



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

**TRABAJO EXPERIMENTAL  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL**

**TEMA:**

---

**“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP,  
PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS  
PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA  
DE COTOPAXI”**

---

**AUTORA:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**TUTOR:** Ing. Mg. Favio Paúl Portilla Yandún

**AMBATO - ECUADOR**

**Marzo - 2023**


## CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por la señorita Alison Monserrath Ibarra Bombon, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804987418, 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 autora.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2023



Ing. Mg. Favio Paúl Portilla Yandún  
TUTOR

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, **Alison Monserrath Ibarra Bombon**, con C.I. 1804987418, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autora del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



---

**Alison Monserrath Ibarra Bombon**  
**C.I. 1804987418**  
**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y 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 autora.

Ambato, marzo 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alison Monserrath Ibarra Bombon', written over a horizontal line.

---

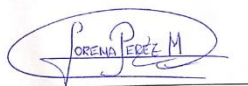
**Alison Monserrath Ibarra Bombon**  
**C.I. 1804987418**  
**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por la estudiante Alison Monserrath Ibarra Bombon, de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



---

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



---

**Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*A mis padres Senaida y Patricio, quienes me han acompañado en todo este proceso y por quienes estoy en este punto, gracias a sus consejos, a su apoyo, por los sacrificios que tuvieron que hacer y por ser los pilares fundamentales y mi motivo principal para continuar. Nadie ha recibido más afecto, esfuerzo, ni un apoyo incondicional como el que ustedes me han dado. Yo también los quiero.*

*Para mis queridas hermanas Elizabeth y Camila, sin cuyo entusiasmo y apoyo no habría alcanzado esta meta, prometo compensarlas mucho.*

*A mis mejores amigas que con sus ánimos y sus buenos deseos han estado conmigo en todas las etapas de mi vida universitaria, las llevo en mi corazón. ¡Son las mejores!*

*A mi mejor amigo de la carrera Jhimy G, quien ha sido mi compañero de estudio todos estos semestres. Sigamos siendo equipo en el futuro. ¡Lo logramos! Mi amigo, fue un placer aprender contigo.*

*Ibarra Bombon Alison Monserrath.*

## AGRADECIMIENTO

*Gracias a Dios por darme salud y ser siempre mi principal guía, por ser el consuelo que necesitaba en las noches más difíciles.*

*Gracias a mi familia por ser ese apoyo incondicional, por siempre creer y confiar en mí y por quienes me mantengo luchando. A mis queridos padres por ser el motivo principal para alcanzar mis metas. Gracias por cada consejo y por cada motivación que me dieron a lo largo de los años, esto es por y para ustedes. Gracias a mis hermanas por su comprensión y apoyo en los momentos complicados, y por estar ahí para subirme el ánimo. Gracias a mis tíos y a mis tías, primos y primas por ser siempre tener confianza en mí.*

*Gracias a mis amigos por siempre estar para mí, por ser ese apoyo y esa comprensión que necesitaba en las etapas más difíciles. A mis mejores amigas Gabriela y Evelyn y a mis mejores amigos Alexis, Jhimy, Bryan, Javier sin ustedes nada hubiese sido lo mismo, por más años de amistad. Nunca me falten.*

*Gracias a la Universidad Técnica de Ambato, directivos e ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por la oportunidad de poder formarme como Ingeniera Civil.*

*Ibarra Bombon Alison Monserrath*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO 1 .....	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II .....	5
METODOLOGÍA .....	5
2.1 Materiales.....	5
2.2 Métodos.....	6
2.2.1 Nivel o tipo de Trabajo Experimental.....	6
2.2.1.1 Investigación exploratoria.....	6
2.2.1.2 Investigación de campo y laboratorio .....	7
2.2.1.3 Investigación analítica.....	7
2.2.2 FASE 1: Ensayos de campo y laboratorio.....	7



2.2.2.1 Población y muestra .....	8
2.2.2.1.1 Población.....	8
2.2.2.1.2 Pujilí .....	9
2.2.2.1.3 La Victoria .....	9
2.2.2.1.4 Muestra.....	10
2.2.2.1.5 Ensayos de campo.....	13
2.2.2.1.5.1 Densidad de campo (Cono y arena) .....	13
2.2.2.1.5.2 Cono Dinámico de Penetración (DCP) .....	16
2.2.2.1.6 Ensayos de laboratorio .....	18
2.2.2.1.6.1 Contenido de humedad.....	18
2.2.2.1.6.2 Gravedad específica .....	19
2.2.2.1.6.3 Granulometría .....	19
2.2.2.1.6.4 Plasticidad de los suelos finos.....	22
2.2.2.1.6.5 Compactación de suelos.....	25
2.2.2.1.6.6 CBR.....	27
2.2.3 FASE 2: Correlaciones.....	29
2.2.3.1 Análisis de correlaciones.....	29
2.2.3.2 Correlación Lineal.....	30
2.2.3.3 Método de los mínimos cuadrados.....	31
2.2.4 FASE 3: Diseño de Pavimentos .....	35
2.2.4.1 Componentes de un pavimento .....	36
2.2.4.2 Tipos de Pavimentos .....	38
2.2.4.3 Diseño de pavimentos flexibles .....	40
2.2.4.4 Variables de diseño método AASHTO .....	40
2.2.5 FASE 4: Zonificación de acuerdo con la clasificación de suelos .....	47
2.2.5.1 Sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway Officials) .....	47

2.2.5.2 Sistema unificado de clasificación de suelo SUCS .....	49
CAPÍTULO III .....	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	53
3.1.1 Propiedades índice .....	54
3.1.1.1 Densidad de campo .....	54
3.1.1.2 Gravedad específica .....	55
3.1.1.3 Granulometría .....	55
3.1.1.4 Límites de Atterberg .....	56
3.1.2 Propiedades Mecánicas .....	57
3.1.2.1 Proctor Modificado .....	57
3.1.2.3 DCP (Penetrómetro Dinámico de Cono).....	57
3.1.2.3 CBR.....	58
3.1.2.4 Tabla resumen: Ensayos de campo y laboratorio.....	59
3.1.3 Correlaciones.....	61
3.1.3.1 Resumen de Correlaciones.....	61
3.1.3.1.1 Correlación No.1 .....	62
3.1.3.1.2 Correlación No.2.....	63
3.1.3.1.3 Correlación No.3.....	64
3.1.3.1.4 Correlación No.4.....	65
3.1.3.1.5 Correlación No.5 .....	66
3.1.3.1.6 Correlación No.6.....	67
3.1.3.1.7 Correlación No.7.....	68
3.1.3.1.8 Correlación No.8.....	69
3.1.3.1.9 Correlación No.9.....	70
3.1.3.1.10 Correlación No.10.....	71
3.1.3.1.11 Correlación No.11 .....	72

3.1.3.1.12 Correlación No.12 .....	73
3.1.3.1.13 Correlación No.13 .....	74
3.1.3.1.14 Correlación No.14 .....	75
3.1.3.1.15 Correlación No.15 .....	76
3.1.3.1.16 Correlación No.16 .....	77
3.1.3.1.17 Correlación No.17 .....	78
3.1.3.1.18 Correlación No.18 .....	79
3.1.3.1.19 Correlación No.19 .....	80
3.1.3.1.20 Correlación No.20 .....	81
3.1.3.1.21 Correlación No.21 .....	82
3.1.3.1.22 Correlación No.22 .....	83
3.1.3.1.23 Correlación No.23 .....	84
3.1.3.1.24 Correlación No.24 .....	85
3.1.3.1.25 Correlación No.25 .....	86
3.1.3.1.26 Correlación No.26 .....	87
3.1.4 Diseño estructural del pavimento flexible AASHTO 93 .....	89
3.1.4.1 Conteo vehicular .....	89
3.1.5 Determinación de Ejes Equivalentes (W18) según el periodo de diseño.....	96
3.1.6 Diseño de pavimento CBR de laboratorio, W18 calculado .....	106
3.1.7 Diseño del pavimento con CBR de correlaciones.....	110
3.1.7.1 Comparación de espesores de pavimento .....	114
3.1.8 Clasificación de los suelos .....	115
CAPÍTULO IV .....	119
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	119
4.1 CONCLUSIONES .....	119
4.2 RECOMENDACIONES .....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	122

ANEXOS.....	125
TABLAS DE RESULTADOS.....	125
CONTEO VEHICULAR .....	222

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Equipos y materiales .....	5
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas de los puntos seleccionados para la ejecución de los ensayos .....	12
<b>Tabla 3.</b> Normas ensayos de campo .....	13
<b>Tabla 4.</b> Valores de densidad seca in-situ .....	14
<b>Tabla 5.</b> Ensayos de laboratorio .....	18
<b>Tabla 6.</b> Gravedad específica de algunos suelos .....	19
<b>Tabla 7.</b> Abertura de los tamices .....	20
<b>Tabla 8.</b> Valores referenciales del índice plástico .....	25
<b>Tabla 9.</b> Datos ensayo Proctor Modificado .....	26
<b>Tabla 10.</b> Valores de penetración y carga unitaria patrón .....	28
<b>Tabla 11.</b> Clasificación General de acuerdo con el numero CBR .....	29
<b>Tabla 12.</b> Rangos de correlación .....	30
<b>Tabla 13.</b> Tabla de cálculo para correlaciones lineales múltiples .....	32
<b>Tabla 14.</b> Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples potenciales .....	33
<b>Tabla 15.</b> Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples potenciales .....	34
<b>Tabla 16.</b> Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples exponenciales .....	35
<b>Tabla 17.</b> Recomendaciones para uso de material base .....	37
<b>Tabla 18.</b> Periodo de análisis .....	40
<b>Tabla 19.</b> Factor de distribución por carril .....	41
<b>Tabla 20.</b> Niveles de confiabilidad por tipo de vía .....	41
<b>Tabla 21.</b> Valores de desviación estándar normal .....	42
<b>Tabla 22.</b> Valores recomendados para la desviación estándar ( $S_o$ ) .....	42
<b>Tabla 23.</b> Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía .....	43
<b>Tabla 24.</b> Espesores mínimos según los ejes equivalentes .....	45
<b>Tabla 25.</b> Calidad de drenaje .....	47
<b>Tabla 26.</b> Coeficiente de drenaje para pavimentos .....	47
<b>Tabla 27.</b> Clasificación de suelos AAHSTO .....	48
<b>Tabla 29.</b> Sistema de clasificación SUCS .....	51
<b>Tabla 30.</b> Nombres típicos de los materiales .....	52

<b>Tabla 32.</b> Nomenclatura de variables usadas en los ensayos de laboratorio y campo .....	53
<b>Tabla 33.</b> Resumen de resultados del ensayo Densidad de Campo .....	54
<b>Tabla 34.</b> Tabla resumen de gravedad específica.....	55
<b>Tabla 35.</b> Resumen de resultados ensayo Granulometría .....	56
<b>Tabla 36.</b> Resumen resultados ensayos Límites de Atterberg.....	56
<b>Tabla 37.</b> Resumen de resultados ensayo Proctor Modificado .....	57
<b>Tabla 38.</b> Resumen resultados de ensayo DCP .....	58
<b>Tabla 39.</b> Resumen resultados ensayo CBR.....	58
<b>Tabla 40.</b> Resumen de resultados de los ensayos. Propiedades índices.....	59
<b>Tabla 41.</b> Resumen de resultados de los ensayos. Propiedades mecánicas.....	60
<b>Tabla 42.</b> Tabla de resumen de correlaciones .....	61
<b>Tabla 43.</b> Volumen vehicular de la hora pico .....	89
<b>Tabla 44.</b> TPDA actual.....	91
<b>Tabla 45.</b> Cálculo del tráfico actual del proyecto.....	93
<b>Tabla 46.</b> Tabla de crecimiento anual de tráfico % .....	94
<b>Tabla 47.</b> Tráfico proyecto 20 años.....	95
<b>Tabla 48.</b> Niveles de confiabilidad por tipo de vía .....	95
<b>Tabla 49.</b> Factor de daño según el tipo de vehículo .....	96
<b>Tabla 50.</b> W18 de diseño.....	98
<b>Tabla 51.</b> Valores de coeficiente $a_1$ , mediante ábaco .....	102
<b>Tabla 52.</b> Valores de coeficiente $a_2$ mediante ábaco .....	103
<b>Tabla 53.</b> Valores de coeficiente $a_3$ mediante ábaco .....	104
<b>Tabla 54.</b> Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio .....	106
<b>Tabla 55.</b> Diseño pavimento flexible W18 calculado .....	108
<b>Tabla 56.</b> Tabla de resultados, espesores. ....	109
<b>Tabla 57.</b> Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio .....	111
<b>Tabla 58.</b> Diseño pavimento flexible W18 calculado .....	113
<b>Tabla 59.</b> Tabla de resultados, espesores. ....	114
<b>Tabla 60.</b> Comparación espesores de pavimento .....	114
<b>Tabla 61.</b> Resumen clasificación del suelo según sistemas AASHTO y SUCS .....	115

<b>Tabla 62.</b> Densidad de campo muestra 1.....	125
<b>Tabla 63.</b> Densidad de campo muestra 2.....	126
<b>Tabla 64.</b> Densidad de campo muestra 3.....	127
<b>Tabla 65.</b> Densidad de campo muestra 4.....	128
<b>Tabla 66.</b> Densidad de campo muestra 5.....	129
<b>Tabla 67.</b> Densidad de campo muestra 6.....	130
<b>Tabla 68.</b> Densidad de campo muestra 7.....	131
<b>Tabla 69.</b> Densidad de campo muestra 8.....	132
<b>Tabla 70.</b> Densidad de campo muestra 9.....	133
<b>Tabla 71.</b> Densidad de campo muestra 10.....	134
<b>Tabla 72.</b> Densidad de campo muestra 11.....	135
<b>Tabla 73.</b> Densidad de campo muestra 12.....	136
<b>Tabla 74.</b> DCP muestra 1 .....	137
<b>Tabla 75.</b> DCP muestra 2 .....	138
<b>Tabla 76.</b> DCP muestra 3 .....	139
<b>Tabla 77.</b> DCP muestra 4 .....	140
<b>Tabla 78.</b> DCP muestra 5 .....	141
<b>Tabla 79.</b> DCP muestra 6 .....	142
<b>Tabla 80.</b> DCP muestra 7 .....	143
<b>Tabla 81.</b> DCP muestra 8 .....	144
<b>Tabla 82.</b> DCP muestra 9 .....	145
<b>Tabla 83.</b> DCP muestra 10 .....	146
<b>Tabla 84.</b> DCP muestra 11 .....	147
<b>Tabla 85.</b> DCP muestra 12 .....	148
<b>Tabla 86.</b> Contenido de humedad muestra 1 .....	149
<b>Tabla 87.</b> Contenido de humedad muestra 2 .....	149
<b>Tabla 88.</b> Contenido de humedad muestra 3 .....	150
<b>Tabla 89.</b> Contenido de humedad muestra 4.....	150
<b>Tabla 90.</b> Contenido de humedad muestra 5 .....	151
<b>Tabla 91.</b> Contenido de humedad muestra 6.....	151
<b>Tabla 92.</b> Contenido de humedad natural muestra 7.....	152
<b>Tabla 93.</b> Contenido de humedad muestra 8.....	152
<b>Tabla 94.</b> Contenido de humedad muestra 9.....	153

<b>Tabla 95.</b> Contenido de humedad muestra 10.....	153
<b>Tabla 96.</b> Contenido de humedad muestra 11.....	154
<b>Tabla 97.</b> Contenido de humedad muestra 12.....	154
<b>Tabla 98.</b> Granulometría muestra 1.....	155
<b>Tabla 99.</b> Granulometría muestra 2.....	156
<b>Tabla 100.</b> Granulometría muestra 3.....	157
<b>Tabla 101.</b> Granulometría muestra 4.....	158
<b>Tabla 102.</b> Granulometría muestra 5.....	159
<b>Tabla 103.</b> Granulometría muestra 6.....	160
<b>Tabla 104.</b> Granulometría muestra 7.....	161
<b>Tabla 105.</b> Granulometría muestra 8.....	162
<b>Tabla 106.</b> Granulometría muestra 9.....	163
<b>Tabla 107.</b> Granulometría muestra 10.....	164
<b>Tabla 108.</b> Granulometría muestra 11.....	165
<b>Tabla 109.</b> Granulometría muestra 12.....	166
<b>Tabla 110.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 1.....	167
<b>Tabla 111.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 2.....	167
<b>Tabla 112.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 3.....	168
<b>Tabla 113.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 4.....	169
<b>Tabla 114.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 5.....	169
<b>Tabla 115.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 6.....	170
<b>Tabla 116.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 7.....	170
<b>Tabla 117.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 8.....	171
<b>Tabla 118.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 9.....	171
<b>Tabla 119.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 10.....	172
<b>Tabla 120.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 11.....	172
<b>Tabla 121.</b> Gravedad específica de los sólidos muestra 12.....	173
<b>Tabla 122.</b> Límite Líquido muestra 1.....	174
<b>Tabla 123.</b> Límite Líquido muestra 2.....	174
<b>Tabla 124.</b> Límite Líquido muestra 3.....	175
<b>Tabla 125.</b> Límite Líquido muestra 4.....	175
<b>Tabla 126.</b> Límite Líquido muestra 5.....	176
<b>Tabla 127.</b> Límite Líquido muestra 6.....	176



<b>Tabla 128.</b> Límite Líquido muestra 7.....	177
<b>Tabla 129.</b> Límite Líquido muestra 8.....	177
<b>Tabla 130.</b> Límite Líquido muestra 9.....	178
<b>Tabla 131.</b> Límite Líquido muestra 10.....	178
<b>Tabla 132.</b> Límite Líquido muestra 11.....	179
<b>Tabla 133.</b> Límite Líquido muestra 12.....	179
<b>Tabla 134.</b> Límite Plástico muestra 1.....	180
<b>Tabla 135.</b> Límite Plástico muestra 2.....	180
<b>Tabla 136.</b> Límite Plástico muestra 3.....	181
<b>Tabla 137.</b> Límite Plástico muestra 4.....	181
<b>Tabla 138.</b> Límite Plástico muestra 5.....	182
<b>Tabla 139.</b> Límite Plástico muestra 6.....	182
<b>Tabla 140.</b> Límite Plástico muestra 7.....	183
<b>Tabla 141.</b> Límite Plástico muestra 8.....	183
<b>Tabla 142.</b> Límite Plástico muestra 9.....	184
<b>Tabla 143.</b> Límite Plástico muestra 10.....	184
<b>Tabla 144.</b> Límite Plástico muestra 11.....	185
<b>Tabla 145.</b> Límite Plástico muestra 12.....	185
<b>Tabla 146.</b> Proctor Modificado muestra 1.....	186
<b>Tabla 147.</b> Proctor Modificado muestra 2.....	187
<b>Tabla 148.</b> Proctor Modificado muestra 3.....	188
<b>Tabla 149.</b> Proctor Modificado muestra 4.....	189
<b>Tabla 150.</b> Proctor Modificado muestra 5.....	190
<b>Tabla 151.</b> Proctor Modificado muestra 6.....	191
<b>Tabla 152.</b> Proctor Modificado muestra 7.....	192
<b>Tabla 153.</b> Proctor Modificado muestra 8.....	193
<b>Tabla 154.</b> Proctor Modificado muestra 9.....	194
<b>Tabla 155.</b> Proctor Modificado muestra 10.....	195
<b>Tabla 156.</b> Proctor Modificado muestra 11.....	196
<b>Tabla 157.</b> Proctor Modificado muestra 12.....	197
<b>Tabla 158.</b> CBR muestra 1.....	198
<b>Tabla 159.</b> CBR muestra 2.....	200
<b>Tabla 160.</b> CBR muestra 3.....	202

<b>Tabla 161.</b> CBR muestra 4 .....	204
<b>Tabla 162.</b> CBR muestra 5 .....	206
<b>Tabla 163.</b> CBR muestra 6 .....	208
<b>Tabla 164.</b> CBR muestra 7 .....	210
<b>Tabla 165.</b> CBR muestra 8 .....	212
<b>Tabla 166.</b> CBR muestra 9 .....	214
<b>Tabla 167.</b> CBR muestra 10 .....	216
<b>Tabla 168.</b> CBR muestra 11 .....	218
<b>Tabla 169.</b> CBR muestra 12 .....	220

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa Geográfico del cantón Pujilí .....	8
<b>Figura 2.</b> Ubicación parroquia Pujilí.....	9
<b>Figura 3.</b> Ubicación Parroquia "La Victoria" .....	10
<b>Figura 4.</b> Calicatas donde se extrajeron las muestras representativas de suelo .....	11
<b>Figura 5.</b> Método de cono y arena.....	14
<b>Figura 6.</b> Ensayo DCP in situ.....	17
<b>Figura 7.</b> Curva DCP.....	17
<b>Figura 8.</b> Berry P. Curva de distribución de partículas[13] .....	20
<b>Figura 9.</b> Copa de Casa Grande .....	23
<b>Figura 10.</b> Gráfico para el cálculo del límite líquido .....	23
<b>Figura 11.</b> Límite plástico .....	24
<b>Figura 12.</b> Curva típica de compactación.....	25
<b>Figura 13.</b> Ensayo Proctor estándar y Proctor Modificado.....	26
<b>Figura 14.</b> Equipo para ensayo CBR de laboratorio .....	27
<b>Figura 15.</b> Gráfica de la presión vs penetración.....	28
<b>Figura 16.</b> Correlación Lineal Positiva .....	31
<b>Figura 17.</b> Correlación Lineal Negativa.....	31
<b>Figura 18.</b> Estructura del pavimento .....	36
<b>Figura 19.</b> Estructura del pavimento flexible.....	38
<b>Figura 20.</b> Capas que conforman un pavimento rígido.....	39
<b>Figura 21.</b> Pavimento rígido.....	39
<b>Figura 22.</b> Espesores de cada capa.....	44
<b>Figura 23.</b> Coeficientes estructurales para capas asfálticas .....	45
<b>Figura 24.</b> Ábaco para la estimación del coeficiente $a_2$ .....	46
<b>Figura 25.</b> Ábaco para la estimación del coeficiente $a_3$ .....	46
<b>Figura 26.</b> Rangos de límite líquido e índice de plasticidad según la división de los siete grupos.....	49
<b>Figura 27.</b> Rangos de plasticidad de suelos .....	52
<b>Figura 28.</b> Correlación LL vs LP .....	62
<b>Figura 29.</b> Correlación $W_{nat}$ vs $G_w$ .....	63
<b>Figura 30.</b> Correlación $W_{nat}$ vs $G_a$ .....	64
<b>Figura 31.</b> Correlación $W_{nat}$ vs $\gamma_d$ in situ.....	65

<b>Figura 32.</b> Correlación $e$ vs $\gamma_d$ in situ.....	66
<b>Figura 33.</b> Correlación $n$ vs $\gamma_d$ in situ.....	67
<b>Figura 34.</b> Correlación $W_{nat}$ vs $n$ .....	68
<b>Figura 35.</b> Correlación $\gamma_d$ in situ vs LP-LL.....	69
<b>Figura 36.</b> Correlación $W_{nat}$ vs LL-LP.....	70
<b>Figura 37.</b> Correlación $\gamma_d$ in situ vs $W_{nat} - LL$ .....	71
<b>Figura 38.</b> Correlación $\gamma_d$ max vs $W_{opt}$ .....	72
<b>Figura 39.</b> Correlación $\gamma_d$ max vs LP.....	73
<b>Figura 40.</b> Correlación $\gamma_d$ in situ vs $G_c$ %.....	74
<b>Figura 41.</b> Correlación $\gamma_d$ max vs $LL - LP$ .....	75
<b>Figura 42.</b> Correlación DN (mm/golpe) vs $G_a$ %.....	76
<b>Figura 43.</b> Correlación DN vs $LL$ (%).....	77
<b>Figura 44.</b> Correlación DN vs $LP$ (%).....	78
<b>Figura 45.</b> Correlación $\gamma_d$ max vs $DN - LP$ .....	79
<b>Figura 46.</b> Correlación $\gamma_d$ max vs $DN - LL$ .....	80
<b>Figura 47.</b> Correlación $Y_d$ in situ vs $W_{nat} - DN$ .....	81
<b>Figura 48.</b> Correlación CBR 95% vs $W_{nat}$ .....	82
<b>Figura 49.</b> Correlación CBR 95 % vs $G_w$ %.....	83
<b>Figura 50.</b> Correlación CBR 95% vs $G_a$ %.....	84
<b>Figura 51.</b> Correlación CBR 95% vs DN.....	85
<b>Figura 52.</b> Correlación CBR vs $W_{nat} - Y_d$ in situ.....	86
<b>Figura 53.</b> Correlación CBR 95% vs $W_{opt} - DN$ .....	87
<b>Figura 54.</b> CBR % vs DN (mm/golpe).....	88
<b>Figura 55.</b> Distribución del tráfico vehicular.....	89
<b>Figura 56.</b> Abaco para obtener $a_1$ .....	101
<b>Figura 57.</b> Software para el cálculo de SN.....	107
<b>Figura 58.</b> Espesores de las capas estructurales del pavimento flexible.....	109
<b>Figura 59.</b> Software para el cálculo de SN.....	112
<b>Figura 60.</b> Espesores de la capa de pavimento flexible.....	114
<b>Figura 61.</b> Carta de plasticidad del sistema SUCS.....	115
<b>Figura 62.</b> Carta de plasticidad del sistema AASHTO.....	116
<b>Figura 63.</b> Clasificación de los suelos. AASHTO.....	117
<b>Figura 64.</b> Clasificación de los suelos. SUCS.....	118

## RESUMEN

La falta de información del tipo de suelo que tiene un lugar ralentiza los procesos de construcción, por ello ampliar la base de datos de las vías garantiza una guía para el diseño preliminar de pavimentos. El presente trabajo experimental pretende determinar la correlación que existe entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas de las parroquias Pujilí y La Victoria, pertenecientes al cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

Los ensayos que se realizaron en campo fueron: densidad de campo (Cono y Arena) y DCP, mientras que los de laboratorio con una muestra aproximada de 50 kg por cada punto fueron: Límites de Atterberg, gravedad específica, contenido de humedad, granulometría, compactación y CBR. Cada uno de estos ensayos se ejecutaron aplicando la normativa AASHTO.

Una vez obtenidos los resultados de los respectivos ensayos de campo y laboratorio, se realizó el análisis de las correlaciones tanto simples como múltiples entre las distintas propiedades del suelo con el fin de conocer las características de este.

Finalmente, se realizó un estudio de tráfico para el diseño estructural del pavimento flexible de una de las vías donde se tomaron las muestras representativas de suelo. Los valores que se utilizaron de CBR fueron los obtenidos de laboratorio como de las correlaciones que se obtuvieron.

**PALABRAS CLAVES:** Ingeniería Civil, Ensayos de suelos, CBR, DCP, Propiedades índice, Correlaciones de suelos, Pavimentos, Zonificación de suelos

## ABSTRACT

The lack of information on the type of soil in a place slows down the construction process, so expanding the database of roads guarantees a guide for the preliminary design of pavements. The present experimental work aims to determine the correlation between the CBR, DCP, index and mechanical properties of the Pujilí and La Victoria parishes, belonging to the Pujilí canton, Cotopaxi province.

The tests carried out in the field were: field density (cone and sand) and DCP, while the laboratory tests with a sample of approximately 50 kg for each point were: Atterberg limits, specific gravity, moisture content, granulometry, compaction and CBR. Each of these tests were carried out in accordance with AASHTO standards.

Once the results of the respective field and laboratory tests were obtained, the analysis of both simple and multiple correlations between the different soil properties was carried out in order to determine the soil characteristics.

Finally, a traffic study was carried out for the structural design of the flexible pavement of one of the roads where representative soil samples were taken. The CBR values used were those obtained from the laboratory and from the correlations obtained.

**KEY WORDS:** Civil Engineering, Soil testing, CBR, DCP, Index properties, Soil correlations, Pavements, Soil zoning

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En ingeniería civil, el análisis de suelos cumple una función principal ya que permite no solo conocer el grado de capacidad o falla que presenta un suelo, sino también entender las características físicas, químicas y mecánicas del sitio donde se piensa llevar a cabo alguna construcción. Todas las obras civiles necesitan un estudio previo de suelos para saber si este resiste o no el peso de la estructura y de este modo garantizar que la misma permanezca segura y libre de asentamientos.

El contenido de humedad que presenta un suelo está ligado netamente a su consistencia debido a que puede presentar características líquidas, plásticas o sólidas. En mecánica de suelos, los límites de Atterberg son contenidos de agua que sirven para saber el comportamiento del suelo, es decir, mientras aumenta el contenido de agua, la consistencia del suelo varía de sólido a plástico o hasta llegar a un líquido viscoso.

En la actualidad, el ensayo DCP (penetrómetro dinámico de cono) se utiliza para medir la capacidad estructural in situ del suelo de fundación, además permite conocer las condiciones reales en que los diferentes estratos de suelo se encuentran en el momento del ensayo. Livneh e Ishali realizaron estudios en campo en 1987 los cuales fueron de gran ayuda en los siguientes años para la evaluación de pavimentos, de ahí que, su uso se difundió internacionalmente en países como Inglaterra, Canadá, Estados Unidos entre otros. Si bien el DCP evalúa la resistencia de los suelos ya sea compactados o no, también permite estimar un valor en campo de CBR. A diferencia del ensayo CBR, el uso del DCP es más sencillo y económico. [1]

El ensayo CBR (California Bearing Ratio) fue desarrollado por los ingenieros Stanton y Porter quienes trabajaban en el departamento de carreteras de California en los años 1928-1929. El CBR es un ensayo empírico que permite conocer la capacidad resistente del suelo como subrasante, subbase y base y de este modo poder clasificar al suelo en la construcción o diseño de pavimentos. [2]

El método CBR al tener mayor costo y consumir una cantidad de tiempo de 4 días resulta laborioso, por este motivo se ha optado desde ya hace algunos años obtener los valores de CBR correlacionando con otros ensayos como el DCP y propiedades índice y mecánicas de los suelos.

Al-Refeai y Al-Suhaibani en 1997 realizaron un estudio que pretendía obtener algunas relaciones definitivas entre el CBR y DCP para diferentes tipos de suelos locales ubicados en Riyadh, Arabia Saudita. Los suelos fueron elegidos por su variedad de propiedades e iban desde arenas mal graduadas con grava hasta arenas arcillosas. A partir de los resultados que obtuvieron se pudo corroborar que las pruebas de laboratorio del DCP y CBR indicaron una correlación consistente y definible, esto significó que el ensayo DCP puede predecir los valores de CBR con una precisión alta para suelos que van desde arena con grava hasta arcilla. [3]

Janjua y Chand (2016) en su artículo “Correlation of CBR with index properties of soil” predijeron los valores de CBR a partir de las propiedades del suelo como son: límite líquido, límite plástico, contenido de humedad óptima, densidad seca máxima, etc., con el fin de reducir la cantidad de pruebas CBR realizadas in situ para disminuir el tiempo que toma el ensayo. Los resultados de las once muestras obtenidas de Gharuan en India fueron satisfactorios para la investigación ya que al reducir la cantidad de pruebas CBR fue más económica y llevó menor tiempo. [4]

En el año 2013, en Sudan país ubicado en África, el ingeniero Magdi Zumrawi realizó en su artículo “Prediction of CBR from index properties of cohesive soils” un análisis de resultados basados en una investigación de laboratorio para medir el CBR en condiciones de remojo y sin remojo. Los ensayos fueron ejecutados en tres diferentes tipos de suelos cohesivos compactados con distintos contenidos de agua y densidades secas. Zumrawi concluyó que la correlación entre el CBR y las propiedades índices de suelos cohesivos permiten mediciones rápidas por lo que recomienda aplicar estas pruebas. [5]

Bermúdez y Vásquez (2016), recolectaron muestras de suelos de Honduras en la ciudad de Tegucigalpa con el fin de confirmar a través de pruebas en campo como en laboratorio la correlación entre el CBR y DCP (ASTM D 6951) es aplicable para suelos utilizados como material de base y subbase. Se comprobó que la fórmula establecida por la norma ASTM D 6951 es válida y aplicable en los suelos de dicha ciudad ya que el conjunto de datos obtenidos tanto en campo como en laboratorio tenían correlación, sin embargo, en algunos suelos no aplica esta relación debido a la presencia de fragmentos rocosos. [6]

Sandoval y Rivera realizaron en Colombia un programa experimental para obtener correlaciones entre el CBR inalterado de suelos finos con algunas propiedades índice. Recolectaron 38 muestras que implicaron limos y arcillas de alta y baja plasticidad con



consistencia entre muy blanda y dura. La correlación realizada permitió obtener el CBR tanto en condiciones de humedad natural como saturada. Finalmente se utilizó dichas correlaciones como valores iniciales de prediseño en lugares donde no es factible tomar muestras inalteradas de CBR. [7]

Aragundi y Delgado realizaron en la provincia de Manabí, Ecuador ensayos que permitan obtener la capacidad portante del suelo aplicando la prueba de DCP. Los valores obtenidos del índice de penetración lograron correlaciones satisfactorias lo que permitió obtener no solo el CBR necesario sino también parámetros como: tamaño de grano, humedad, compactación, límites de Atterberg.[8]

El presente trabajo experimental tiene como finalidad ampliar la base de datos correspondiente al tipo de suelo que tienen las parroquias Pujilí y La Victoria, ubicadas en el cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Se recolectaron 12 muestras representativas de las parroquias mencionadas para posteriormente realizar los ensayos de campo (DCP, Densidad de campo) y de laboratorio (Propiedades índice y mecánicas, CBR).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Analizar las correlaciones entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Reforzar el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas en los suelos de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, por medio del análisis de campo y laboratorio.
- Ampliar la base de datos existente, referente a estudios de correlación entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.
- Aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.
- Zonificar las diferentes áreas de las parroquias analizadas en este proyecto, de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas.






## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

De acuerdo con los ensayos que se llevaron a cabo para realizar el trabajo experimental se presenta la siguiente tabla de materiales, equipos y normas que se utilizaron para llevar a cabo cada uno de los ensayos tanto de laboratorio como de campo.

#### 2.1 Materiales

**Tabla 1.** Equipos y materiales

ENSAYOS	MATERIALES	EQUIPOS	ILUSTRACION	NORMA
Pozo a cielo abierto	Muestras in situ	Pala, pico, barra, flexómetro		AASHTO T 87-70
Densidad de Campo (Cono y Arena)	Muestras in situ	Cinzel, cono, placa metálica, balanza, martillo, clavos, cuchareta		AASHTO T 191 2014
DCP (Penetrómetro Dinámico de Cono)	Muestras in situ	Equipo DCP, libreta de anotación		ASTMD 6951-03
Contenido de Humedad Natural	Muestras representativas de suelo	Horno (Temperatura 110 + o -5°C), balanza, recipientes, guantes, espátulas, etc.		AASHTO T 265 2015
Gravedad Especifica de los solidos	50 gr de suelo que pasa tamiz #4	Tamiz #4, picnómetro, recipiente metálico, embudo, termómetro, pipeta, baño María		AASHTO T100 2015

Granulometría	Muestra cuarteada	Tamizadora, recipiente, juego de tamices, brocha		AASHTO T 88 2013
Limite líquido (Copa de Casagrande)	150 gr de suelo que pasa tamiz #4	Copa de Casagrande, recipientes de aluminio, espátula, acanalador		AASHTO T89 2013
Limite plástico	150 gr de suelo que pasa tamiz #4	Placa de vidrio, Mortero de porcelana, pistillo de caucho		AASHTO T 90 2016
Proctor Modificado tipo B	24 kg de suelo que pasa el tamiz #4	Bandeja metálica cuadrada, probeta graduada, palustre, regleta metálica, martillo de compactación, molde Ø 6" con extensión y base		AASHTO T 180 2018
CBR (California Bering Ratio)	18 kg de suelo que pasa tamiz #4	MULTISPEED 34-V1172		AASHTO T 193 2013

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

## 2.2 Métodos

Tener conocimiento de los tipos de investigación que se realizarán en la presente investigación permitirá al lector entender cuál es el propósito de cada objetivo propuesto, a continuación, se dividirá por fases de tal modo que facilite la comprensión:

### 2.2.1 Nivel o tipo de Trabajo Experimental

#### 2.2.1.1 Investigación exploratoria

Esta investigación es de tipo exploratoria ya que se llevó a cabo un reconocimiento de las parroquias: Pujilí y La Victoria pertenecientes al cantón Pujilí, provincia Cotopaxi en el

cual se recolectaron 12 muestras representativas del suelo realizando calicatas para los respectivos ensayos de campo y laboratorio.

### **2.2.1.2 Investigación de campo y laboratorio**

La investigación de campo consiste en la recopilación de datos realizado mediante ensayos in situ, los cuales son: densidad de campo (Cono y Arena) y DCP con el fin de encontrar la resistencia del suelo. Estos ensayos se los realizaran en las 12 calicatas.

Se realiza la investigación de laboratorio para el posterior análisis de datos de los ensayos que son: contenido de humedad, gravedad específica, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, con el fin de obtener las propiedades y características de las 12 muestras representativas de suelo.

### **2.2.1.3 Investigación analítica**

La investigación analítica consiste en realizar las correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas, DCP y CBR de los datos obtenidos tanto de los ensayos de campo como de laboratorio y al diseño de pavimentos mediante el CBR obtenido en laboratorio y el obtenido en las correlaciones entre las propiedades índice y mecánicas, CBR y DCP.

## **2.2.2 FASE 1: Ensayos de campo y laboratorio**

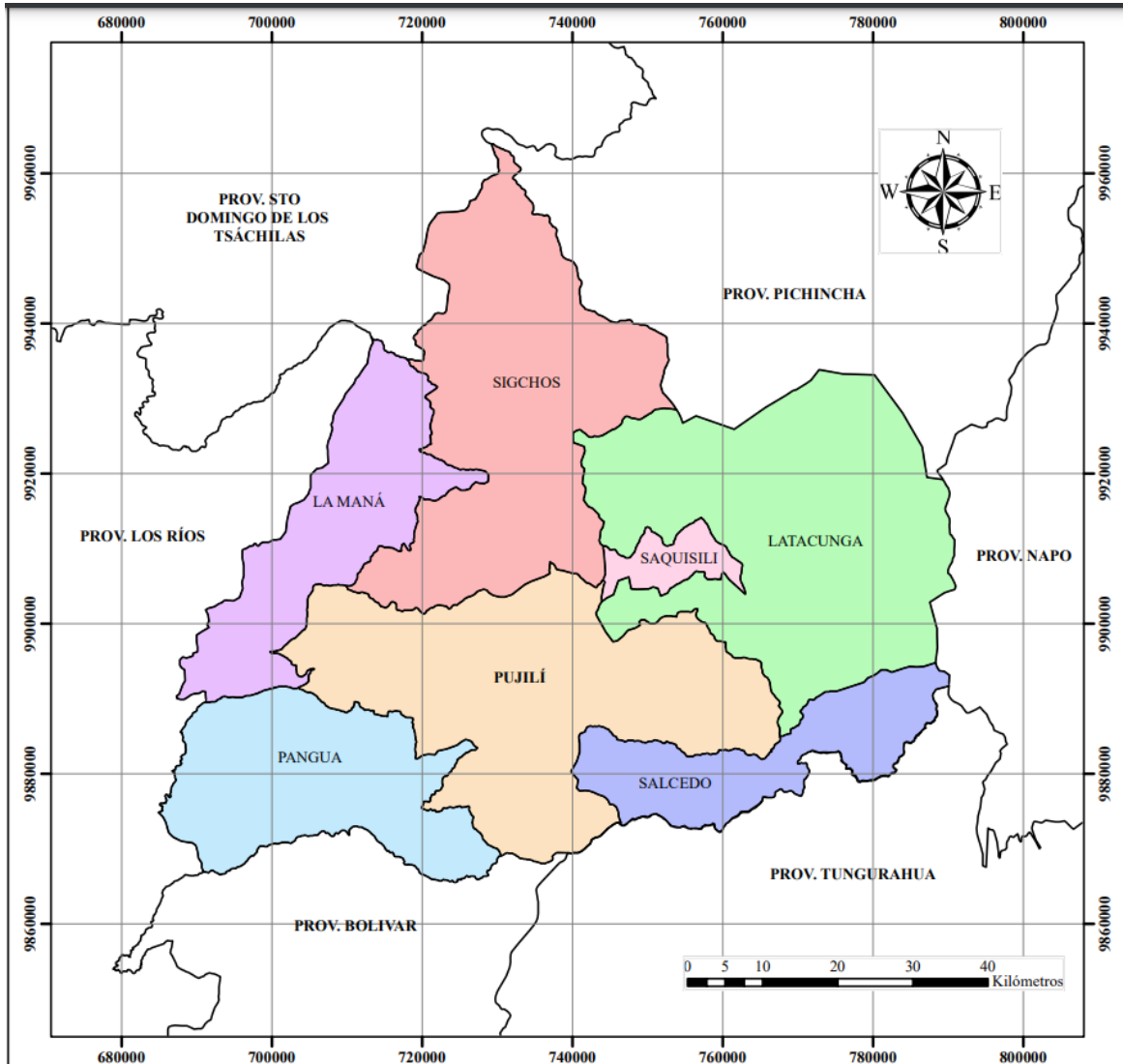
En la fase 1 del trabajo experimental se llevó a cabo el objetivo 1 correspondiente a reforzar el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas en los suelos de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, por medio del análisis de campo y laboratorio.

Se realizó el levantamiento de información de campo, aplicando la investigación exploratoria y de campo. Se realizaron calicatas de 1,50 m x1,50 m x 1,0 m de profundidad en los 12 puntos estratégicos donde se recolectaron las muestras representativas de suelo. Las calicatas se realizaron según lo estipulado en la norma NTE INEN 686.

## 2.2.2.1 Población y muestra

### 2.2.2.1.1 Población

El trabajo experimental que se realizó forma parte de un macroproyecto que abarca 7 cantones, de las cuales se derivan parroquias urbanas y rurales pertenecientes a la provincia de Cotopaxi. El área de estudio donde se recolectaron las 12 muestras representativas de suelo pertenece al cantón Pujilí y son las parroquias: Pujilí y La Victoria.



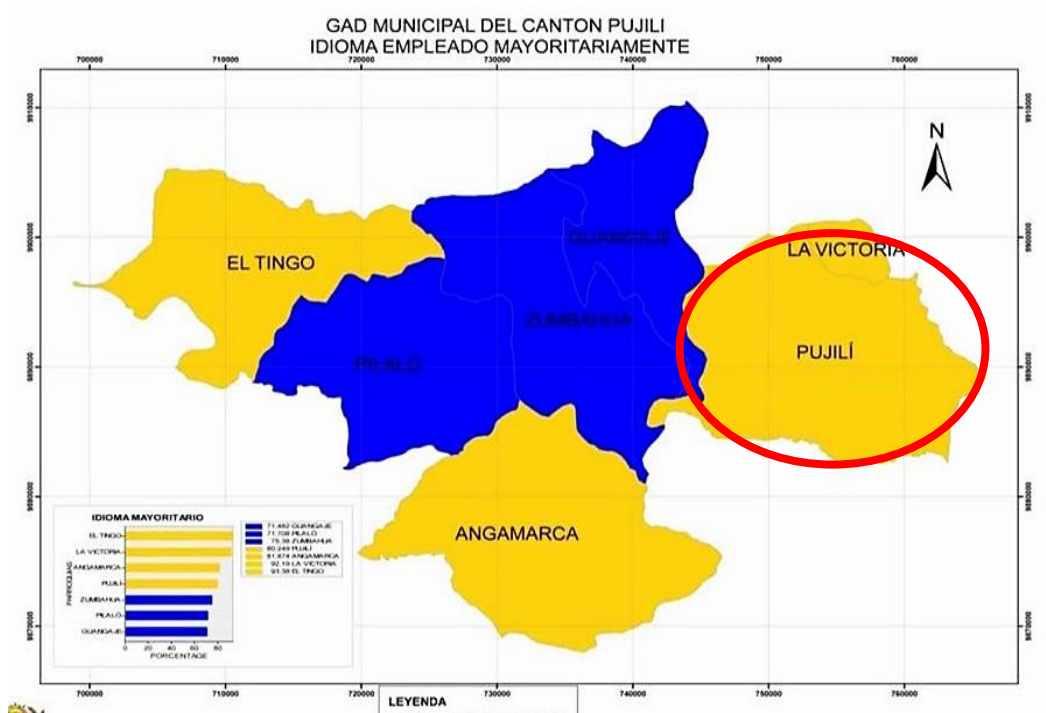
**Figura 1.** Mapa Geográfico del cantón Pujilí

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### 2.2.2.1.2 Pujilí

La parroquia urbana Pujilí es considerada como la cabecera cantonal y centro de intercambio comercial, se encuentra ubicada a 12km de la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi. [9] La parroquia urbana también llamada “La Matriz” hace referencia al vínculo primario en el que se gesta la estructura de una ciudad, sirviendo de referente y modelo para el futuro desarrollo en torno a un centro espacial y político. [9]

La palabra Pujilí es kichwa y significa “posada de juguetes”. En el área rural habitan alrededor de 23 366 personas, por otro lado, en el área urbana un total de 10 064 habitantes. La población oscila entre los años 0 y 24, siendo la más numerosa. [9]



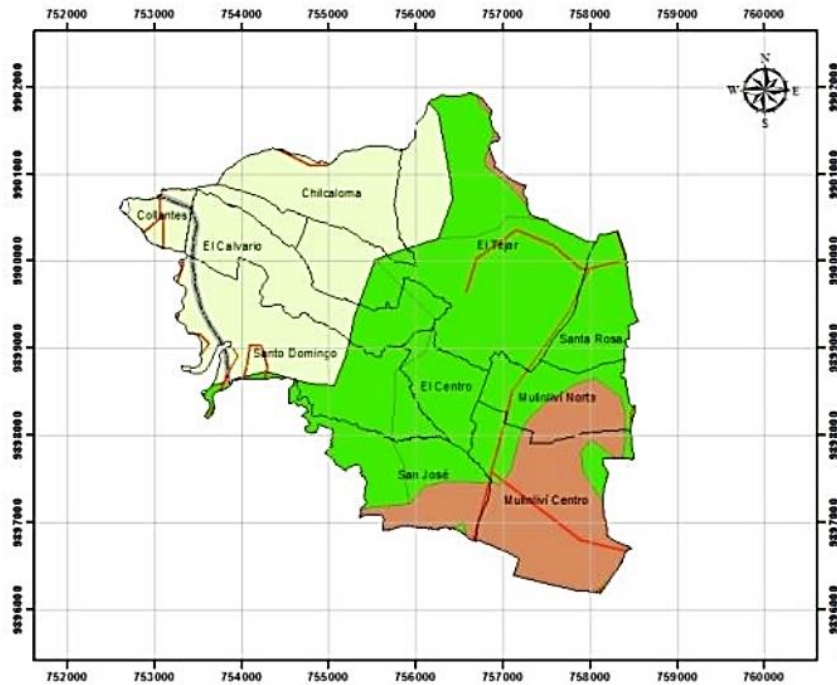
**Figura 2.** Ubicación parroquia Pujilí

**Fuente:** Convenio Ecociencia-GADPC, 2004 [9]

### 2.2.2.1.3 La Victoria

La parroquia “La Victoria” perteneciente al cantón Pujilí, fue fundada un 10 de junio de 1935 y posteriormente llevada a la categoría de parroquia. Se ubica a 6 km de la cabecera cantonal Pujilí y a 10 km de la cabecera provincial Latacunga a 78°, 42’ de longitud occidental y 0°, 56’ de latitud sur. La parroquia tiene una extensión de 1921,53 ha o 19,21 km². [9]

La población total de habitantes que tiene la parroquia “La Victoria” es de 3016. El crecimiento poblacional es de 3% cada tres años debido a diversos factores como: migraciones internas desde las comunidades que pertenecen a otras parroquias del cantón. El clima es Ecuatorial mesotérmico semihúmedo y su temperatura oscila entre los rangos de 12 y 20 °C.[9]



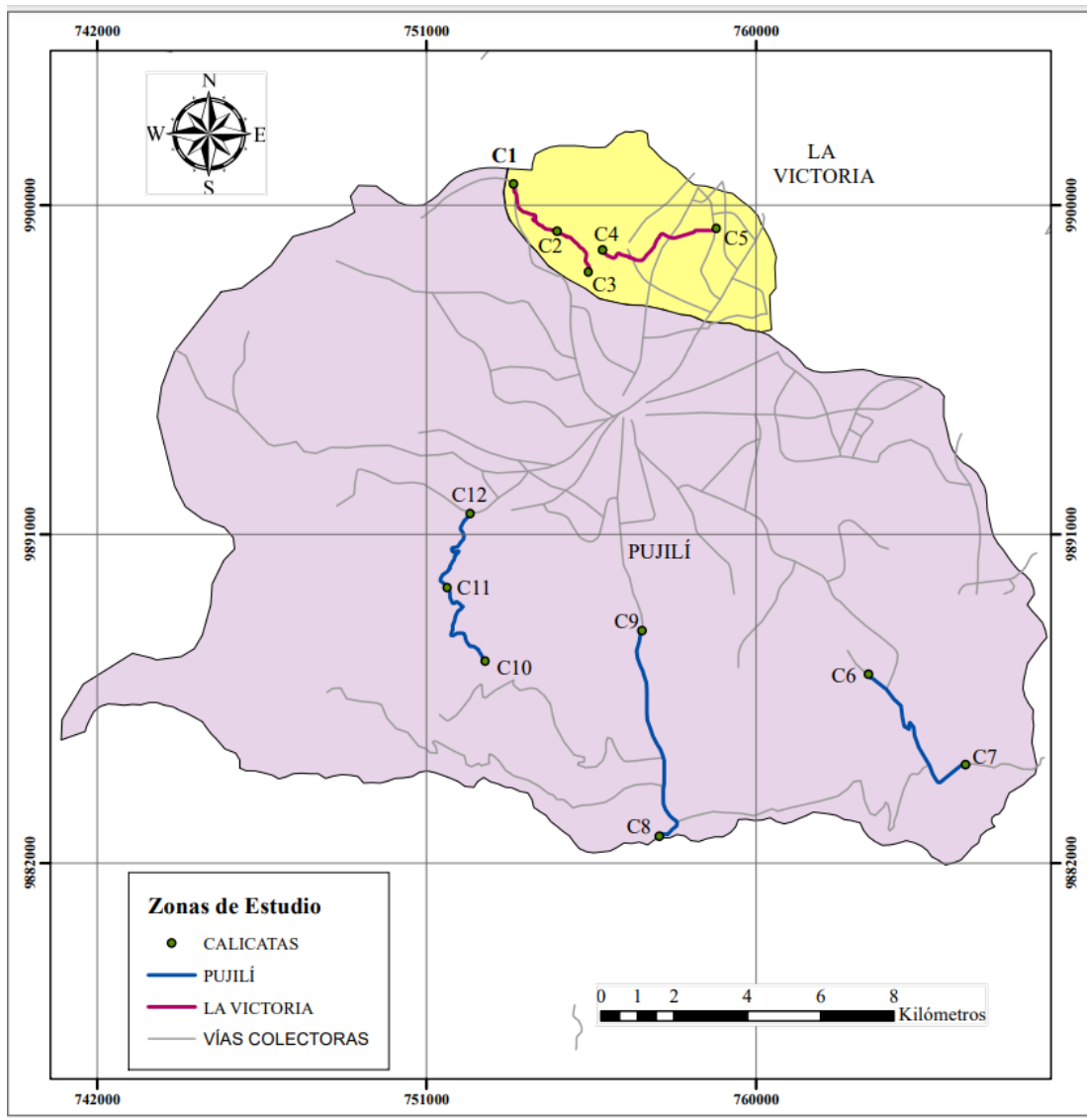
**Figura 3.** Ubicación Parroquia "La Victoria"

**Fuente:** Talleres participativos, actualización PDOT. La Victoria 2015 [9]

#### 2.2.2.1.4 Muestra

Se realizaron para el presente trabajo experimental la recolección de 12 muestras representativas correspondientes a las parroquias: Pujilí y La Victoria. Se tomaron 5 muestras representativas de suelo de la parroquia La Victoria ubicadas en 2 vías de 5 y 8 km aproximadamente, respectivamente, y 7 de la parroquia Pujilí de la cual se recolectó de 3 vías.





**Figura 4.** Calicatas donde se extrajeron las muestras representativas de suelo

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Las calicatas se obtuvieron en las siguientes ubicaciones:

**Tabla 2.** Coordenadas de los puntos seleccionados para la ejecución de los ensayos

PUNTO	PARROQUIA	REFERENCIA	ESTE	NORTE	ELEVACION
1	La Victoria	Parroquia 11 de noviembre	758917	9899355	2992
2	La Victoria	Parroquia 11 de noviembre	755827	9898782	3056
3	La Victoria	Quinta la Victoria	755434	9898151	3092
4	La Victoria	Quinta la Victoria	754566	9899328	3244
5	La Victoria	Quinta la Victoria	753494	9900428	3622
6	Pujilí	San Andrés de Pílalo	765560	9885516	2691
7	Pujilí	San Andrés de Pílalo	763406	9887498	2995
8	Pujilí	Hacienda San Isidro	757321	9882717	3071
9	Pujilí	Hacienda San Isidro	756565	9888343	2958
10	Pujilí	Quinta San Luis	752319	9891326	3178
11	Pujilí	Quinta San Luis	751692	9889526	3316
12	Pujilí	Quinta San Luis	752603	9887538	3567

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

En el ámbito de la ingeniería civil, se define al suelo como una fina capa sobre la corteza terrestre y que proviene de un conjunto de minerales que a su vez son producto de la descomposición o alteración física, mecánica o química de las rocas y también de aquellos residuos que se asientan a través de los años por actividades realizadas por el hombre. [10]

El suelo se divide en dos grupos principales:

- a) Suelos orgánicos: son suelos que no soportan cargas ya que su único uso se da para la agronomía y son desechables en la ingeniería civil. Estos suelos están conformados por humos, tierras negras y turbas.[11]
- b) Suelos inorgánicos: son suelos usados para la construcción ya que no presentan reacción química ni procesos que puedan afectar.[11] Estos suelos están conformados por:

**Grava:** se forma de la acumulación de la fragmentación natural de las rocas ubicadas en la corteza terrestre, principalmente se encuentran en los ríos (mayores depósitos), quebradas, depresiones, también se pueden fabricar artificialmente mediante procesos de trituración. Las gravas tienen más de 2 mm de diámetro. Este tipo de material se queda retenido en el tamiz N° 200, lo que significa que si esta fracción de suelo es mayor al 50 % es considerado como suelo granular ya sea limpio o mezclado con otro suelo fino. [10]

**Arena:** le siguen a las gravas, se utiliza mucho en la construcción como componente ya sea de hormigón y cemento. Las arenas corresponden a la denudación, es decir, comprende los procesos que provocan el desgaste. Se trituran las rocas y se generan artificialmente arena o grava. Las arenas no tienen propiedad plástica y son menores a 2 mm hasta 0,05 mm de diámetro. En el caso de las arenas, si el tamiz N° 4 separa la grava de la arena, si más del 50 % de la fracción gruesa pasa por dicho tamiz, se considera al suelo como arena. [11]

**Limo:** son suelos finos o cohesivos que van entre 0,05 mm hasta 0,005 mm. Son orgánicos y son inorgánicos. Su color es gris claro o gris oscuro. Son suelos blandos que con agua pueden aumentar su permeabilidad. Cuando más del 50 % pasa por el tamiz N° 200 se clasifica como limo. Este tipo de suelo se clasifica según su límite líquido e índice de plasticidad

**Arcilla:** son suelos finos menores a 0,005 mm, tienen la propiedad de volverse plásticos. Tiene cohesión, es decir, cuando las partículas se quedan unidas a sí mismas. permite menor probabilidad de que se produzca un derrumbe. [11]

#### 2.2.2.1.5 Ensayos de campo

Los ensayos de campo comprenden los estudios que serán realizados sobre el lugar de estudio, en este caso, el terreno. Los ensayos que se llevaron a cabo en campo fueron los siguientes:

**Tabla 3.** Normas ensayos de campo

ENSAYO	NORMA
Densidad de Campo (Cono y Arena)	AASHTO T 191 2014
Cono Dinámico de Penetración (DCP)	ASTM D6951

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

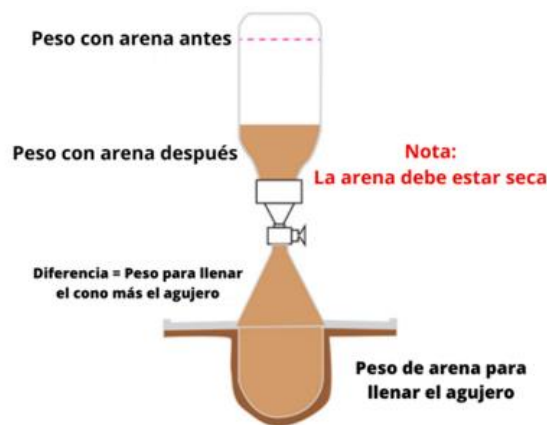
Los ensayos de campo se llevaron a cabo siguiendo los procesos, instrucciones y recomendaciones de las respectivas normas.

##### 2.2.2.1.5.1 Densidad de campo (Cono y arena)

El propósito de realizar un ensayo de densidad de campo es para determinar la compactación del suelo, de ahí su importancia, ya que permite conocer si el suelo tiene la densidad adecuada para evitar posibles asentamientos en la estructura a futuro. Las

ventajas de realizar un ensayo de densidad de campo a comparación del medidor de densidad nuclear es que no toma mucho tiempo de realizar.

El procedimiento para calcular la densidad de campo consiste en colocar en el sitio a estudiar una placa de base plana con una abertura circular, posterior a ello se excava la cantidad de material requerida de suelo compactado. Se recoge el material excavado y se guarda. Una vez obtenido el material se procede a colocar la arena de Ottawa para proceder con la toma de pesos y de este modo poder calcularla.[12]



**Figura 5.** Método de cono y arena

**Fuente:** L.M Salinas. Fundamentos de mecánica de suelos. [13]

**Tabla 4.** Valores de densidad seca in-situ

Tipo de suelo	$\gamma_d$ in situ ( $\text{g/cm}^3$ )
Arena (limpia y uniforme)	1,330 - 1,890
Arena limosa	1,390 - 2,030
Arena micácea	1,220 - 1,920
Limo orgánico	1,280 - 1,890
Arena (limosa y grava)	1,420 - 2,340
Arena (fina a gruesa)	1,360 - 2,210

**Fuente:** MS Lambe. Mecánica de suelos. [14]

Mediante el ensayo de Cono y Arena se puede obtener también las siguientes propiedades del suelo como:

- **Relación de vacíos**

Es la relación que existe entre el volumen de vacíos y el volumen de sólidos de una masa de suelo. Si los valores de relación de vacíos van en el rango de 0,25 significa que el suelo

está muy compactado, por otro lado, si los valores alcanzan el valor de 15 significa que el suelo está muy suelto. [15]

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

Donde:

- e: relación de vacíos
- $V_v$ : volumen de vacíos
- $V_s$ : volumen de los sólidos

- **Porosidad**

Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen de la masa de suelo. Si los valores de porosidad alcanzan el valor de 0, quiere decir que el suelo esta idealmente compacto o sólido. Si la porosidad es igual a 100, el suelo esta poroso o vacío.[15]

$$n (\%) = \frac{V_v}{V_m}$$

Donde:

- n (%): porosidad
- $V_v$ : volumen de vacíos
- $V_m$ : volumen masa de suelo

- **Grado de saturación del agua**

Tiene relación directa con el contenido de humedad ya que está en función del volumen de agua y el volumen de vacíos. Si los valores de grado de saturación del agua son cercanos a 0 significa que está seco, mientras que si son cercanos a 100, el suelo está saturado con agua.[15]

$$G_w (\%) = \frac{V_w}{V_v}$$

Donde:

- $G_w$  (%): grado de saturación del agua
- $V_w$ : volumen del agua
- $V_v$ : volumen de vacíos

- **Grado de saturación del aire**

Está relacionado con la relación de vacíos y la porosidad. Se expresa como el volumen de aire que contiene la masa de suelo sobre el volumen de vacíos de la muestra. Si los valores de grado de saturación son cercanos a 0, el suelo está idealmente compactado o sin aire, caso contrario si son cercanos a 100 son suelos saturados con aire y agua.[15]

$$Ga (\%) = \frac{V_a}{V_v}$$

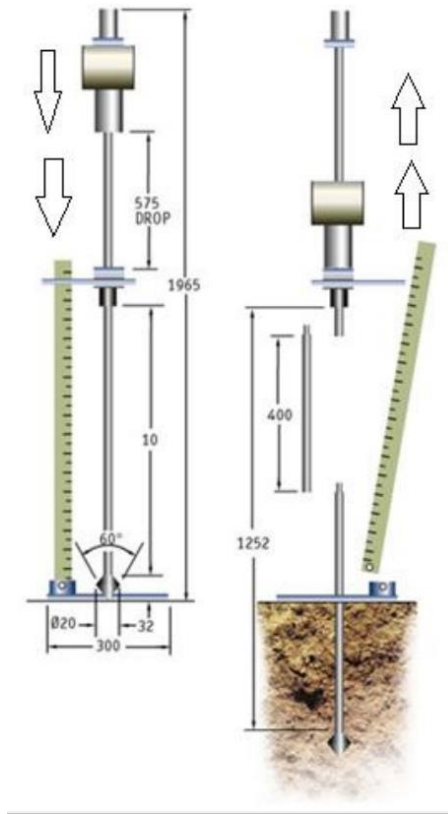
Datos:

- Ga (%): grado de saturación del aire
- Va: volumen de aire
- Vv: volumen de vacíos

#### **2.2.2.1.5.2 Cono Dinámico de Penetración (DCP)**

El ensayo DCP se aplica cuando se quiere conocer el grado de compactación en sitio ya que permite correlacionar la densidad que tiene el suelo con su contenido de humedad. La prueba DCP se realiza introduciendo un cono de metal en el suelo y golpeándolo repetitivamente hasta que caiga a una altura de 575 mm. Se debe medir después de cada golpe para registrarlo posteriormente y conocer cuál es la medida continua de resistencia a corte. [16]

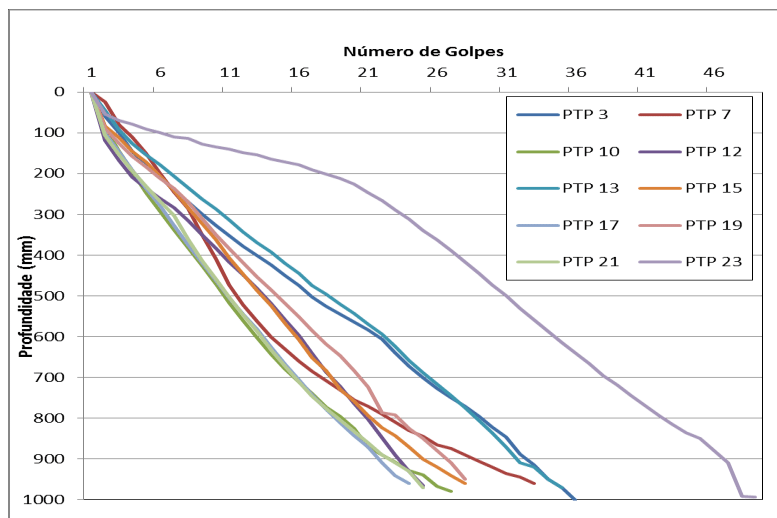
El equipo DCP se debe accionar manualmente y es fácil de transportarlo. Al no ser un método destructivo puede estimar la capacidad estructural de las distintas capas de suelo que conforman el terreno natural. La importancia de este tipo de ensayo es que a partir de los resultados que se obtengan se puede estimar un valor de CBR “in situ” del suelo. [16]



**Figura 6.** Ensayo DCP in situ

**Fuente:** Agreda F. Dynamic Cone Penetrometer (Controls Group).[16]

Los resultados obtenidos se representan mediante una curva DCP en función de la penetración acumulada y el número de golpes.



