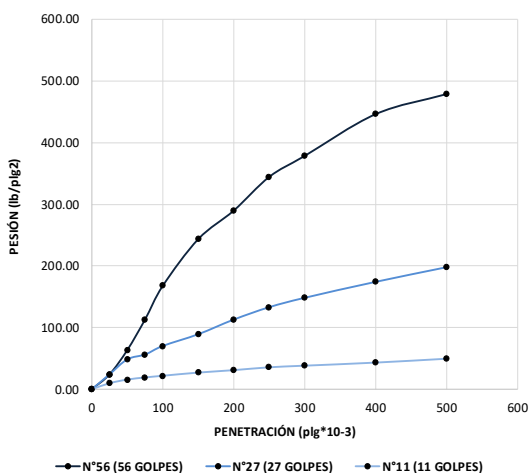
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial	h	Espojamiento		Lect. Dial	h	Espojamiento		Lect. Dial	h	Espojamiento	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs.	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs.	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs.	Plgs. *10-2	%
07/10/2021	15:00	0	0.05	5	0.00	0.00	0.03	5	0.00	0.00	0.06	5	0.00	0.00
08/10/2021	15:00	1	0.06		1.10	0.22	0.04		0.87	0.17	0.06		0.59	0.12
09/10/2021	8:00	2	0.07		1.65	0.33	0.05		1.42	0.28	0.07		1.14	0.23

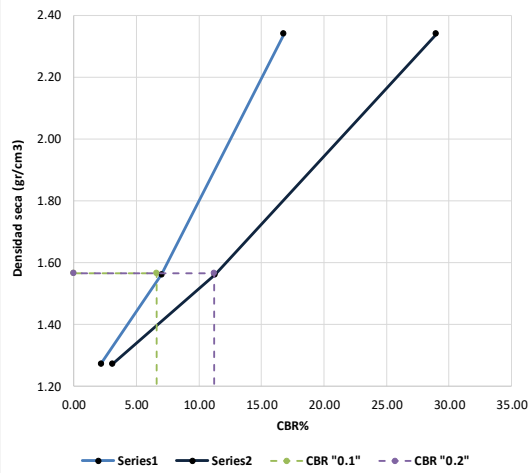
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
Tiempo	Penetración		Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR
	Minutos	Seg		"10-3	Dial			Leída	Corrección			Dial	Leída	
			lb/plg2	lb/plg2	%				lb/plg2	lb/plg2	%			
0	30	25	33.00	24.24			33.00	24.24			13.30	9.77		
1	0	50	86.70	63.70			66.00	48.49			21.40	15.72		
1	30	75	154.10	113.21			76.60	56.28			26.00	19.10		
2	0	100	228.50	167.87	167.87	16.79	95.50	70.16	70.16	7.02	29.80	21.89	21.89	2.19
3	0	150	331.60	243.62			121.40	89.19			36.80	27.04		
4	0	200	394.50	289.83	289.83	28.98	153.70	112.92	112.92	11.29	42.20	31.00	31.00	3.10
5	0	250	468.90	344.49			181.00	132.97			48.50	35.63		
6	0	300	515.20	378.50			201.70	148.18			52.10	38.28		
8	0	400	607.40	446.24			236.90	174.04			58.90	43.27		
10	0	500	651.70	478.78			269.20	197.77			67.50	49.59		
			CBR corregido			16.79	CBR corregido			7.02	CBR corregido			2.19

PENETRACIÓN VS PRESIÓN





DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		95% DE DM		CBR PUNTUAL	
		gr/cm3	0.1"	in	0.2"						
56 GOLPES	2.34	gr/cm3	16.79	%	28.98	1.649		1.567			
27 GOLPES	1.56	gr/cm3	7.02	%	11.29			6.60		CBR "0.2"	11.20
11 GOLPES	1.27	gr/cm3	2.19	%	3.10						

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 143: CBR 5

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"						
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098		
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15			
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013				
1.- ESPECIFICACIONES						
MOLDE N°	15	N° de golpes	56	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18	
		Peso del molde (gr)	5795.80	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	50437.13			
MOLDE N°	18	N° de golpes	27	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00	
		Peso del molde (gr)	5907.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	24317.90			
MOLDE N°	44	N° de golpes	11	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00	
		Peso del molde (gr)	5717.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	9907.29			
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)			24.50	Densidad seca (gr/cm3)		1.70
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO						
N° DE MOLDE	#15		#18		#44	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
CONDICIONES DEL ENSAYO	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Wm + Molde (gr)	12996.50	12990.60	9535.30	9520.60	8220.15	8450.00
Peso muestra húmeda (gr)	7200.70	7194.80	3627.70	3613.00	2502.55	2732.40
Densidad húmeda (gr/cm3)	3.40	3.40	1.71	1.71	1.18	1.29
Densidad seca (gr/cm3)	1.92	1.68	1.49	1.17	1.08	1.12
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.80		1.33		1.10	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° de recipiente	D1	W5	W1	H1	Z1	K1
Peso húmedo +recipiente Wm + rec (gr)	230.06	215.80	189.61	213.40	204.10	139.56
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	148.92	133.80	172.23	159.81	191.06	126.95
Peso recipiente (gr)	43.67	53.39	53.82	42.99	53.78	43.77
Peso del agua Ww (gr)	81.14	82.00	17.38	53.59	13.04	12.61
Peso de los sólidos Ws (gr)	105.25	80.41	118.41	116.82	137.28	83.18
Contenido de humedad %	77.09	101.98	14.68	45.87	9.50	15.16
Agua absorbida %	24.88		31.20		5.66	



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada		Muestra N°	5	
Revisado por:	Ing. Alex Frías		Coordenadas	9854599.955	779939.098
Parroquia:	PATATE		Capa vegetal (m)	0.15	
Vía	Platupamba		Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 193-2013				

ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN

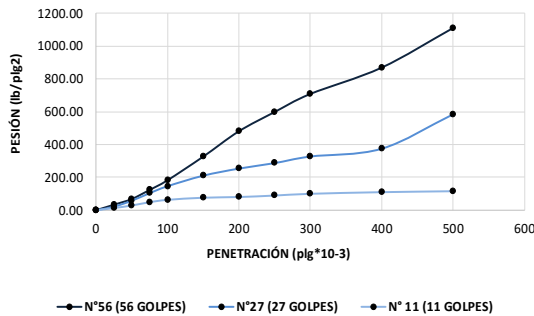
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO		15				18				44				
FECHA	TIEMPO	Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
08/10/2021	15:00	0	0.08	5	0.00	0.00	0.11	5	0.00	0.00	0.15	5	0.00	0.00
09/10/2021	15:00	1	0.08		0.67	0.13	0.12		0.75	0.15	0.15		0.51	0.10
10/10/2021	8:00	2	0.09		1.22	0.24	0.13		1.30	0.26	0.16		1.06	0.21

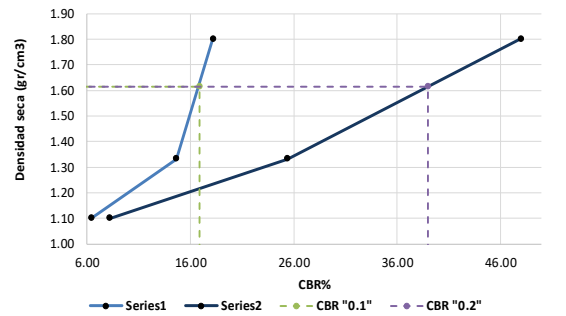
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO		15				18				44						
Tiempo	Penetración	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR			
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída		Corrección	Dial	Leída		Corrección	Dial	Leída		Corrección		
				lb/plg2	%		lb/plg2	%		lb/plg2	%					
		0	0	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00				
0	30	25	45.20	33.21		28.80	21.16		18.20	13.37						
1	0	50	92.60	68.03		78.70	57.82		39.50	29.02						
1	30	75	167.60	123.13		141.20	103.73		67.50	49.59						
2	0	100	247.30	181.68	181.68	18.16831	199.00	146.20	146.20	14.61987	87.20	64.06	64.06	6.40629		
3	0	150	443.00	325.46		286.70	210.63		105.30	77.36						
4	0	200	653.30	479.96	479.96	47.99577	345.80	254.05	254.05	25.40477	111.20	81.69	81.69	8.16949		
5	0	250	812.80	597.14		391.30	287.48		123.50	90.73						
6	0	300	962.80	707.34		446.20	327.81		138.30	101.60						
8	0	400	1181.20	867.79		510.80	375.27		152.10	111.74						
10	0	500	1509.10	1108.69		796.60	585.24		160.20	117.69						
CBR corregido					18.16831	CBR corregido					14.61987	CBR corregido				6.40629

PENETRACIÓN VS PRESIÓN





DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.700		gr/cm3	
			0.1"	in	0.2"						
56 GOLFES	1.80	gr/cm3	18.17	%	48.00	95% DE DM		1.615		gr/cm3	
27 GOLFES	1.33	gr/cm3	14.62	%	25.40	CBR "0.1"		16.9		CBR "0.2"	
11 GOLFES	1.10	gr/cm3	6.41	%	8.17	CBR PUNTUAL		39.000			

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 144: CBR 6

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501			
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20				
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 193-2013					
1.- ESPECIFICACIONES							
MOLDE N°	12	N° de golpes	56	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18		
		Peso del molde (gr)	6482.00	Volumen del molde (cm3)	3229.96		
		Energía de compactación	50437.13				
MOLDE N°	11	N° de golpes	27	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	6456.40	Volumen del molde (cm3)	3229.96		
		Energía de compactación	24317.90				
MOLDE N°	10	N° de golpes	11	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	6443.20	Volumen del molde (cm3)	3211.81		
		Energía de compactación	9907.29				
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)			22.75	Densidad seca (gr/cm3)		1.60	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO							
N° DE MOLDE	#12		#11		#10		
N° DE CAPAS	5		5		5		
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11		
<u>CONDICIONES DEL ENSAYO</u>	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	
Wm + Molde (gr)	12815.18	12890.18	10117.82	10138.77	9566.12	9774.49	
Peso muestra húmeda (gr)	6333.18	6408.18	3661.42	3682.37	3122.92	3331.29	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.96	1.98	1.13	1.14	0.97	1.04	
Densidad seca (gr/cm3)	1.71	1.70	1.07	0.99	0.63	0.56	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.71		1.03		0.60		
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente	Y1	2F	F7	F5	C7	W5	
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)	202.18	200.86	311.71	176.66	217.50	171.63	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	182.31	180.53	297.19	160.70	160.38	112.05	
Peso recipiente (gr)	46.91	56.40	53.61	53.66	53.37	41.67	
Peso del agua Ww (gr)	19.87	20.33	14.52	15.96	57.12	59.58	
Peso de los sólidos Ws (gr)	135.40	124.13	243.58	107.04	107.01	70.38	
Contenido de humedad %	14.68	16.38	5.96	14.91	53.38	84.65	
Agua absorbida %	1.70		8.95		31.28		



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada		Muestra N°	6	
Revisado por:	Ing. Alex Frías		Coordenadas	9854349.003	779388.501
Parroquia:	PATATE		Capa vegetal (m)	0.20	
Vía	Platupamba		Profundidad (m)	1.00	
NORMA:	AASHTO T 193-2013				

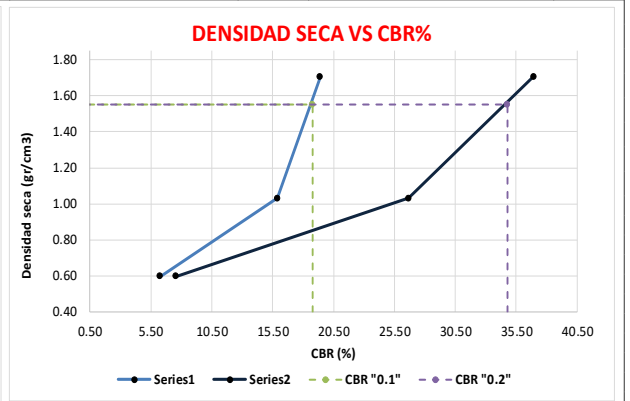
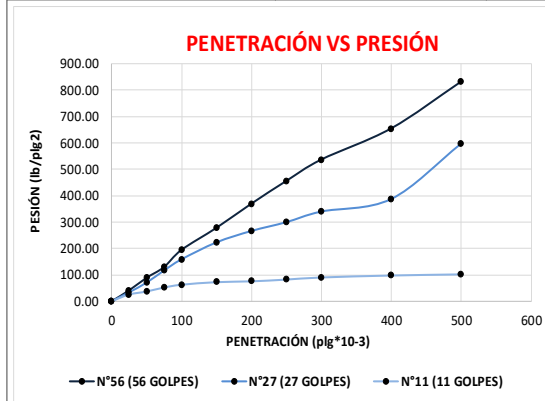
ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN

ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			12				11				10			
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento	
	Día y mes	Hora			Días	Plgs.			Muest. Plgs	Plgs. *10-2			%	Plgs.
08/10/2021	15:00	0	0.10	5	0.00	0.00	0.14	5	0.00	0.00	0.15	5	0.00	0.00
09/10/2021	15:00	1	0.10		0.24	0.05	0.15		1.18	0.24	0.16		0.75	0.15
10/10/2021	8:00	2	0.11		0.79	0.16	0.16		1.73	0.35	0.17		1.30	0.26

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)


MOLDE NÚMERO			12				11				10			
Tiempo	Penetración		Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR
	Minutos	Seg		"10-3	Dial			Leída	Corrección			Dial	Leída	
					lb/plg2	%			lb/plg2	%			lb/plg2	%
0	30	25	56.01	41.15			46.30	34.02			34.87	25.62		
1	0	50	120.83	88.77			96.20	70.67			50.52	37.11		
1	30	75	175.93	129.25			158.70	116.59			71.09	52.23		
2	0	100	264.48	194.31	194.31	19.43	216.50	159.06	159.06	15.91	85.56	62.86	62.86	6.29
3	0	150	378.26	277.89			304.20	223.49			98.86	72.63		
4	0	200	502.76	369.36	369.36	36.94	363.30	266.90	266.90	26.69	103.19	75.81	75.81	7.58
5	0	250	619.94	455.45			408.80	300.33			112.23	82.45		
6	0	300	730.14	536.41			463.70	340.66			123.10	90.44		
8	0	400	890.59	654.29			528.30	388.12			133.24	97.89		
10	0	500	1131.49	831.26			814.10	598.09			139.19	102.26		
			CBR corregido			19.43	CBR corregido			15.91	CBR corregido			6.29



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.			
			0.1"	in	0.2"		1.632	gr/cm3	
56 GOLPES	1.71	gr/cm3	19.43	%	36.94	95% DE DM		1.550	gr/cm3
27 GOLPES	1.03	gr/cm3	15.91	%	26.69	CBR "0.1"	18.8	CBR "0.2"	34.800
11 GOLPES	0.60	gr/cm3	6.29	%	7.58	CBR PUNTUAL		34.800	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 145: CBR 7

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
		ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		7			
Revisado por:		Ing. Alex Frias		Coordenadas		9854476.251 779429.219			
Parroquia:		PATATE		Capa vegetal (m)		0.20			
Vía		Platupamba		Profundidad (m)		1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	7	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18	
		Peso del molde (gr)		6395.00		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación							
MOLDE N°	8	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6371.40		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación							
MOLDE N°	9	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6373.20		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación							
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				28.90		Densidad seca (gr/cm3)		1.49	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE		#7		#8		#9			
N° DE CAPAS		5		5		5			
N° DE GOLPES POR CAPA		56		27		11			
CONDICIONES DEL ENSAYO		Antes del remojo		Después del remojo		Antes del remojo		Después del remojo	
Wm + Molde (gr)		14081.20		14086.00		11284.20		11477.80	
Peso muestra húmeda (gr)		7686.20		7691.00		4912.80		5106.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.49		2.49		1.59		1.65	
Densidad seca (gr/cm3)		2.25		2.17		1.27		1.01	
Densidad seca promedio (gr/cm3)		2.21		1.14		1.35		1.27	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente		P5		P-5		W5		D7	
Peso húmedo +recipiente Wm + rec (gr)		175.90		109.94		119.32		136.95	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)		162.85		101.01		106.16		101.53	
Peso recipiente (gr)		39.74		39.58		53.39		46.01	
Peso del agua Ww (gr)		13.05		8.93		13.16		35.42	
Peso de los sólidos Ws (gr)		123.11		61.43		52.77		55.52	
Contenido de humedad %		10.60		14.54		24.94		63.80	
Agua absorbida %		3.94		38.86		8.20		23.77	