**Figura 7.** Curva DCP

**Fuente:** Viscarra F. El cono dinámico de penetración en la evaluación de suelos.[16]

### 2.2.2.1.6 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos comprenden a las pruebas realizadas para determinar las propiedades mecánicas del suelo. Los ensayos que se realizaron en laboratorio fueron los correspondientes:

**Tabla 5.** Ensayos de laboratorio

	<b>NORMA</b>
Contenido de humedad natural	AASHTO T 265 2015
Gravedad específica de los sólidos	AASHTO T 100 2015
Granulometría	AASHTO T 88 2013
Límite líquido (Copa de Casagrande)	AASHTO T 89 2013
Límite plástico	AASHTO T 90 2016
Proctor Modificado	AASHTO T 180 2018
California Bearing Ratio (CBR) *	AASHTO T 193 2013

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### 2.2.2.1.6.1 Contenido de humedad

Se define al contenido de humedad como la cantidad de agua que se encuentra en la masa del suelo, se interpreta como el porcentaje de masa de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas. [15]

$$w (\%) = \frac{W_w}{W_s}$$

Donde:

- w (%): contenido de humedad
- W<sub>w</sub>: peso del agua
- W<sub>s</sub>: peso de los sólidos



### 2.2.2.1.6.2 Gravedad específica

Se define a gravedad específica como la relación existente entre la densidad de los sólidos y la densidad del agua el cual es un valor constante a 4 °C. El valor de la gravedad específica está sujeta a la composición mineralógica de las partículas que constituyen la muestra de suelo.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$$

Donde:

- $G_s$ : gravedad específica
- $\gamma_s$ : densidad de los sólidos
- $\gamma_w$ : densidad del agua

Para la realización del ensayo de gravedad específica se utiliza un picnómetro el cual puede usarse en dos formas posibles: cuando la muestra de suelo este húmeda y cuando este seca. Según el tipo de suelo se suele clasificar a la gravedad específica dentro de los siguientes rangos:[17]

**Tabla 6.** Gravedad específica de algunos suelos

Tipo de suelo	Gs
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:** Joseph Bowles. Propiedades geofísicas de los suelos. [17]

### 2.2.2.1.6.3 Granulometría

Consiste en determinar la distribución de los tamaños de las partículas de suelo sean estos finos o gruesos para de este modo poder clasificar la muestra según el tipo de suelo. Un análisis granulométrico se realiza mediante el uso de una serie de tamices de diferentes diámetros en sus mallas. Los resultados que se obtengan en laboratorio se podrán reflejar mediante un gráfico granulométrico el cual estará en función de los diámetros de las mallas de los tamices y el porcentaje que pasa por los mismos. [18]

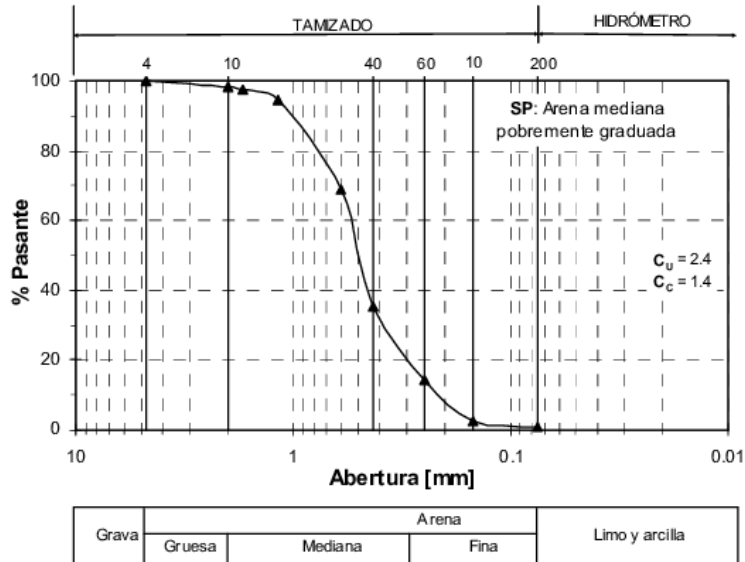
El tamaño estándar de los tamices son los siguientes:

**Tabla 7.** Abertura de los tamices

#TAMIZ	ABERTUR A (mm)
4	4,76
8	2,38
10	2
16	1,18
30	0,6
40	0,425
50	0,3
60	0,25
100	0,15
200	0,075

**Fuente:** Braja M. Das. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.[19]

Cuando la muestra de suelo se encuentre seca y pulverizada estará lista para realizar el ensayo de granulometría. Una vez ordenados los tamices desde el #4 con mayor abertura hasta el #200 con el de menor se procederá a colocar la muestra de suelo. Posterior a ello se tomará el peso que retiene cada tamiz con el fin de poder tabular y realizar la curva granulométrica. [18]



**Figura 8.** Berry P. Curva de distribución de partículas[13]

La pendiente de la curva granulométrica da a entender la distribución de las partículas de suelo, es decir, mientras más tendida sea la curva, el suelo tendrá una buena

granulometría.[19] Al contar con la gráfica de la curva de distribución granulométrica es necesario también calcular los parámetros de la granulometría:

**a) Tamaño nominal máximo (TNM)**

Corresponde al tamaño de las partículas mayores existentes en la muestra de suelo a estudiar, sin embargo, otros autores consideran al TNM como el grupo de partículas que alcanzan el 5% del total de la muestra.[18]

**b) Diámetro efectivo (D10)**

Representa el 10% del tamaño del grupo de partículas del material que pasa y se lo expresa en milímetros. [19]

**c) Diámetro equiparable (D30)**

Representa el 30% del tamaño del grupo de partículas del material que pasa y se lo expresa en milímetros. [19]

**d) Diámetro dimensional (D60)**

Representa el 60% del tamaño del grupo de partículas del material que pasa y se lo expresa en milímetros. [19]

**e) Coeficiente de uniformidad (Cu)**

Es la relación entre el diámetro dimensional (D60) y el diámetro efectivo (D10). Si el número de coeficiente de uniformidad decrece, la uniformidad aumentara, es decir, si es mayor que tres, los suelos tienden a ser bien graduados, caso contrario si es menor a 3 los suelos estarán mal graduados.[19]

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

**f) Coeficiente de curvatura (Cc)**

Se utiliza para determinar la graduación del material. Se debe tomar en cuenta que cuando el coeficiente de curvatura este entre 1 y 3 los suelos están bien graduados, caso contrario menor que 1 o mayor a 3 los suelos serán mal graduados.[18]

$$C_c = \frac{D_{60}^2}{(D_{60} \times D_{10})}$$

#### **2.2.2.1.6.4 Plasticidad de los suelos finos**

El ingeniero civil necesita saber todas las propiedades principales del suelo y de este modo poder realizar correlaciones que permitan comprender la resistencia, comprensibilidad, permeabilidad, etc. del suelo. Los ingenieros Arturo Casagrande y Atterberg descubrieron una forma de manejar las características de los suelos finos trabajando con equipos pequeños, económicos y simples. [17]

La utilidad de la plasticidad radica principalmente en las correlaciones confiables que se han podido realizar y las propiedades fundamentales, es decir, cuando la identificación de los suelos y clasificación de estos son importantes. La plasticidad es la propiedad de un material que es apto de soportar deformaciones sin que exista un rebote elástico ni variaciones de volumen notables, un material plástico no se desmoronara ni se agrietara. [17]

Si bien la plasticidad no es una propiedad única de los suelos y que no siempre la presentan, se debe considerar que es más bien circunstancial y que dependen del contenido de agua. El ingeniero Atterberg definió los estados de la plasticidad en criterios de carácter puramente convencional.[17]

##### **a) Límite líquido (LL)**

Se define como límite líquido al porcentaje de contenido de agua con que una muestra de suelo cambia, lo que significa que, al disminuir su humedad puede pasar la consistencia de líquida a plástica, mientras que, al aumentar su humedad, pasa de plástica a líquida. El límite líquido se encuentra entre el estado semilíquido y plástico. La determinación de este límite se lo realiza en el laboratorio mediante la utilización del ensayo de la Copa de Casagrande. [18]

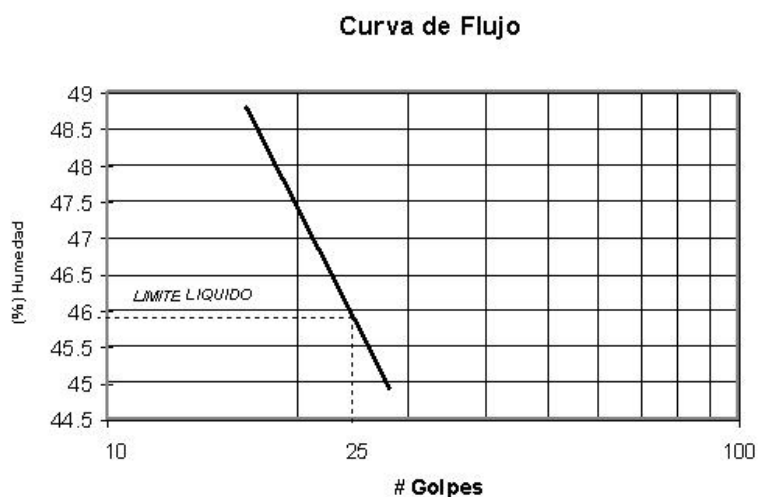
La copa de Casagrande consiste en preparar una muestra de suelo con cierto contenido de humedad, una vez colocada la muestra en la copa se aplican golpes hasta que las paredes del surco se unan en el fondo a una longitud estimada de 13 mm. El número de golpes está comprendido entre 15 y 35 aproximadamente, de ahí se toma una muestra de suelo, se pesa y se lleva al horno.[18]



**Figura 9.** Copa de Casa Grande

**Fuente:** L.M Salinas. Fundamentos de mecánica de suelos. [18]

La determinación del límite líquido se lo realiza mediante una gráfica en función del contenido de humedad y el número de golpes en la Copa de Casagrande de tal modo que se pueda apreciar la curva de escurrimiento. La curva de escurrimiento es la representación de la relación existente entre el número de golpes representado en una escala logarítmica y el porcentaje de humedad. Se traza una línea recta entre los puntos marcados y se obtiene el límite líquido. [18]



**Figura 10.** Gráfico para el cálculo del límite líquido

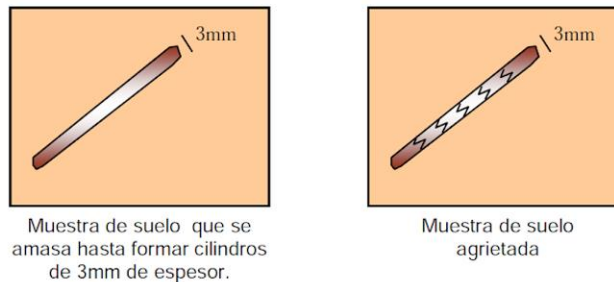
**Fuente:** L.M Salinas. Fundamentos de mecánica de suelos. [18]

De la intersección entre el contenido de humedad de la curva de escurrimiento con la ordenada de 25 golpes se toma como límite líquido del suelo, ya que se entiende que el suelo alcanzó su resistencia al corte.

### b) Límite plástico (LP)

Se define al límite plástico al porcentaje de contenido de humedad con que una muestra de suelo cambia, es decir, al disminuir el contenido de humedad, la consistencia del suelo pasa de plástica a semisólida o al revés al aumentar su humedad, puede pasar de semisólida a plástica. Al estar directamente relacionado con el agua significa que un pequeño aumento en la humedad sobre el límite plástico puede destruir la cohesión del suelo. [18]

El ensayo para determinar el límite plástico se lo calcula de la misma forma que el contenido de humedad promedio. Se enrolla pequeñas muestras de suelo de 3 mm de diámetro hasta apreciar que cuando estas muestras tienen cierta cantidad de humedad empiezan a resquebrajarse. [12]



**Figura 11.** Límite plástico

**Fuente:** L.M Salinas. Fundamentos de mecánica de suelos. [18]

### c) Índice de plasticidad (IP)

El índice de plasticidad de un suelo cohesivo es la diferencia numérica entre su límite líquido y su límite plástico, se lo calcula de la siguiente forma:

$$I_p = LL - LP$$

El índice plástico considera las siguientes excepciones:

- Cuando el límite líquido o límite plástico no pueden ser determinados, se considera al índice plástico como no plástico.
- Cuando el suelo es muy arenoso, se calculará primero el límite plástico antes que el líquido. En caso de que el límite plástico no pueda determinarse, se consideraran ambos límites como no plásticos.

- Cuando el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido se considera al índice plástico como no plástico. [18]

**Tabla 8.** Valores referenciales del índice plástico

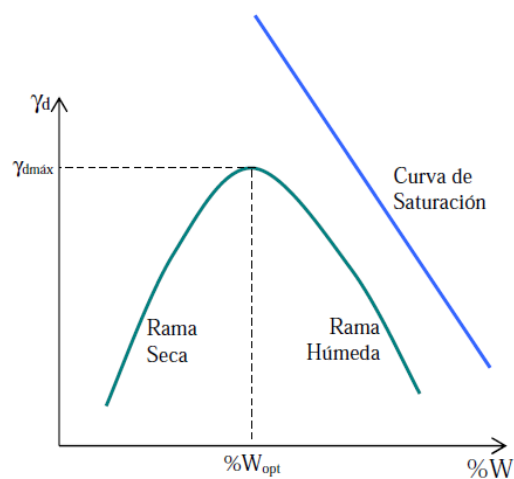
IP>20	Suelos muy arcillosos
IP>10	Suelos arcillosos
IP<4	Suelos poco arcillosos
IP=0	Suelos exentos de arcilla

**Fuente:** Badillo E. Mecánica de suelos. [18]

#### 2.2.2.1.6.5 Compactación de suelos

Se refiere al mejoramiento de suelos ya sea que se haya dado por compactación natural, es decir, por el peso propio de la masa densificada a través de los años o que se haya utilizado una maquinaria construida por el ser humano. Generalmente las técnicas de compactación se aplican en terraplénenes, diques, cimentaciones y pavimentos. [18]

Los parámetros fundamentales de la compactación de los suelos son: peso volumétrico máximo que también se le conoce como densidad máxima y contenido de humedad óptimo. Estas dos propiedades se las expresa mediante un gráfico que exprese las curvas típicas de un ensayo de compactación. [19]

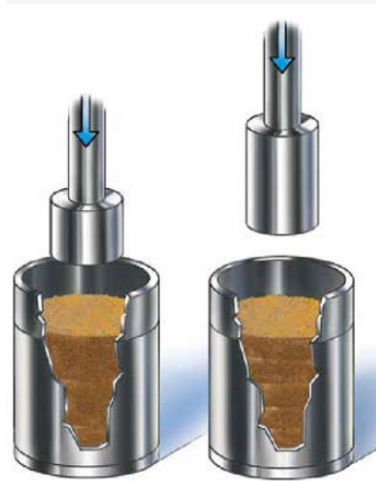


**Figura 12.** Curva típica de compactación

**Fuente:** L.M Salinas. Fundamentos de mecánica de suelos. [18]

El Dr. Richard Proctor creó el ensayo Proctor Estándar para aquellos suelos que para un volumen de suelo que está previamente definido y con un procedimiento dinámico repetitivo se conseguía reproducir la misma compactación que las maquinarias habían

conseguido en campo. Con el paso de los años se fue modificando el ensayo estándar para convertirlo en el ensayo Proctor Modificado de compactación de los suelos. [18]



**Figura 13.** Ensayo Proctor estándar y Proctor Modificado

**Fuente:** Braja M. Das. Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica. [19]

- **Proctor Modificado**

El ensayo Proctor Modificado es similar al ensayo Proctor Estándar, pero modificando tanto la capacidad del molde como la energía de compactación. En este caso tanto el molde cilíndrico como la masa que se deja caer tienen una mayor capacidad. A diferencia del ensayo estándar que se realizan 3 capas, en el Proctor Modificado se compactan 5 capas de material dando de 25 a 56 golpes dependiendo del tipo de suelo que se esté ensayando. [20]

**Tabla 9.** Datos ensayo Proctor Modificado

<b>Ensayo:</b>	Proctor Modificado			
<b>Norma:</b>	AASHTO T-180			
<b>Pisón (w):</b>	Martillo cilíndrico de 10 lb			
<b>Impacto (b):</b>	Altura de caída 18"			
<b>MÉTODOS</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Material que pasa</b>	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz 3/4"	Tamiz 3/4"
<b>Diámetro molde</b>	4"	6"	4"	6"
<b>de capas (n)</b>	5	5	5	5
<b>de golpes (N)</b>	25	56	25	56
<b>estándar (V)</b>	1/30 ft <sup>3</sup>	1/13,33 ft <sup>3</sup>	1/30 ft <sup>3</sup>	1/13,33 ft <sup>3</sup>
<b>Energía de compactación (Ec)</b>	$Ec = \frac{N \cdot n \cdot w \cdot h}{v}$			

**Fuente:** AASHTO T-180. [21]



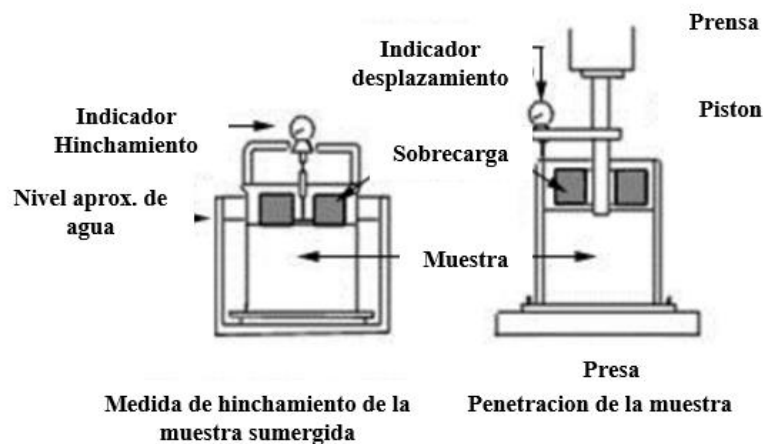
### 2.2.2.1.6.6 CBR

California Bearing Ratio (CBR) es un ensayo que consiste en determinar la capacidad de soporte de un suelo compactado en laboratorio mediante la penetración y que bajo condiciones de humedad y niveles de compactación que puedan ser visible evalúa la calidad del material para posteriormente usarlos en las capas de un pavimento.[20]

El ensayo CBR fue propuesto por los ingenieros Stanton y Porter en el año 1929 sin embargo en el año 1964 fue cuando se aceptó como norma técnica tanto para laboratorio como para campo. El valor CBR se lo puede expresar mediante una relación entre la resistencia a la penetración de la muestra de suelo y a la resistencia que ofrece la piedra picada de California con un valor de soporte establecido al 100%. [20]

El procedimiento para calcular el valor CBR consiste en sumergir la muestra compactada con el contenido de humedad óptimo durante 4 días en agua con el fin de que las condiciones sean las más desfavorables. Las muestras de suelo sumergidas deberán estar sometidas a una sobrecarga de 10 libras. [20]

Los equipos que componen al CBR son: un pistón metálico de 2.80 plg<sup>2</sup> el cual se usa para penetrar la superficie de un suelo que esta compactado de acuerdo al ensayo Proctor a una velocidad constante de penetración de 0.5 plg. [20]



**Figura 14.** Equipo para ensayo CBR de laboratorio

**Fuente:** Sistematización de los Medios de Compactación y su Control (M.O.P.U, 1987)[22]

Luego de que las muestras sean llevadas a la prensa hidráulica se deberá registrar la carga unitaria en el pistón para penetrar a: 0.1 plg, 0.2 plg y se obtiene un valor en porcentaje aplicando la siguiente fórmula:

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

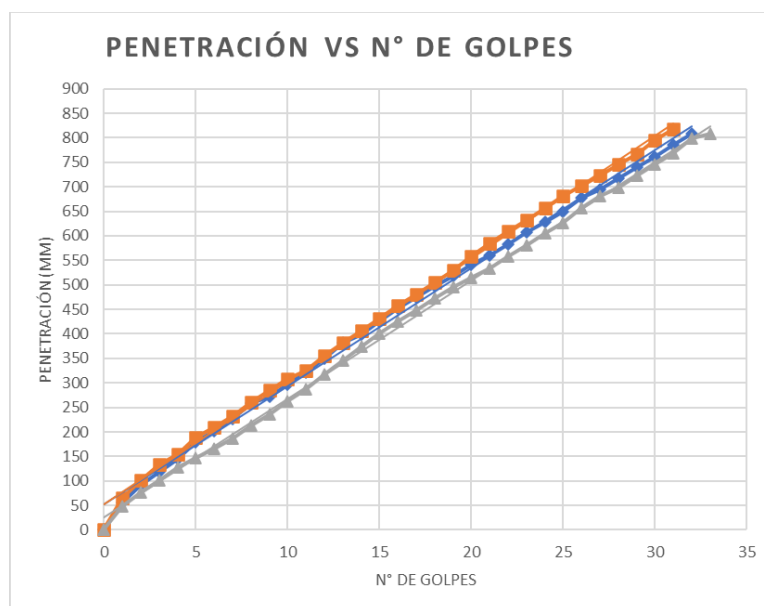
A continuación, se presentan los valores de carga unitaria que se deben usar en la ecuación:

**Tabla 10.** Valores de penetración y carga unitaria patrón

Penetración pulg	Carga unitaria patrón lb/pulg <sup>2</sup>
0,1	1000
0,2	1500
0,3	1900
0,4	2300
0,5	2600

**Fuente:** Bowles. Manual de laboratorio de suelos. [17]

Una vez obtenidos los valores CBR se procede a dibujar la curva tensiones-penetraciones sobre la cual se leerá el valor de la perforación para las pulgadas 1/10 y 1/20.[15]



**Figura 15.** Gráfica de la presión vs penetración

**Fuente:** Agreda F. El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos[16]

**Tabla 11.** Clasificación General de acuerdo con el numero CBR

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

**Fuente:** Joseph E. Bowles. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil [17]

### 2.2.3 FASE 2: Correlaciones

La fase 2 se realizó considerando el objetivo 2 correspondiente a ampliar la base de datos existente, referente a estudios de correlación entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas en los suelos de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

Se realizó el análisis del grado de correlación entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas de las muestras representativa de suelo obtenidas de las parroquias: Pujilí y La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

La investigación fue de tipo analítico ya que corresponde a la recopilación de datos con el fin de ampliar la base de datos que ya existe. En esta fase se realizaron las gráficas y tablas que permitieron el análisis de los datos obtenidos en campo y laboratorio de los ensayos mencionados en la fase 1. De igual modo se pudo apreciar las correlaciones entre las distintas propiedades índice y mecánicas.

#### 2.2.3.1 Análisis de correlaciones

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos tanto de laboratorio como de campo se realizaron las correlaciones simples y múltiples. En la correlación simple se relacionó únicamente dos propiedades. En la correlación múltiple se utilizó el criterio estadístico de mínimos cuadrados donde intervinieron más de dos propiedades. Con la ayuda del software Excel se llevaron a cabo todas las correlaciones.

Un análisis de correlaciones es un procedimiento estadístico que tiene como función principal determinar si dos variables están relacionadas o no. El resultado que se obtenga del respectivo análisis es un coeficiente de correlación que puede tomarse entre los valores -1 y +1, el signo positivo refleja la relación positiva existente entre las dos variables, es decir, si la magnitud de una aumenta, la otra también. Por otro lado, un signo negativo corresponde a la relación negativa entre dos variables, es decir, si uno de los valores incrementa los de la segunda variable disminuyen. En el caso de obtener un coeficiente de correlación igual a cero, significará que las variables son independientes.[23]

### 2.2.3.2 Correlación Lineal

Si al disponer de dos series de datos que a su vez se encuentran emparejadas se requiere conocer si están relacionadas y la ecuación que relaciona a dichas variables es una recta, entonces corresponderá a una correlación lineal. Se puede definir también como una medida estadística que cuantifica mediante un diagrama de dispersión la dependencia lineal entre dos variables, el coeficiente de correlación lineal (de Pearson) cuantificará el grado de variación conjunta entre las dos variables. [23]

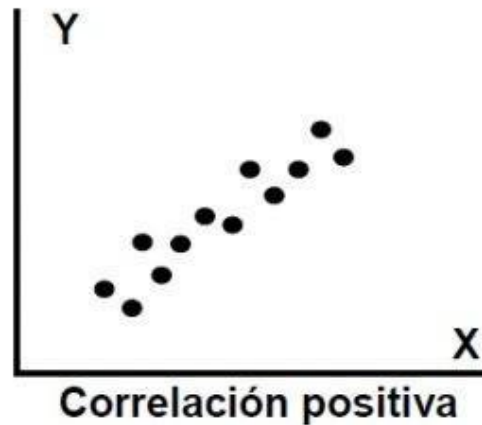
El coeficiente de correlación lineal se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2][n(\sum Y_i^2) - (\sum Y_i)^2]}}$$

**Tabla 12.** Rangos de correlación

Correlación	Rango
Perfecta	r=1
Excelente	0,9 < r < 1
Aceptable	0,8 ≤ r ≤ 0,9
Regular	0,6 ≤ r ≤ 0,8
Mínima	0,3 ≤ r ≤ 0,6
No hay correlación	0 < r < 0,3

**Fuente:** Martínez Ciro. Estadística y muestreo [22]



**Figura 16.** Correlación Lineal Positiva

**Fuente:** Murray. R Spiegel, Larry. Estadística Shawn. [24]



**Figura 17.** Correlación Lineal Negativa

**Fuente:** Murray. R Spiegel, Larry. Estadística Shawn.[24]

### 2.2.3.3 Método de los mínimos cuadrados

Es un método que permite calcular la recta de regresión lineal, es decir, la diferencia que hay entre los valores reales y los que estima la recta. Comprende en someter el sistema a distintas condiciones, se aplican distintos valores a la variable independiente X con el fin de tomar nota en cada caso correspondiente al valor medido para la variable dependiente Y. Finalmente, se obtiene una serie de puntos que al representarlos gráficamente caen sobre una línea recta. [22]

Para los valores de los parámetros  $a$  y  $b$  el método de mínimos cuadrados determina la recta que mejor se ajusta a los datos experimentales.[23]

$$a = \frac{n(\sum X_i Y_i) - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n(\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{(\sum Y_i) - a(\sum X_i)}{n}$$

Donde:

- n: número de medidas
- $\Sigma$ : suma de todos los datos indicados
- N: número total de datos
- **Correlación lineal múltiple**

Se considera al método de mínimos cuadrados y se emplearon las siguientes ecuaciones:

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

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

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

**Tabla 13.** Tabla de cálculo para correlaciones lineales múltiples

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

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Mediante el uso de una matriz inversa se encontraron los factores a,  $b_1, b_2$  para posteriormente reemplazar en la ecuación:

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

Finalmente, se reemplazó en la fórmula del coeficiente de correlación:

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

- **Correlación múltiple logarítmica**

Se resolvió mediante el uso del método mínimos cuadrados, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$a * n + b_1 \sum X'_1 + b_2 \sum X_2 = \sum Y$$

$$a \sum X'_1 + b_1 \sum X'^2_1 + b_2 \sum (X'_1 * X_2) = \sum (X'_1 * Y)$$

$$a \sum X_2 + b_1 \sum (X'_1 * X_2) + b_2 \sum (X_2)^2 = \sum (X_2 * Y)$$

**Tabla 14.** Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples potenciales

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

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

De igual modo que con la correlación lineal múltiple se resolvió mediante el método de matriz inversa para los factores a,  $b_1$ ,  $b_2$ . Una vez obtenida la matriz se reemplazan los valores en la siguiente ecuación:

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

Finalmente, se reemplazan los valores en el cálculo del coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a \sum Y + b_1 \sum (X'_1 * Y) + b_2 \sum (X_2 * Y) - n * (Y_{med})^2}{\sum Y^2 - n * (Y_{med})^2}$$

- **Correlación múltiple potencial**

Se resolvió mediante el uso del método mínimos cuadrados, aplicando las siguientes ecuaciones:

$$a * n + b_1 \sum X'_1 + b_2 \sum X'_2 = \sum Y'$$

$$a \sum X'_1 + b_1 \sum X'^2_1 + b_2 \sum (X'_1 * X'_2) = \sum (X'_1 * Y')$$

$$a \sum X'_2 + b_1 \sum (X'_1 * X'_2) + b_2 \sum (X'_2)^2 = \sum (X'_2 * Y')$$

**Tabla 15.** Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples potenciales

V.D	V. D	V.I	Ecuación múltiple de tipo logarítmica			log(Y) = log(a) + b <sub>1</sub> * log(X <sub>1</sub> ) + b <sub>2</sub> * log(X <sub>2</sub> )				
			X' <sub>1</sub> = log(X <sub>1</sub> )	X' <sub>2</sub> = log(X <sub>2</sub> )	Y' = log(Y)	X' <sub>1</sub> * Y'	X' <sub>2</sub> * Y'	X'^2 <sub>1</sub>	X'^2 <sub>2</sub>	Y'^2
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y								
ΣX <sub>1</sub>	ΣX <sub>2</sub>	ΣY	Σ(X' <sub>1</sub> )	Σ(X' <sub>2</sub> )	Σ(Y')	ΣX' <sub>1</sub> * Y'	ΣX' <sub>2</sub> * Y'	ΣX'^2 <sub>1</sub>	ΣX'^2 <sub>2</sub>	ΣY'^2

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Se resolvió mediante el método de matriz inversa para los factores a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>. Una vez obtenida la matriz se reemplazan los valores en la siguiente ecuación:

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

Simplificando se obtiene:

$$Y = a * (X_1)^{b_1} * (X_2)^{b_2}$$

Finalmente, se reemplazan los valores en el cálculo del coeficiente de correlación:

$$r^2 = \frac{a \sum Y' + b_1 \sum (X'_1 * Y') + b_2 \sum (X'_2 * Y') - n * (Y'_{med})^2}{\sum Y'^2 - n * (Y'_{med})^2}$$

- **Correlación múltiple exponencial**

Se resolvió mediante el uso del método mínimos cuadrados, aplicando las siguientes ecuaciones:

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

$$a \sum X_1 + b_1 \sum X^2_1 + b_2 \sum (X_1 * X_2) = \sum (X_1 * Y')$$

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



**Tabla 16.** Tabla para el cálculo de correlaciones múltiples exponenciales

V.D	V. D	V.I	Ecuación múltiple de tipo logarítmica			$ln(Y) = ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$			
			$Y' = ln(Y)$	$X_1 * Y'$	$X_2 * Y'$	$X_1 * X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$Y'^2$
$X_1$	$X_2$	$Y$							
$\Sigma X_1$	$\Sigma X_2$	$\Sigma Y$	$\Sigma(Y')$	$\Sigma(X_1 * Y')$	$\Sigma(X_2 * Y')$	$\Sigma X_1 * X_2$	$\Sigma X_1^2$	$\Sigma X_2^2$	$\Sigma Y'^2$

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Se resolvió mediante el método de matriz inversa para los factores  $a, b_1, b_2$ . Una vez obtenida la matriz se reemplazan los valores en la siguiente ecuación:

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

Simplificando se obtiene:

$$Y = a * (e)^{b_1 * X_1} * (e)^{b_2 * X_2}$$

Finalmente, se reemplazan los valores en el cálculo del coeficiente de correlación:

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

### 2.2.4 FASE 3: Diseño de Pavimentos

En la fase 3 se llevó a cabo el objetivo 3 correspondiente a aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, de las parroquias: La victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

Para el diseño de pavimentos se realizó el TPDA correspondiente a 7 días seguidos por 7 horas y además se utilizó las correlaciones que se dieron entre las propiedades índices y mecánicas, DCP y CBR mayores o iguales al 50% para diseñar la estructura del pavimento.

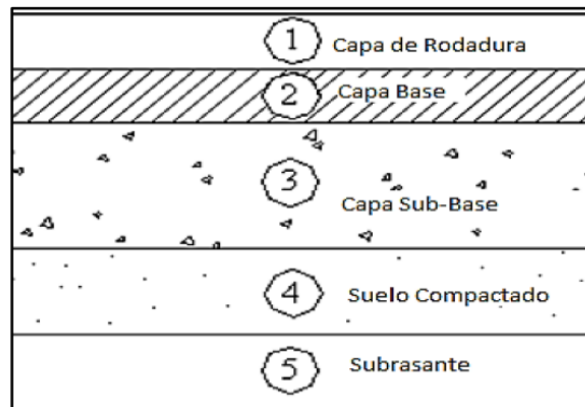
Se realizó una investigación analítica ya que comprende a la aplicación de los resultados de investigación en el diseño de pavimentos de las vías rurales de las parroquias: Pujilí y La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi en esta fase se utilizó la recolección de

los datos como fuente de información para tener una comprensión amplia y equilibrada del tema de diseño de pavimentos.

Se define como pavimento a la capa o base que constituye el suelo de una superficie no natural. El pavimento es una estructura heterogénea compuesta de suelos y rocas natural que mediante procesos artificiales se transforma hasta actuar como una capa resistente la cual soporta cargas que le transmiten los vehículos, personas y todo lo que pase por dicho pavimento durante toda su vida útil de servicio. [24]

La importancia de realizar un buen pavimento radica en el beneficio hacia las zonas urbanas, es decir, disminuye el tráfico en puntos determinados. Cuenta con más vías de acceso y salida, esto beneficia directamente a las zonas rurales, creando nuevas vías que permitan la movilización comercial de la población. [25]

La estructura del pavimento está conformada por una superestructura: capa de rodadura, base, subrasante y suelo de fundación o subrasante. [24]



**Figura 18.** Estructura del pavimento

**Fuente:** Guía Diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C.,2013 [24]

#### 2.2.4.1 Componentes de un pavimento

- **Capa de rodadura**

La capa de rodadura puede ser asfáltica o de hormigón y tiene como objetivo impermeabilizar al pavimento de modo que las capas subterráneas puedan conservar su capacidad de soporte, además de proporcionar una losa resistente al deslizamiento. [25]

- **Base**

La base como su nombre propiamente lo dice sirve de base para la pavimentación. La capa base se encuentra sobre la capa subbase, tiene como objetivo la movilización de los automóviles mientras se construye la capa de rodadura. [25]

**Tabla 17.** Recomendaciones para uso de material base

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	N. CARRILES	TPDA
<b>BASE CLASE 1</b>	Para uso principalmente en aeropuertos y carretera con intenso nivel de tráfico	8 a 12	> 50 000
<b>BASE CLASE 2</b>	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3,65 m, se incluye franja central de 2 a 4 m	2 a 6	8 000 - 50 000
<b>BASE CLASE 3</b>	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1 000 - 8 000
<b>BASE CLASE 4</b>	Caminos vecinales	2	< 1 000

**Fuente:** NEVI-12-MTOP,2013

La base clase 1 está compuesta de todos aquellos agregados gruesos y finos que al ser graduados uniformemente y triturados en un 100% son aptos para los tipos de carreteras A y B. La base clase 2 es aquella compuesta por grava triturada, en la cual el agregado grueso será triturado al menos 50% en peso. La base clase 3 será triturada al menos 25% en peso del agregado grueso. Finalmente, la base clase 4, son los agregados obtenidos de la trituración o gravas. [25]

- **Subbase**

La subbase se localiza entre las capas subrasante y base. Se conforma por material granular, de este modo resulta más económico su uso. Al ser un material granular tiene mayor capacidad de soporte con la finalidad de reducir la capa base. La capa subbase se coloca de manera obligatoria cuando ocurre el bombeo, es decir, cuando la combinación de suelos, agua y tráfico la provocan, generalmente se produce en vías principales donde el tránsito es pesado. [25]

La subbase se clasifica en clase 1: compuesta de agregados derivados de la trituración de gravas y graduados de forma uniforme. Al menos el 30% del agregado deberá ser resultado de un proceso de trituración. La subbase clase 2 está compuesta de los cribados en yacimientos de piedra fragmentados o de gravas y graduados uniformemente. Al

menos el 30% del agregado debe ser resultado de un proceso de trituración. La subbase clase 3 está conformada por agregados naturales y graduados uniformemente dentro de los límites requeridos. [25]

- **Subrasante**

La capa subrasante es usada como soporte natural de todas las capas que conforman a la estructura del pavimento, los materiales seleccionados se colocan y acomodan uniformemente, de igual modo su resistencia debe ser homogénea. La principal función de la subrasante es proporcionar un apoyo estable y una alta capacidad de soporte ya que está aguantando todo el peso de la estructura del pavimento, de modo que se debe extender hasta una profundidad que no dañe la carga de diseño que estará sujeta al tránsito vehicular. La subrasante puede estar conformada tanto por corte como por relleno, al estar compactada se deben considerar las secciones transversales y pendientes que se especificaron en el diseño previo. [26]

#### 2.2.4.2 Tipos de Pavimentos

- **Pavimentos flexibles**

El pavimento flexible tiene como función ofrecer una superficie segura para el tránsito vehicular. La estructura del pavimento flexible está conformada por: subrasante, subbase, base y la carpeta asfáltica. Al tener que soportar cargas considerables, este tipo de pavimento se diseña con parámetros de homogeneidad, de modo que la superficie sea capaz de absorber el ruido y evitar los deslumbramientos y reflejos. [27]



**Figura 19.** Estructura del pavimento flexible

**Fuente:** Montejo A. Ingeniería de pavimentos para carreteras. [27]

- **Pavimentos rígidos**

El pavimento rígido es un pavimento que está constituido principalmente por una capa de concreto de tipo simple o armada la cual está sobre una base o directamente sobre la subrasante. Tiene una buena rigidez y un mayor módulo de elasticidad en relación con el suelo que soporta. Distribuye las cargas de los automóviles hacia las capas inferiores. Las capas que conforman al pavimento rígido son: Losa de concreto, subbase y subrasante. [28]



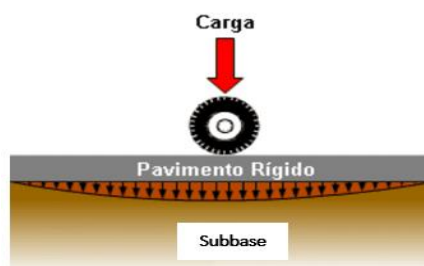
**Figura 20.** Capas que conforman un pavimento rígido

**Fuente:** Guerrero M. Pavimentos Rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas. [29]

Los pavimentos rígidos tienen un costo más elevado que los pavimentos flexibles ya que en ocasiones presentan diseños que conllevan el uso de armados de acero. Su periodo de vida útil oscila entre los 20 y 40 años. Lo que diferencia a los pavimentos rígidos o hidráulicos de los pavimentos de asfalto es que tienen una resistencia a la flexión, sin embargo, a cambios de temperatura se ven afectados. [28]

Las clases de pavimentos rígidos pueden ser:

- Pavimentos de concreto simple
- Pavimentos de concreto armado
- Pavimentos de concreto compactado con rodillo
- Pavimentos de hormigón pre postensado



**Figura 21.** Pavimento rígido

**Fuente:** Calo D. Diseño de pavimentos. [28]

### 2.2.4.3 Diseño de pavimentos flexibles

El método que se utiliza para el diseño de pavimentos flexibles es el estipulado en la norma AASHTO-1993, se basa principalmente en obtener un “número estructural (SN)” para el pavimento, este valor dará constancia de si puede o no soportar el nivel de carga solicitado. La fórmula que se utiliza para calcular el número estructural es la siguiente:

$$\text{Log}(W18) = Z_r * S_o + \text{log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{log}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{log}(Mr) - 0.87$$

Donde:

- W18= número de cargas de ejes equivalente de 80 KN
- Z<sub>r</sub>= desviación estándar normal
- S<sub>o</sub>= desviación estándar global
- SN= número estructural
- ΔPSI= pérdida de serviciabilidad
- Mr= módulo de resistencia [30]

El método AASHTO se usa en condiciones donde las vías tengan un alto volumen de automóviles pesados y largos periodos de análisis.

### 2.2.4.4 Variables de diseño método AASHTO

- **Período de análisis de diseño**

Se considera al tiempo para el cual se diseñó el pavimento, el tiempo varía según la selección de materiales, procedimiento de construcción y condiciones climáticas. [30] A continuación, se presenta el periodo de análisis según la clasificación de tipo de vías:

**Tabla 18.** Periodo de análisis

Clasificación de la Vía	Periodo de análisis (años)
Urbana de alto volumen de trafico	30-50
Rural de alto volumen de trafico	20-50
Pavimentada de bajo volumen de trafico	15-25
Bajo volumen revestido	10-20

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Tráfico**

El tránsito equivalente (W18) representa a los procedimientos de diseño para vías de alto y bajo volumen de tráfico. Esta en función del número de carriles que se tiene previsto diseñar. Se considera también como el factor destructivo de los ejes sencillos con llantas gemelas y con un peso estándar de 8.2 ton (18000 lb) acumulados durante el periodo de diseño.[31]

**Tabla 19.** Factor de distribución por carril

Número de carriles en cada dirección	% W18 en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Confiabilidad**

La confiabilidad es la probabilidad en que la estructura de pavimento diseñada se desenvolverá para las cargas vehiculares, de transeúntes y condiciones climáticas para el periodo que fue diseñada. Considera las posibles variaciones en la predicción de tráfico y el comportamiento por lo que se obtiene un determinado nivel de seguridad (R).[31]

**Tabla 20.** Niveles de confiabilidad por tipo de vía

Clasificación Funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías libres	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 99	75 -95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 -80	50 - 80

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Desviación estándar normal (Zr)**

Los valores de confiabilidad (R) están asociados directamente con el valor de coeficiente Zr.

**Tabla 21.** Valores de desviación estándar normal

<b>Confiabilidad R (%)</b>	<b>Desviación estándar normal Zr</b>
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 AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Desviación estándar global (So)**

El valor que se selecciona de desviación estándar global debe ser representativo de las condiciones locales. Los valores recomendados para su uso general pueden ser modificados en función de la experiencia para su uso local. [30]

**Tabla 22.** Valores recomendados para la desviación estándar (So)

<b>Condición de Diseño</b>	<b>Desviación Estándar</b>
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 AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

Para los pavimentos flexibles se recomienda utilizar valores entre 0,40 y 0,50.[31]



- **Serviciabilidad**

Para que un pavimento pueda proporcionar a los transeúntes un pase seguro y confortable se necesita una condición la cual va clasificada de muy mala a muy buena. [30]

**Tabla 23.** Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía

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

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Índice de servicio inicial**

Los valores usuales para el valor de servicio de un pavimento recién construido oscilan en el rango de 4,2 para pavimentos flexibles y 4,5 para pavimentos rígidos. [30]

- **Índice de servicio terminal**

El valor mínimo de índice de servicio para un pavimento puede ser entre 1,5 para vías de muy baja importancia y de 2,5 a 3,0 para vías arterias. [30]

- **Perdida o disminución del índice de serviciabilidad**

Una vez establecidos los valores mencionados anteriormente de índice de servicio inicial e índice de servicio terminal se puede determinar la disminución del índice de serviciabilidad mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Donde:

- PSI= Índice de servicio presente
- $\Delta PSI$ = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado
- $P_o$ = Índice de servicio final
- $P_t$ = Índice de servicio final [31]

- **Módulo resiliente (Característica de la Subrasante)**

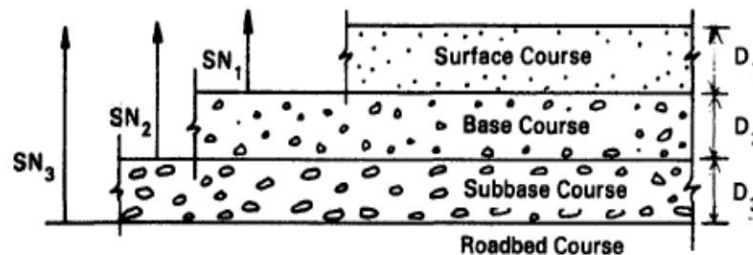
El módulo de resiliente se usa para el diseño de pavimentos flexibles ya que es una medida de la propiedad elástica del suelo que toma en consideración características no lineales. Las expresiones utilizadas para calcular el módulo resiliente a partir del CBR de la subrasante son:

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

$$M_R = 3000 * CBR^{0,65} \quad (7 < CBR \leq 20) \quad (psi)$$

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

- **Determinación de espesores por capa**



**Figura 22.** Espesores de cada capa

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

Mediante la siguiente fórmula es posible calcular los espesores en función del número estructural:

$$SN = (a_1 \times D_1) + (a_2 \times D_2 \times m_2) + (a_3 \times D_3 \times m_3)$$

Donde:

- $a_1$  = coeficiente estructural carpeta asfáltica
- $a_2$  = coeficiente estructural base
- $a_3$  = coeficiente estructural subbase
- $D_1$  = espesor de la carpeta asfáltica
- $D_2$  = espesor de la base
- $D_3$  = espesor de la subbase
- $m_2$  = coeficiente de drenaje para base
- $m_3$  = coeficiente de drenaje para subbase

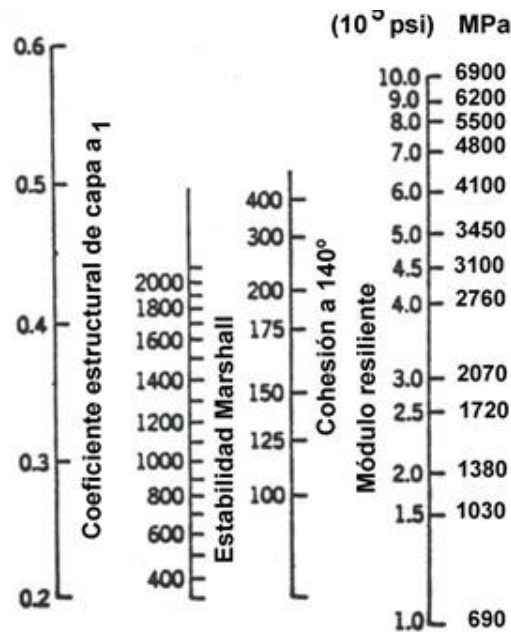
**Tabla 24.** Espesores mínimos según los ejes equivalentes

Transito 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 AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

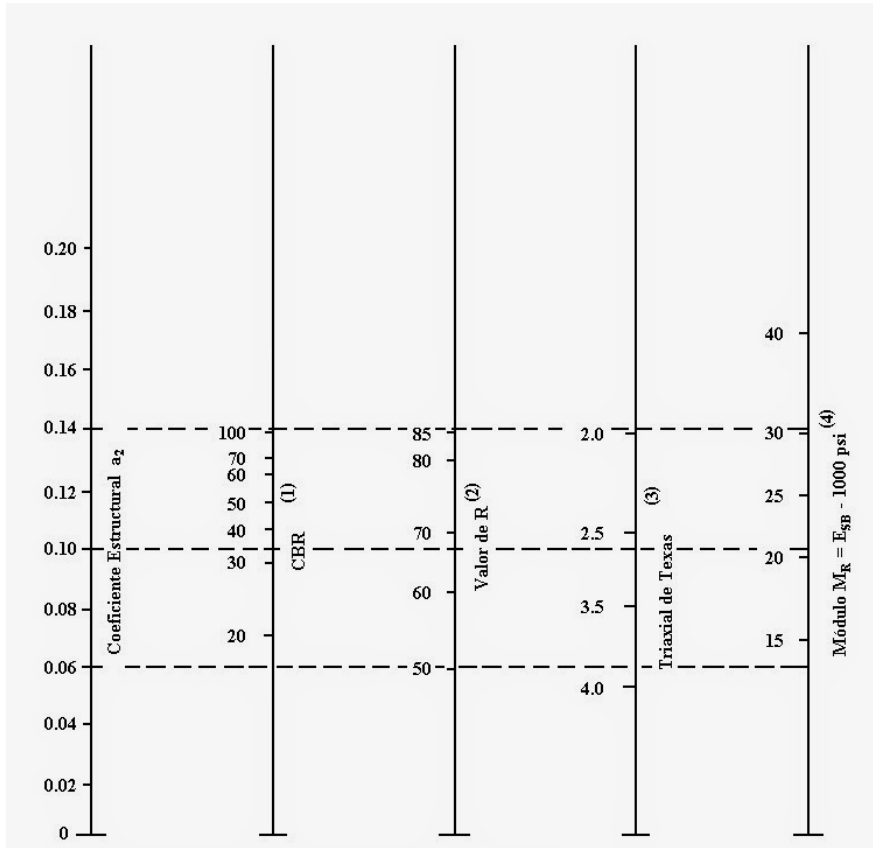
- **Coefficientes estructurales a1,a2 y a3**

Estos coeficientes permiten conocer la capacidad de soporte que requieren las capas de pavimento para poder soportar el peso que genera el tránsito vehicular. Los ensayos que se realizan para obtener estos coeficientes son: modulo resiliente, CBR. Se utilizan ábacos para estimarlos. [30]



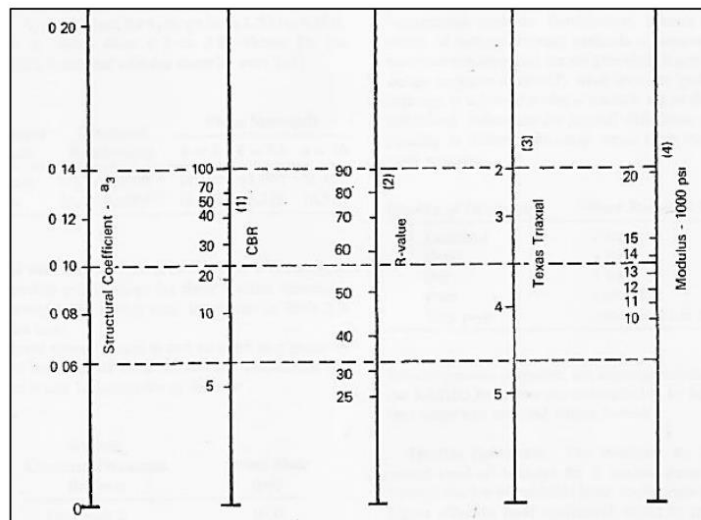
**Figura 23.** Coeficientes estructurales para capas asfálticas

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]



**Figura 24.** Ábaco para la estimación del coeficiente  $a_2$

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]



**Figura 25.** Ábaco para la estimación del coeficiente  $a_3$

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

- **Coefficiente de drenaje**

El coeficiente de drenaje está relacionado con el tiempo en que el agua se demora en ser eliminada de la capa de la base y subbase, de acuerdo con el método AASHTO la calidad del drenaje va como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 25.** Calidad de drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drenara

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos

**Tabla 26.** Coeficiente de drenaje para pavimentos

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 %	Mas 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
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 AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

#### 2.2.5 FASE 4: Zonificación de acuerdo con la clasificación de suelos

Finalmente, en la fase 4 correspondiente al objetivo 4 que es: zonificar las diferentes áreas de las parroquias analizadas en este proyecto, de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas.

Se realizó mediante el análisis de los datos obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio mediante el uso del software ARGIS para identificar de mejor forma en que lugar están ubicadas las muestras de suelo representativas y que tipo de suelo son.

##### 2.2.5.1 Sistema de clasificación AASHTO (American Association of State Highway Officials)

El sistema AASHTO fue creado en 1929 con el fin de obtener la conveniencia de un material para su uso en la construcción de vías, además de que permite determinar la calidad de suelos con el objeto de utilizarlos como: subrasantes, subbases y bases.

El suelo inorgánico es dividido en siete grupos los cuales están designados del A-1 al grupo A-7. Se considera al grupo A-1 el mejor suelo para ser usado como material de la subrasante ya que es un suelo bien graduado compuesto por algunos tipos de suelos como arena y grava y pequeños porcentajes de arcilla.

Los grupos A-1, A-2 y A-3 son suelos granulares donde el 35% o menos pasan el tamiz N° 200. Por otro lado, los grupos restantes A-4, A-5, A-6 y A-7 pasan más del 35% el tamiz N° 200. Los suelos inorgánicos se clasifican en el grupo A-8. [13]

Se clasifican por su índice de grupo (IG) cualquier grupo de suelo que contenga finos, lo que se traduce como: a mayor IG, menor calidad tiene el suelo. El sistema AASHTO clasifica a suelo según los siguientes criterios:

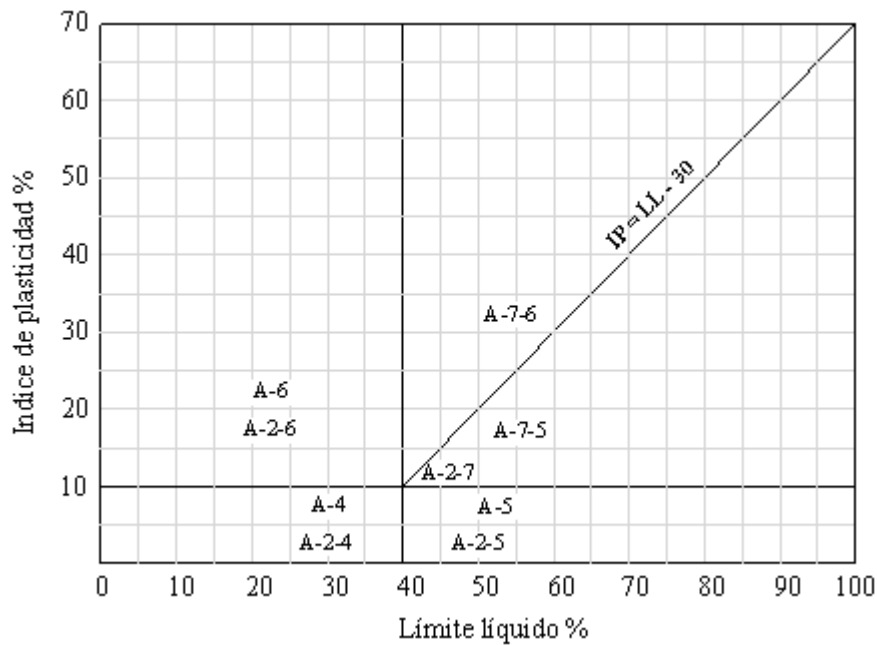
- Tamaño de partícula (% que pasan los tamices N° 10, N° 40 y N° 200)
- Plasticidad (límite líquido, índice de plasticidad)
- Sobre tamaños (no se consideran, pero se registran)

A continuación, se presenta la tabla general utilizada para la clasificación de suelos AASHTO:

**Tabla 27.** Clasificación de suelos AASHTO

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (MENOS DEL 35% PASA POR EL TAMIZ N° 200)							MATERIALES LAMINARES (MAS DEL 35% PASA POR EL TAMIZ N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Subgrupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5 A-7-6
Análisis granulométrico:											
% que paso el tamiz: N°10 N°40 N°200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	51 máx. 10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min	36 min	36 min	36 min
características de la fracción que pasa por el tamiz N°40 Límite Líquido índice de plasticidad (1)	6 máx.	6 máx.	No plástico	40 máx. 10 máx.	41 min 10 máx.	40 máx. 11 min	41 min 11 min	40 máx. 10 máx.	41 min 10 máx.	40 máx. 11 min	41 min (1) 11 min
índice del grupo (2)	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de materiales preponderantes	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limpia o arcillosa				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valor general como cemento	Excelente a bueno					Regular a malo					

**Fuente:** Braja Das. Fundamentos de ingeniería Geotecnia. [19]



**Figura 26.** Rangos de límite líquido e índice de plasticidad según la división de los siete grupos

**Fuente:** Braja Das. Fundamentos de ingeniería Geotecnia. [19]

### 2.2.5.2 Sistema unificado de clasificación de suelo SUCS

El ingeniero Arthur Casagrande desarrolló el sistema SUCS en 1948 con la finalidad de utilizarlos en la construcción principalmente de aeropuertos.

El sistema SUCS clasifica al suelo según los siguientes criterios:

- Porcentaje de grava y de arena
- Porcentaje de finos
- Límite líquido e índice de plasticidad
- Coeficiente de gradación (Cc) y coeficiente de uniformidad (Cu)

El método SUCS analiza al suelo según su granulometría: suelos cohesivos (limo y arcilla) o suelos granulares (grava y arena). Las gravas se las puede representar con la letra “G” mayúscula, si más del 50% de material granular es retenido por el tamiz N° 4. Para el caso de las arenas, se representa con la letra “S” mayúscula, si el 50% o más de material pasa el tamiz N° 4. [32]

Se puede clasificar tanto gravas como arenas de la siguiente forma:

**W** = bien gradada

**P** = mal gradada

**M** = limosas

**C** = arcillosas

Los suelos cohesivos se clasifican con los siguientes sufijos:

**M** = limo

**C** = arcilla

**O** = suelo orgánico

**L** = baja plasticidad

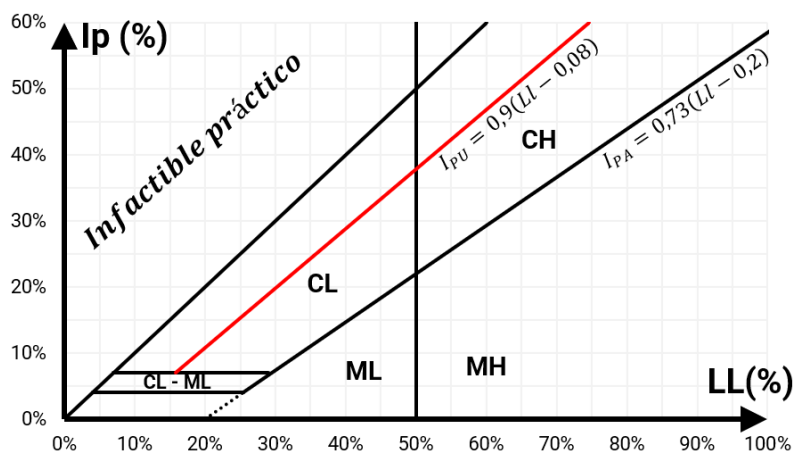
**H** = alta plasticidad



**Tabla 28.** Sistema de clasificación SUCS

Divisiones mayores		Símbolo	Nomenclatura	Criterios de clasificación para suelos granulares			
Suelos de grano grueso (más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz N° 4)	Gravas Limpias (Pocos o ningún fino)	GW	Gravas bien graduadas, mezcladas	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$		
				gravosas, pocos o ningún fino.	$Cc = 1 < D_{230}/D_{10} * D_{60} < 3$		
		Gravas con finos (Cantidad apreciable de finos)	GP	Gravas pobremente graduadas, mezcladas grava-arena, pocos o ningún fino.	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW		
			GM	Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$	
			GC	Gravas arcillosas, mezcla grava-arena-arcilla.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	se considera de frontera y se les asigna doble símbolo	
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 4)	Arenas Limpias (Poco o ningún fino)	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$		
			SP	Arenas pobremente graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW		
		Arenas con finos (Cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo.	Límite de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	Si el material esta con $4 < I_p < 7$ se considera de	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límite de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	frontera y se les asigna doble símbolo.	
Suelos de grano fino (más del 50 % del material pasa el tamiz N° 200)	Limos y arcillas (límite líquido WL < 50)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con poca plasticidad.	<i>“Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz N° 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue:                      Menos del 5% - GW, GP, SW, SPMás del 12% - GM, GC, SM, SC                      De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo”.</i>			
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a mediana, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.				
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad				
	Limos y arcillas (límite líquido WL > 50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos arenosos finos, suelos elásticos.				
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.				
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos.				
	Suelos orgánicos	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos.				

**Fuente:** Joseph E. Bowles. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. [17]



**Figura 27.** Rangos de plasticidad de suelos

**Fuente:** Joseph E. Bowles. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. [17]

**Tabla 29.** Nombres típicos de los materiales

GRUPO	NOMBRES TÍPICOS DEL MATERIAL
<b>GW</b>	Poco o ningún fino, grava bien gradada, mezclas gravosas
<b>GP</b>	Poco o ningún fino, grava mal gradada, mezclas grava-arena
<b>GM</b>	Grava limosa, mezclas grava, arena, limo
<b>GC</b>	Grava arcillosa, mezclas grava-arena arcillosas
<b>SW</b>	Arena bien gradada
<b>SP</b>	Arena mal gradada, arenas gravosas, poco o ningún fino
<b>SM</b>	Arenas limosas, mezcla arena-limo
<b>SC</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico
<b>ML</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa)
<b>CL</b>	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
<b>OL</b>	Limos inorgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
<b>MH</b>	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos (ambiente marino, naturaleza orgánica silíceo), suelos elásticos
<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas gruesas
<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
<b>Pt</b>	Turba (carbón en formación) y otros suelos altamente orgánicos

**Fuente:** G. Duque. Mecánica de Suelos [14]

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presenta a continuación los resultados que se obtuvieron de las propiedades índice y mecánicas de cada uno de los ensayos tanto de campo como de laboratorio de las 12 muestras representativas de suelo de las parroquias: Pujilí y La Victoria, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

**Tabla 30.** Nomenclatura de variables usadas en los ensayos de laboratorio y campo

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Wnat	Humedad Natural	%
Cu	Coefficiente de Uniformidad	-
Cc	Coefficiente de Curvatura	-
D10	Diámetro Efectivo	mm
D30	Diámetro Equiparable	mm
D60	Diámetro Dimensional	mm
G	Contenido de Grava	%
S	Contenido de Arena	%
F	Contenido de Finos	%
Gs	Gravedad Específica de Sólidos	Adimensional
e	Relación de vacíos	Adimensional
LL	Limite Líquido	%
LP	Limite Plástico	%
IP	Índice Plástico	%
n	Porosidad	%
Gw	Grado de saturación del Agua	%
Ga	Grado de Saturación del Aire	%
$\gamma_m$	Densidad húmeda in situ	g/cm <sup>3</sup>
$\gamma_d$	Densidad seca in situ	g/cm <sup>3</sup>
Wopt	Humedad óptima	%
GC	Grado de compactación	%
0.1 in	CBR para 0.1 pulgadas de penetración	%
0.2 in	CBR para 0.2 pulgadas de penetración	%
DN	Índice de Penetración	mm/golpe
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	-
ASHTO	Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte Oficial	-

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

## FASE 1: Ensayos de campo y laboratorio

### 3.1.1 Propiedades índice

#### 3.1.1.1 Densidad de campo

Mediante el ensayo de cono y arena de Ottawa se realizó la determinación de la densidad de campo con la finalidad de obtener las propiedades del suelo correspondientes a: contenido de humedad natural, relación de vacíos, grado de saturación del agua, porosidad y grado de saturación del aire.