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251 779429.219
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	AASHTO T 193-2013		

ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN

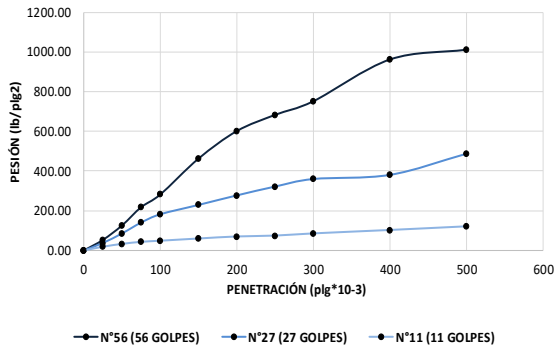
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO		7				8				9				
FECHA	TIEMPO	Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
09/10/2021	15:00	0	0.11	5	0.00	0.00	0.09	5	0.00	0.00	0.06	5	0.00	0.00
10/10/2021	15:00	1	0.11		0.43	0.09	0.09		0.47	0.09	0.07		0.75	0.15
11/10/2021	8:00	2	0.12		0.98	0.20	0.10		1.02	0.20	0.08		1.30	0.26

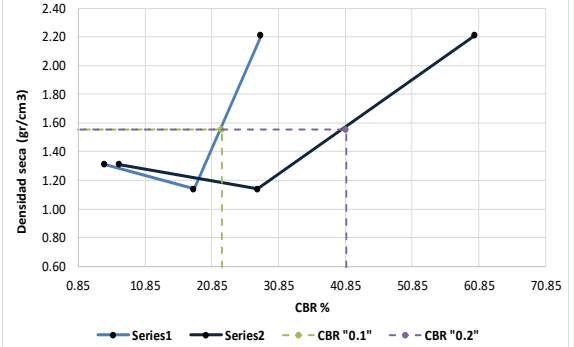
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO		7				8				9							
Tiempo	Penetración	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR				
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección	Dial	Leída	Corrección	Dial	Leída	Corrección	Dial	Leída	Corrección			
				lb/plg2				lb/plg2						%			
		0	0	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
0	30	25	72.80	53.48		51.50	37.84		25.50	18.73							
1	0	50	172.30	126.58		117.00	85.96		44.80	32.91							
1	30	75	297.60	218.64		191.30	140.54		58.80	43.20							
2	0	100	384.60	282.55	282.55	28.26	248.10	182.27	18.23	66.30	48.71	48.71	4.87				
3	0	150	631.40	463.87		312.20	229.36		81.40	59.80							
4	0	200	820.30	602.65	602.65	60.26	377.30	277.19	27.72	95.20	69.94	69.94	6.99				
5	0	250	931.40	684.27		437.80	321.64		101.20	74.35							
6	0	300	1025.10	753.11		489.50	359.62		116.10	85.29							
8	0	400	1311.70	963.66		517.90	380.48		139.30	102.34							
10	0	500	1378.90	1013.03		662.70	486.86		164.10	120.56							
					CBR corregido	28.26						CBR corregido	18.23	CBR corregido			4.87

PENETRACIÓN VS PRESIÓN




DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.636	gr/cm3
			0.1"	in	0.2"				
56 GOLFES	2.21	gr/cm3	28.26	%	60.26	95% DE DM		1.554	gr/cm3
27 GOLFES	1.14	gr/cm3	18.23	%	27.72	CBR "0.1"		22.4	CBR "0.2"
11 GOLFES	1.31	gr/cm3	4.87	%	6.99	CBR PUNTUAL		41.000	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

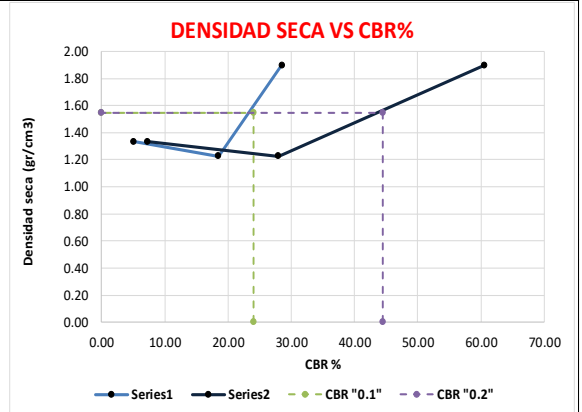
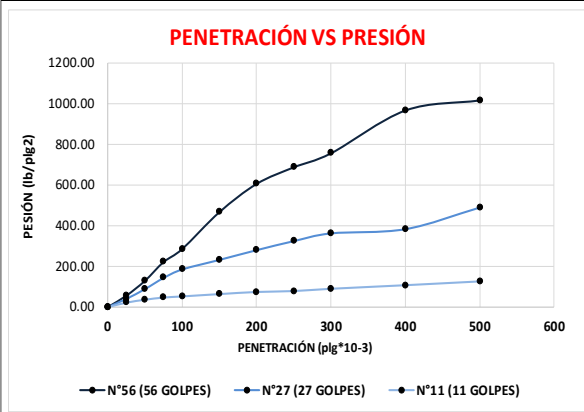
Tabla 146: CBR 8

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		8			
Ing. Alex Frías		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9854936.966 779303.826			
Parroquia:		PATATE		Capa vegetal (m)		0.15			
Vía		Platupamba		Profundidad (m)		1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	12	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18	
		Peso del molde (gr)		6482.00		Volumen del molde (cm3)		3229.96	
		Energía de compactación		50437.13					
MOLDE N°	11	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6456.40		Volumen del molde (cm3)		3229.96	
		Energía de compactación		24317.90					
MOLDE N°	10	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6443.20		Volumen del molde (cm3)		3211.81	
		Energía de compactación		9907.29					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				29.00		Densidad seca (gr/cm3)		1.55	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE		#12		#11		#10			
N° DE CAPAS		5		5		5			
N° DE GOLPES POR CAPA		56		27		11			
CONDICIONES DEL ENSAYO		Antes del remojo		Después del remojo		Antes del remojo		Después del remojo	
Wm + Molde (gr)		14089.49		14093.37		11280.07		11475.77	
Peso muestra húmeda (gr)		7607.49		7611.37		4823.67		5019.37	
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.36		2.36		1.49		1.55	
Densidad seca (gr/cm3)		1.93		1.87		1.24		1.21	
Densidad seca promedio (gr/cm3)		1.90				1.22		1.33	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente		C8		2F		W1		B8	
Peso húmedo +recipiente Wm + rec (gr)		127.50		128.46		136.26		169.21	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)		112.13		111.52		122.02		141.24	
Peso recipiente (gr)		42.69		46.89		53.82		41.75	
Peso del agua Ww (gr)		15.37		16.94		14.24		27.97	
Peso de los sólidos Ws (gr)		69.44		64.63		68.20		99.49	
Contenido de humedad %		22.13		26.21		20.88		28.11	
Agua absorbida %		4.08				7.23		9.40	



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"



PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA																					
Realizado por:		Tatiana Lozada						Muestra N°		8													
Ing. Alex Frías		Ing. Alex Frías						Coordenadas		9854936.966 779303.826													
Parroquia:		PATATE						Capa vegetal (m)		0.15													
Vía		Platupamba						Profundidad (m)		1.00													
NORMA:		AASHTO T 193-2013																					
ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN																							
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)																							
MOLDE NÚMERO			12				11				10												
FECHA		TIEMPO		Lect. Dial		h		Esponjamiento		Lect. Dial		h		Esponjamiento		Lect. Dial		h		Esponjamiento			
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	
09/10/2021	15:00	0	0.13	5	0.00	0.00	0.10	5	0.00	0.00	0.09	5	0.00	0.00	0.10	5	0.00	0.00	0.09	5	0.00	0.00	0.00
10/10/2021	15:00	1	0.15		-0.55	-0.11	0.11		0.75	0.15	0.10		0.75	0.15	0.10		0.59	0.12	0.10		0.59	0.12	0.12
11/10/2021	8:00	2	0.14		1.18	0.24	0.12		1.30	0.26	0.11		1.30	0.26	0.11		1.14	0.23	0.11		1.14	0.23	0.23
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)																							
MOLDE NÚMERO			12				11				10												
Tiempo		Penetración		Q LECT.		PRESIONES		CBR		Q LECT.		PRESIONES		CBR		Q LECT.		PRESIONES		CBR			
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección	lb/plg2	%	Dial	Leída	Corrección	lb/plg2	%	Dial	Leída	Corrección	lb/plg2	%	Dial	Leída	Corrección	lb/plg2	%	
		0	0	0.00				0.00	0.00				0.00	0.00				0.00	0.00				
0	30	25	76.63	56.30				55.03	40.43				28.73	21.11				48.03	35.29				
1	0	50	176.13	129.40				120.53	88.55				48.03	35.29				62.03	45.57				
1	30	75	301.43	221.45				194.83	143.14				62.03	45.57				69.53	51.08	51.08	5.11		
2	0	100	388.43	285.37	285.37	28.54		251.63	184.86	184.86	18.49		69.53	51.08	51.08	5.11		84.63	62.17				
3	0	150	635.23	466.68				315.73	231.96				84.63	62.17				98.43	72.31	72.31	7.23		
4	0	200	824.13	605.46	605.46	60.55		380.83	279.78	279.78	27.98		98.43	72.31	72.31	7.23		104.43	76.72				
5	0	250	935.23	687.08				441.33	324.23				104.43	76.72				119.33	87.67				
6	0	300	1028.93	755.92				493.03	362.21				119.33	87.67				142.53	104.71				
8	0	400	1315.53	966.48				521.43	383.08				142.53	104.71				167.33	122.93				
10	0	500	1382.73	1015.85				666.23	489.46				167.33	122.93									
				CBR corregido				28.54				18.49				5.11							



DENSIDADES		RESISTENCIAS				Densidad MAX.		1.626		gr/cm3	
56 GOLFES	1.90	gr/cm3	28.54	%	60.55	95% DE DM		1.545		gr/cm3	
27 GOLFES	1.22	gr/cm3	18.49	%	27.98	CBR "0.1"		24.00		CBR "0.2"	
11 GOLFES	1.33	gr/cm3	5.11	%	7.23	CBR PUNTUAL				44.50	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 147: CBR 9

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
		ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"											
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA											
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		9							
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9854511.885	788555.727						
Parroquia:		EL TRIUNFO		Capa vegetal (m)		0.25							
Vía		#¡REF!		Profundidad (m)		1.00							
NORMA:		AASHTO T 193-2013											
1.- ESPECIFICACIONES													
MOLDE N°	7	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10					
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18					
		Peso del molde (gr)		6395.00		Volumen del molde (cm3)		3092.00					
		Energía de compactación		50437.13									
MOLDE N°	8	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10					
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00					
		Peso del molde (gr)		6371.40		Volumen del molde (cm3)		3092.00					
		Energía de compactación		24317.90									
MOLDE N°	9	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10					
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00					
		Peso del molde (gr)		6373.20		Volumen del molde (cm3)		3092.00					
		Energía de compactación		9907.29									
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				10.00		Densidad seca (gr/cm3)		1.96					
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO													
N° DE MOLDE		#7		#8		#9							
N° DE CAPAS		5		5		5							
N° DE GOLPES POR CAPA		56		27		11							
CONDICIONES DEL ENSAYO		Antes del remojo		Después del remojo		Antes del remojo		Después del remojo					
Wm + Molde (gr)		14005.00		13410.20		11650.00		11560.80					
Peso muestra húmeda (gr)		7610.00		7015.20		5278.60		5189.40					
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.46		2.27		1.71		1.68					
Densidad seca (gr/cm3)		2.32		2.04		1.51		1.46					
Densidad seca promedio (gr/cm3)		2.18		1.48		1.47		1.47					
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD													
N° de recipiente		R5		4A		Y1		R4		C2		D5	
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)		215.51		181.54		274.58		287.94		279.64		299.71	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)		205.38		167.72		249.36		255.97		255.92		259.05	
Peso recipiente (gr)		43.00		47.08		56.39		43.07		43.19		65.47	
Peso del agua Ww (gr)		10.13		13.82		25.22		31.97		23.72		40.66	
Peso de los sólidos Ws (gr)		162.38		120.64		192.97		212.90		212.73		193.58	
Contenido de humedad %		6.24		11.46		13.07		15.02		11.15		21.00	
Agua absorbida %		5.22		1.95		9.85							



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada		Muestra N°	9	
Revisado por:	Ing. Alex Frías		Coordenadas	9854511.885	788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO		Capa vegetal (m)	0.25	
Vía	0		Profundidad (m)	1.00	

NORMA: AASHTO T 193-2013

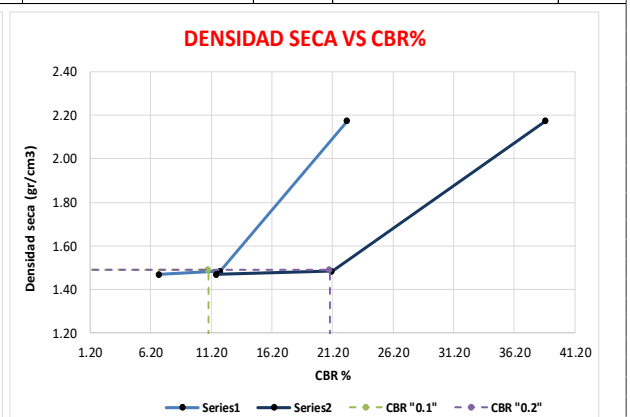
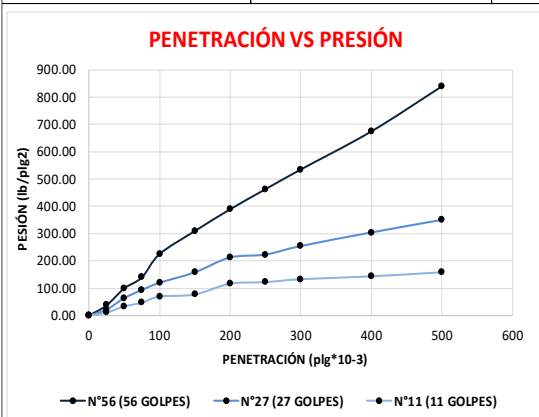
ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN

ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			7				8				9			
FECHA			Lect. Dial		h		Esponjamiento		Lect. Dial		h		Esponjamiento	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
10/10/2021	15:00	0	0.14	5	0.00	0.00	0.10	5	0.00	0.00	0.09	5	0.00	0.00
11/10/2021	15:00	1	0.14		0.08	0.02	0.11		1.57	0.31	0.10		0.63	0.13
12/10/2021	8:00	2	0.15		0.63	0.13	0.12		2.13	0.43	0.10		1.18	0.24

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)