**Tabla 31.** Resumen de resultados del ensayo Densidad de Campo

DENSIDAD DE CAMPO								
PUNTO	PARROQUIA	Humedad natural $\omega$ %	Peso volumétrico del suelo ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) ( $\gamma_m$ )	Densidad seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) ( $\gamma_d$ )	Relación de vacíos (e)	Porosidad (n)	Grado de saturación del agua ( $G_w$ %)	Grado de saturación del aire ( $G_a$ %)
1	La Victoria	18,56	1,654	1,397	0,887	47,01%	54,20%	45,80%
2	La Victoria	21,32	1,67	1,365	0,966	49,13%	54,61%	45,39%
3	La Victoria	11,33	1,738	1,555	0,62	38,26%	46,80%	53,20%
4	La Victoria	22,95	1,662	1,352	0,952	48,77%	62,85%	37,15%
5	La Victoria	24,03	1,562	1,254	1,133	53,13%	58,31%	41,69%
6	Pujilí	19,63	1,5	1,247	1,06	51,45%	50,94%	49,06%
7	Pujilí	26,75	1,651	1,303	0,992	49,80%	69,45%	30,55%
8	Pujilí	13,53	1,658	1,453	0,814	44,86%	38,51%	61,49%
9	Pujilí	21,04	1,578	1,304	0,901	47,40%	54,31%	45,69%
10	Pujilí	18,34	1,546	1,306	0,908	47,59%	50,03%	49,97%
11	Pujilí	24,84	1,645	1,322	1,104	52,47%	60,56%	39,44%
12	Pujilí	20,18	1,608	1,345	0,924	48,02%	55,59%	44,41%

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

De acuerdo con la siguiente tabla de resumen, la densidad húmeda del suelo varía entre los valores de:  $1,500 \text{ gr}/\text{cm}^3$  a  $1,738 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , mientras que para la densidad seca in situ entre los rangos de:  $1,247 \text{ gr}/\text{cm}^3$  a  $1,555 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , siendo el valor más repetido en el rango de 1,300 por lo que indica que las muestras representativas de suelo corresponden a suelos friccionantes. Según la **Tabla 4** correspondiente a los valores de densidad seca el rango mencionado anteriormente pertenece a arenas limosas. [12]

En el caso del contenido de humedad los valores varían entre: 11,33 % a 26,75 % lo que representa el contenido de agua va de bajo a medio. La relación de vacíos tiene valores de entre: 0,620 hasta 1,133 esto indica que los suelos de las parroquias Pujilí y La Victoria se encuentran compactados. La porosidad tiene valores de: 38,26 % a 53,13 % lo que indica que se encuentra compactado o sólido.[15]

El grado de saturación del agua tiene rangos entre: 38,51 % - 69,45%, se considera que las muestras de suelo están saturadas con agua ya que la mayoría de las muestras están cercanas al rango 100%, mientras que para el grado de saturación del aire los valores varían entre: 30,55% a 61,49%, es decir, están idealmente compactados o sin aire. [15]

### 3.1.1.2 Gravedad específica

**Tabla 32.** Tabla resumen de gravedad específica

PUNTO	PARROQUIA	GRAVEDAD ESPECIFICA
1	La Victoria	2,641
2	La Victoria	2,755
3	La Victoria	2,525
4	La Victoria	2,646
5	La Victoria	2,672
6	Pujilí	2,549
7	Pujilí	2,6
8	Pujilí	2,693
9	Pujilí	2,511
10	Pujilí	2,496
11	Pujilí	2,793
12	Pujilí	2,58

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

En base a la tabla 34, se observa que los valores correspondientes al ensayo de gravedad específica oscilan entre los valores de: 2,496 – 2,793, siendo en su mayoría valores más cercanos al rango de: 2,60- 2,70 pertenecientes al tipo de suelo arenas limosas como lo indica la **Tabla 6** correspondiente a la gravedad específica de los suelos.

### 3.1.1.3 Granulometría

Mediante el ensayo de granulometría se observó que no existe presencia de gravas ya que el porcentaje de las 12 muestras representativas de suelo fue de 0%, en el caso de las arenas el porcentaje fue predominante teniendo valores entre: 73,50 % a 92,65%. Finalmente, en el caso de la cantidad de finos, el rango oscila entre: 7,35% a 26,50%.

Una vez obtenidos los porcentajes de grava, arena y finos, se calculó el coeficiente de uniformidad (Cu), 6 de las 12 muestras ensayadas tienen valores mayores a 3, lo que significa que son suelos bien graduados. En el caso del coeficiente de curvatura (Cc), 3

de las 12 muestras contienen valores entre el rango 1-3 por lo que indica que son suelos bien graduados.[18]

**Tabla 33.** Resumen de resultados ensayo Granulometría

PUNTO	PARROQUIA	GRANULOMETRÍA			Cu	Cc
		Grava	Arena	Finos		
1	La Victoria	0,00%	74,94%	25,06%	2,846	0,65
2	La Victoria	0,00%	80,87%	19,13%	6,4	0,76
3	La Victoria	0,00%	83,18%	16,82%	2,5	0,72
4	La Victoria	0,00%	73,50%	26,50%	2,462	0,68
5	La Victoria	0,00%	79,43%	20,57%	5,769	0,92
6	Pujilí	0,00%	84,40%	15,60%	5	0,8
7	Pujilí	0,00%	85,59%	14,41%	2,714	0,75
8	Pujilí	0,00%	75,70%	24,30%	4,082	0,86
9	Pujilí	0,00%	90,76%	9,24%	3,556	1,25
10	Pujilí	0,00%	88,00%	12,00%	5,714	1,03
11	Pujilí	0,00%	92,65%	7,35%	2,874	1,66
12	Pujilí	0,00%	76,53%	23,47%	3,167	0,6

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### 3.1.1.4 Límites de Atterberg

**Tabla 34.** Resumen resultados ensayos Límites de Atterberg

PUNTO	PARROQUIA	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
1	La Victoria	23,86	20,76	3,1
2	La Victoria	30,07	28,11	1,96
3	La Victoria	25,77	22,84	2,93
4	La Victoria	24,34	22,71	1,63
5	La Victoria	22,71	21,23	1,48
6	Pujilí	21,84	19,59	2,25
7	Pujilí	19,83	18,55	1,28
8	Pujilí	25,96	24,95	1,01
9	Pujilí	30,74	27,36	3,38
10	Pujilí	22,62	20,86	1,76
11	Pujilí	23,02	21,05	1,97
12	Pujilí	26,96	25,72	1,24

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Mediante el ensayo de límite líquido se obtuvo valores que oscilan entre el rango de: 19,83% - 30,74%, en el caso del ensayo de límite plástico los valores fueron de: 18,55% a 28,11%, dando como resultado suelos de baja plasticidad ya que los porcentajes son menores al 50%.

En lo referente al índice de plasticidad los valores oscilan entre el rango de: 1,01 a 3,38 lo que indica que son suelos poco arcillosos y que tienen ligera plasticidad, como lo muestra la **Tabla 8**. [15]

### 3.1.2 Propiedades Mecánicas

#### 3.1.2.1 Proctor Modificado

Mediante el ensayo de Proctor Modificado se permitió determinar el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima del suelo de las 12 muestras representativas de suelo.

**Tabla 35.** Resumen de resultados ensayo Proctor Modificado

PUNTO	PARROQUIA	PROCTOR MODIFICADO		
		$\gamma_{max}$	W <sub>óptima</sub>	G <sub>c</sub>
1	La Victoria	1,524	13,00%	91,67%
2	La Victoria	1,749	11,50%	78,04%
3	La Victoria	1,678	16,80%	92,67%
4	La Victoria	1,653	20,50%	81,79%
5	La Victoria	1,7	15,60%	73,76%
6	Pujilí	1,565	16,50%	79,68%
7	Pujilí	1,59	17,00%	81,95%
8	Pujilí	1,705	15,50%	85,22%
9	Pujilí	1,89	12,50%	68,99%
10	Pujilí	1,775	13,00%	73,58%
11	Pujilí	1,578	15,00%	83,78%
12	Pujilí	1,532	18,00%	87,79%

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

De acuerdo con la tabla 37, los valores de densidad seca máxima oscilan entre el rango de 1,524 – 1,755 gr/cm<sup>3</sup> y con un contenido de humedad óptimo entre 11,50 % - 20,50%.

#### 3.1.2.3 DCP (Penetrómetro Dinámico de Cono)

Los valores que se obtuvieron del índice de penetración van en el rango de: 11,17 a 32,52 mm/golpe, por lo que significa que la muestra 6 perteneciente a la parroquia de Pujilí se encontraba más compactada y tenía mayor resistencia a la penetración.

**Tabla 36.** Resumen resultados de ensayo DCP

PUNTO	PARROQUIA	DCP
		DN
1	La Victoria	24,47
2	La Victoria	22,9
3	La Victoria	19,24
4	La Victoria	32,52
5	La Victoria	21,49
6	Pujilí	15,4
7	Pujilí	29,52
8	Pujilí	11,17
9	Pujilí	16,04
10	Pujilí	21,9
11	Pujilí	27,33
12	Pujilí	22,11

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### 3.1.2.3 CBR

**Tabla 37.** Resumen resultados ensayo CBR

PUNTO	PARROQUIA	CBR (95% Máx.)		
		0.1 in	0.2 in	MAXIMO
1	La Victoria	12,00%	18,00%	18,00%
2	La Victoria	15,00%	16,40%	16,40%
3	La Victoria	8,90%	12,00%	12,00%
4	La Victoria	15,20%	16,10%	16,10%
5	La Victoria	14,30%	14,60%	14,60%
6	Pujilí	20,00%	24,20%	24,20%
7	Pujilí	10,00%	12,10%	12,10%
8	Pujilí	23,50%	24,30%	24,30%
9	Pujilí	20,00%	22,10%	22,10%
10	Pujilí	12,60%	14,80%	14,80%
11	Pujilí	11,00%	12,50%	12,50%
12	Pujilí	12,20%	13,40%	13,40%

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Los resultados del ensayo CBR realizadas a las 12 muestras representativas de suelos de las parroquias: Pujilí y la Victoria se muestran en la tabla 39, los valores se encuentran en el rango de 11,80 % - 24,30 %, lo que indica que va de regular a buena según la **Tabla II**. [17]



### 3.1.2.4 Tabla resumen: Ensayos de campo y laboratorio

**Tabla 38.** Resumen de resultados de los ensayos. Propiedades índices.

PUNTO	SECTOR	$\omega$ %	GRANULOMETRÍA			LL	LP	IP	Gs	DENSIDAD DE CAMPO					
			%G	%S	%F					e	n	Gw %	Ga %	$\gamma_m$	$\gamma_d$
			1	Parroquia 11 de Nov.	18,56					0,00%	74,94%	25,06%	23,86	20,76	3,1
2	Parroquia 11 de Nov.	21,32	0,00%	80,87%	19,13%	30,07	28,11	1,96	2,755	0,966	49,13%	54,61%	45,39%	1,67	1,365
3	Quinta la Victoria	11,33	0,00%	83,18%	16,82%	25,77	22,84	2,93	2,525	0,62	38,26%	46,80%	53,20%	1,738	1,555
4	Quinta la Victoria	22,95	0,00%	73,50%	26,50%	24,34	22,71	1,63	2,646	0,952	48,77%	62,85%	37,15%	1,662	1,352
5	Quinta la Victoria	24,03	0,00%	79,43%	20,57%	22,71	21,23	1,48	2,672	1,133	53,13%	58,31%	41,69%	1,562	1,254
6	San Andrés de Pilalo	19,63	0,00%	84,40%	15,60%	21,84	19,59	2,25	2,549	1,06	51,45%	50,94%	49,06%	1,5	1,247
7	San Andrés de Pilalo	26,75	0,00%	85,59%	14,41%	19,83	18,55	1,28	2,6	0,992	49,80%	69,45%	30,55%	1,651	1,303
8	Hacienda San Isidro	13,53	0,00%	75,70%	24,30%	25,96	24,95	1,01	2,693	0,814	44,86%	38,51%	61,49%	1,658	1,453
9	Hacienda San Isidro	21,04	0,00%	90,76%	9,24%	30,74	27,36	3,38	2,511	0,901	47,40%	54,31%	45,69%	1,578	1,304
10	Quinta San Luis	18,34	0,00%	88,00%	12,00%	22,62	20,86	1,76	2,496	0,908	47,59%	50,03%	49,97%	1,546	1,306
11	Quinta San Luis	24,84	0,00%	92,65%	7,35%	23,02	21,05	1,97	2,793	1,104	52,47%	60,56%	39,44%	1,645	1,322
12	Quinta San Luis	20,18	0,00%	76,53%	23,47%	26,96	25,72	1,24	2,58	0,924	48,02%	55,59%	44,41%	1,608	1,345

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Tabla 39.** Resumen de resultados de los ensayos. Propiedades mecánicas.

PUNTO	SECTOR	PROCTOR MODIFICADO			CBR (95% $\gamma_{max}$ )			DCP
		$\gamma_{max}$	Wóptima	Gc	0.1 in	0.2 in	MAXIMO	DN
1	Parroquia 11 de Nov.	1,524	13,00%	91,67%	12,00%	18,00%	18,00%	24,47
2	Parroquia 11 de Nov.	1,749	11,50%	78,04%	15,00%	16,40%	16,40%	22,9
3	Quinta la Victoria	1,678	16,80%	92,67%	8,90%	12,00%	12,00%	19,24
4	Quinta la Victoria	1,653	20,50%	81,79%	15,20%	16,10%	16,10%	32,52
5	Quinta la Victoria	1,7	15,60%	73,76%	14,30%	14,60%	14,60%	21,49
6	San Andrés de Pilalo	1,565	16,50%	79,68%	20,00%	24,20%	24,20%	15,4
7	San Andrés de Pilalo	1,59	17,00%	81,95%	10,00%	12,10%	12,10%	29,52
8	Hacienda San Isidro	1,705	15,50%	85,22%	23,50%	24,30%	24,30%	11,17
9	Hacienda San Isidro	1,89	12,50%	68,99%	20,00%	22,10%	22,10%	16,04
10	Quinta San Luis	1,775	13,00%	73,58%	12,60%	14,80%	14,80%	21,9
11	Quinta San Luis	1,578	15,00%	83,78%	11,00%	12,50%	12,50%	27,33
12	Quinta San Luis	1,532	18,00%	87,79%	12,20%	13,40%	13,40%	22,11

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

## FASE 2: Correlaciones

### 3.1.3 Correlaciones

Para el análisis de las correlaciones se categorizó mediante rangos los coeficientes de correlaciones, según la tabla 11, con los resultados obtenidos de cada uno de los ensayos realizados.

#### 3.1.3.1 Resumen de Correlaciones

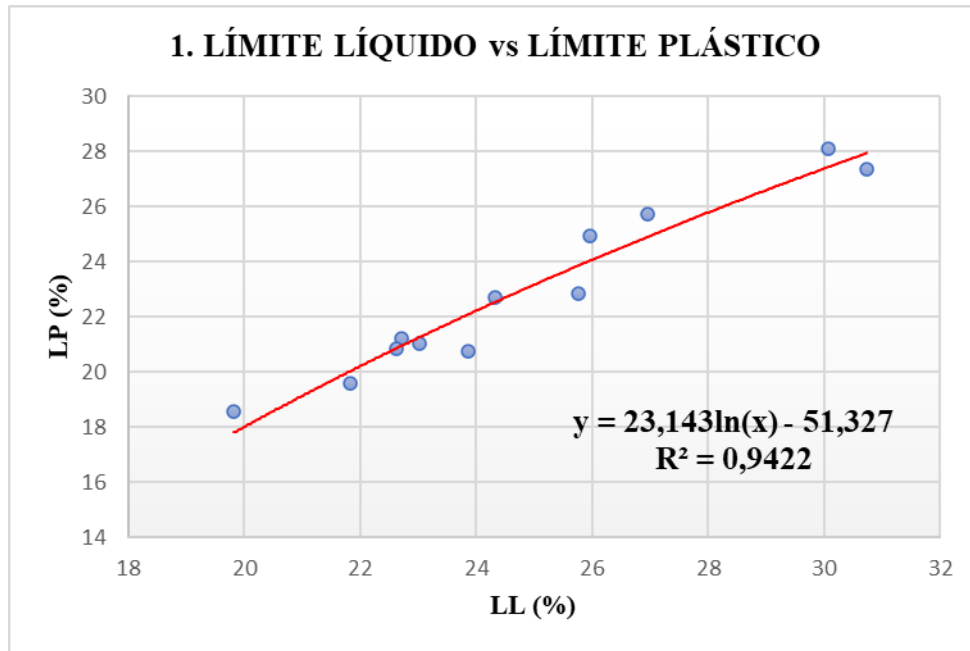
**Tabla 40.** Tabla de resumen de correlaciones

N.	Ecuación	Coefficiente de Correlación (R <sup>2</sup> %)	Tipo de Función	Nº Muestras	Figura
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
1	$LP = 23,143 \ln(LL) - 51,327$	94	Logarítmica	12	28
2	$Gw = 0,0657 (W \text{ nat})^2 + 0,9346(W \text{ nat}) + 45,446$	81	Polinómica	12	29
3	$Ga = -1,5702 (W \text{ nat}) + 77,04$	79	Lineal	12	30
4	$Yd \text{ in situ} = 2,4821 W \text{ nat}^{-0,202}$	79	Potencial	11	31
5	$Yd \text{ in situ} = -0,5595 e^{+1,8752}$	78	Lineal	12	32
6	$Yd \text{ in situ} = 2,6684 e^{-0,014 n}$	81	Exponencial	12	33
7	$n = 13,9091 \ln(W \text{ nat}) + 6,4143$	84	Logarítmica	11	34
8	$Yd \text{ in situ} = 0,0008 Ga^2 - 0,0576Ga + 2,3717$	51	Polinómica	10	35
9	$Wnat = 31,36 - 2,295 LL - 2,954 LP$	51	Lineal	10	36
10	$Yd \text{ in situ} = 1,592 - 0,015 Wnat + 0,003 LL$	62	Lineal	10	37
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS E ÍNDICE</b>					
11	$Yd \text{ max} = 2,429 e^{-0,025(W \text{ opt})}$	63	Exponencial	10	38
12	$Yd \text{ max} = 0,6511 \ln(LP) - 0,3645$	69	Logarítmica	10	39
13	$Yd \text{ in situ} = 0,0004(Gc)^2 - 0,06 Gc + 3,4183$	66	Polinómica	10	40
14	$Yd \text{ max} = 1,137 + - 0,006 LL + 0,030 LP$	63	Lineal	10	41
<b>CORRELACIONES ENTRE DN y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
15	$DN = 90,221 e^{-0,032Ga}$	69	Exponencial	10	42
16	$DN = 0,2188LL^2 - 12,178 LL + 178,16$	53	Polinómica	10	43
17	$DN = 0,2439 LP^2 - 12,645 LP + 181,69$	56	Polinómica	10	44
18	$Yd \text{ max} = 1,192 - 0,002DN + 0,023 LP$	52	Lineal	10	45
19	$Yd \text{ max} = 1,163 - 0,001DN + 0,022LL$	53	Lineal	10	46
20	$\gamma d \text{ in situ} = 1,634 - 0,023 Want + 0,008 DN$	78	Lineal	10	47
<b>CORRELACIONES ENTRE CBR y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
21	$CBR = -0,9598 Want + 37,798$	58	Lineal	10	48
22	$CBR = 1902,9 Gw^{-1,19}$	59	Potencial	10	49
23	$CBR = 0,0063 Ga^2 - 0,1823Ga + 11,805$	59	Polinómica	10	50
24	$CBR = 105,9 DN^{0,615}$	67	Polinómica	12	51
25	$CBR = 118,772 - 1,185 Want - 57,740 Yd \text{ in situ}$	68	Lineal	10	52
26	$CBR = 24,076 - 0,597 DN + 34,060 Wopt$	53	Lineal	10	53

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### 3.1.3.1.1 Correlación No.1

#### Límite Líquido vs Límite Plástico



**Figura 28.** Correlación LL vs LP

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $LP = 23,143 \ln(LL) - 51,327$

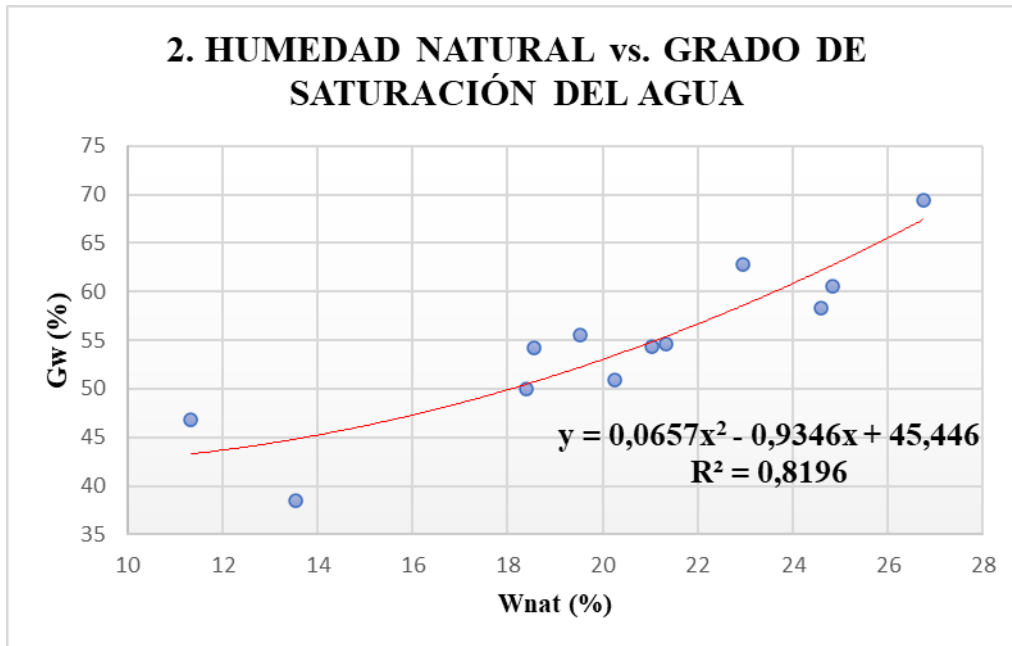
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 94,22%

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación logarítmica simple entre las propiedades: límite líquido (LL) y límite plástico (LP), se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 94,22%, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 28, se aprecia la relación directamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras aumenta el límite líquido, la plasticidad también aumenta. Cuando el suelo necesita mayor contenido de humedad para pasar de un estado líquido a un estado plástico se entiende que estará conformado en su mayoría por partículas finas ya que tendrán más absorción.

### 3.1.3.1.2 Correlación No.2

#### Humedad Natural vs Grado de saturación del agua



**Figura 29.** Correlación W nat vs Gw

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $Gw = 0,0657 W nat^2 + 0,9346W nat + 45,446$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 81,96 %

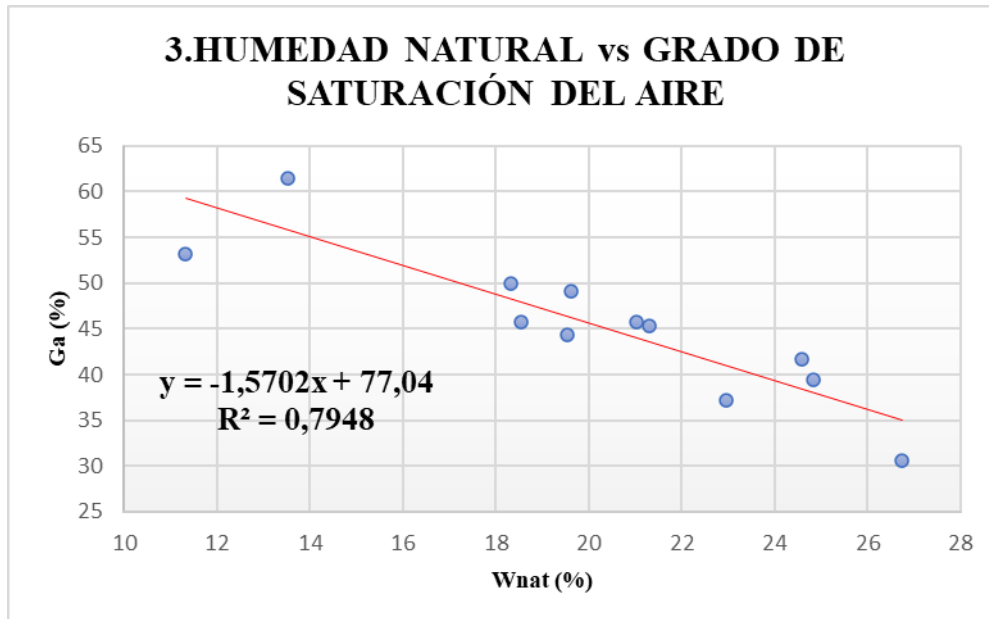
#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación polinómica simple de grado 2 entre el contenido de humedad natural (W nat) y el grado de saturación del agua (Gw), se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 81,96 %, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 29, se aprecia la relación directamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras mayor es el contenido de humedad natural del suelo, mayor será el grado de saturación del agua.

El grado de saturación del agua es la relación entre los volúmenes de: agua y vacíos, por ello al aumentar el contenido de humedad de una muestra de suelo, se reduce el volumen de vacíos ocupados por el agua.

### 3.1.3.1.3 Correlación No.3

#### Humedad Natural vs Grado de saturación del aire



**Figura 30.** Correlación W nat vs Ga

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $Ga = -1,5702 W nat + 77,04$

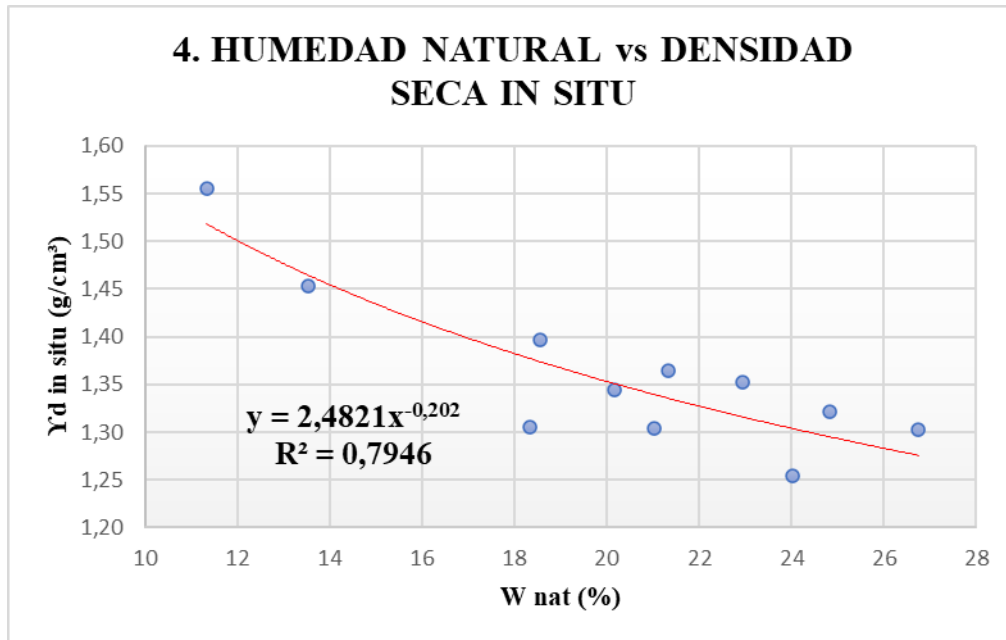
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 79,48 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal simple negativa entre el contenido de humedad natural (W nat) y el grado de saturación del aire (Ga), se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 79,48%, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 30, se aprecia la relación inversamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras mayor contenido de humedad presente una muestra de suelo, menor grado de saturación de aire tendrá. Si un suelo contiene demasiada agua, la presencia de aire no será mucha por lo que se diría que esa muestra de suelo esta compacta, en el caso de que el suelo no tenga presencia de aire, los espacios intergranulares estarán conformados por agua.

### 3.1.3.1.4 Correlación No.4

#### Humedad Natural vs Densidad seca in situ



**Figura 31.** Correlación W nat vs  $\gamma d$  in situ

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma d \text{ in situ} = 2,4821 W \text{ nat}^{-0,202}$

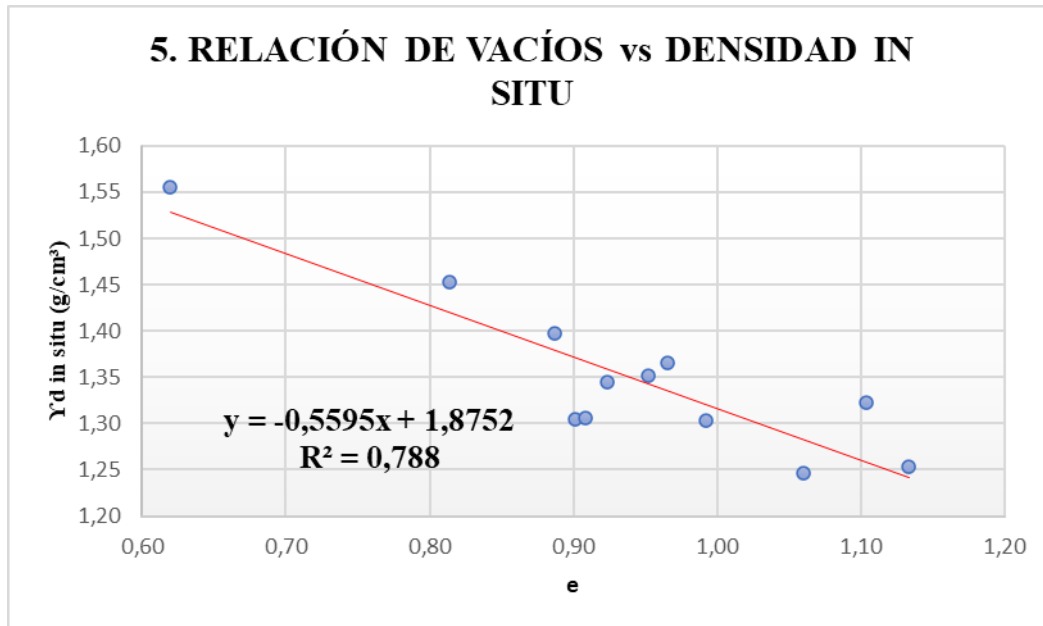
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 79,46 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación potencial simple negativa entre el contenido de humedad natural (W nat) y la densidad seca in-situ se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 82,03%, para ello se utilizaron las 11 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 31, se aprecia la relación inversamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras mayor densidad seca in-situ presente una muestra de suelo, menor será el contenido de humedad del mismo, es decir el suelo empieza a estar saturado de agua y su densidad baja ya que va perdiendo su resistencia.

### 3.1.3.1.5 Correlación No.5

#### Relación de vacíos vs Densidad seca in situ



**Figura 32.** Correlación e vs  $\gamma_d$  in situ

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma_d$  in situ =  $-0,5595 (e) + 1,8752$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 78,80 %

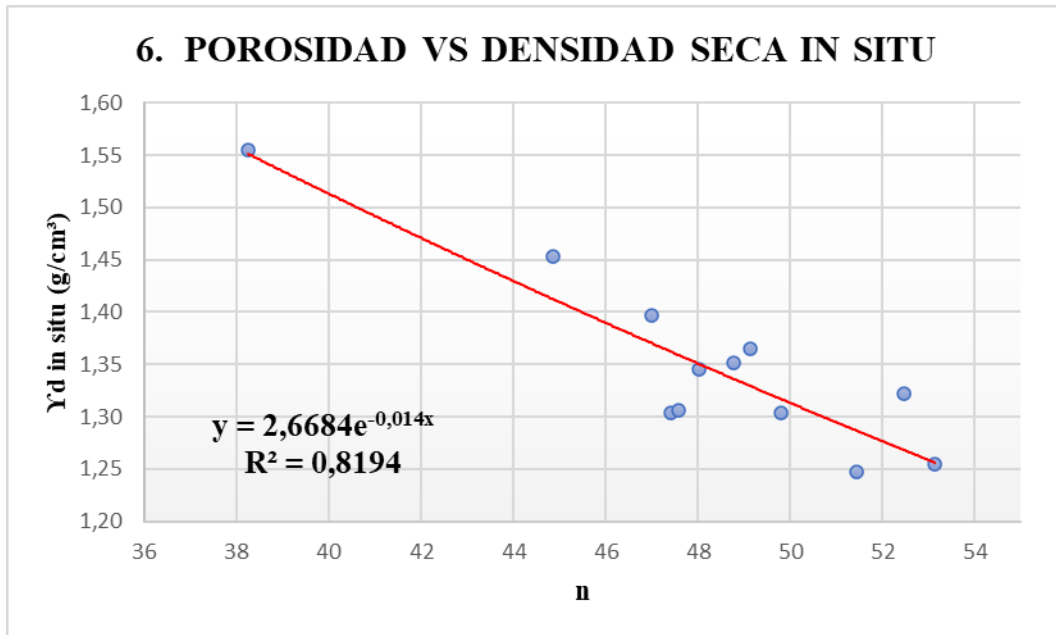
#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal simple negativa entre la relación de vacíos y la densidad seca in-situ se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 78,80%, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 32, se aprecia la relación inversamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras más denso se encuentre el suelo, menor porcentaje de vacíos tendrá.



### 3.1.3.1.6 Correlación No.6

#### Porosidad vs Densidad seca in situ



**Figura 33.** Correlación n vs  $\gamma d$  in situ

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma d \text{ in situ} = 2,6684 e^{-0,014 n}$

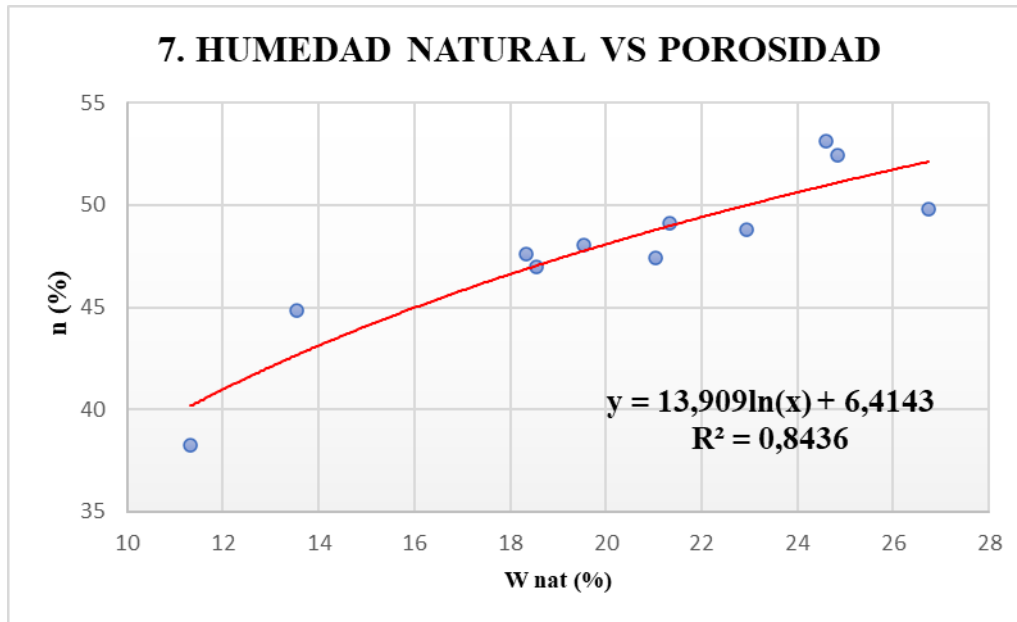
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 81,94 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación exponencial simple entre la porosidad y la densidad seca in situ se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 81,94 %, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 33, se aprecia la relación inversamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras más denso se encuentre el suelo, menor porcentaje de porosidad tendrá.

### 3.1.3.1.7 Correlación No.7

#### Humedad natural vs porosidad



**Figura 34.** Correlación W nat vs n

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $n = 13,9091 \ln(W \text{ nat}) + 6,4143$

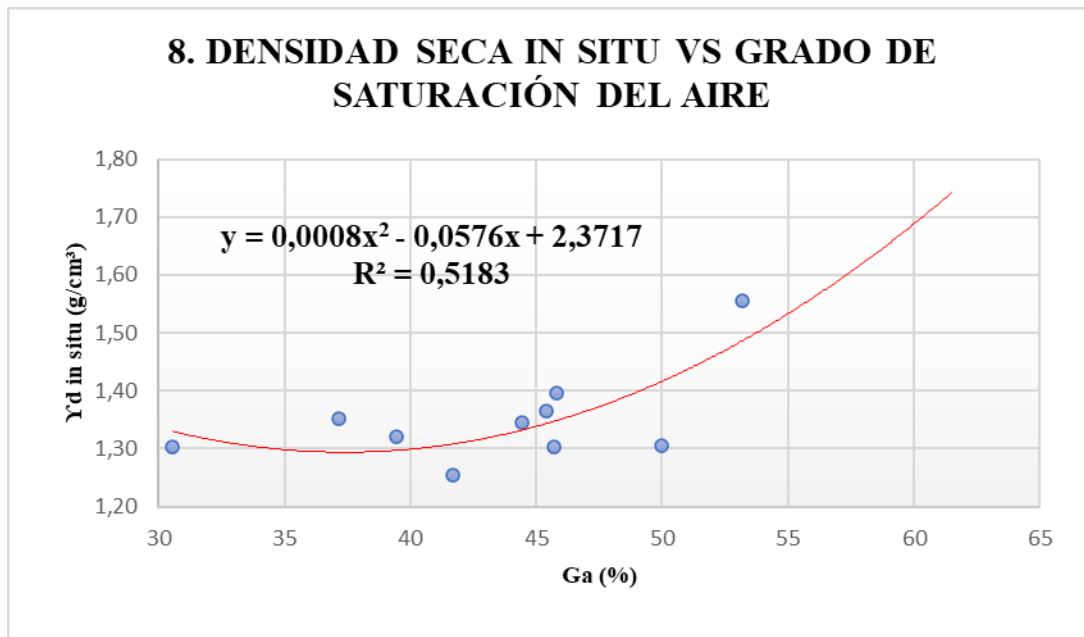
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 84,36 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación logarítmica simple entre la humedad natural y la porosidad se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 84,36 %, para ello se utilizaron 11 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 34, se aprecia la relación directamente proporcional entre las dos propiedades índice analizadas, esto significa que, mientras aumenta el contenido de humedad de la muestra de suelo, también aumentará su porosidad.

### 3.1.3.1.8 Correlación No.8

#### Densidad seca in situ vs grado de saturación del aire



**Figura 35.** Correlación  $\gamma_d$  in situ vs LP-LL

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ in situ} = 0,0008 Ga^2 - 0,0576 Ga + 2,3717$

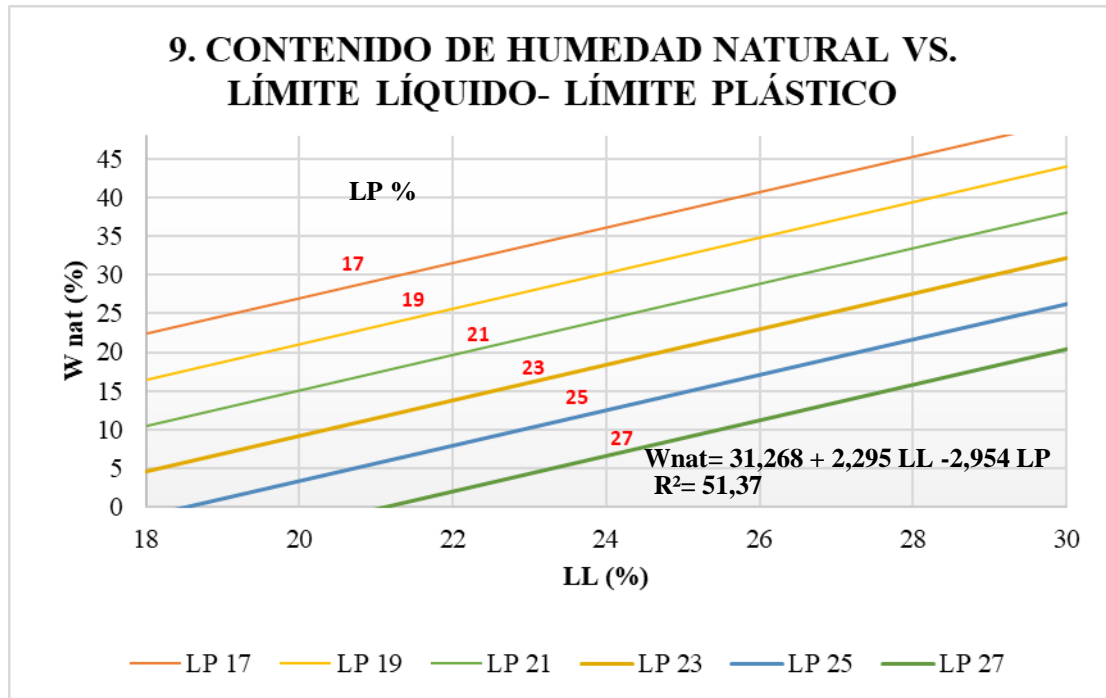
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 51,83 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación polinómica simple de grado 2 entre la densidad seca in situ vs el grado de saturación del aire, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 51,83 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 35, se aprecia la relación entre las propiedades analizadas es directamente proporcional, a medida que aumenta la densidad de un suelo, su grado de saturación del aire aumentará.

### 3.1.3.1.9 Correlación No.9

#### Contenido de humedad natural vs. Límite Líquido- Límite Plástico



**Figura 36.** Correlación W nat vs LL-LP

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $W_{nat} = 31,268 + 2,295 LL - 2,954 LP$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 51,37 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la humedad natural vs límite plástico y límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 51,37 %, para ello se utilizaron 11 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 36, se aprecia que la relación entre el contenido de humedad natural y el límite líquido es directamente proporcional, si uno aumenta, el otro disminuye, es decir, el suelo necesita cantidades de agua diferentes para alcanzar su estado líquido. En el caso del contenido de humedad y el límite plástico la relación existente es inversamente proporcional, mientras el límite plástico aumenta, el contenido de humedad disminuye, pero el límite líquido se conserva con un valor constante.

### 3.1.3.1.10 Correlación No.10

#### Densidad Seca in situ vs Límite Líquido – Humedad Natural

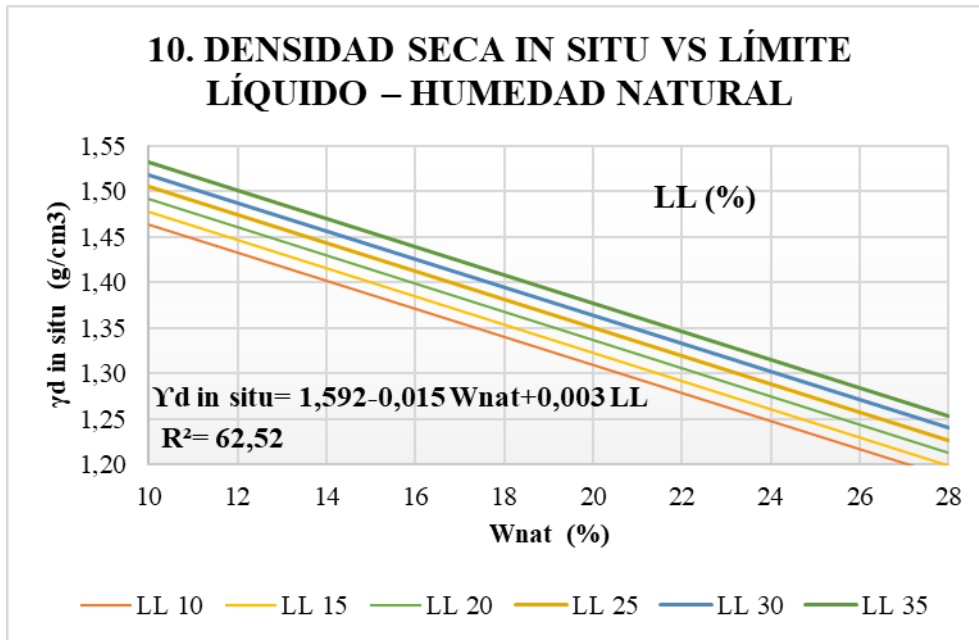


Figura 37. Correlación  $\gamma_d$  in situ vs  $W_{nat}$  – LL

Autor: Alison Monserrath Ibarra Bombon

Ecuación:  $\gamma_d \text{ in situ} = 1,592 - 0,015 W_{nat} + 0,003 LL$

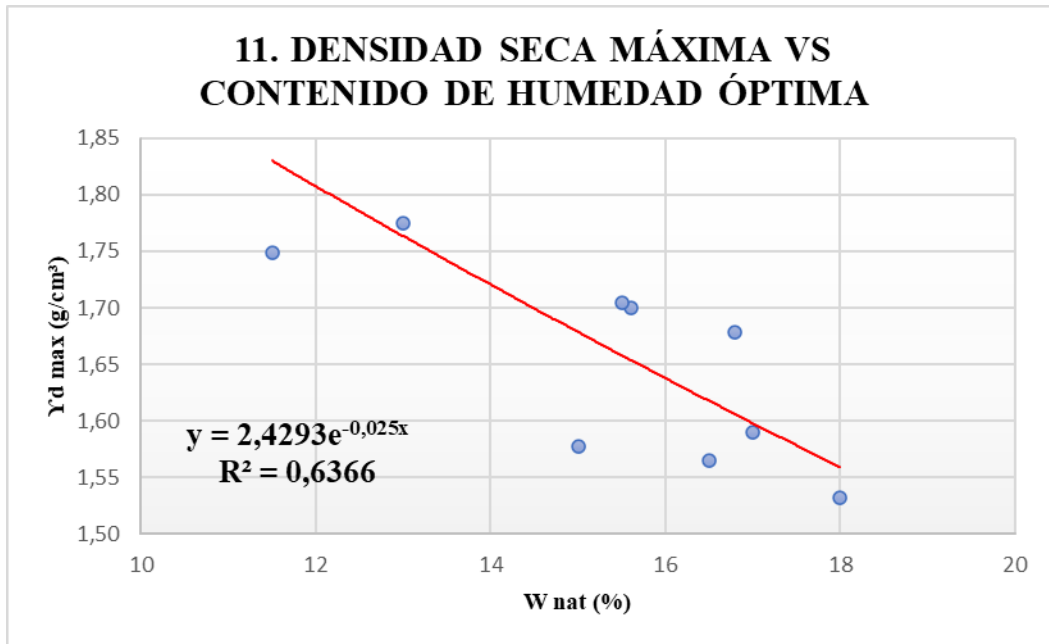
Coefficiente  $R^2$ : 62,52 %

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la densidad seca in situ vs el contenido de humedad y límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 62,52 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 37, se aprecia que existe una relación inversamente proporcional entre la densidad seca in situ y la humedad natural y directamente proporcional con el límite líquido, esto significa que, mientras el suelo tenga mayor contenido de humedad será menos denso, en el caso del límite líquido, al tener mayor presencia de agua, el suelo ira perdiendo su resistencia.

### 3.1.3.1.11 Correlación No.11

#### Densidad Seca Máxima vs Contenido de Humedad Óptima



**Figura 38.** Correlación  $\gamma d \text{ max}$  vs  $W \text{ opt}$

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma d \text{ max} = 2,429 e^{-0,025 (W \text{ opt})}$

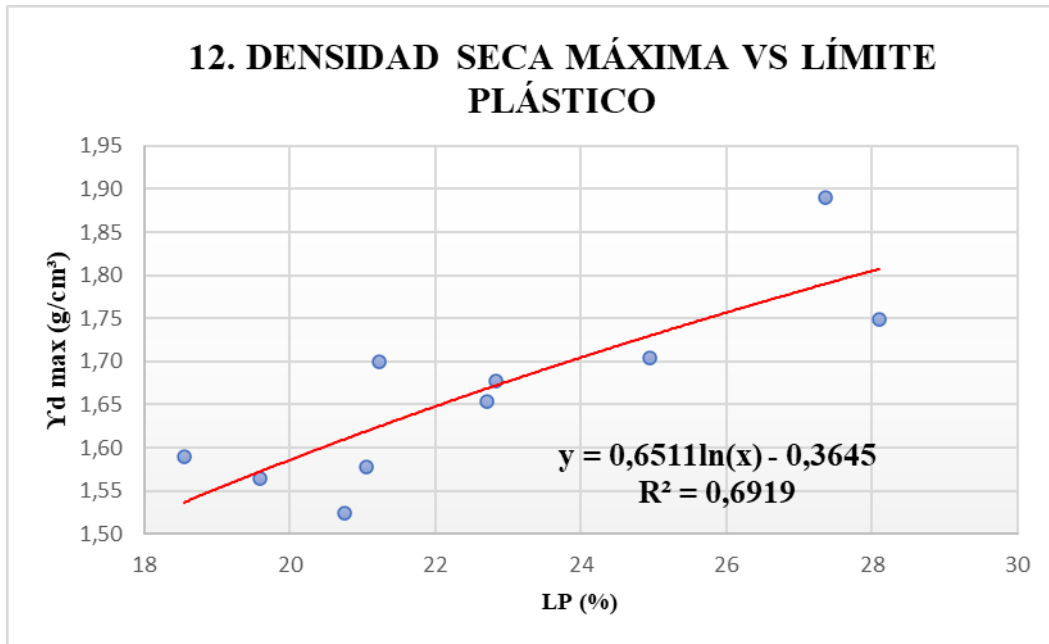
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 63,66 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación exponencial simple entre la densidad seca máxima vs el contenido de humedad óptimo, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 63,66 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 38, se aprecia que una relación inversamente proporcional entre las propiedades mecánicas analizadas ya que mientras aumenta el contenido de humedad óptimo, disminuye la densidad seca máxima, esto indica que, al existir mayor presencia de agua en el suelo, va perdiendo su resistencia.

### 3.1.3.1.12 Correlación No.12

#### Densidad Seca Máxima vs Límite plástico



**Figura 39.** Correlación  $\gamma d$  max vs LP

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma d \text{ max} = 0,6511 \ln (LP) - 0,3645$

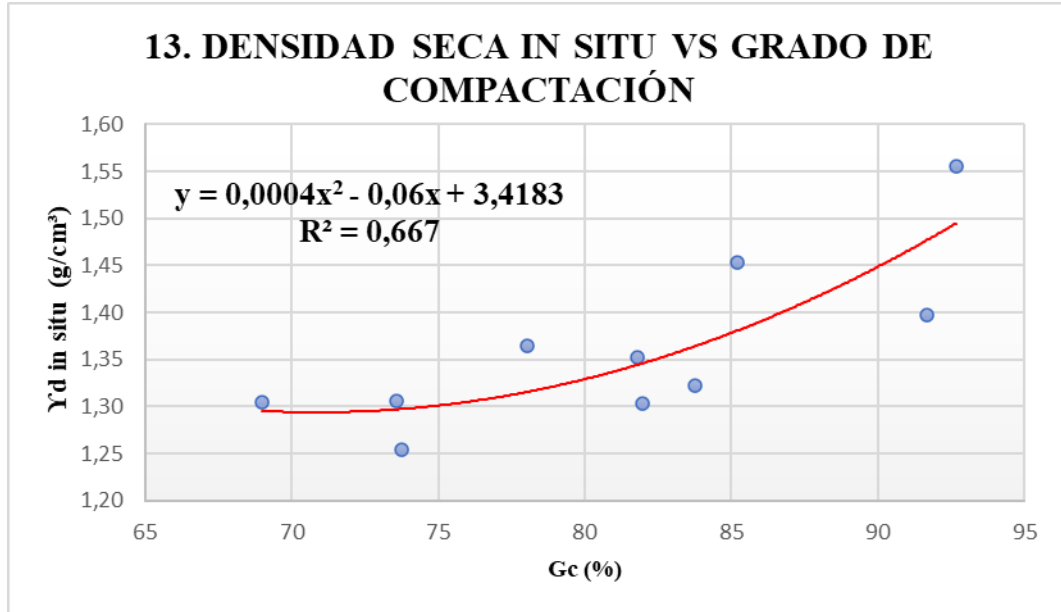
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 69,19 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación logarítmica simple entre la densidad seca máxima vs el límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 69,19 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 39, se aprecia que existe una relación directamente proporcional entre las propiedades analizadas ya que mientras aumenta el límite plástico, aumenta la densidad seca máxima, esto significa que, el suelo al contener menor contenido de agua estará menos denso.

### 3.1.3.1.13 Correlación No.13

#### Densidad Seca in situ vs Grado de compactación



**Figura 40.** Correlación  $\gamma_d$  in situ vs Gc %

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma_d \max = 0,0004Gc^2 - 0,06 Gc + 3,4183$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 66,70 %

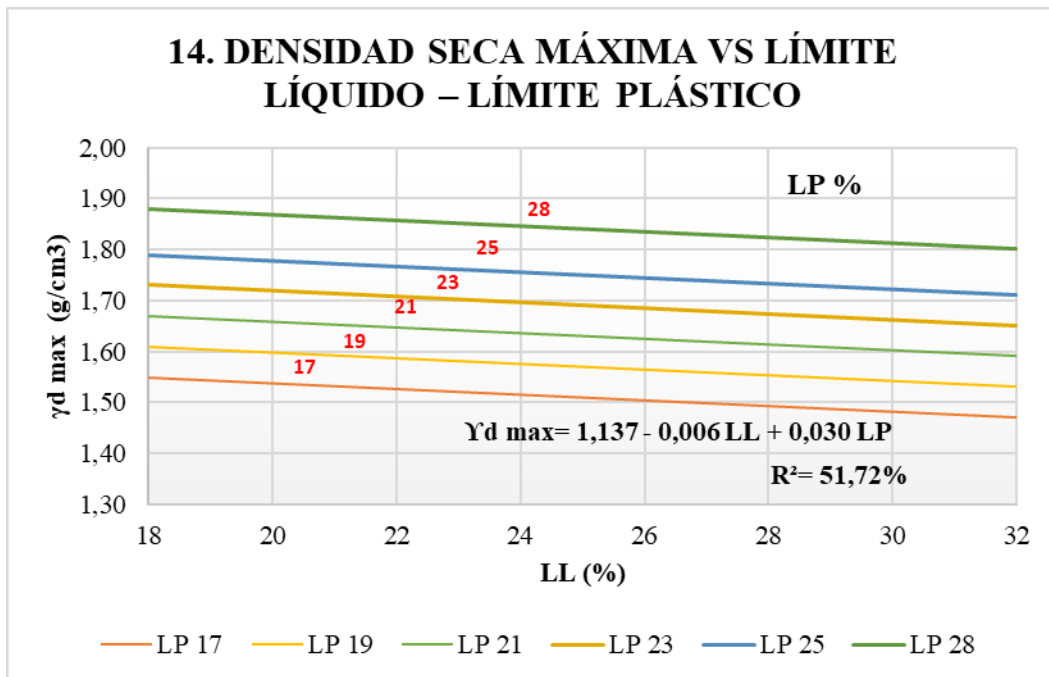
#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación logarítmica simple entre la densidad seca máxima vs el límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 66,70 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 40, se aprecia que existe una relación directamente proporcional entre las propiedades analizadas ya que mientras aumenta el grado de compactación aumenta, la densidad seca in situ también aumenta.



### 3.1.3.1.14 Correlación No.14

#### Densidad Seca Máxima vs Límite Líquido – Límite plástico



**Figura 41.** Correlación  $\gamma_d \text{ max}$  vs LL – LP

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**  $\gamma_d \text{ max} = 1,137 - 0,006 \text{ LL} + 0,030 \text{ LP}$

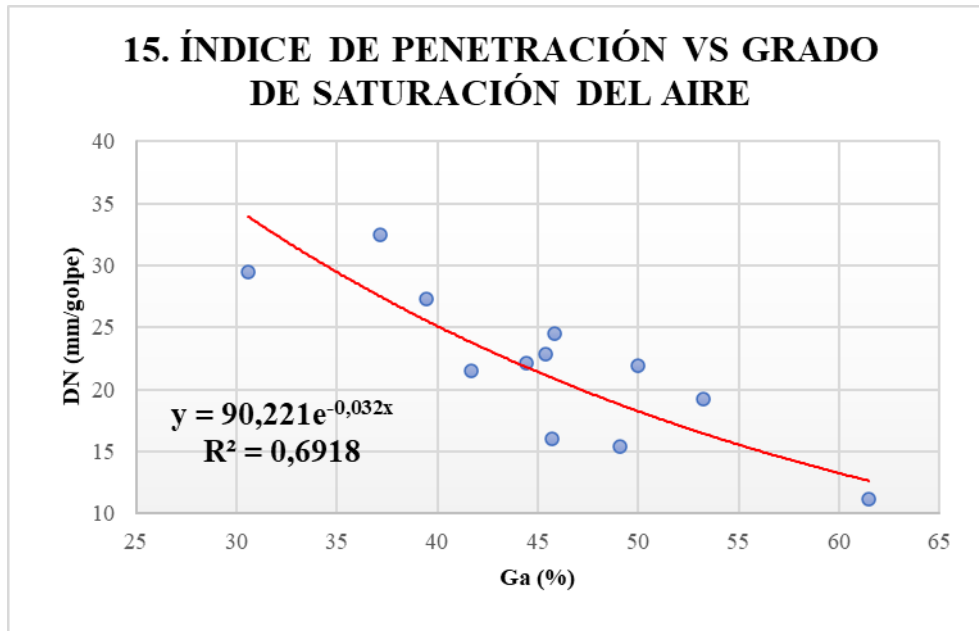
**Coefficiente  $R^2$ :** 51,72%

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la densidad seca máxima vs el límite líquido y límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 51,72 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 41, se aprecia que existe una relación inversamente proporcional entre la densidad seca máxima y el límite líquido, es decir, mientras el uno aumenta el otro disminuye, por ello que el suelo debe tener un contenido de humedad mayor que el contenido de humedad óptimo para alcanzar su estado líquido. Por otro lado, mientras el límite plástico aumenta la densidad seca máxima aumenta obteniéndose así una relación directamente proporcional.

### 3.1.3.1.15 Correlación No.15

#### Índice de penetración vs grado de saturación del aire



**Figura 42.** Correlación DN (mm/golpe) vs Ga %

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### Ecuación:

$$DN = 90,221 (e)^{-0,032Ga}$$

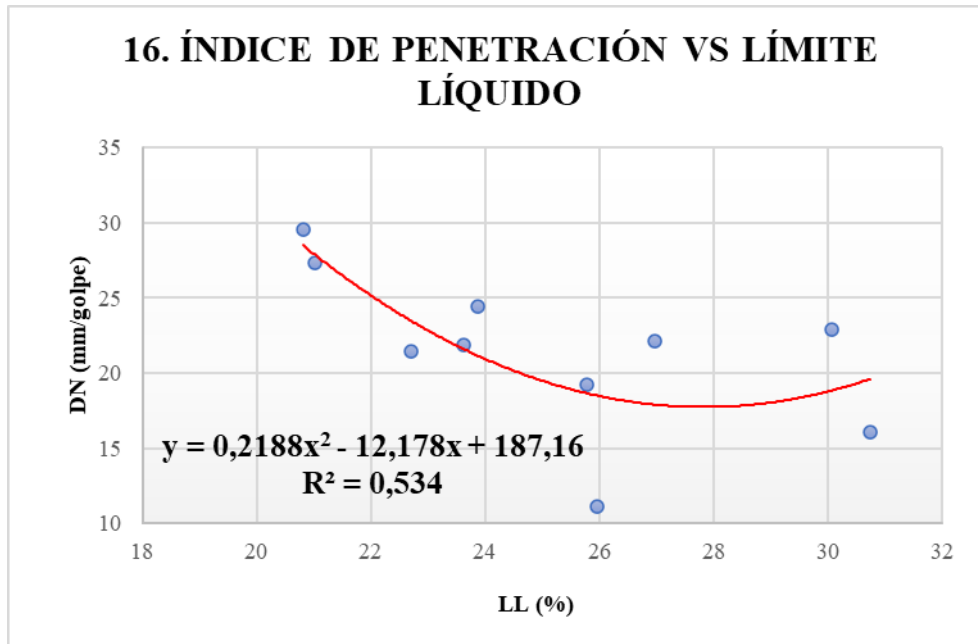
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 69,18%

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación exponencial simple entre el índice de penetración y el grado de saturación del aire, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 69,18 %, para ello se utilizaron 12 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 42, se aprecia que la relación entre el índice de penetración y el grado de saturación del aire es inversamente proporcional, es decir cuando hay mayor presencia de vacíos en el suelo, el índice de penetración será menor ya que el suelo va perdiendo resistencia.

### 3.1.3.1.16 Correlación No.16

#### Índice de penetración vs Límite Líquido



**Figura 43.** Correlación DN vs LL (%)

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**

$$DN = 0,2188LL^2 - 12,178 LL + 187,16$$

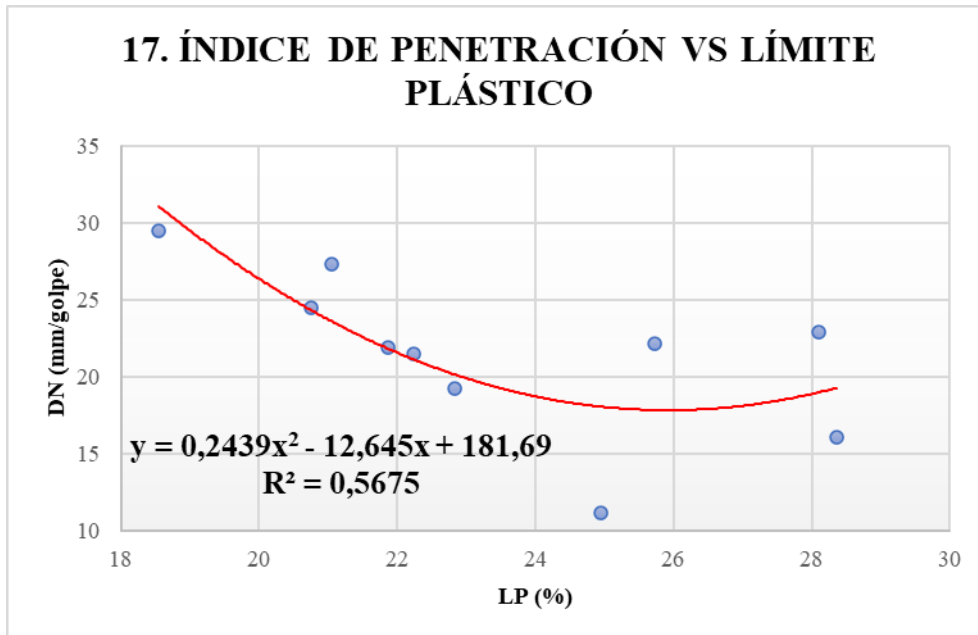
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 53,40%

**Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación polinómica simple de grado 2 entre el índice de penetración y el límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 53,40%, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 43, se aprecia que cuando incrementa el valor del índice de penetración, el límite líquido decrece, es decir, tienen una relación inversamente proporcional.