MOLDE NÚMERO			7				8				9				
Tiempo			PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR	PRESIONES		CBR				
Minutos	Penetración Seg	"10-3	Leída	Corrección		Leída	Corrección		Leída	Corrección					
			lb/plg2		%	lb/plg2		%	lb/plg2		%				
		0	0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00					
0	30	25	50.70	37.25		29.53	21.69		15.34	11.27					
1	0	50	135.25	99.36		86.33	63.42		45.45	33.39					
1	30	75	189.40	139.15		127.13	93.40		64.30	47.24					
2	0	100	305.50	224.44	22.44	162.90	119.68	119.68	11.97	94.50	69.43	6.94			
3	0	150	420.26	308.75		214.73	157.75		105.10	77.21					
4	0	200	528.60	388.34	38.83	288.40	211.88	211.88	21.19	158.70	116.59	11.66			
5	0	250	628.40	461.66		302.95	222.57		166.38	122.23					
6	0	300	726.44	533.69		345.20	253.61		180.82	132.84					
8	0	400	915.80	672.81		412.60	303.12		195.20	143.41					
10	0	500	1140.00	837.52		475.20	349.11		215.70	158.47					
CBR corregido					22.44	CBR corregido					11.97	CBR corregido			6.94



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.57	gr/cm3	
			0.1"	in	0.2"	95% DE DM		1.492	gr/cm3	
56 GOLFES	2.18	gr/cm3	22.44	%	38.83	CBR "0.1"		11.0	CBR "0.2"	21.000
27 GOLFES	1.48	gr/cm3	11.97	%	21.19	CBR PUNTUAL				21.000
11 GOLFES	1.47	gr/cm3	6.94	%	11.66					

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 148: CBR 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 						
ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"						
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA				
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10			
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854204.801	788881.617		
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20			
Vía	#JREFI	Profundidad (m)	0.90			
NORMA:		AASHTO T 193-2013				
1.- ESPECIFICACIONES						
MOLDE N°	15	N° de golpes	56	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18	
		Peso del molde (gr)	5795.80	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	50437.13			
MOLDE N°	18	N° de golpes	27	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00	
		Peso del molde (gr)	5907.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	24317.90			
MOLDE N°	44	N° de golpes	11	Peso del martillo (lb)	10	
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00	
		Peso del molde (gr)	5717.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00	
		Energía de compactación	9907.29			
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)		17.50		Densidad seca (gr/cm3)		1.68
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO						
N° DE MOLDE	#15		#18		#44	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
<u>CONDICIONES DEL ENSAYO</u>	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo	Antes del remojo	Depués del remojo
Wm + Molde (gr)	13119.88	12450.60	10799.86	10610.43	9161.32	9455.23
Peso muestra húmeda (gr)	7324.08	6654.80	4892.26	4702.83	3443.72	3737.63
Densidad húmeda (gr/cm3)	3.46	3.14	2.31	2.22	1.63	1.76
Densidad seca (gr/cm3)	2.41	2.14	1.73	1.63	1.17	1.22
Densidad seca promedio (gr/cm3)	2.27		1.68		1.20	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD						
N° de recipiente	H1	M8	J9	W5	F3	W2
Peso humedo +recipiente Wm + rec (gr)	236.19	363.82	314.64	386.12	318.94	396.09
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	177.68	277.57	249.25	298.37	245.80	290.37
Peso recipiente (gr)	43.07	94.11	53.40	53.39	55.29	53.38
Peso del agua Ww (gr)	58.51	86.25	65.39	87.75	73.14	105.72
Peso de los sólidos Ws (gr)	134.61	183.46	195.85	244.98	190.51	236.99
Contenido de humedad %	43.47	47.01	33.39	35.82	38.39	44.61
Agua absorbida %	3.55		2.43		6.22	



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



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10
Revisado por:	Ing. Alex Frias	Coordenadas	9854204.801 788881.617
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	0	Profundidad (m)	0.90

NORMA: AASHTO T 193-2013

ESPONJAMINETO Y PENETRACIÓN

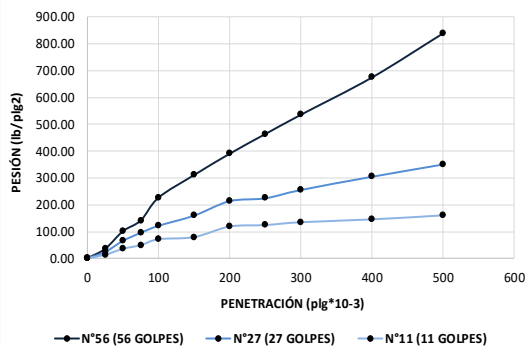
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
10/10/2021	15:00	0	0.36	5	0.00	0.00	0.22	5	0.00	0.00	0.21	5	0.00	0.00
11/10/2021	15:00	1	0.36		0.43	0.09	0.23		0.24	0.05	0.21		0.59	0.12
12/10/2021	8:00	2	0.37		0.98	0.20	0.23		0.79	0.16	0.22		1.14	0.23

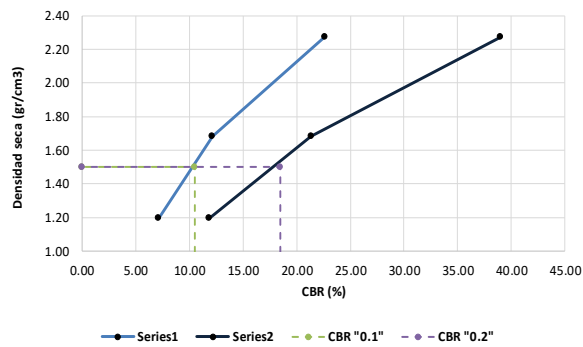
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
Tiempo Minutos	Penetración		Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR	Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR	Q LECT. Dial	PRESIONES		CBR
	Seg	"10-3		Leída	Corrección			Leída	Corrección			Leída	Corrección	
				lb/plg2	%			lb/plg2	%			lb/plg2	%	
0	30	0	0	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
1	0	25	48.20	35.41			31.97	23.49			18.00	13.22		
1	30	50	137.75	101.20			88.77	65.22			48.11	35.34		
2	0	75	191.90	140.98			129.57	95.19			66.96	49.19		
3	0	100	308.00	226.28	226.28	22.628	165.34	121.47	121.47	12.15	97.16	71.38	71.38	7.14
4	0	150	422.76	310.59			217.17	159.55			107.76	79.17		
5	0	200	531.10	390.18	390.18	39.018	290.84	213.67	213.67	21.37	161.36	118.55	118.55	11.85
6	0	250	630.90	463.50			305.39	224.36			169.04	124.19		
8	0	300	728.94	535.53			347.64	255.40			183.48	134.80		
10	0	400	918.30	674.64			415.04	304.92			197.86	145.36		
		500	1142.50	839.36			477.64	350.91			218.36	160.42		
			CBR corregido		22.628		CBR corregido		12.15		CBR corregido		7.14	

PENETRACIÓN VS PRESIÓN





DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.		1.582	gr/cm3
			0.1"	in	0.2"				
56 GOLFES	2.27	gr/cm3	22.63	%	39.02	95% DE DM		1.503	gr/cm3
27 GOLFES	1.68	gr/cm3	12.15	%	21.37	CBR "0.1"		10.5	CBR "0.2"
11 GOLFES	1.20	gr/cm3	7.14	%	11.85	CBR PUNTUAL		18.500	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 149: CBR 11

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA					
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11				
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609	789046.084			
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25				
Vía	#IREFI	Profundidad (m)	1.00				
NORMA:		AASHTO T 193-2013					
1.- ESPECIFICACIONES							
MOLDE N°	15	N° de golpes	56	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18		
		Peso del molde (gr)	5795.80	Volumen del molde (cm3)	2118.00		
		Energía de compactación					
MOLDE N°	18	N° de golpes	27	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	5907.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00		
		Energía de compactación					
MOLDE N°	44	N° de golpes	11	Peso del martillo (lb)	10		
		N° de capas	5	Altura de caída (plg)	18.00		
		Peso del molde (gr)	5717.60	Volumen del molde (cm3)	2118.00		
		Energía de compactación					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)		38.00		Densidad seca (gr/cm3)		1.20	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO							
N° DE MOLDE	#15		#18		#44		
N° DE CAPAS	5		5		5		
N° DE GOLPES POR CAPA	56		27		11		
CONDICIONES DEL ENSAYO	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	
Wm + Molde (gr)	9542.22	9679.02	9411.60	9633.00	9194.60	9301.00	
Peso muestra húmeda (gr)	3746.42	3883.22	3504.00	3725.40	3477.00	3583.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.77	1.83	1.65	1.76	1.64	1.69	
Densidad seca (gr/cm3)	1.32	1.34	1.24	1.25	1.13	1.09	
Densidad seca promedio (gr/cm3)	1.33		1.24		1.11		
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° de recipiente	M2	C7	Y1	2F	F3	F5	
Peso húmedo +recipiente Wm + rec (gr)	237.60	181.11	189.59	180.83	227.35	254.48	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)	202.48	143.27	156.59	141.72	173.73	182.62	
Peso recipiente (gr)	98.08	41.72	56.39	46.95	55.21	53.62	
Peso del agua Ww (gr)	35.12	37.84	33.00	39.11	53.62	71.86	
Peso de los sólidos Ws (gr)	104.40	101.55	100.20	94.77	118.52	129.00	
Contenido de humedad %	33.64	37.26	32.93	41.27	45.24	55.71	
Agua absorbida %	3.62		8.33		10.46		



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609 789046.084
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	0	Profundidad (m)	1.00

NORMA: 0

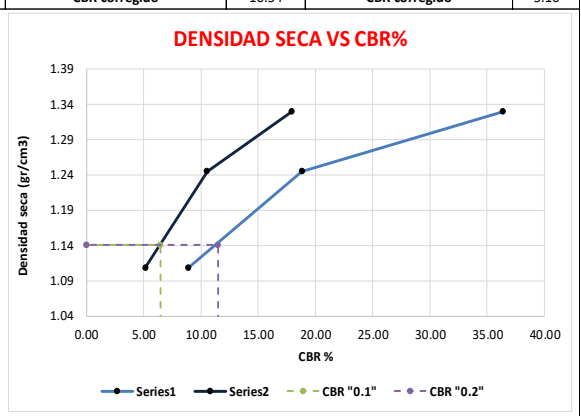
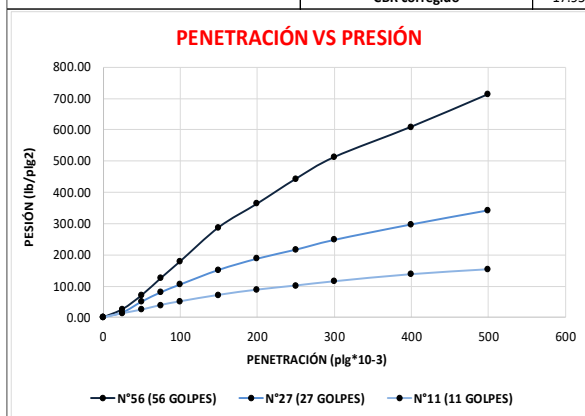
ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN

ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA			Lect. Dial		h		Espanjamiento		Lect. Dial		h		Espanjamiento	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
11/10/2021	15:00	0	0.03	5	0.00	0.00	0.15	5	0.00	0.00	0.12	5	0.00	0.00
12/10/2021	15:00	1	0.04		0.83	0.17	0.15		0.24	0.05	0.12		0.47	0.09
13/10/2021	8:00	2	0.05		1.38	0.28	0.16		0.79	0.16	0.13		1.02	0.20

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)



MOLDE NÚMERO			15				18				44						
Tiempo			Penetración		PRESIONES		CBR	Q LECT.		PRESIONES		CBR	Q LECT.		PRESIONES		CBR
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección	Dial		Leída	Corrección	Dial	Leída		Corrección	Dial	Leída	Corrección	
0	30	0	0	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00			
0	25	25	35.70	26.23			21.00	15.43		17.80	13.08						
1	0	50	97.00	71.26			68.80	50.55		33.90	24.91						
1	30	75	171.80	126.22			109.60	80.52		54.20	39.82						
2	0	100	244.30	179.48	179.48	17.95	143.40	105.35	105.35	10.54	70.30	51.65	51.65	5.16			
3	0	150	392.20	288.14			207.20	152.22		98.60	72.44						
4	0	200	495.20	363.81	363.81	36.38	256.20	188.22	188.22	18.82	121.60	89.34	89.34	8.93			
5	0	250	602.80	442.86			295.50	217.09		139.60	102.56						
6	0	300	697.60	512.50			338.20	248.46		158.30	116.30						
8	0	400	829.60	609.48			405.90	298.20		189.60	139.29						
10	0	500	971.60	713.80			467.60	343.53		211.20	155.16						
			CBR corregido				17.95	CBR corregido				10.54	CBR corregido				5.16



DENSIDADES			RESISTENCIAS			Densidad MAX.	
			0.1"	in	0.2"		
56 GOLPES	1.33	gr/cm3	17.95	%	36.38	1.201	gr/cm3
27 GOLPES	1.24	gr/cm3	10.54	%	18.82	95% DE DM	1.141
11 GOLPES	1.11	gr/cm3	5.16	%	8.93	CBR "0.1"	6.50
						CBR "0.2"	11.50
						CBR PUNTUAL	11.50

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 150: CBR 12

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"							
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA							
Realizado por:		Tatiana Lozada		Muestra N°		12			
Revisado por:		Ing. Alex Frías		Coordenadas		9853361.233 789070.113			
Parroquia:		EL TRIUNFO		Capa vegetal (m)		0.20			
Vía		#iREF!		Profundidad (m)		1.00			
NORMA:		AASHTO T 193-2013							
1.- ESPECIFICACIONES									
MOLDE N°	7	N° de golpes		56		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18	
		Peso del molde (gr)		6395.00		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación		50437.13					
MOLDE N°	8	N° de golpes		27		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6371.40		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación		24317.90					
MOLDE N°	9	N° de golpes		11		Peso del martillo (lb)		10	
		N° de capas		5		Altura de caída (plg)		18.00	
		Peso del molde (gr)		6373.20		Volumen del molde (cm3)		3092.00	
		Energía de compactación		9907.29					
Contenido de humedad Óptimo (w% Óptimo)				28.00		Densidad seca (gr/cm3)		1.47	
2.- PROCESO DE ENSAYO CBR EN EL LABORATORIO									
N° DE MOLDE		#7		#8		#9			
N° DE CAPAS		5		5		5			
N° DE GOLPES POR CAPA		56		27		11			
CONDICIONES DEL ENSAYO		Antes del remojo		Después del remojo		Antes del remojo		Después del remojo	
Wm + Molde (gr)		12732.33		12879.01		13340.20		13629.50	
Peso muestra húmeda (gr)		6337.33		6484.01		6968.80		7258.10	
Densidad húmeda (gr/cm3)		2.05		2.10		2.25		2.35	
Densidad seca (gr/cm3)		1.71		1.73		1.77		1.73	
Densidad seca promedio (gr/cm3)		1.72		1.75		1.32		1.17	
3.- CONTENIDO DE HUMEDAD									
N° de recipiente		D5		W5		D5		S1	
Peso húmedo + recipiente Wm + rec (gr)		202.89		175.52		203.09		167.84	
Peso seco + recipiente Ws + rec (gr)		180.33		154.26		173.84		137.55	
Peso recipiente (gr)		65.47		53.40		65.48		53.35	
Peso del agua Ww (gr)		22.56		21.26		29.25		30.29	
Peso de los sólidos Ws (gr)		114.86		100.86		108.36		84.20	
Contenido de humedad %		19.64		21.08		26.99		35.97	
Agua absorbida %		1.44		8.98		15.75			



ENSAYO DE COMPACTACIÓN "CBR"

PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12
Revisado por:	Ing. Alex Frias	Coordenadas	9853361.233 789070.113
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	0	Profundidad (m)	1.00

NORMA: AASHTO T 193-2013

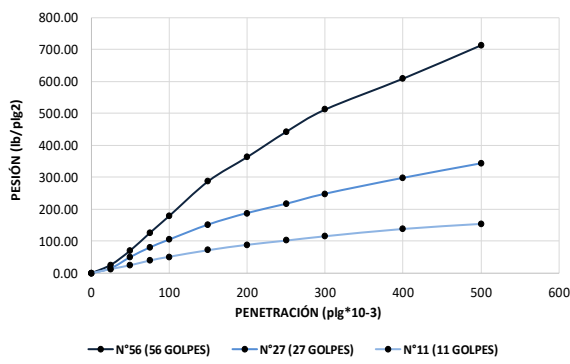
ESPONJAMIENTO Y PENETRACIÓN
ESPONJAMIENTO (LECTURA DIAL en Plgs*10-2)

MOLDE NÚMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento		Lect. Dial	h	Esponjamiento	
Día y mes	Hora	Días	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%	Plgs.	Muest. Plgs	Plgs. *10-2	%
12/10/2021	15:00	0	0.07	5	0.00	0.00	0.19	5	0.00	0.00	0.12	5	0.00	0.00
13/10/2021	15:00	1	0.07		1.22	0.24	0.20		0.51	0.10	0.13		1.10	0.22
14/10/2021	8:00	2	0.08		1.77	0.35	0.20		1.06	0.21	0.14		1.65	0.33

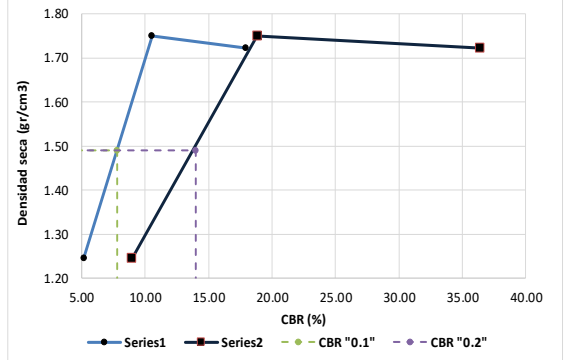
ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN (CONSTANTE DEL CELDA 2.204 LB ÁREA DEL PISTÓN: 3p12)

MOLDE NÚMERO			7				8				9			
Tiempo	Penetración		Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR	Q LECT.	PRESIONES		CBR
Minutos	Seg	"10-3	Dial	Leída	Corrección		Dial	Leída	Corrección		Dial	Leída	Corrección	
				lb/plg2	lb/plg2	%		lb/plg2	lb/plg2	%		lb/plg2	lb/plg2	%
		0	0	0.00			0.00	0.00			0.00	0.00		
0	30	25	36.00	26.45			21.30	15.65			18.10	13.30		
1	0	50	97.30	71.48			69.10	50.77			34.20	25.13		
1	30	75	172.10	126.44			109.90	80.74			54.50	40.04		
2	0	100	244.60	179.70	179.70	17.97	143.70	105.57	105.57	10.56	70.60	51.87	51.87	5.19
3	0	150	392.50	288.36			207.50	152.44			98.90	72.66		
4	0	200	495.50	364.03	364.03	36.40	256.50	188.44	188.44	18.84	121.90	89.56	89.56	8.96
5	0	250	603.10	443.08			295.80	217.31			139.90	102.78		
6	0	300	697.90	512.72			338.50	248.68			158.60	116.52		
8	0	400	829.90	609.70			406.20	298.42			189.90	139.51		
10	0	500	971.90	714.02			467.90	343.75			211.50	155.38		
			CBR corregido			17.97	CBR corregido			10.56	CBR corregido			5.19

PENETRACIÓN VS PRESIÓN



DENSIDAD SECA VS CBR%



DENSIDADES		RESISTENCIAS			Densidad MAX.			
		0.1"	in	0.2"		gr/cm3		
56 GOLPES	1.72	gr/cm3	17.97	%	36.40			
27 GOLPES	1.75	gr/cm3	10.56	%	18.84			
11 GOLPES	1.25	gr/cm3	5.19	%	8.96			
					95% DE DM		1.490	gr/cm3
					CBR "0.1"	7.80	CBR "0.2"	14.00
					CBR PUNTUAL		14.000	

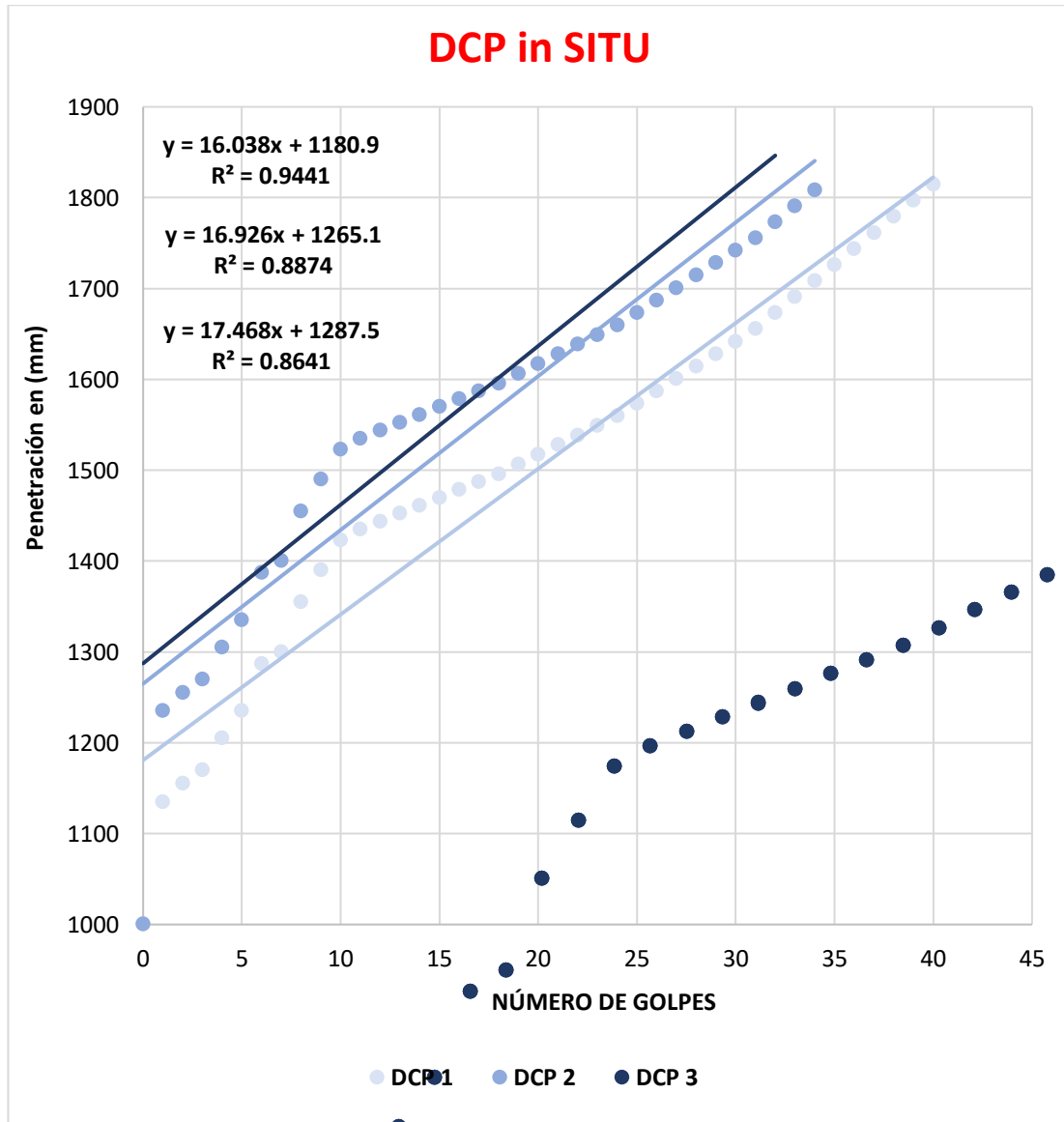
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 151: DCP 1

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>DCP</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	1
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855222.017 780118.592
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1135	1235	1265
2	1155	1255	1285
3	1170	1270	1300
4	1205	1305	1335
5	1235	1335	1365
6	1287	1387	1417
7	1300	1400	1430
8	1355	1455	1485
9	1390	1490	1520
10	1423	1523	1553
11	1435	1535	1565
12	1444	1544	1574
13	1452	1552	1582
14	1461	1561	1591
15	1470	1570	1600
16	1478	1578	1608
17	1487	1587	1617
18	1496	1596	1626
19	1506	1606	1636
20	1517	1617	1647
21	1528	1628	1658
22	1538	1638	1668
23	1549	1649	1679
24	1560	1660	1690
25	1573	1673	1703
26	1587	1687	1717
27	1601	1701	1731
28	1614	1714	1744
29	1628	1728	1758
30	1642	1742	1772
31	1655	1755	1785
32	1673	1773	1803
33	1691	1791	
34	1708	1808	
35	1726		
36	1744		
37	1761		
38	1779		
39	1797		
40	1814		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	16.926	18.34
2	17.468	
3	20.638	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

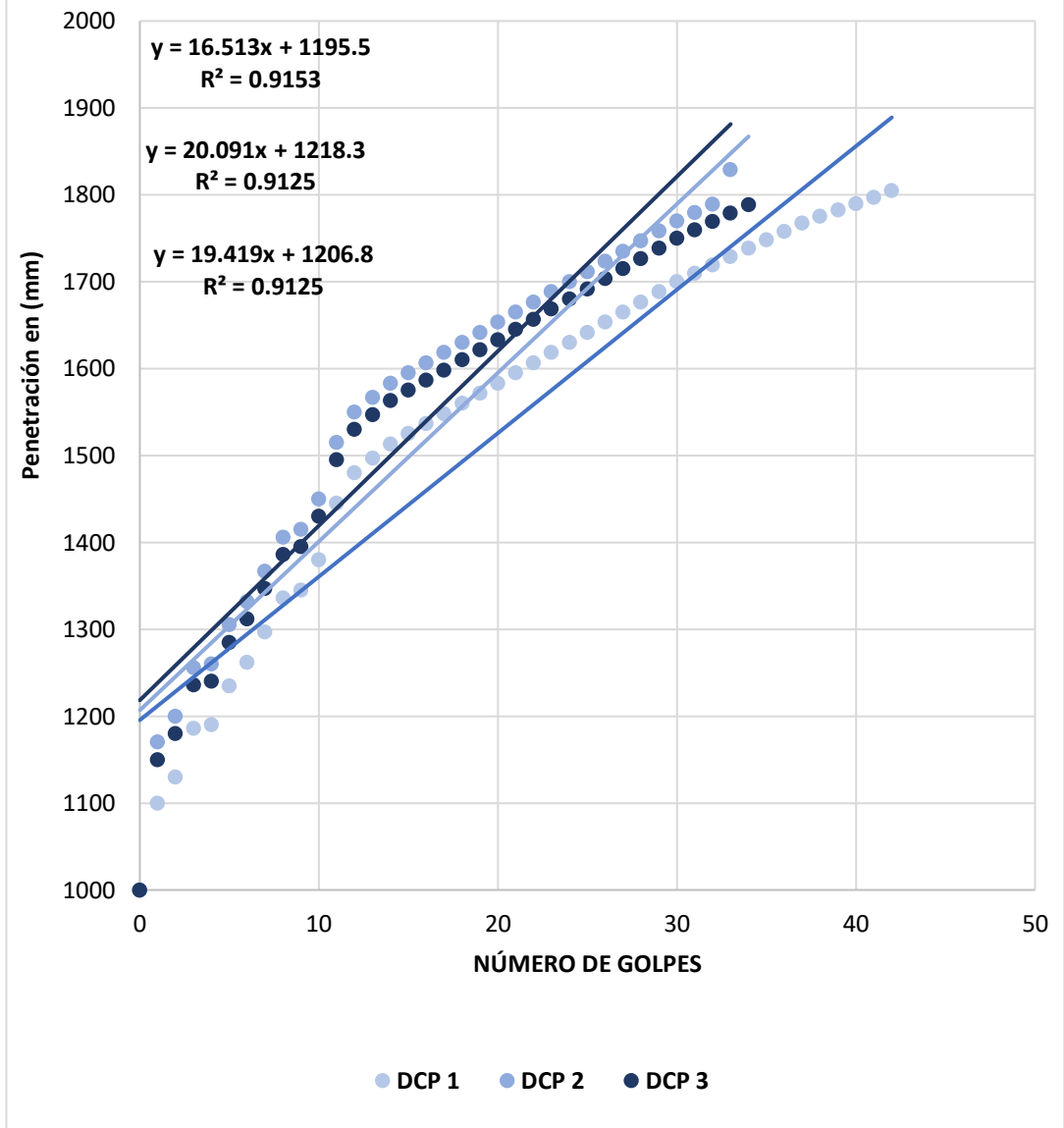
Tabla 152: DCP 2

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	2
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855913.547 780032.146
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	0.90
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1100	1170	1150
2	1130	1200	1180
3	1186	1256	1236
4	1190	1260	1240
5	1235	1305	1285
6	1262	1332	1312
7	1297	1367	1347
8	1336	1406	1386
9	1345	1415	1395
10	1380	1450	1430
11	1445	1515	1495
12	1480	1550	1530
13	1497	1567	1547
14	1513	1583	1563
15	1525	1595	1575
16	1537	1607	1587
17	1548	1618	1598
18	1560	1630	1610
19	1572	1642	1622
20	1583	1653	1633
21	1595	1665	1645
22	1607	1677	1657
23	1618	1688	1668
24	1630	1700	1680
25	1642	1712	1692
26	1653	1723	1703
27	1665	1735	1715
28	1677	1747	1727
29	1688	1758	1738
30	1700	1770	1750
31	1710	1780	1760
32	1719	1789	1769
33	1729	1829	1779
34	1739		1789
35	1748		1798
36	1758		1888
37	1768		
38	1775		
39	1782		
40	1790		
41	1797		
42	1805		



DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	16.512	18.53
2	20.091	
3	18.988	