### 3.1.3.1.17 Correlación No.17

#### Índice de penetración vs Límite Plástico



**Figura 44.** Correlación DN vs LP (%)

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### **Ecuación:**

$$DN = 0,2439 LP^2 - 12,645 LP + 181,69$$

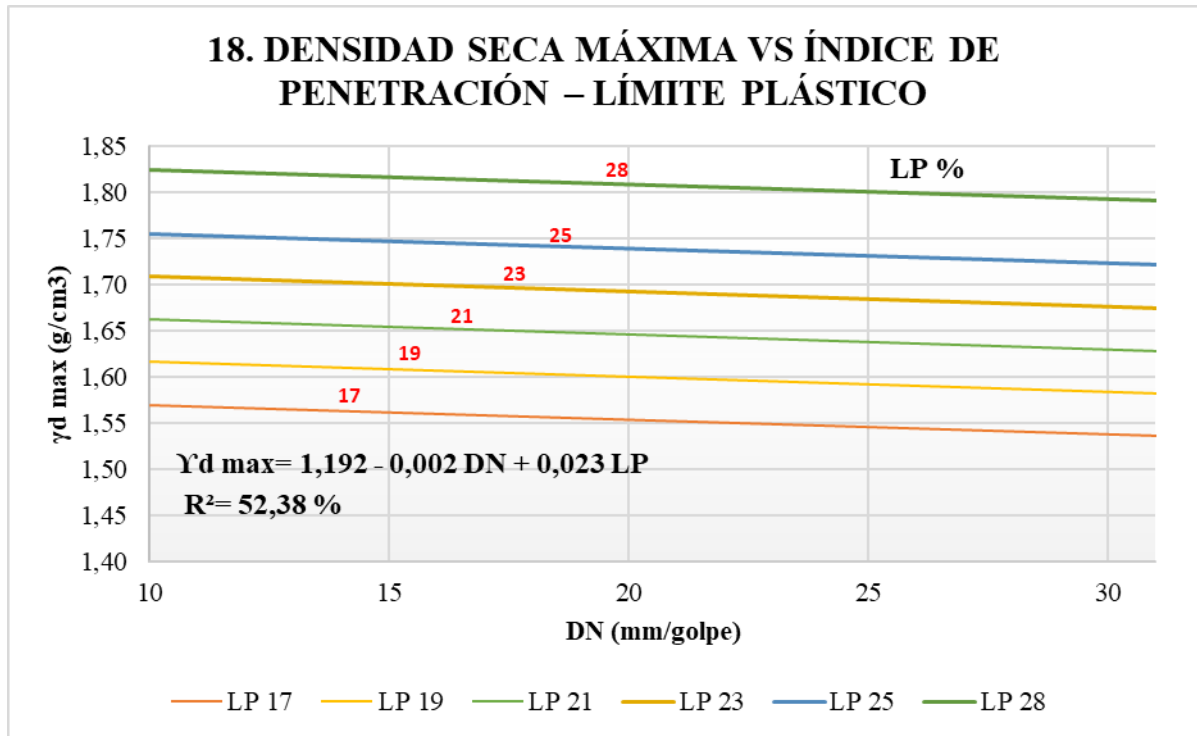
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 56,75%

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación polinómica simple de grado 2 entre el índice de penetración y el límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 56,75%, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 44, se aprecia que cuando incrementa el valor del índice de penetración, el límite plástico disminuye, es decir, tienen una relación inversamente proporcional.

### 3.1.3.1.18 Correlación No.18

#### Densidad seca máxima vs Índice de penetración – Límite plástico



**Figura 45.** Correlación  $\gamma_d$  max vs DN – LP

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### Ecuación:

$$\gamma_d \text{ max} = 1,192 - 0,002 \text{ DN} + 0,023 \text{ LP}$$

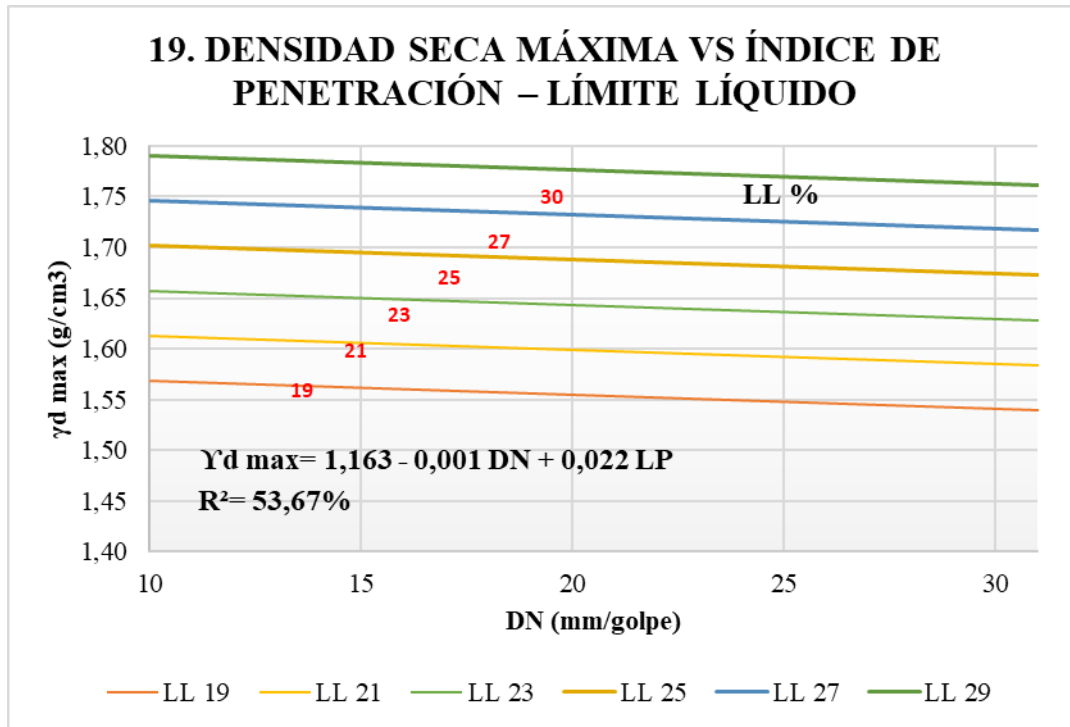
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 52,38 %

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la densidad seca máxima, índice de penetración y el límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 52,38 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 45, se aprecia que la densidad máxima es inversamente proporcional al índice de penetración, en el caso de la relación entre la densidad seca máxima y el límite plástico es directamente proporcional, esto significa que, cuando el suelo tiene mayor densidad, menor será la resistencia del suelo a la penetración.

### 3.1.3.1.19 Correlación No.19

#### Densidad seca máxima vs Índice de penetración – Límite líquido



**Figura 46.** Correlación  $\gamma_d$  max vs DN – LL

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ max} = 1,163 - 0,001 \text{ DN} + 0,022 \text{ LP}$$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 53,67 %

**Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la densidad seca máxima, índice de penetración y el límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 53,67 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 46, se aprecia que la densidad máxima es inversamente proporcional al índice de penetración, en el caso de la relación entre la densidad seca máxima y el límite líquido es directamente proporcional, esto significa que, cuando el suelo tiene mayor densidad, menor será la resistencia del suelo a la penetración.

### 3.1.3.1.20 Correlación No.20

#### Densidad seca in situ vs Contenido de humedad natural – Índice de penetración

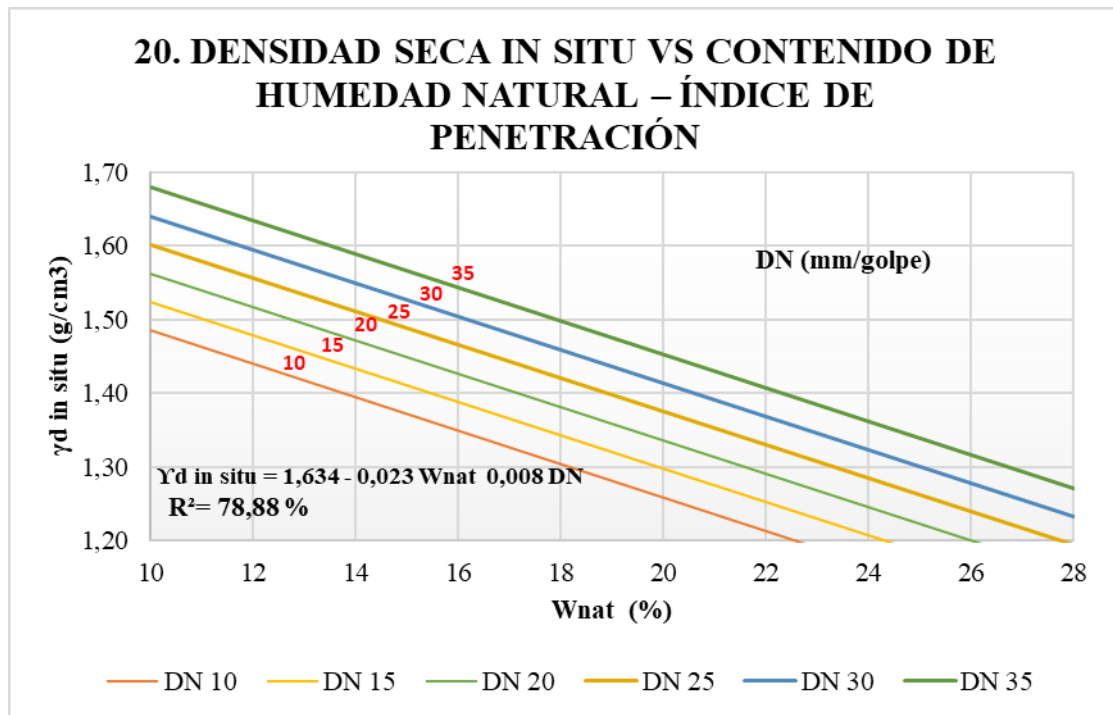


Figura 47. Correlación Yd in situ vs Wnat – DN

Autor: Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### Ecuación:

$$\gamma d \text{ in situ} = 1,634 - 0,023 Wnat - 0,008 DN$$

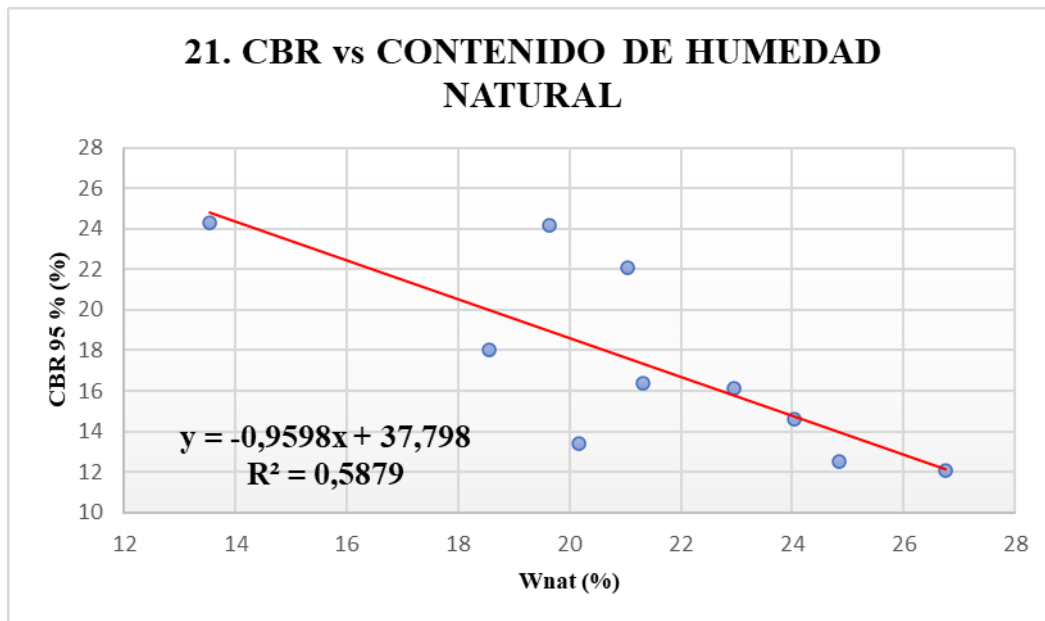
Coefficiente R²: 78,88 %

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación lineal múltiple entre la densidad seca in situ, contenido de humedad natural e índice de penetración, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 78,88 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 47, se aprecia que la densidad seca in situ y el contenido de humedad natural es inversamente proporcional, mientras que la relación entre el índice de penetración y la densidad seca in situ es directamente proporcional, esto indica que, mientras aumenta el índice de penetración, la densidad seca in situ del suelo disminuye.

### 3.1.3.1.21 Correlación No.21

#### CBR vs Contenido de humedad natural



**Figura 48.** Correlación CBR 95% vs W nat

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### **Ecuación:**

$$CBR (95\%) = -0,9598 W nat + 37,798$$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 58,79 %

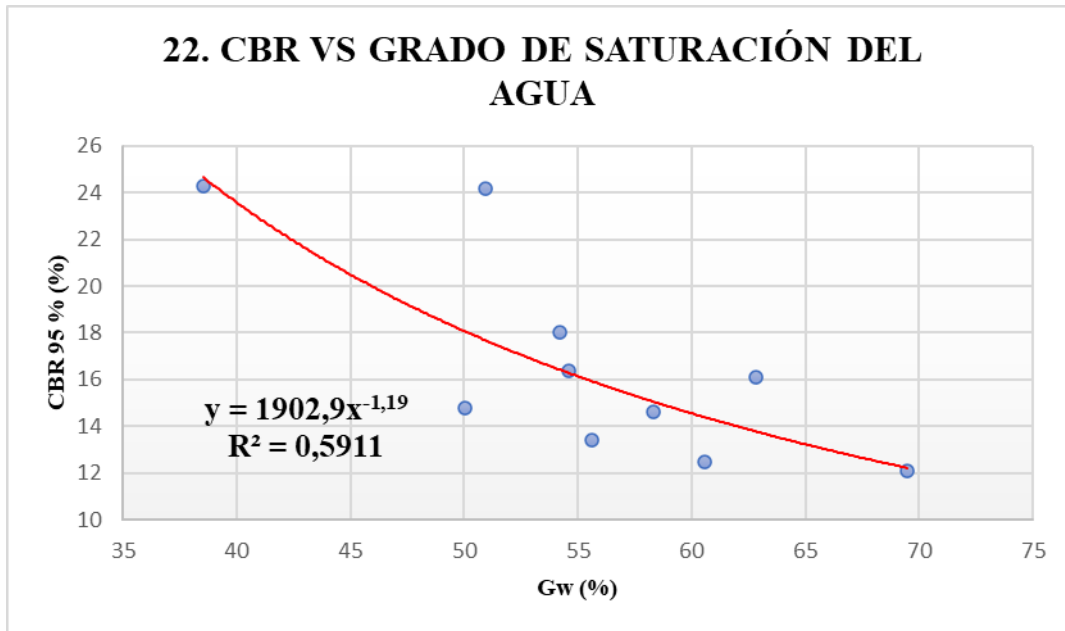
#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación exponencial simple el CBR (95%) y el contenido de humedad natural, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 58,79 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 48, se aprecia que la relación entre las propiedades analizadas es inversamente proporcional ya que, a medida que decrece el CBR, el contenido de humedad natural incrementa, esto, debido a que, cuando el suelo presenta mayor cantidad de agua, menos resistente será.



### 3.1.3.1.22 Correlación No.22

#### CBR vs Grado de saturación del agua



**Figura 49.** Correlación CBR 95 % vs Gw%

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### Ecuación:

$$CBR (95\%) = 1902,9 Gw^{-1,19}$$

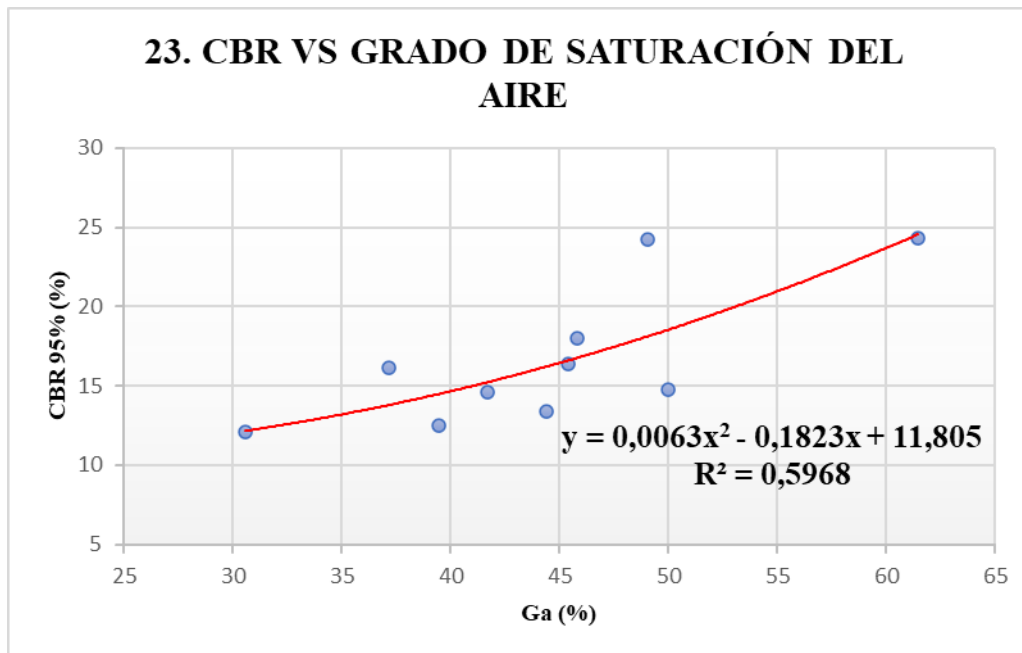
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 59,11 %

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación potencial simple el CBR (95%) y el grado de saturación del agua se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 59,11 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 49, se aprecia que la relación entre las propiedades analizadas es inversamente proporcional ya que, a medida que decrece el CBR, el grado de saturación del agua incrementa.

### 3.1.3.1.23 Correlación No.23

#### CBR vs Grado de saturación del aire



**Figura 50.** Correlación CBR 95% vs Ga %

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### **Ecuación:**

$$CBR (95\%) = 0,0063 Ga^2 - 0,1823 Ga + 11,805$$

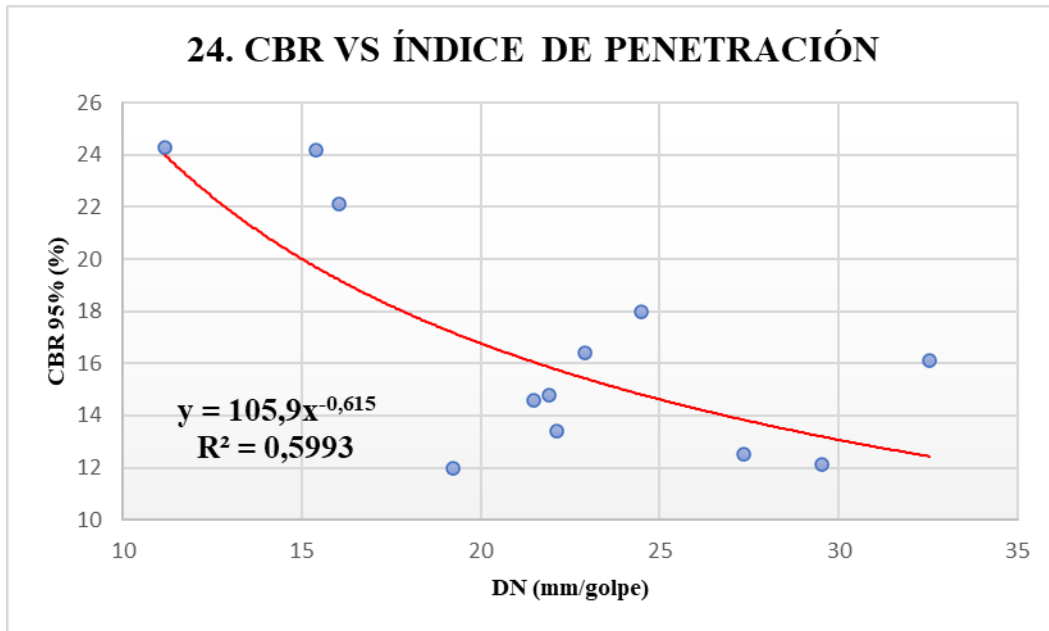
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 59,68 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación polinómica simple de grado 2 el CBR (95%) y el grado de saturación del aire se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 59,68 %, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 50, se aprecia que la relación entre las propiedades analizadas es directamente proporcional ya que, a medida que decrece el CBR, el grado de saturación del agua también disminuye.

### 3.1.3.1.24 Correlación No.24

#### CBR vs Índice de penetración



**Figura 51.** Correlación CBR 95% vs DN

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### Ecuación:

$$CBR (95\%) = 105,9 DN^{-0,615}$$

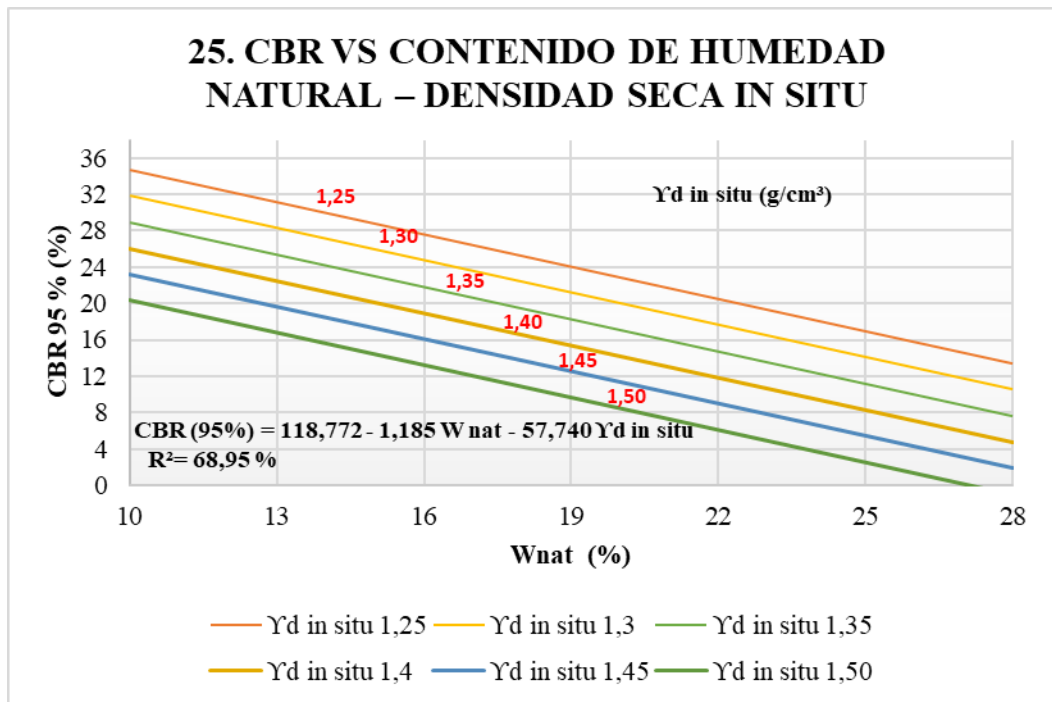
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 59,93 %

#### Análisis e Interpretación:

Por medio de una correlación potencial simple el CBR (95%) y índice de penetración se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 59,93%, para ello se utilizaron las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 51, se aprecia que la relación entre las propiedades analizadas es inversamente proporcional ya que, a medida que decrece el CBR, el índice de penetración aumenta. A medida que menor sea el valor de índice de penetración, la resistencia del suelo será mejor.

### 3.1.3.1.25 Correlación No.25

#### CBR vs Contenido de humedad natural – Densidad seca in situ



**Figura 52.** Correlación CBR vs W nat – Yd in situ

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### **Ecuación:**

$$CBR (95\%) = 118,772 - 1,185 W nat - 57,740 \gamma d in situ$$

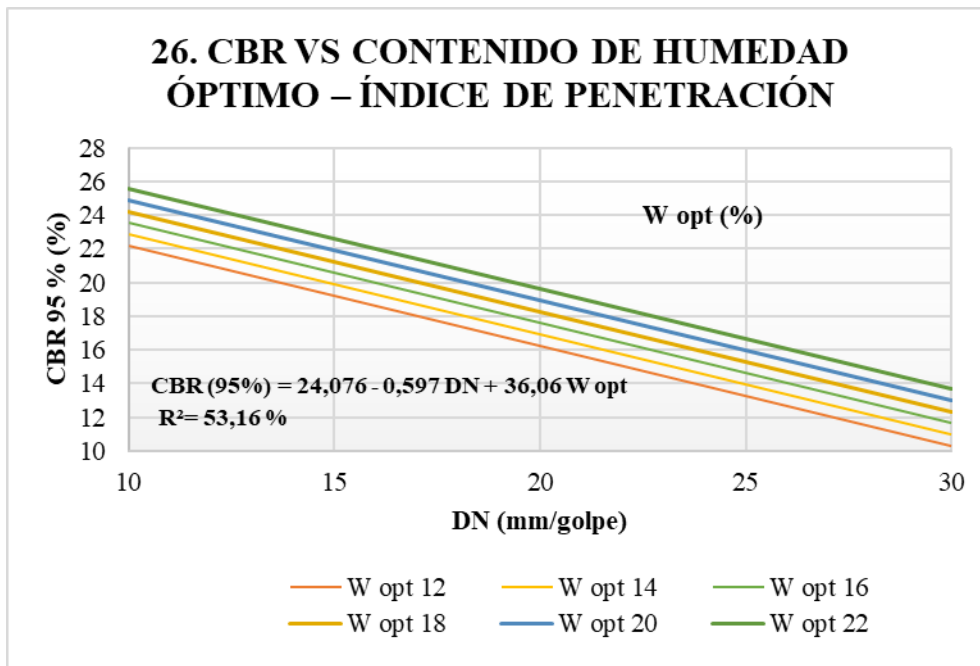
**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 68,95 %

#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal múltiple entre el CBR (95%) con respecto al contenido de humedad natural y la densidad seca in situ, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 68,95%, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 52, se aprecia que la relación entre el CBR es inversamente proporcional al contenido de humedad natural, mientras que el CBR y la densidad seca in situ tienen una relación directamente proporcional, esto indica que, a medida que aumenta la humedad del suelo, el valor de CBR también disminuye.

### 3.1.3.1.26 Correlación No.26

#### CBR vs Contenido de humedad óptimo – Índice de penetración



**Figura 53.** Correlación CBR 95% vs W opt – DN

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

#### **Ecuación:**

$$CBR (95\%) = 24,076 - 0,597 DN + 36,060 W opt$$

**Coefficiente R<sup>2</sup>:** 53,16 %

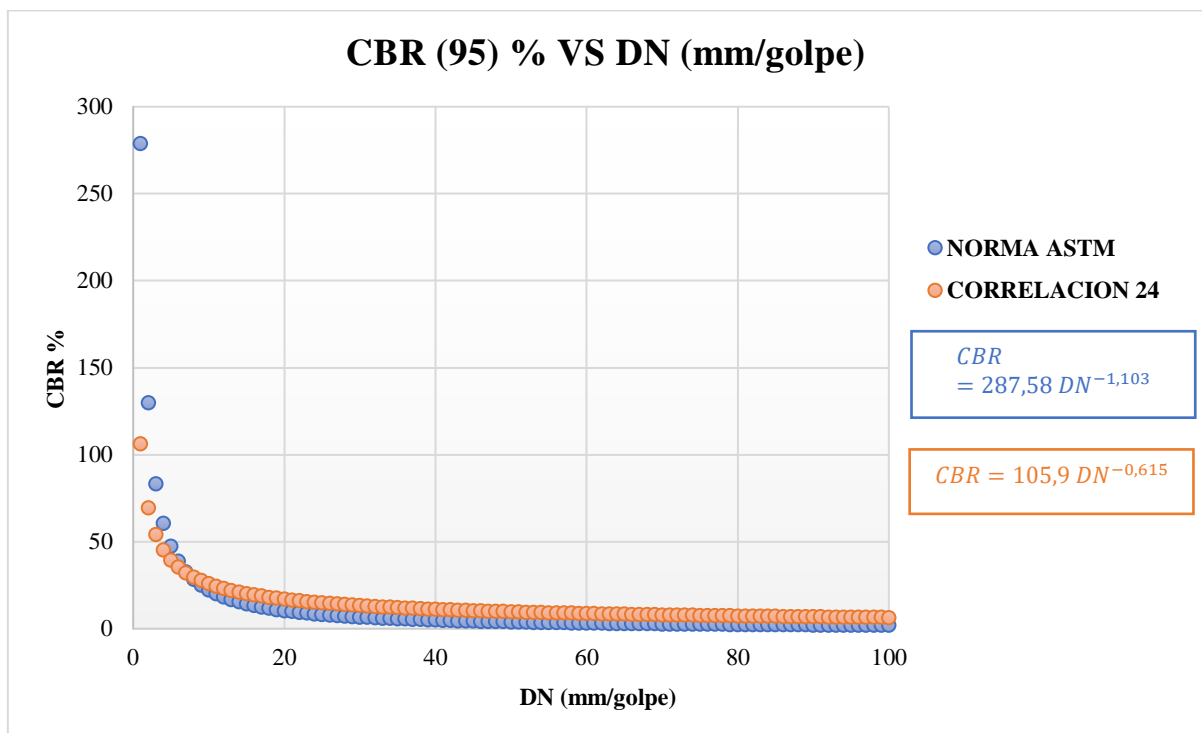
#### **Análisis e Interpretación:**

Por medio de una correlación lineal múltiple entre el CBR (95%) con respecto al contenido de humedad óptima y al índice de penetración, se obtuvo un coeficiente de correlación con un valor de 53,16%, para ello se utilizaron 10 de las 12 muestras representativas de suelos ensayadas. En la figura 53, se aprecia que la relación entre el CBR y el índice de penetración es inversamente proporcional, es decir, cuando un suelo necesita una cantidad de agua mayor para alcanzar su resistencia, disminuye el valor de CBR. La relación entre el contenido de humedad óptimo y el CBR es directamente proporcional, si la muestra de suelo tendrá mayor absorción de agua, el CBR será mayor.

### Comparación diagrama CBR % vs Índice de Penetración, ecuación por la norma ASTM y la ecuación obtenida en la correlación 24.

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos de CBR % y DN (mm/golpe) de las 12 muestras representativas de suelo, se determinó la ecuación  $CBR = 105,9 DN^{-0,615}$  con un coeficiente de correlación de 59,93%, el cual se consideró como un valor bueno para dicha correlación.

La norma ASTM establece que la ecuación para CBR % vs DN (mm/golpe) se expresa de la siguiente manera  $CBR = 287,58 DN^{-1,103}$ . Comparando las dos ecuaciones en una gráfica se pudo apreciar que el comportamiento es casi idéntico con el obtenido en el presente trabajo experimental.



**Figura 54.** CBR % vs DN (mm/golpe)

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### FASE 3: Diseño de pavimentos

#### 3.1.4 Diseño estructural del pavimento flexible AASHTO 93

##### 3.1.4.1 Conteo vehicular

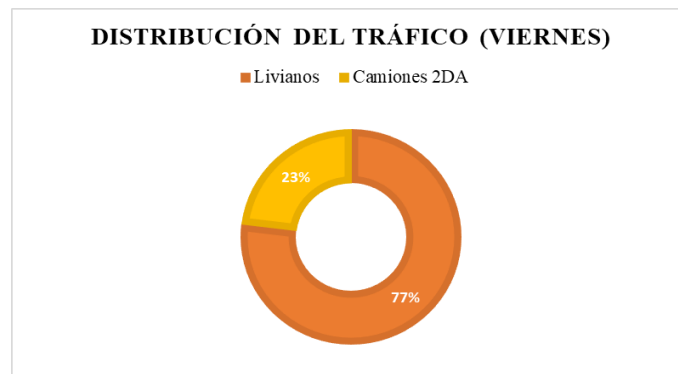
Se estableció una estación de conteo manual para cuantificar mediante la determinación del TPDA el número de vehículos que transitan la vía “San Andrés de Pilalo - Vasconez”. Se realizó el conteo vehicular desde el día 12 hasta el 18 de diciembre de 2022, con un periodo de duración de 12 horas, desde las 7:00 am hasta las 19:00 pm, se tomaron intervalos de 15 min, obteniéndose el volumen vehicular de la hora pico de 7:00 am a 8:00 am.

**Tabla 41.** Volumen vehicular de la hora pico

HORA PICO							
HORA	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES				TOTAL
			2DA	2DB	3A	Σ Pesados	
7:00 – 7:15	5	0	1	0	0	1	6
7:15 – 7 :30	4	0	2	0	0	2	6
7:30 – 7:45	5	0	1	0	0	1	6
7:45 – 8:00	6	0	2	0	0	2	8
<b>TOTAL</b>	20	0	6	0	0	6	26
<b>TOTAL (%)</b>	<b>76,92%</b>	<b>0,00%</b>	<b>23,08%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>23,08%</b>	<b>100%</b>

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Se tomo la hora pico perteneciente al viernes 16 de diciembre de 2022, debido a que, fue el día que mayor flujo vehicular hubo. El volumen vehicular que se aprecia en la tabla 43 pertenece a 20 vehículos en total distribuidos de la siguiente forma: 76,92 % para vehículos livianos, 0,00 % para buses y 23,08% para camiones.