DCP in SITU



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

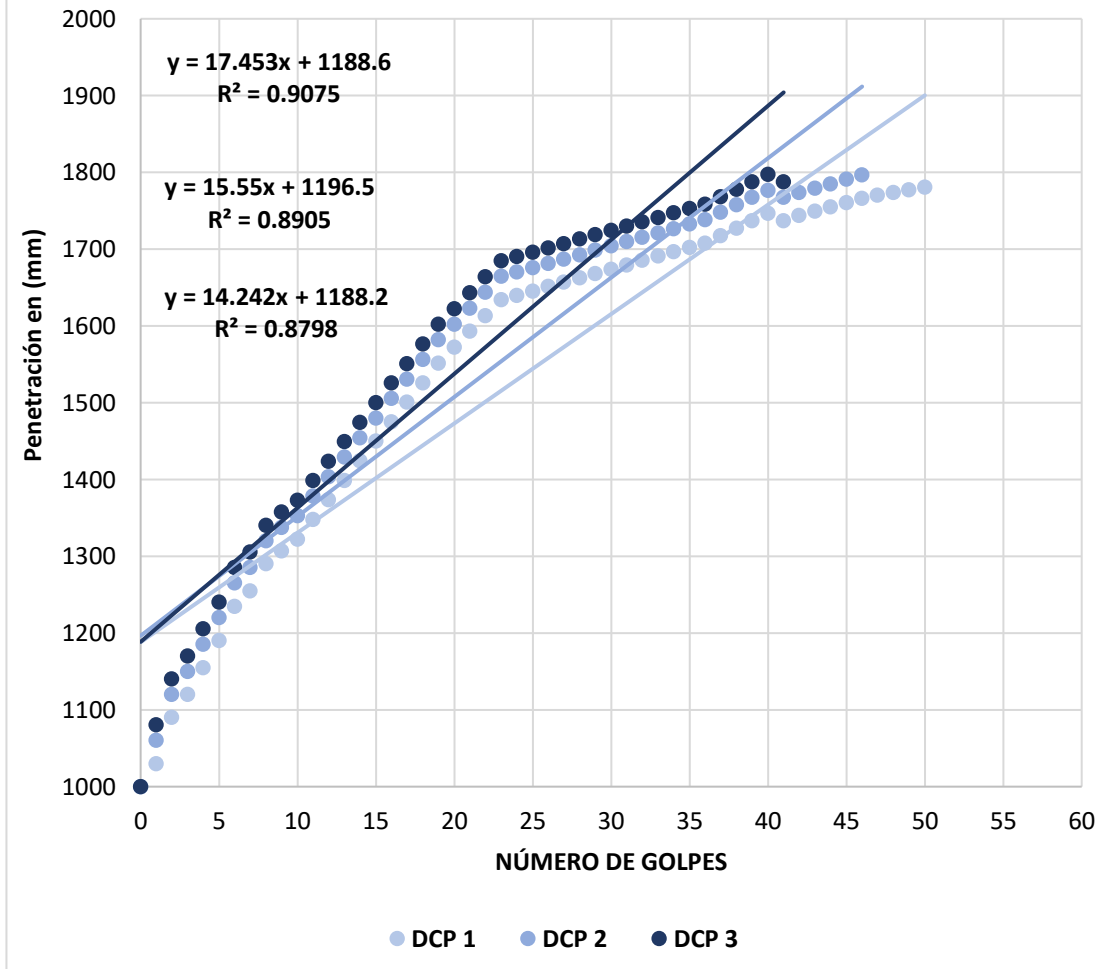
Tabla 153: DCP 3

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	3
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855767.427 779583.943
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	130	160	180
2	1090	1120	1140
3	1120	1150	1170
4	1155	1185	1205
5	1190	1220	1240
6	1235	1265	1285
7	1255	1285	1305
8	1290	1320	1340
9	1307	1337	1357
10	1322	1353	1373
11	1348	1378	1398
12	1373	1404	1424
13	1399	1429	1449
14	1424	1454	1475
15	1450	1480	1500
16	1475	1505	1526
17	1501	1531	1551
18	1526	1556	1576
19	1552	1582	1602
20	1572	1602	1623
21	1593	1623	1643
22	1614	1644	1664
23	1634	1664	1685
24	1640	1670	1690
25	1646	1676	1696
26	1651	1681	1702
27	1657	1687	1707
28	1663	1693	1713
29	1668	1698	1719
30	1674	1704	1724
31	1680	1710	1730
32	1685	1715	1736
33	1691	1721	1741
34	1697	1727	1747
35	1702	1732	1753
36	1708	1738	1758
37	1718	1748	1768
38	1727	1757	1778
39	1737	1767	1787
40	1747	1777	1797
41	1756	1786	1807
42	1763	1793	
43	1769	1799	
44	1774	1804	
45	1780		
46	1786		
47	1789		
48	1793		
49	1797		
50	1800		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	16.94	19.83
2	20.466	
3	22.079	

DCP in SITU



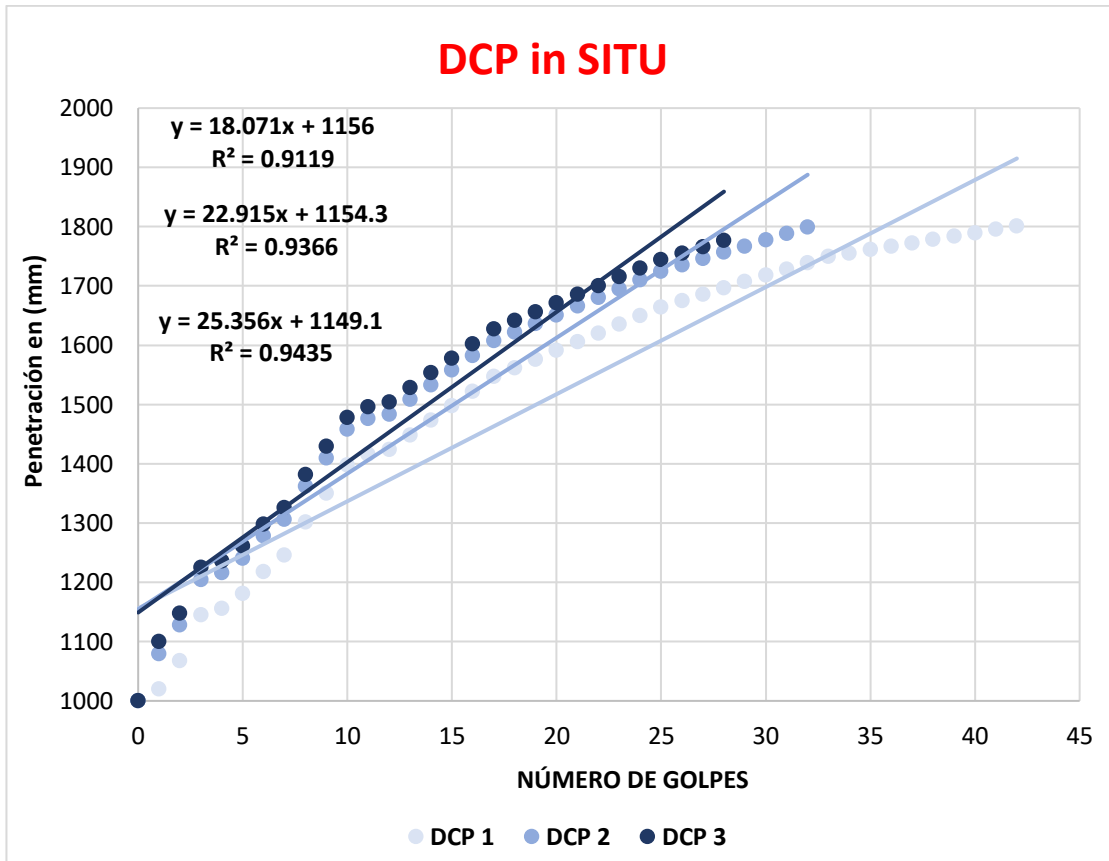
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 154: DCP 4

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	4
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9855975.070 779154.142
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	Tahuicha	Profundidad (m)	1.00
NORMA:		ASTMD 6951-03	

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1020	1080	1100
2	1068	1128	1148
3	1145	1205	1225
4	1156	1216	1236
5	1181	1241	1261
6	1218	1278	1298
7	1246	1306	1326
8	1302	1362	1382
9	1350	1410	1430
10	1398	1458	1478
11	1416	1476	1496
12	1424	1484	1504
13	1449	1509	1529
14	1473	1533	1553
15	1498	1558	1578
16	1523	1583	1603
17	1547	1607	1627
18	1562	1622	1642
19	1577	1637	1657
20	1591	1651	1671
21	1606	1666	1686
22	1621	1681	1701
23	1635	1695	1715
24	1650	1710	1730
25	1665	1725	1745
26	1675	1735	1755
27	1686	1746	1766
28	1697	1757	1777
29	1707	1767	1787
30	1718	1778	1798
31	1729	1789	1809
32	1739	1799	
33	1750	1810	
34	1756		
35	1761		
36	1767		
37	1773		
38	1778		
39	1784		
40	1790		
41	1795		
42	1801		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	18.071	22.11
2	22.915	
3	25.356	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

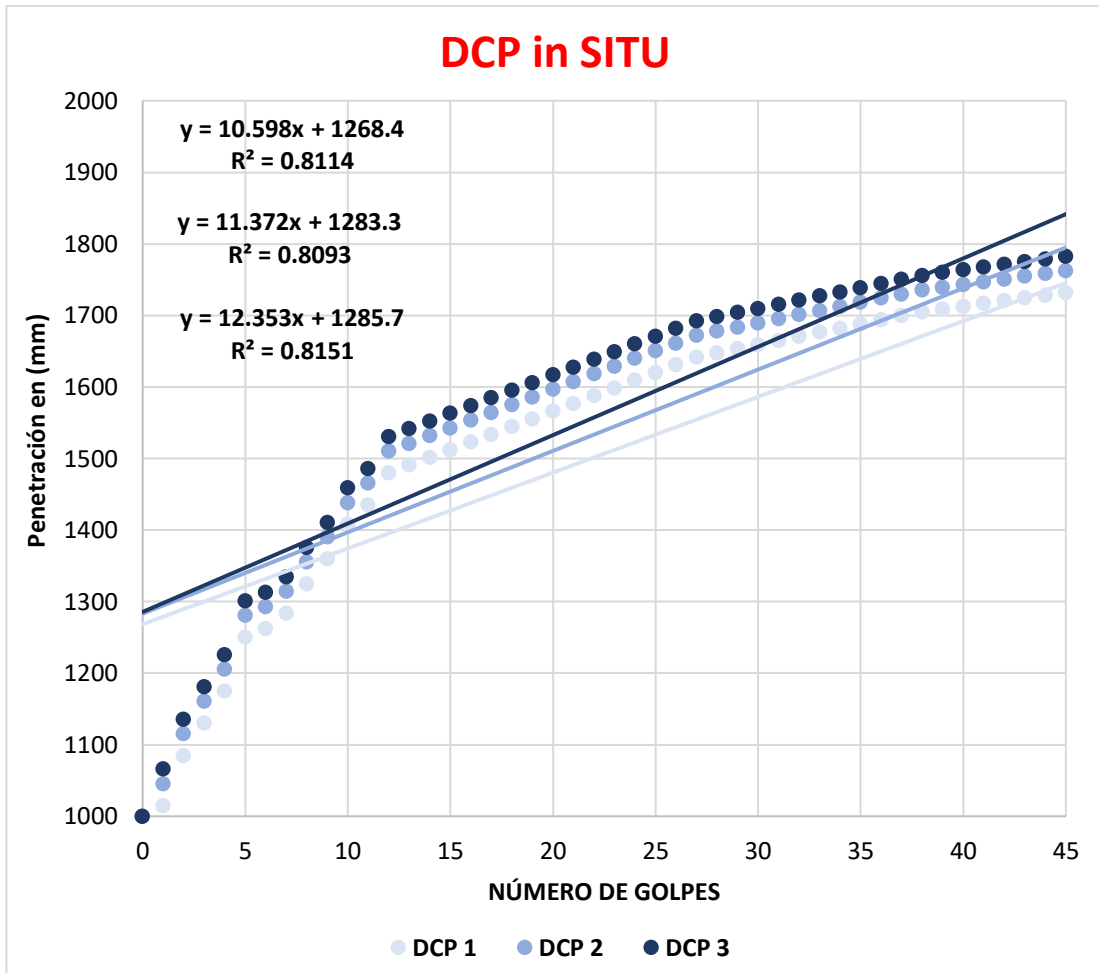
Tabla 155: DCP 5

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	5		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854599.955	779939.098	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:		ASTMD 6951-03			

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)

N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1015	1046	1066
2	1085	1116	1136
3	1130	1161	1181
4	1175	1206	1226
5	1250	1281	1301
6	1262	1293	1313
7	1284	1315	1335
8	1325	1356	1376
9	1360	1391	1411
10	1408	1439	1459
11	1435	1466	1486
12	1480	1511	1531
13	1491	1521	1542
14	1502	1532	1552
15	1512	1543	1563
16	1523	1554	1574
17	1534	1564	1585
18	1545	1575	1595
19	1555	1586	1606
20	1566	1597	1617
21	1577	1608	1628
22	1588	1618	1639
23	1599	1629	1649
24	1609	1640	1660
25	1620	1651	1671
26	1631	1661	1682
27	1642	1672	1693
28	1647	1678	1698
29	1653	1684	1704
30	1659	1690	1710
31	1665	1695	1716
32	1671	1701	1721
33	1676	1707	1727
34	1682	1713	1733
35	1688	1718	1739
36	1694	1724	1745
37	1700	1730	1750
38	1705	1736	1756
39	1709	1740	1760
40	1713	1743	1764
41	1717	1747	1767
42	1720	1751	1771
43	1724	1755	1775
44	1728	1758	1779
45	1732	1762	1783
46	1736	1766	1786
47	1739	1770	1790
48	1742	1773	1793
49	1745	1775	1796
50	1748	1778	1798
51	1750	1781	1801
52	1753	1784	
53	1760	1790	
54	1767	1797	
55	1774	1804	
56	1780		
57	1787		
58	1794		
59	1801		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	10.598	11.44
2	11.372	
3	12.353	



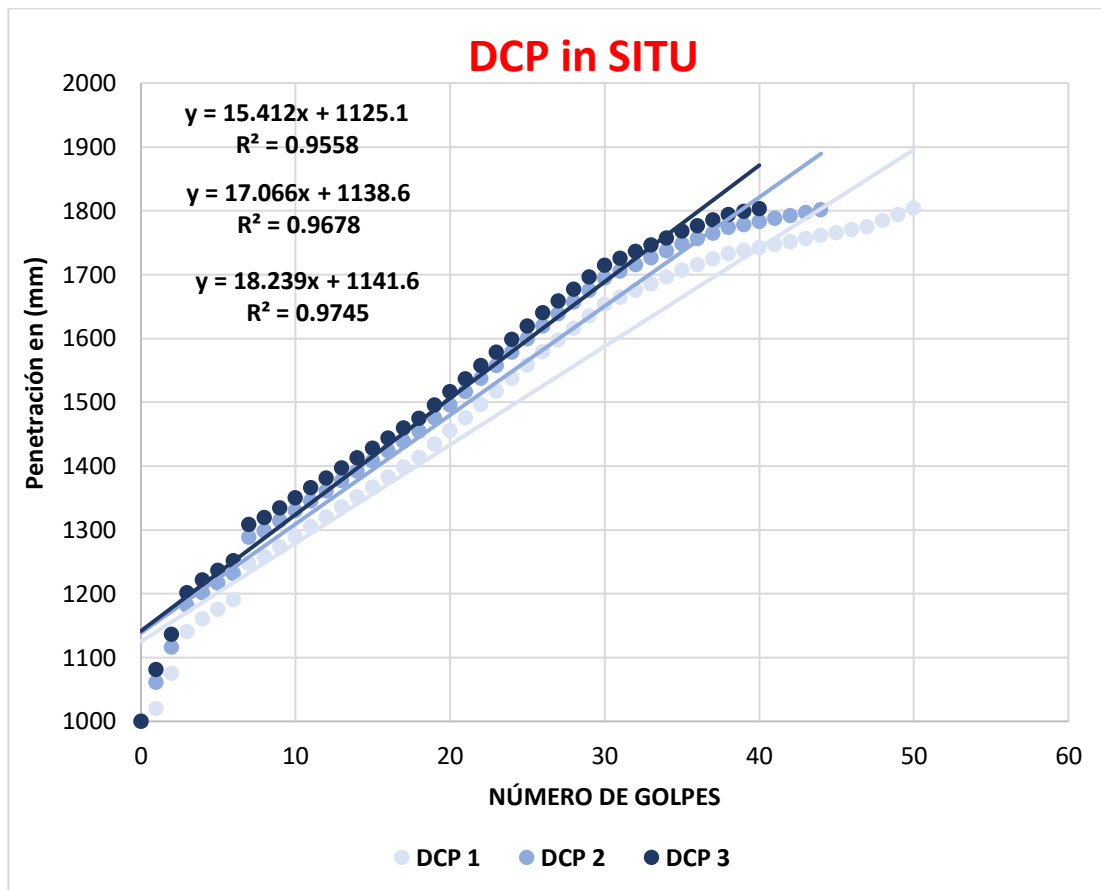
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 156: DCP 6

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL DCP			
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	6		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854349.003	779388.501	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:		ASTMD 6951-03			

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1020	1061	1081
2	1075	1116	1136
3	1140	1181	1201
4	1160	1201	1221
5	1175	1216	1236
6	1190	1231	1251
7	1247	1288	1308
8	1258	1298	1319
9	1273	1314	1334
10	1289	1330	1350
11	1304	1345	1365
12	1320	1361	1381
13	1336	1376	1397
14	1351	1392	1412
15	1367	1408	1428
16	1382	1423	1443
17	1398	1439	1459
18	1414	1454	1475
19	1434	1475	1495
20	1455	1496	1516
21	1475	1516	1536
22	1496	1537	1557
23	1517	1557	1578
24	1537	1578	1598
25	1558	1599	1619
26	1578	1619	1639
27	1597	1638	1658
28	1616	1657	1677
29	1635	1675	1695
30	1653.2	1694	1714
31	1664	1705	1725
32	1675	1715	1735
33	1685	1726	1746
34	1696	1737	1757
35	1707	1747	1767
36	1715	1756	1776
37	1724	1765	1785
38	1733	1773	1793
39	1737	1778	1798
40	1742	1783	1803
41	1747	1787	
42	1751	1792	
43	1756	1797	
44	1761	1801	
45	1765		
46	1770		
47	1775		
48	1784		
49	1794		
50	1804		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	15.412	16.91
2	17.066	
3	18.239	



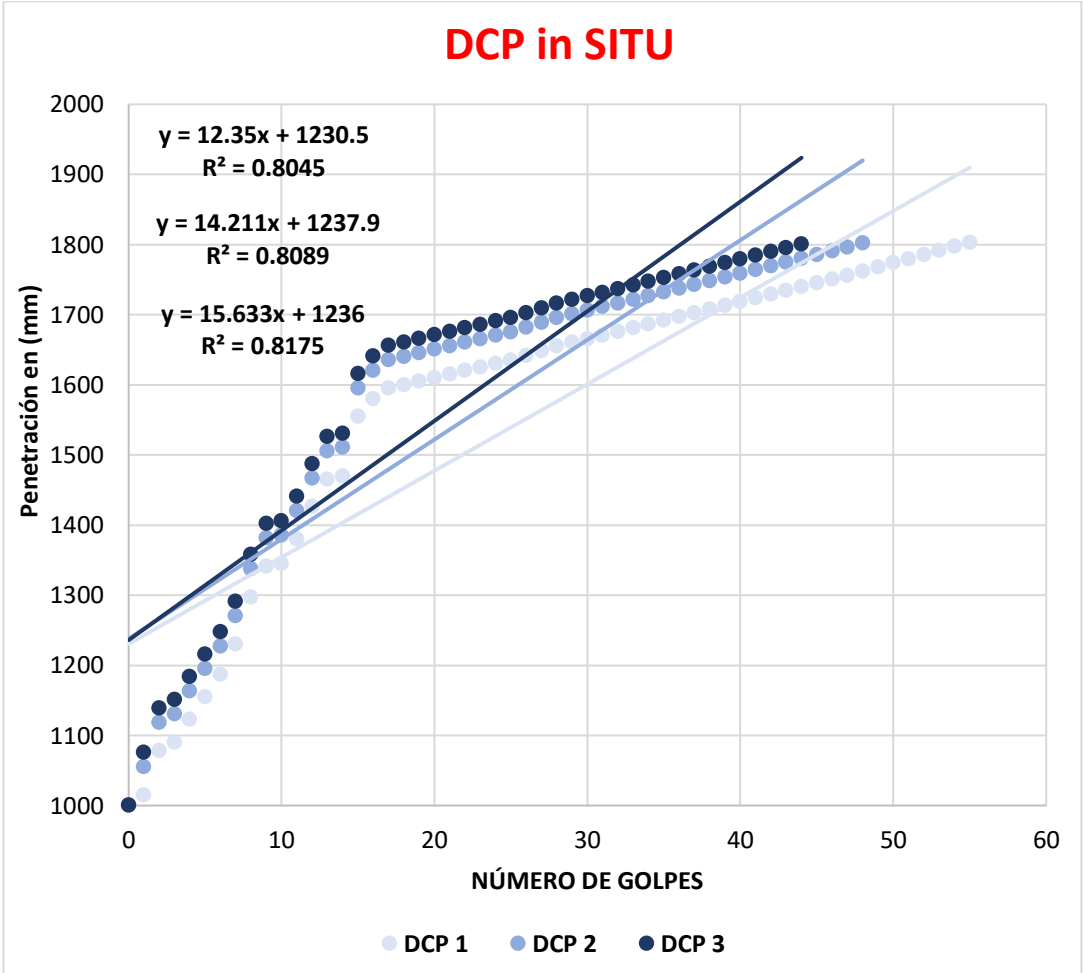
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 157: DCP 7

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <i>DCP</i>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	7
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854476.251 779429.219
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		


PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1015	1055	1076
2	1078	1118	1139
3	1090	1130	1151
4	1123	1163	1184
5	1155	1195	1216
6	1187	1227	1248
7	1230	1270	1291
8	1297	1337	1358
9	1341	1381	1402
10	1345	1385	1406
11	1380	1420	1441
12	1426	1466	1487
13	1465	1505	1526
14	1470	1510	1531
15	1555	1595	1616
16	1580	1620	1641
17	1595	1635	1656
18	1600	1640	1661
19	1605	1645	1666
20	1610	1650	1671
21	1615	1655	1676
22	1620	1660	1681
23	1625	1665	1686
24	1630	1670	1691
25	1635	1675	1696
26	1642	1682	1703
27	1648	1689	1709
28	1655	1695	1716
29	1660	1701	1721
30	1666	1706	1726
31	1671	1711	1732
32	1676	1717	1737
33	1681	1722	1742
34	1687	1727	1748
35	1692	1732	1753
36	1697	1738	1758
37	1703	1743	1763
38	1708	1748	1769
39	1713	1753	1774
40	1718	1759	1779
41	1724	1764	1785
42	1729	1769	1790
43	1734	1775	1795
44	1739	1780	1800
45	1745	1785	
46	1750	1790	
47	1756	1796	
48	1762	1802	
49	1768		
50	1774		
51	1780		
52	1786		
53	1791		
54	1797		
55	1803		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	12.35	14.06
2	14.211	
3	15.633	



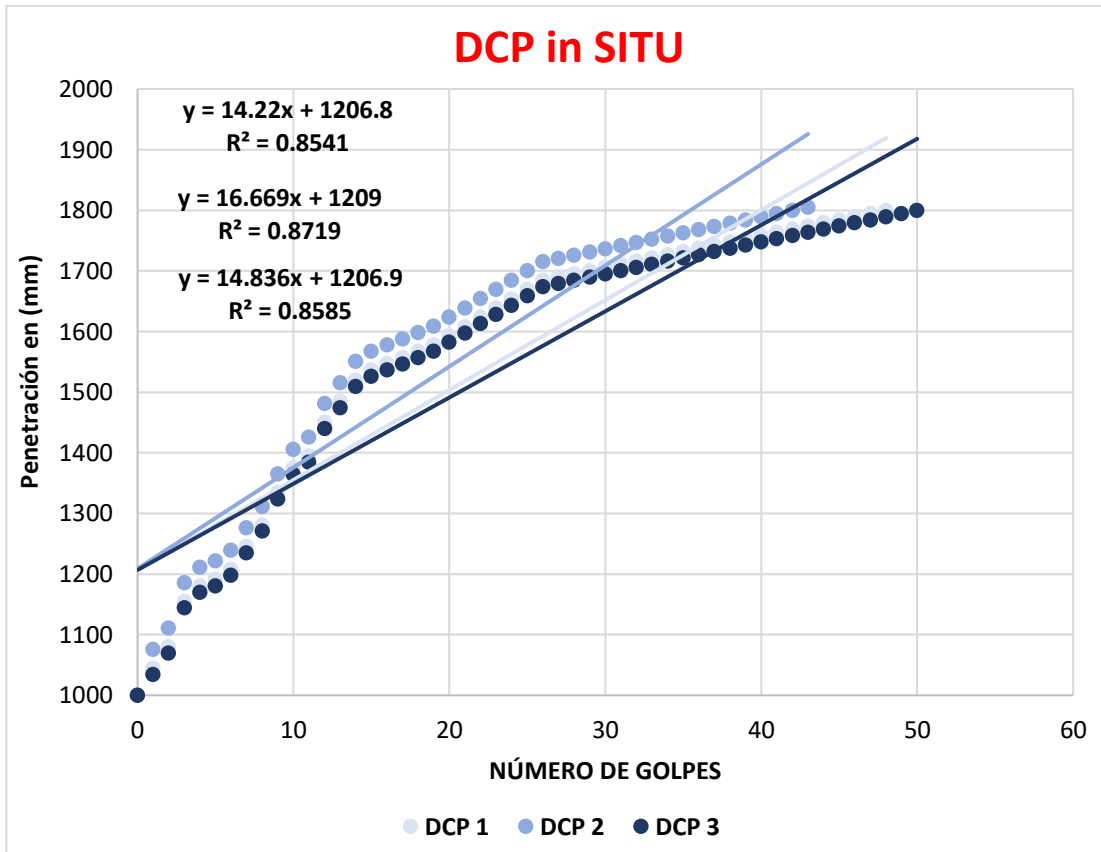
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 158: DCP 8

		UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP					
PROYECTO		CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA			
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	8		
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854936.966	779303.826	
Parroquia:	PATATE	Capa vegetal (m)	0.15		
Vía	Platupamba	Profundidad (m)	1.00		
NORMA:		ASTMD 6951-03			

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1045	1076	1035
2	1080	1111	1070
3	1155	1186	1145
4	1180	1211	1170
5	1191	1222	1181
6	1208	1239	1198
7	1245	1276	1235
8	1281	1312	1271
9	1334	1365	1324
10	1375	1406	1365
11	1395	1426	1385
12	1450	1481	1440
13	1485	1516	1475
14	1520	1551	1510
15	1537	1567	1526
16	1547	1578	1536
17	1557	1588	1547
18	1567	1598	1557
19	1578	1608	1567
20	1593	1624	1582
21	1608	1639	1598
22	1623	1654	1613
23	1639	1669	1628
24	1654	1685	1643
25	1669	1700	1659
26	1684	1715	1674
27	1690	1720	1679
28	1695	1726	1684
29	1700	1731	1690
30	1705	1736	1695
31	1711	1741	1700
32	1716	1747	1705
33	1721	1752	1711
34	1726	1757	1716
35	1732	1762	1721
36	1737	1768	1726
37	1742	1773	1732
38	1747	1778	1737
39	1753	1783	1742
40	1758	1789	1747
41	1763	1794	1753
42	1768	1799	1758
43	1774	1804	1763
44	1779		1768
45	1784		1774
46	1789		1779
47	1795		1784
48	1800		1789
49	1805		1795
50	1810		1800

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	14.836	15.24
2	16.669	
3	14.22	



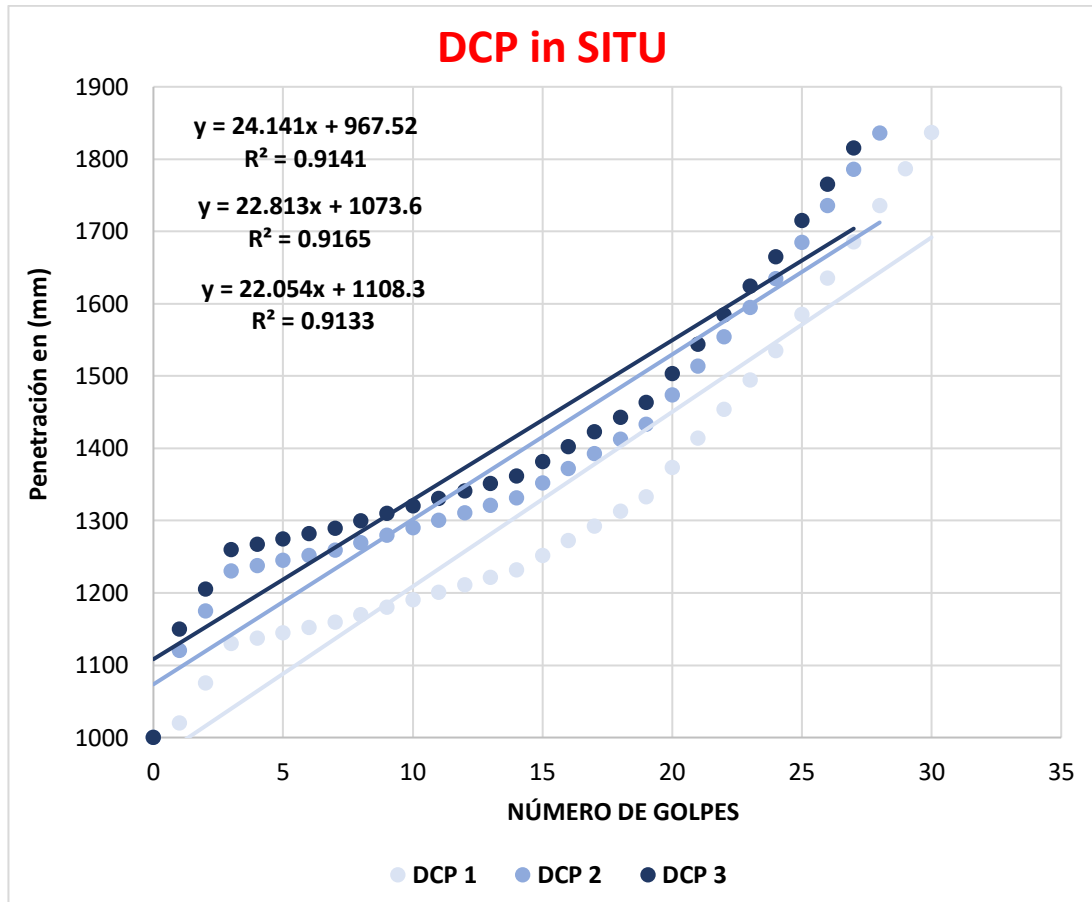
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 159: DCP 9

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL <u>DCP</u>			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	9
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1020	1120	1150
2	1075	1175	1205
3	1130	1230	1260
4	1137	1237	1267
5	1145	1245	1275
6	1152	1252	1282
7	1159	1259	1289
8	1170	1270	1300
9	1180	1280	1310
10	1190	1290	1320
11	1201	1301	1331
12	1211	1311	1341
13	1221	1321	1351
14	1231	1331	1361
15	1252	1352	1382
16	1272	1372	1402
17	1292	1392	1422
18	1313	1413	1443
19	1333	1433	1463
20	1373	1473	1503
21	1414	1514	1544
22	1454	1554	1584
23	1494	1594	1624
24	1535	1635	1665
25	1585	1685	1715
26	1635	1735	1765
27	1686	1786	1816
28	1736	1836	
29	1786		
30	1837		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	24.141	23.00
2	22.054	
3	22.813	



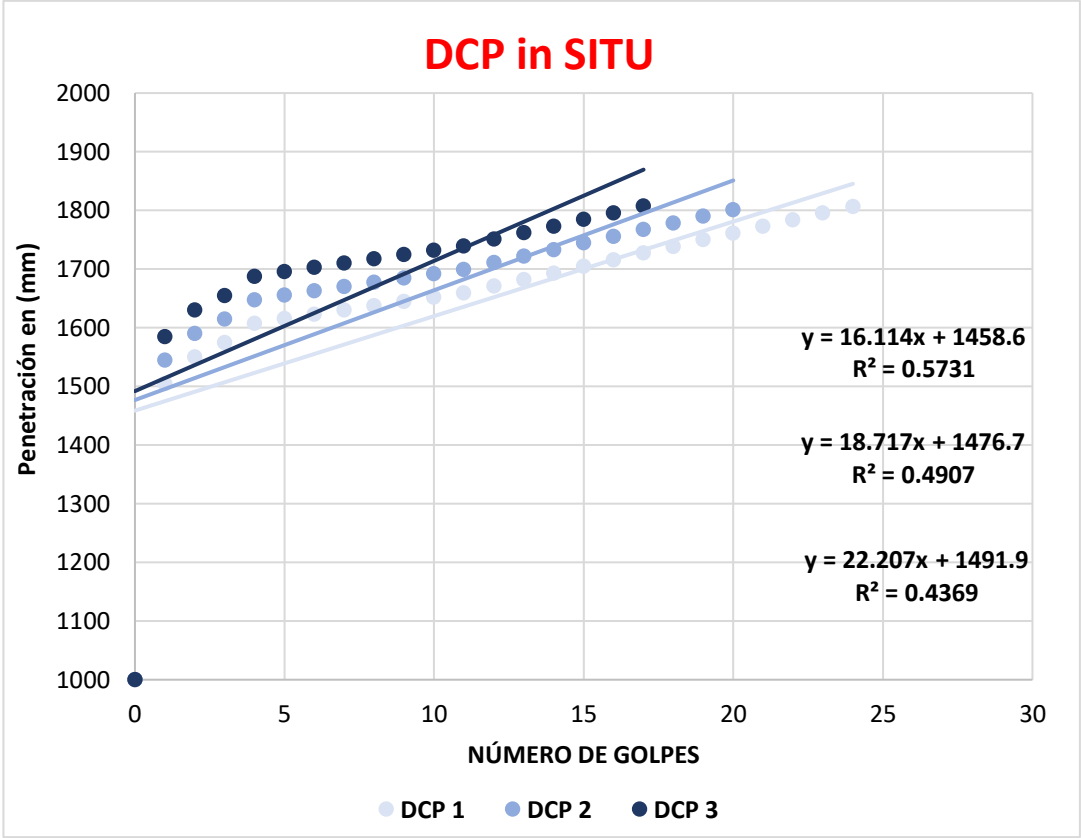
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 160: DCP 10

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	10
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9854511.885 788555.727
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	0.90
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1505	1545	1585
2	1550	1590	1630
3	1575	1615	1655
4	1607	1647	1687
5	1615	1655	1695
6	1623	1663	1703
7	1630	1670	1710
8	1637	1677	1717
9	1645	1685	1725
10	1652	1692	1732
11	1659	1699	1739
12	1671	1711	1751
13	1682	1722	1762
14	1693	1733	1773
15	1705	1745	1785
16	1716	1756	1796
17	1727	1767	1807
18	1739	1779	
19	1750	1790	
20	1761	1801	
21	1773		
22	1784		
23	1795		
24	1807		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	16.114	19.01
2	18.717	
3	22.207	



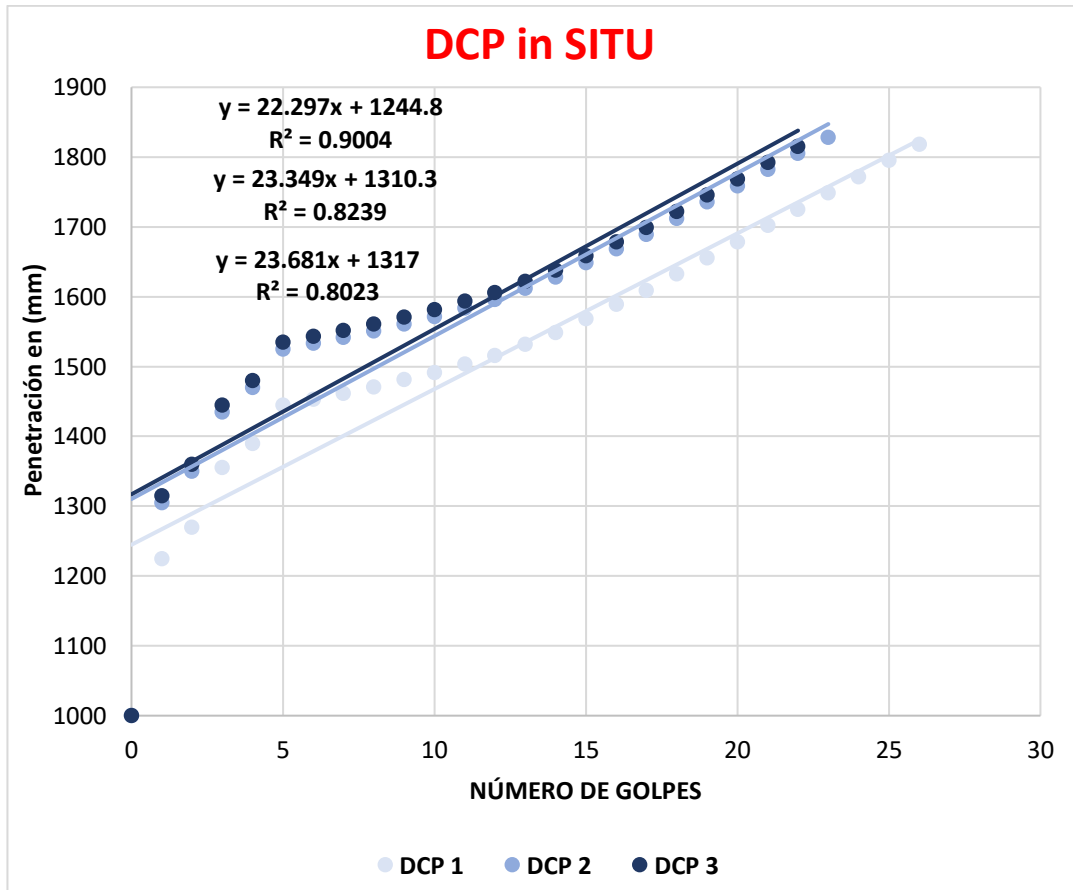
AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 161: DCP 11

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	11
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853775.609 789046.084
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.25
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1225	1305	1315
2	1270	1350	1360
3	1355	1435	1445
4	1390	1470	1480
5	1445	1525	1535
6	1453	1533	1543
7	1462	1542	1552
8	1471	1551	1561
9	1481	1561	1571
10	1491	1571	1581
11	1504	1584	1594
12	1516	1596	1606
13	1532	1612	1622
14	1548	1628	1638
15	1569	1649	1659
16	1589	1669	1679
17	1609	1689	1699
18	1632	1712	1722
19	1656	1736	1746
20	1679	1759	1769
21	1702	1782	1792
22	1725	1805	1815
23	1749	1829	
24	1772		
25	1795		
26	1818		

DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	22.297	23.11
2	23.349	
3	23.681	



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

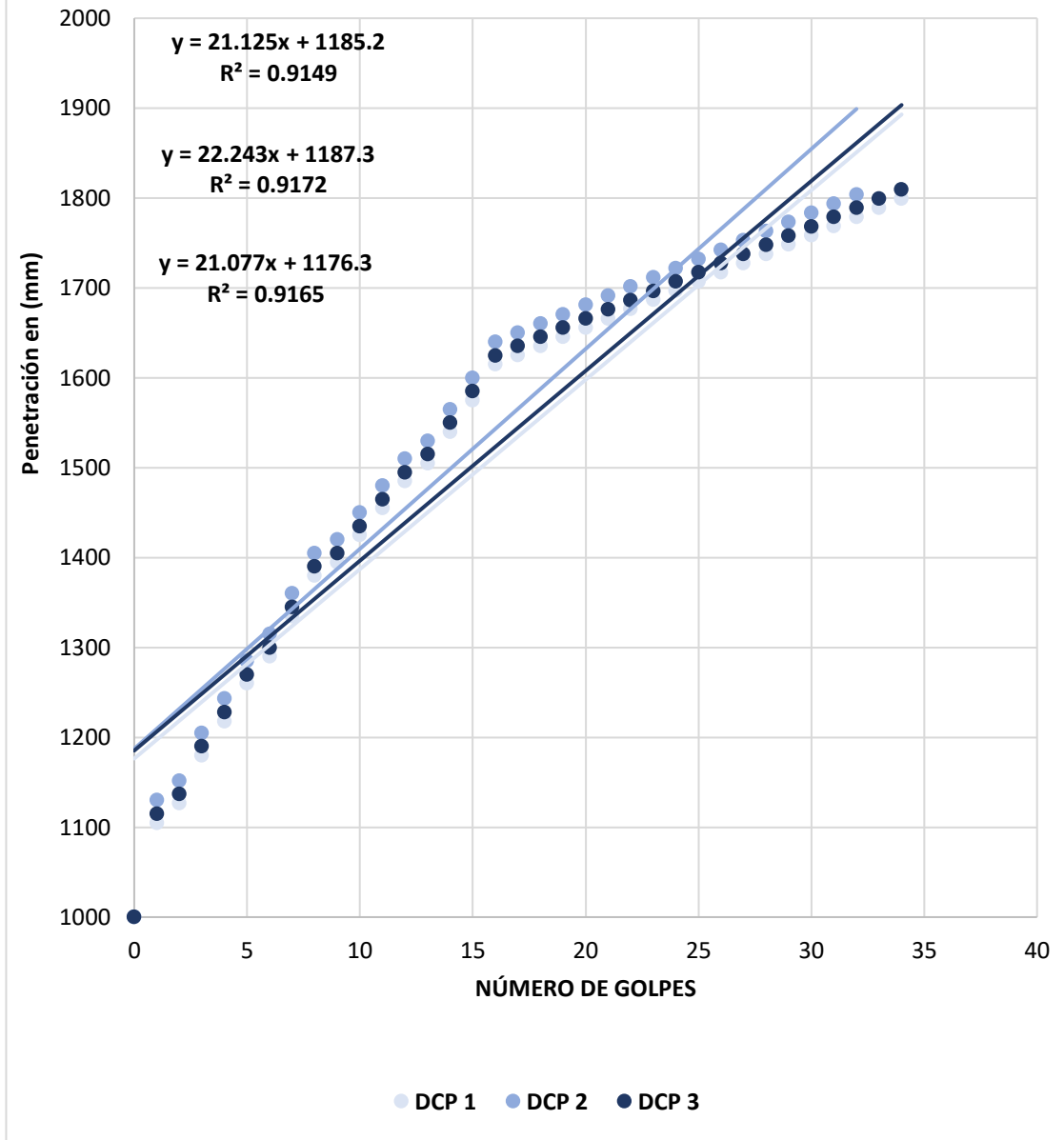
Tabla 162: DCP 12

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DCP			
PROYECTO	CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA		
Realizado por:	Tatiana Lozada	Muestra N°	12
Revisado por:	Ing. Alex Frías	Coordenadas	9853361.233 789070.113
Parroquia:	EL TRIUNFO	Capa vegetal (m)	0.20
Vía	S/N	Profundidad (m)	1.00
NORMA:	ASTMD 6951-03		

PENETRACIÓN ACUMULADA (mm)			
N° Golpes	1	2	3
0	1000	1000	1000
1	1105	1130	1115
2	1127	1152	1137
3	1180	1205	1190
4	1218	1243	1228
5	1260	1285	1270
6	1290	1315	1300
7	1335	1360	1345
8	1380	1405	1390
9	1395	1420	1405
10	1425	1450	1435
11	1455	1480	1465
12	1485	1510	1495
13	1505	1530	1515
14	1540	1565	1550
15	1575	1600	1585
16	1615	1640	1625
17	1625	1650	1635
18	1636	1661	1646
19	1646	1671	1656
20	1656	1681	1666
21	1666	1691	1676
22	1677	1702	1687
23	1687	1712	1697
24	1697	1722	1707
25	1707	1732	1717
26	1718	1743	1728
27	1728	1753	1738
28	1738	1763	1748
29	1748	1773	1758
30	1759	1784	1769
31	1769	1794	1779
32	1779	1804	1789
33	1789	1799	1799
34	1800	1810	1810



DN(mm/golpe)		DN (Promedio)
1	21.077	21.48
2	22.243	
3	21.125	

DCP in SITU





AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 163: Conteo vehicular 08/11/2021

		 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				 FICM			
Fecha:	08/11/2021	Estación:	3 Km		Día	Lunes			
Ubicación	Tahuaicha		Diseño del pavimento flexible						
HORA	Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados	
		(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes			
7:00	7:15	5	1	0	1	1	0	1	7
7:15	7:30	4	1	0	1	1	2	3	8
7:30	7:45	6	2	0	2	0	0	0	8
7:45	8:00	4	2	0	2	0	0	0	6
8:00	8:15	3	1	0	1	0	1	1	5
8:15	8:30	2	0	0	0	2	0	2	4
8:30	8:45	1	0	0	0	0	0	0	1
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	0	1
9:00	9:15	3	1	0	1	0	1	1	5
9:15	9:30	2	0	0	0	0	0	0	2
9:30	9:45	6	0	0	0	1	0	1	7
9:45	10:00	4	0	0	0	0	0	0	4
10:00	10:15	2	1	0	1	0	0	0	3
10:15	10:30	1	0	0	0	0	1	1	2
10:30	10:45	1	0	0	0	2	0	2	3
10:45	11:00	1	1	0	1	0	0	0	2
11:00	11:15	2	1	0	1	1	0	1	4
11:15	11:30	2	3	0	2	1	0	1	5
11:30	11:45	1	1	0	1	1	2	3	5
11:45	12:00	1	2	0	2	2	0	2	5
12:00	12:15	3	3	0	1	0	0	0	4
12:15	12:30	3	1	0	1	0	0	0	4
12:30	12:45	4	0	0	0	1	0	1	5
12:45	13:00	5	0	0	0	1	0	1	6
13:00	13:15	1	1	0	1	0	1	1	3
13:15	13:30	1	0	0	0	0	0	0	1
13:30	13:45	1	0	0	0	1	0	1	2
13:45	14:00	0	0	0	0	2	0	2	2
14:00	14:15	0	1	0	1	0	0	0	1
14:15	14:30	2	0	0	0	0	0	0	2
14:30	14:45	1	0	0	0	0	0	0	1
14:45	15:00	3	0	0	0	0	1	1	4
15:00	15:15	1	1	0	1	0	1	1	3
15:15	15:30	1	0	0	0	1	1	2	3
15:30	15:45	1	0	0	0	0	0	0	1
15:45	16:00	2	0	0	0	0	0	0	2
16:00	16:15	2	1	0	1	0	0	0	3
16:15	16:30	1	0	0	0	0	0	0	1
16:30	16:45	1	0	0	0	0	0	0	1
16:45	17:00	1	0	0	0	0	0	0	1
17:00	17:15	2	1	0	1	0	0	0	3
17:15	17:30	4	1	0	1	0	0	0	5
17:30	17:45	3	2	0	2	0	0	0	5
17:45	18:00	2	1	0	1	0	0	0	3
18:00	18:15	1	0	0	0	0	0	0	1
18:15	18:30	1	0	0	0	0	0	0	1
18:30	18:45	1	0	0	0	0	0	0	1
18:45	19:00	1	0	0	0	0	0	0	1
		101			27			29	157



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 164: Conteo vehicular 09/11/2021

		 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Fecha:	09/11/2021	Estación:	3 Km		Día	Martes			
Ubicación	Tahuaicha		Diseño del pavimento flexible						
HORA		Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
			(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15	4	1	0	0	1	1	2	6
7:15	7:30	3	0	0	1	1	0	1	5
7:30	7:45	3	1	0	1	1	0	1	5
7:45	8:00	2	1	0	1	0	0	0	3
8:00	8:15	1	1	0	0	0	0	0	1
8:15	8:30	3	0	0	0	0	0	0	3
8:30	8:45	1	1	0	0	0	0	0	1
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	0	1
9:00	9:15	1	2	0	0	0	0	0	1
9:15	9:30	1	0	0	1	0	0	0	2
9:30	9:45	3	0	0	1	0	0	0	4
9:45	10:00	1	0	0	0	1	1	2	3
10:00	10:15	2	1	0	0	1	0	1	3
10:15	10:30	2	0	0	0	0	0	0	2
10:30	10:45	1	0	0	0	0	0	0	1
10:45	11:00	1	1	0	0	0	0	0	1
11:00	11:15	1	1	0	1	0	0	0	2
11:15	11:30	1	1	0	0	0	0	0	1
11:30	11:45	1	2	0	0	2	0	2	3
11:45	12:00	1	1	0	2	0	1	1	4
12:00	12:15	1	1	0	0	0	0	0	1
12:15	12:30	3	1	0	1	1	0	1	5
12:30	12:45	2	0	0	0	1	0	1	3
12:45	13:00	1	0	0	0	0	0	0	1
13:00	13:15	1	1	0	0	0	1	1	2
13:15	13:30	1	0	0	1	0	0	0	2
13:30	13:45	1	0	0	0	0	0	0	1
13:45	14:00	1	0	0	0	1	0	1	2
14:00	14:15	1	1	0	0	0	1	1	2
14:15	14:30	0	1	0	0	2	0	2	2
14:30	14:45	1	0	0	0	0	0	0	1
14:45	15:00	2	0	0	1	0	0	0	3
15:00	15:15	2	0	0	0	0	0	0	2
15:15	15:30	1	0	0	0	0	1	1	2
15:30	15:45	1	0	0	0	1	0	1	2
15:45	16:00	1	0	0	0	0	0	0	1
16:00	16:15	3	1	0	2	2	0	2	7
16:15	16:30	1	1	0	0	0	0	0	1
16:30	16:45	1	1	0	0	0	0	0	1
16:45	17:00	3	0	0	0	0	0	0	3
17:00	17:15	1	1	0	0	0	0	0	1
17:15	17:30	2	0	0	0	0	2	2	4
17:30	17:45	1	0	0	0	0	0	0	1
17:45	18:00	1	0	0	1	2	0	2	4
18:00	18:15	2	1	0	0	0	1	1	3
18:15	18:30	2	0	0	1	0	0	0	3
18:30	18:45	1	0	0	1	1	1	2	4
18:45	19:00	1	0	0	0	1	0	1	2
		73			16			29	118



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 165: Conteo vehicular 10/11/2021

		 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Fecha:	10/11/2021	Estación:	3 Km		Día	Miércoles			
Ubicación	Tahuaicha		Diseño del pavimento flexible						
HORA		Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
			(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15	3	1	0	1	1	0	1	5
7:15	7:30	2	0	0	0	0	0	0	2
7:30	7:45	4	1	0	1	0	1	1	6
7:45	8:00	2	1	0	1	0	0	0	3
8:00	8:15	3	0	0	0	0	0	0	3
8:15	8:30	3	0	0	0	1	0	1	4
8:30	8:45	3	0	0	0	0	0	0	3
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	0	1
9:00	9:15	1	1	0	1	1	0	1	3
9:15	9:30	1	2	0	2	0	1	1	4
9:30	9:45	2	0	0	0	0	0	0	2
9:45	10:00	1	0	0	0	0	0	0	1
10:00	10:15	2	0	0	0	0	0	0	2
10:15	10:30	3	1	0	1	0	0	0	4
10:30	10:45	0	0	0	0	0	0	0	0
10:45	11:00	0	0	0	0	0	1	1	1
11:00	11:15	3	1	0	1	1	0	1	5
11:15	11:30	2	1	0	1	0	0	0	3
11:30	11:45	1	0	0	0	0	0	0	1
11:45	12:00	2	2	0	2	1	0	1	5
12:00	12:15	2	1	0	1	0	0	0	3
12:15	12:30	0	0	0	0	0	1	1	1
12:30	12:45	1	0	0	0	0	0	0	1
12:45	13:00	1	0	0	0	1	0	1	2
13:00	13:15	3	0	0	0	0	0	0	3
13:15	13:30	3	1	0	1	0	0	0	4
13:30	13:45	3	0	0	0	0	0	0	3
13:45	14:00	1	0	0	0	2	2	4	5
14:00	14:15	3	0	0	0	0	0	0	3
14:15	14:30	2	1	0	1	0	0	0	3
14:30	14:45	1	0	0	0	0	1	1	2
14:45	15:00	3	0	0	0	1	0	1	4
15:00	15:15	0	0	0	0	1	0	1	1
15:15	15:30	2	1	0	1	0	1	1	4
15:30	15:45	1	0	0	0	2	0	2	3
15:45	16:00	1	0	0	0	2	0	2	3
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0	2
16:15	16:30	1	1	0	1	0	0	0	2
16:30	16:45	3	0	0	0	0	0	0	3
16:45	17:00	2	0	0	0	0	0	0	2
17:00	17:15	0	0	0	0	1	1	2	2
17:15	17:30	2	1	0	1	0	0	0	3
17:30	17:45	3	1	0	1	0	0	0	4
17:45	18:00	2	2	0	2	0	0	0	4
18:00	18:15	0	0	0	0	0	0	0	0
18:15	18:30	1	0	0	0	0	0	0	1
18:30	18:45	0	0	0	0	0	1	1	1
18:45	19:00	1	0	0	0	1	0	1	2
		83			20			26	129



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 166: Conteo vehicular 11/11/2021

				UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO"					
				FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
				CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
Fecha:	11/11/2021		Estación:	3 Km			Día	Jueves	
Ubicación	Tahuaicha			Diseño del pavimento flexible					
HORA		Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
			(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15	3	1	0	1	1	1	2	6
7:15	7:30	3	1	0	1	1	0	1	5
7:30	7:45	5	0	0	0	0	1	1	6
7:45	8:00	2	0	0	0	0	0	0	2
8:00	8:15	1	0	0	0	0	0	0	1
8:15	8:30	1	1	0	0	2	0	2	3
8:30	8:45	1	1	0	0	0	0	0	1
8:45	9:00	1	0	0	1	0	0	0	2
9:00	9:15	1	0	0	0	0	0	0	1
9:15	9:30	2	1	0	0	0	1	1	3
9:30	9:45	2	0	0	0	1	0	1	3
9:45	10:00	2	0	0	1	0	0	0	3
10:00	10:15	2	1	0	0	0	0	0	2
10:15	10:30	1	0	0	0	0	0	0	1
10:30	10:45	1	0	0	0	2	1	3	4
10:45	11:00	1	0	0	1	0	0	0	2
11:00	11:15	1	1	0	0	1	0	1	2
11:15	11:30	1	0	0	0	1	0	1	2
11:30	11:45	2	2	0	0	1	0	1	3
11:45	12:00	2	1	0	1	2	0	2	5
12:00	12:15	1	0	0	0	0	0	0	1
12:15	12:30	0	1	0	0	0	1	1	1
12:30	12:45	2	0	0	2	1	0	1	5
12:45	13:00	3	0	0	0	1	0	1	4
13:00	13:15	1	0	0	0	0	0	0	1
13:15	13:30	2	1	0	0	0	0	0	2
13:30	13:45	1	0	0	0	1	0	1	2
13:45	14:00	1	0	0	0	2	0	2	3
14:00	14:15	1	1	0	1	0	0	0	2
14:15	14:30	2	0	0	0	0	2	2	4
14:30	14:45	0	0	0	1	0	0	0	1
14:45	15:00	1	1	0	0	0	0	0	1
15:00	15:15	1	0	0	0	0	0	0	1
15:15	15:30	1	0	0	0	1	0	1	2
15:30	15:45	1	0	0	2	0	0	0	3
15:45	16:00	1	0	0	0	0	0	0	1
16:00	16:15	1	0	0	0	0	0	0	1
16:15	16:30	0	1	0	0	0	1	1	1
16:30	16:45	2	0	0	1	0	0	0	3
16:45	17:00	2	0	0	0	0	0	0	2
17:00	17:15	2	0	0	0	0	1	1	3
17:15	17:30	1	1	0	2	0	1	1	4
17:30	17:45	1	1	0	0	0	0	0	1
17:45	18:00	2	0	0	0	0	0	0	2
18:00	18:15	2	0	0	1	0	0	0	3
18:15	18:30	2	0	0	0	0	0	0	2
18:30	18:45	1	0	0	2	0	0	0	3
18:45	19:00	1	0	0	0	0	2	2	3
		71			18			30	119



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 167: Conteo vehicular 12/11/2021

		 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
Fecha:	12/11/2021	Estación:	3 Km		Día	Viernes			
Ubicación	Tahuaicha		Diseño del pavimento flexible						
HORA		Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
			(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15	3	1	0	1	1	0	1	5
7:15	7:30	3	0	0	0	0	0	0	3
7:30	7:45	2	1	0	1	0	0	0	3
7:45	8:00	1	2	0	2	0	0	0	3
8:00	8:15	1	0	0	0	0	0	0	1
8:15	8:30	1	0	0	0	0	0	0	1
8:30	8:45	1	0	0	0	0	1	1	2
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	0	1
9:00	9:15	2	1	0	1	0	0	0	3
9:15	9:30	2	0	0	0	0	0	0	2
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	0	1
9:45	10:00	3	0	0	0	0	0	0	3
10:00	10:15	1	1	0	1	0	0	0	2
10:15	10:30	1	0	0	0	0	0	0	1
10:30	10:45	1	0	0	0	1	0	1	2
10:45	11:00	1	0	0	0	0	1	1	2
11:00	11:15	2	1	0	1	0	0	0	3
11:15	11:30	2	0	0	0	0	0	0	2
11:30	11:45	1	2	0	2	0	0	0	3
11:45	12:00	1	0	0	0	0	0	0	1
12:00	12:15	1	1	0	1	0	0	0	2
12:15	12:30	1	1	0	1	0	0	0	2
12:30	12:45	1	0	0	0	1	0	1	2
12:45	13:00	3	0	0	0	0	0	0	3
13:00	13:15	2	0	0	0	0	1	1	3
13:15	13:30	1	1	0	1	1	0	1	3
13:30	13:45	2	0	0	0	1	0	1	3
13:45	14:00	5	0	0	0	1	0	1	6
14:00	14:15	2	0	0	0	1	0	1	3
14:15	14:30	1	1	0	1	0	0	0	2
14:30	14:45	2	0	0	0	0	0	0	2
14:45	15:00	2	0	0	0	0	1	1	3
15:00	15:15	2	1	0	1	0	0	0	3
15:15	15:30	3	0	0	0	0	0	0	3
15:30	15:45	2	0	0	0	0	0	0	2
15:45	16:00	2	0	0	0	1	0	1	3
16:00	16:15	2	0	0	0	0	0	0	2
16:15	16:30	2	1	0	1	0	1	1	4
16:30	16:45	1	0	0	0	0	0	0	1
16:45	17:00	1	0	0	0	0	0	0	1
17:00	17:15	1	1	0	1	0	0	0	2
17:15	17:30	1	0	0	0	0	0	0	1
17:30	17:45	1	0	0	0	0	0	0	1
17:45	18:00	1	0	0	0	0	0	0	1
18:00	18:15	1	0	0	0	1	0	1	2
18:15	18:30	2	0	0	0	0	0	0	2
18:30	18:45	1	0	0	0	0	0	0	1
18:45	19:00	1	0	0	0	0	0	0	1
		78			16			14	108



AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 168: Conteo vehicular 13/11/2021

 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 										
Fecha:	13/11/2021		Estación:	3 Km			Día	Sábado		
Ubicación	Tahuaicha			Diseño del pavimento flexible						
HORA		Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados	
			(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes			
7:00	7:15	2	0	0	0	0	0	0	2	
7:15	7:30	3	0	0	0	0	1	1	4	
7:30	7:45	2	0	0	0	0	0	0	2	
7:45	8:00	2	0	0	0	0	0	0	2	
8:00	8:15	1	1	0	1	0	0	0	2	
8:15	8:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
8:30	8:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
8:45	9:00	1	0	0	0	0	0	0	1	
9:00	9:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
9:15	9:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
9:45	10:00	1	0	0	0	0	0	0	1	
10:00	10:15	1	0	0	0	1	0	1	2	
10:15	10:30	2	0	0	0	0	0	0	2	
10:30	10:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
10:45	11:00	1	0	0	0	0	0	0	1	
11:00	11:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
11:15	11:30	3	0	0	0	1	0	1	4	
11:30	11:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
11:45	12:00	1	0	0	0	0	1	1	2	
12:00	12:15	1	1	0	1	0	0	0	2	
12:15	12:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
12:30	12:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
12:45	13:00	4	0	0	0	0	0	0	4	
13:00	13:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
13:15	13:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
13:30	13:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
13:45	14:00	1	0	0	0	0	0	0	1	
14:00	14:15	5	0	0	0	0	0	0	5	
14:15	14:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
14:30	14:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
14:45	15:00	1	0	0	0	1	0	1	2	
15:00	15:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
15:15	15:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
15:30	15:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
15:45	16:00	3	1	0	1	0	0	0	4	
16:00	16:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
16:15	16:30	1	0	0	0	0	0	0	1	
16:30	16:45	1	0	0	0	0	0	0	1	
16:45	17:00	1	0	0	0	0	0	0	1	
17:00	17:15	1	0	0	0	1	0	1	2	
17:15	17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	
17:30	17:45	3	0	0	0	0	0	0	3	
17:45	18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:00	18:15	1	0	0	0	0	0	0	1	
18:15	18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:30	18:45	0	0	0	0	0	0	0	0	
18:45	19:00	2	0	0	0	0	0	0	2	
		64			3			6	73	

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez

Tabla 169: Conteo vehicular 14/11/2021

		 UNIVERSIDAD "TÉCNICA DE AMBATO" FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
Fecha:	14/11/2021	Estación:	3 Km		Día	Domingo		
Ubicación	Tahuaicha		Diseño del pavimento flexible					
HORA	Vehículos livianos	Buses / Camiones			Transporte de carga		Total pesados	Total acumulados
		(2 EJES)	(más de 2 ejes)	Total buses	Camiones de 2 ejes	Camiones más de 2 ejes		
7:00	7:15	2	0	0	0	0	0	2
7:15	7:30	2	0	0	0	0	0	2
7:30	7:45	1	0	0	0	0	0	1
7:45	8:00	1	1	0	1	0	0	2
8:00	8:15	1	0	0	0	0	0	1
8:15	8:30	1	0	0	0	0	0	1
8:30	8:45	1	0	0	0	0	0	1
8:45	9:00	2	0	0	0	2	2	4
9:00	9:15	2	1	0	1	0	0	3
9:15	9:30	1	0	0	0	0	0	1
9:30	9:45	1	0	0	0	0	0	1
9:45	10:00	1	0	0	0	0	0	1
10:00	10:15	1	0	0	0	0	1	2
10:15	10:30	1	0	0	0	0	0	1
10:30	10:45	1	0	0	0	0	0	1
10:45	11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00	11:15	1	0	0	0	0	0	1
11:15	11:30	1	0	0	0	0	0	1
11:30	11:45	1	0	0	0	0	0	1
11:45	12:00	1	0	0	0	1	0	2
12:00	12:15	4	1	0	1	0	0	5
12:15	12:30	2	0	0	0	0	0	2
12:30	12:45	1	0	0	0	0	0	1
12:45	13:00	1	0	0	0	0	0	1
13:00	13:15	1	0	0	0	0	0	1
13:15	13:30	1	0	0	0	0	0	1
13:30	13:45	1	0	0	0	0	0	1
13:45	14:00	2	0	0	0	0	1	3
14:00	14:15	1	0	0	0	0	0	1
14:15	14:30	1	0	0	0	0	0	1
14:30	14:45	1	0	0	0	0	0	1
14:45	15:00	1	0	0	0	1	0	2
15:00	15:15	1	0	0	0	0	0	1
15:15	15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30	15:45	0	0	0	0	0	0	0
15:45	16:00	2	0	0	0	0	0	2
16:00	16:15	1	0	0	0	0	0	1
16:15	16:30	1	0	0	0	0	0	1
16:30	16:45	2	0	0	0	0	0	2
16:45	17:00	1	0	0	0	0	0	1
17:00	17:15	1	0	0	0	0	0	1
17:15	17:30	0	0	0	0	0	0	0
17:30	17:45	0	0	0	0	0	0	0
17:45	18:00	0	0	0	0	0	0	0
18:00	18:15	1	0	0	0	0	0	1
18:15	18:30	1	0	0	0	0	0	1
18:30	18:45	1	0	0	0	0	0	1
18:45	19:00	1	0	0	0	0	0	1
		53			3		6	62

AUTOR: Tatiana Josselyn Lozada Sánchez