**Figura 55.** Distribución del tráfico vehicular

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

- **Factor hora pico**

$$FHP = \frac{VHMD}{N * Q_{15 \text{ máx}}}$$

Donde:

**VHDM:** Volumen horario de máxima demanda

**Q<sub>15 máx</sub>:** Flujo máximo durante 15 minutos

**N:** número de periodos durante la hora de máxima demanda

$$FHP = \frac{26}{4 * 8}$$

$$FHP = 0.813$$

- **Porcentaje de la trigésima hora**

Se considera al factor de hora pico con un valor de 1 y para el porcentaje de la trigésima hora se considera un valor de 15% como lo recomendado por el Ministerio de Obras Públicas ya que la vía que se pretende realizar es rural.

- **Tráfico promedio diario anual**

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

Donde:

**TPDA:** Tráfico promedio diario anual

**VHP:** Volumen de vehículos durante la hora pico

**FHP:** Factor de hora pico, si al momento de realizar los cálculos el resultado es menor 1, se considerará 1 para los posteriores cálculos debido a que se analizaría en periodos más cortos de la hora pico.

**K:** porcentaje de la trigésima hora de diseño.

- **Livianos**

$$TPDA = \frac{20 * 1}{0,15} = 133 \text{ vehículos /día}$$



- **Buses**

$$TPDA = \frac{0 * 1}{0,15} = 0 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

- **Camiones**

$$TPDA = \frac{6 * 1}{0,15} = 40 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

Una vez obtenidos los TPDA de los distintos veh\u00edculos, se procedi\u00f3 a calcular el TPDA actual:

$$TPDA (actua) = TPDA (livianos) + TPDA (buses) + TPDA (camiones)$$

$$TPDA (actua) = 133 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda} + 0 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda} + 40 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

$$TPDA (actua) = 173 \text{ veh\u00edculos /d\u00eda}$$

**Tabla 42.** TPDA actual

Tipo de veh\u00edculo	Hora Pico	TPDA Actual
Liviano	20	133
Buses	0	0
Camiones	6	40
<b>Total:</b>		173

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

- **Trafico atra\u00edo (Ta)**

$$Ta = 10\% TPDA$$

- **Livianos:**

$$Ta_{livianos} = 0.10 * 133$$

$$Ta_{livianos} = 13 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Camiones:**

$$Ta_{camiones} = 0.10 * 40$$

$$Ta_{camiones} = 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Total, tr\u00e1fico atra\u00edo:

$$Ta = Ta_{livianos} + Ta_{camiones}$$

$$T_a = 13 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}} + 4 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

$$T_a = 17 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- **Trafico generado (Tg)**

$$T_g = 20\% TPDA$$

- **Livianos:**

$$T_{g_{\text{livianos}}} = 0.20 * 133$$

$$T_{g_{\text{livianos}}} = 27 \text{ vehículos/día}$$

- **Camiones:**

$$T_{g_{\text{Camiones}}} = 0.20 * 40$$

$$T_{g_{\text{Camiones}}} = 8 \text{ vehículos/día}$$

Total, tráfico generado:

$$T_g = T_{g_{\text{livianos}}} + T_{g_{\text{Camiones}}}$$

$$T_g = 27 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}} + 8 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

$$T_g = 35 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- **Trafico desarrollado (Td)**

$$T_d = 5\% TPDA$$

- **Livianos:**

$$T_{d_{\text{livianos}}} = 0.05 * 133$$

$$T_{d_{\text{livianos}}} = 7 \text{ vehículos/día}$$

- **Camiones:**

$$T_{d_{\text{Camiones}}} = 0.05 * 40$$

$$T_{d_{\text{Camiones}}} = 2 \text{ vehículos/día}$$

Total, tráfico desarrollado:

$$Td = Td_{livianos} + Td_{camiones}$$

$$Td = 7 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}} + 2 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

$$Td = 9 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

**Tabla 43.** Cálculo del tráfico actual del proyecto

TRÁFICO ACTUAL DEL PROYECTO					
Tipo de Vehículo	TPDA Actual	Tráfico generado	Tráfico atraído	Tráfico desarrollado	TPDA Aproximado
Liviano	133	27	13	7	180
Bus	0	0	0	0	0
Camión	40	8	4	2	54
<b>Total</b>	<b>173</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>9</b>	<b>234</b>

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

- **Tráfico futuro**

Se realizó el cálculo del tráfico futuro considerando que la vía tendrá un periodo de diseño de 20 años, según los estipulado en la **Tabla 18**.

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20

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

Donde:

**Tf:** Tráfico futuro.

**TPDA<sub>Total</sub>:** Tráfico promedio diario anual del año de estudio.

**i:** Tasa de crecimiento del tránsito, o índice de crecimiento.

**n:** Periodo de diseño.

### Tasa de crecimiento del tránsito

Se determinó el índice de crecimiento vehicular según lo establecido en el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) según el tipo de vehículo.

**Tabla 44.** Tabla de crecimiento anual de tráfico %

TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL TRÁFICO (%)			
PERIODO	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2015 - 2020	3,97	1,97	1,94
2020 - 2025	3,57	1,78	1,74
2025 - 2030	3,25	1,62	1,58
2030- 2035	3,25	1,62	1,58
2035 - 2040	3,25	1,62	1,58
2040- 2045	3,25	1,62	1,58

**Fuente:** Norma de diseño geométrico de carreteras. MTO 2016[33]

Se cálculo del Tráfico Futuro para n= 20 años

### Tráfico Futuro 2042

#### Livianos

$$Tf = 180 * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20}$$

$$Tf = 341 \text{vehículos/día}$$

#### Camiones

$$Tf = 54 * \left(1 + \frac{1.58}{100}\right)^{20}$$

$$Tf = 74 \text{vehículos/día}$$

### Tráfico Futuro Total 2042

$$Tf_{Total} = Tf \text{ livianos} + Tf \text{ buses} + Tf \text{ camiones}$$

$$Tf_{Total} = 341 + 74$$

$$Tf_{Total} = 415 \text{vehículos/día}$$

**Tabla 45.** Tráfico proyecto 20 años

AÑO	%CRECIAMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			
	LIVIANO	BUS	CAMION	LIVIANO	BUS	CAMION	TPDA Total
2022	3,57	1,78	1,74	180	0	54	234
2023	3,57	1,78	1,74	186	0	55	241
2024	3,57	1,78	1,74	193	0	56	249
2025	3,57	1,78	1,74	200	0	57	257
2026	3,25	1,62	1,58	205	0	57	262
2027	3,25	1,62	1,58	211	0	58	270
2028	3,25	1,62	1,58	218	0	59	277
2029	3,25	1,62	1,58	225	0	60	285
2030	3,25	1,62	1,58	232	0	61	294
2031	3,25	1,62	1,58	240	0	62	302
2032	3,25	1,62	1,58	248	0	63	311
2033	3,25	1,62	1,58	256	0	64	320
2034	3,25	1,62	1,58	264	0	65	329
2035	3,25	1,62	1,58	273	0	66	339
2036	3,25	1,62	1,58	282	0	67	349
2037	3,25	1,62	1,58	291	0	68	359
2038	3,25	1,62	1,58	300	0	69	370
2039	3,25	1,62	1,58	310	0	70	381
2040	3,25	1,62	1,58	320	0	72	392
2041	3,25	1,62	1,58	331	0	73	403
2042	3,25	1,62	1,58	341	0	74	415

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Una vez obtenido el Tráfico futuro, se seleccionó la clase de carretera. Según la tabla 48, se considera que la vía analizada es una carretera colectora de clase III, ya que el tráfico futuro que se obtuvo fue de 415 vehículos/día.

**Tabla 46.** Niveles de confiabilidad por tipo de vía

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA	TPDA
Corredor arterial	RI ó RII	Más de 8000
	I	De 3000 a 8000
Colectora	II	De 1000 a 3000
	III	De 300 a 1000
Vecinal	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

### 3.1.5 Determinación de Ejes Equivalentes (W18) según el periodo de diseño

- Factor de daño según el tipo de vehículo

**Tabla 47.** Factor de daño según el tipo de vehículo

FACTOR DE DAÑO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	(P/6.6) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/8.2) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/15) <sup>4</sup>	P(Ton)	(P/23) <sup>4</sup>	
LIVIANO	3	0,04	-	-	-	-	-	-	0,04
BUS	4	0,135	8	0,906	-	-	-	-	1,041
2DA	3	0,043	-	-	-	-	-	-	1,308
	7	1,265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1,265	11	3,238	-	-	-	-	4,504
3 - A	7	1,265	-	-	20	3,16	-	-	4,426
4 - C	7	1,265	-	-	-	-	24	1,186	2,451

- Factor de distribución por carril

Considerando que la vía de análisis tiene 2 carriles, uno en cada dirección, se optó por tomar el 100%, según lo estipulado en la **Tabla 19**.

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

- Número de ejes equivalentes

El número de ejes equivalentes W18 acumulado se lo realizo mediante la siguiente ecuación:

$$W_{18} = Fd * TPDA_{final} * 365$$

Donde:

**W<sub>18</sub>**: Ejes equivalentes.

**Fd**: Factor de daño.

**TPDA<sub>final</sub>**: Tráfico promedio diario anual.

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

$$W_{18} = (1.04 * 0 * 365) + (1.31 * 54 * 365)$$

$$W_{18} = 25782$$

$$W_{18 \text{ por direccion}} = W_{18 \text{ acumulado}} * 0,5$$

$$W_{18 \text{ por direccion}} = 25781 * 0,5$$

$$W_{18 \text{ por direccion}} = 12891$$

**Tabla 48. W18 de diseño**

AÑO	% Tasa de crecimiento (i)			Tráfico Futuro			Total	W18 parcial	W18 acumulado	W18 de diseño
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2022	3,57	1,78	1,74	180	0	54	234	25782	25782	12891
2023	3,57	1,78	1,74	186	0	55	241	26230	52012	26006
2024	3,57	1,78	1,74	193	0	56	249	26687	78699	39349
2025	3,57	1,78	1,74	200	0	57	257	27151	105850	52925
2026	3,25	1,62	1,58	205	0	57	262	27450	133300	66650
2027	3,25	1,62	1,58	211	0	58	270	27884	161184	80592
2028	3,25	1,62	1,58	218	0	59	277	28324	189509	94754
2029	3,25	1,62	1,58	225	0	60	285	28772	218281	109140
2030	3,25	1,62	1,58	232	0	61	294	29227	247507	123754
2031	3,25	1,62	1,58	240	0	62	302	29688	277196	138598
2032	3,25	1,62	1,58	248	0	63	311	30157	307353	153677
2033	3,25	1,62	1,58	256	0	64	320	30634	337987	168994
2034	3,25	1,62	1,58	264	0	65	329	31118	369105	184552
2035	3,25	1,62	1,58	273	0	66	339	31610	400715	200357
2036	3,25	1,62	1,58	282	0	67	349	32109	432824	216412
2037	3,25	1,62	1,58	291	0	68	359	32616	465440	232720
2038	3,25	1,62	1,58	300	0	69	370	33132	498572	249286
2039	3,25	1,62	1,58	310	0	70	381	33655	532227	266113
2040	3,25	1,62	1,58	320	0	72	392	34187	566414	283207
2041	3,25	1,62	1,58	331	0	73	403	34727	601141	300571
2042	3,25	1,62	1,58	341	0	74	415	35276	636417	<b>318208</b>

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon



Una vez obtenido el valor de ejes equivalentes W18 de 318208 para el año 2042, se escogió para la carpeta asfáltica un valor de 2,5 plg (6,35 cm) con una capa base, igual a 4 plg (10,16 cm). **Tabla 24.**

TRÁNSITO W18	CARPETA ASFÁLTICA (D1)	CAPA BASE (D2)
Menos de 50 000	1,0 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

- **Confiabilidad**

Se considero según la predicción de tráfico y el comportamiento de la vía de diseño. **Tabla 20.**

CLASIFICACIÓN	NIVEL DE CONFIANZA RECOMENDADO	
	URBANO	RURAL
Interestatal y Autopista	85-99.9	80-99.9
Arterias principales	80-99	75-95
Calles colectoras	80-95	75-95
Calles locales	50-80	50-80

Se considero que la vía analizada tiene un nivel de confiabilidad de 85 ya que es una vía colectoras ubicada en un área rural.

- **Desviación estándar normal (Zr)**

Valores de confiabilidad. **Tabla 21**

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

Se selecciono un valor de desviación estándar de -1,037 de acuerdo con el nivel de confiabilidad de 85%.

- **Desviación estándar global “So”**

Se considero un valor de 0,44 que es lo recomendado para los pavimentos flexibles. **Tabla 22.**

Condición de Diseño	Desviación Estándar
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

- **Índice de serviciabilidad “PSI”**

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

$$\Delta PSI = 4,2 - 2,0$$

$$\Delta PSI = 2,2$$

Se tomó un índice de servicio inicial de 4,2 para pavimentos flexibles y un índice de servicio final de 2,0 correspondiente a caminos secundarios.

- **Módulo de resiliencia (Mr)**

El valor de CBR con el que se realizaron los cálculos respectivos para la vía “San Andrés de Pilalo – Vasconez” pertenece al pozo número 6, con un CBR de 24,20%, el cual está ubicado en la parroquia Pujilí.

$$Mr (PSI) = 4326 \ln(CBR) + 241 \quad (CBR > 20\%)$$

$$Mr (PSI) = 4326 \ln(24,20) + 241$$

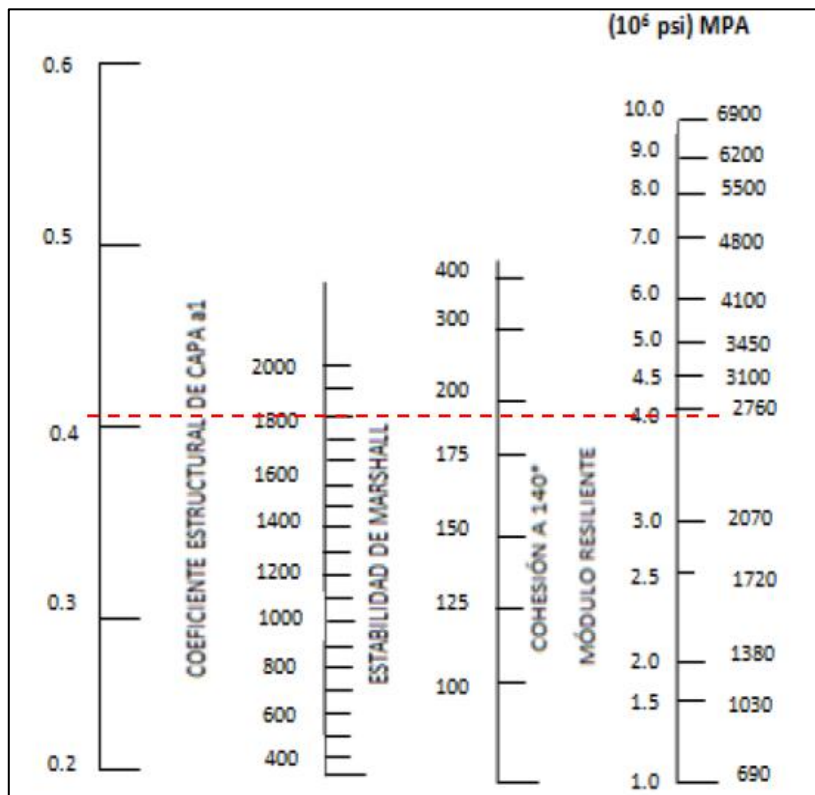
$$Mr (PSI) = 14025,16 \text{ psi} \rightarrow 14.03 \text{ ksi}$$

- **Espesores por capa**

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas especifica que el CBR mínimo para bases es de 80 %, mientras que para subbases de 30%. Según la guía de diseño AASHTO 93, sugiere que el módulo elástico para diseño es de 375 000 PSI (375 ksi).

- **Coefficiente estructural  $a_1$**

Mediante el uso de un monograma se obtuvo el valor del coeficiente estructural  $a_1$ , para ello se estableció un valor mínimo de estabilidad Marshall de 1800 lb, el cual corresponde a vehículos pesados según lo recomendado por la guía de diseño AASHTO 93.



**Figura 56.** Abaco para obtener  $a_1$

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

**Tabla 49.** Valores de coeficiente  $a_1$ , mediante ábaco

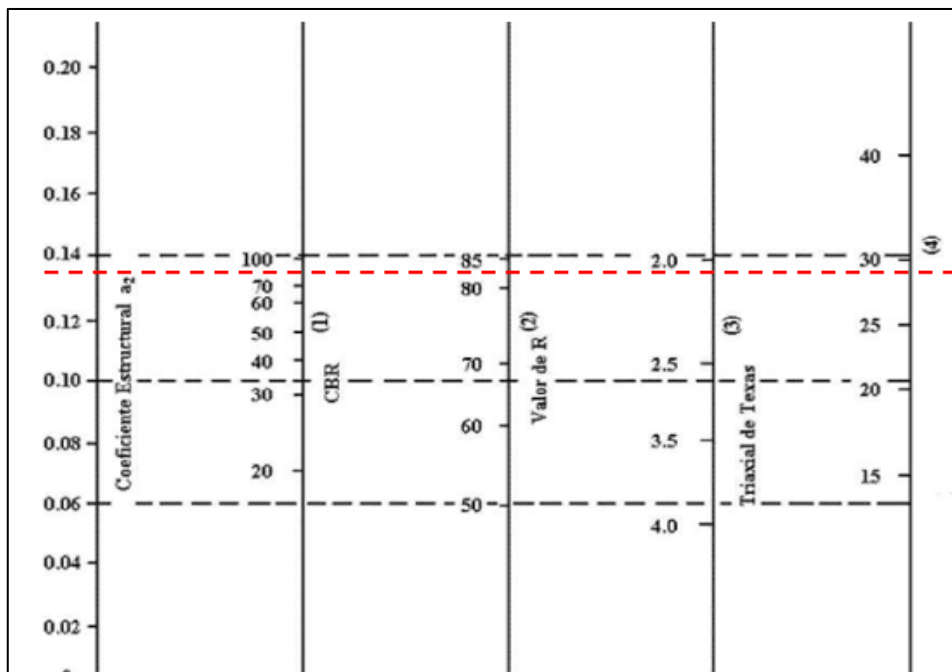
Módulos Elásticos		Valores $a_1$
Psi	Mpa	
175000	1225	0,28
200000	1400	0,295
225000	1575	0,32
250000	1750	0,33
275000	1925	0,35
300000	2100	0,36
325000	2275	0,375
350000	2450	0,385
375000	2625	0,405
400000	2800	0,42
425000	2975	0,435
450000	3150	0,44

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

Se determinó un módulo elástico de la carpeta asfáltica de 375 000 psi (375 ksi) y un coeficiente estructural  $a_1$  igual a 0,405.

- **Coeficiente estructural  $a_2$**

Según el manual de diseño de pavimentos de la MTOP, establece que el valor mínimo de CBR es de 80% para la capa base. Para ello se utilizó el grafico de la **Figura 24**.



**Tabla 50.** Valores de coeficiente  $a_2$  mediante ábaco

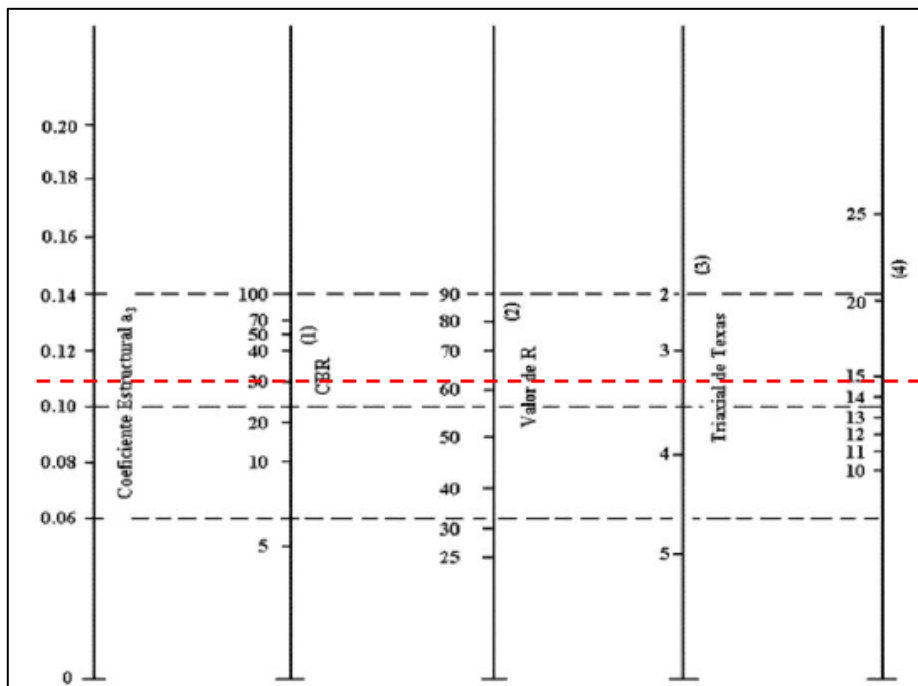
Base de agregados	
CBR	$a_2$
45	0,112
50	0,115
55	0,12
60	0,125
70	0,13
80	0,133
90	0,137
100	0,14

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

Mediante el ábaco se obtuvo un valor de modulo elástico de la base de 28000 psi (28 ksi) y un valor de coeficiente estructural  $a_2$  igual a 0,133.

- **Coeficiente estructural  $a_3$**

Según el manual de diseño de pavimentos de la MTOP, establece que el valor CBR para la capa subbase deber ser de 30%. **Figura 25.**



**Tabla 51.** Valores de coeficiente  $a_3$  mediante ábaco

Sub - base Granular	
CBR	$a_3$
10	0,08
15	0,09
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,12
50	0,125
60	0,128
70	0,13
80	0,135
90	0,138
100	0,14

**Fuente:** GUÍA AASHTO 1993 para el Diseño de Estructuras de Pavimentos[31]

Mediante el ábaco se obtuvo un valor de modulo elástico de la subbase de 14900 psi (14,90 ksi) y un valor de coeficiente estructural  $a_3$  igual a 0,108.

- **Coeficientes de drenaje ( $m_2, m_3$ )**

Se estima que el periodo de tiempo que tarda el agua en ser eliminada de las capas granulares (capa base y subbase) es de 1 día, por lo que se consideró que la calidad de drenaje es buena. **Tabla 25.**

Calidad del drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drenara

La vía se encuentra a una humedad de más del 25% por ello se obtuvo el valor de 1 para los coeficientes  $m_2, m_3$  con una calidad de drenaje buena. **Tabla 26.**

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 %	Mas 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
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

### 3.1.6 Diseño de pavimento CBR de laboratorio, W18 calculado

Mediante el uso del software AASHTO 93 se procedió a calcular el número estructural de acuerdo con los valores calculados anteriormente como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 52.** Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio

DATOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO		
Tipo de pavimento	Flexible	
Clasificación de la vía	Vía Clase III	
Tráfico promedio diario anual para 2042	415	
Periodo de diseño	20 años	
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	VALORES
W18 Diseño	W18	318208
CBR Diseño	CBR [%]	24,2
Confiabilidad	R [R]	85
Desviación estándar normal	Zr	-1,037
Desviación estándar global	So	0,44
Índice de serviciabilidad	PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	14025,16
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	375
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coefficiente estructural de la carpeta afáltica	a1 [cm]	0,159
Coefficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coefficiente estructural de la sub-base	a3 [cm]	0,043
Coefficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon



- **Diseño del pavimento W18 Calculado**

**Ecuación AASHTO 93**

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
85 %  $Z_r = -1.037$  So 0.44

Serviciabilidad inicial y final  
PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
Mr 14025 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)  
Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 =** 318208  Calcular W18

Número Estructural  
SN = 2.13

Observaciones

Calcular Salir

**Figura 57.** Software para el cálculo de SN

**Fuente:** AASHTO 93

**Tabla 53.** Diseño pavimento flexible W18 calculado

<b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b> <b>METODO AASHTO 1993</b>			
<b>Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”</b>			
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA	375,00	(ksi)	
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR	28,00	(ksi)	
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE	14,90	(ksi)	
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	318.208		
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85	(%)	
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)	-1,037		
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)	0,44		
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	14,03	(ksi)	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4,2		
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2,0		
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20	años	
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )	0,405		
Base granular (a <sub>2</sub> )	0,133		
Subbase (a <sub>3</sub> )	0,108		
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m <sub>2</sub> )	1,000		
Subbase (m <sub>3</sub> )	1,000		
<b>DATOS DE SALIDA :</b>			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )	<b>2,13</b>		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	<b>1,65</b>		S1
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	<b>1,26</b>		S2
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	<b>0,74</b>		S3
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>			
		<b>PROPUESTA</b>	
	<b>TEORICO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>SN*</b>
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10,3 cm	<b>5,0 cm</b>	0,80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	24,1 cm	<b>10,0 cm</b>	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	17,4 cm	<b>20,0 cm</b>	0,85
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>35,0 cm</b>	<b>2,17</b>
<b>COMPROBACIÓN :</b>			
$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN(Teorico)$			
	2,17	2,13	<b>OK</b>

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

Los resultados de los espesores para la subrasante con CBR= 24,20 % de la vía “San Andres de Pilalo - Vasconez” son los recomendados por la norma AASHTO 93 como se muestran en la siguiente tabla de resultados:

**Tabla 54.** Tabla de resultados, espesores.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	10
Subbase	20

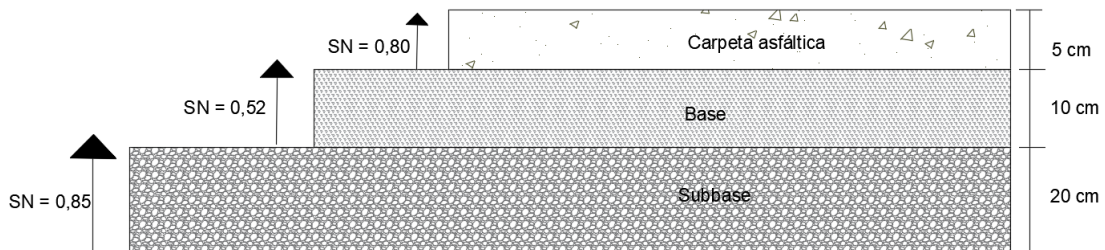
**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### Comprobación

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

$$0,80 + 0,52 + 0,85 \geq 2,13$$

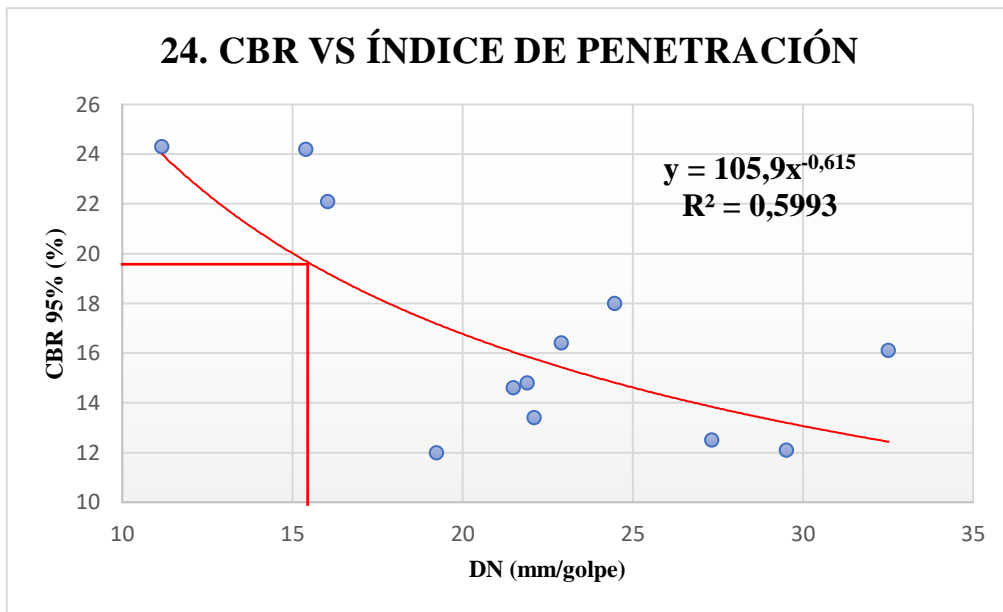
$$2,17 \geq 2,13 \text{ Si Cumple!}$$



**Figura 58.** Espesores de las capas estructurales del pavimento flexible

### 3.1.7 Diseño del pavimento con CBR de correlaciones

Se utilizó el diagrama de la correlación 24 **Figura 51**. Correlación CBR 95% **vs** DN para obtener el valor de CBR para el índice de penetración de la muestra No. 6, obteniéndose un valor de CBR = 19,90%.



El módulo de resiliencia de la subrasante se vuelve a calcular ya que se está trabajando con un nuevo CBR%.

$$Mr (PSI) = 3000 * CBR^{0,65}$$

$$Mr (PSI) = 3000 * (19,90)^{0,65}$$

$$Mr (PSI) = 20959,2508 \text{ psi} \rightarrow 20,95 \text{ ksi}$$

**Tabla 55.** Valores encontrados para el diseño de la estructura del pavimento; CBR de laboratorio

<b>DATOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO</b>		
<b>Tipo de pavimento</b>	Flexible	
<b>Clasificación de la vía</b>	Vía Clase III	
<b>Tráfico promedio diario anual para 2042</b>	415	
<b>Periodo de diseño</b>	20 años	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>VALORES</b>
W18 Diseño	W18	318208
CBR Diseño	CBR [%]	19,9
Confiabilidad	R [R]	85
Desviación estándar normal	Zr	-1,037
Desviación estándar global	So	0,44
Índice de serviciabilidad	PSI	2,2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	20959,25
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [ksi]	375
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coefficiente estructural de la carpeta afáltica	a1 [cm]	0,159
Coefficiente estructural de la base	a2 [cm]	0,052
Coefficiente estructural de la sub-base	a3 [cm]	0,043
Coefficiente de drenaje	m2	1
	m3	1

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

- **Diseño del pavimento W18 Calculado**

**Ecuación AASHTO 93**

**CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)**

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

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 85 %  $Z_r = -1.037$  So 0.44

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 20959 psi

Información adicional para pavimentos rígidos  
 Módulo de elasticidad del concreto -  $E_c$  (psi)   
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto -  $S_c$  (psi)   
 Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 318208**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 1.83**



Observaciones

Calcular Salir

**Figura 59.** Software para el cálculo de SN

**Fuente:** AASHTO 93

**Tabla 56. Diseño pavimento flexible W18 calculado**

 <b>DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</b> <b>METODO AASHTO 1993</b> 			
Proyecto: “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS DE LAS PARROQUIAS: SAN JUAN DE PASTOCALLE Y TANICUCHÍ DEL CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”			
<b>DATOS DE ENTRADA :</b>			
<b>1. CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES</b>		<b>DATOS</b>	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA		375,00	(ksi)
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR		28,00	(ksi)
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE		14,90	(ksi)
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)		318.208	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		85	(%)
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)		-1,037	
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)		0,44	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)		20,95	(ksi)
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)		4,2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)		2,0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)		20	años
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)		0,405	
Base granular (a2)		0,133	
Subbase (a3)		0,108	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)		1,000	
Subbase (m3)		1,000	
<b>DATOS DE SALIDA :</b>			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )		<b>1,83</b>	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )		<b>1,63</b>	S1
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )		<b>1,26</b>	S2
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )		<b>0,74</b>	S3
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO</b>			
		<b>PROPUESTA</b>	
	<b>TEORICO</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>SN*</b>
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10,2 cm	<b>5,0 cm</b>	0,80
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	24,1 cm	<b>10,0 cm</b>	0,52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	17,4 cm	<b>15,0 cm</b>	0,64
ESPESOR TOTAL (cm)		<b>30,0 cm</b>	<b>1,96</b>
<b>COMPROBACIÓN :</b>			
$\Sigma SN_{Calculado} \geq SN(Teorico)$			
	1,96	1,83	<b>OK</b>

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

**Tabla 57.** Tabla de resultados, espesores.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	10
Subbase	15

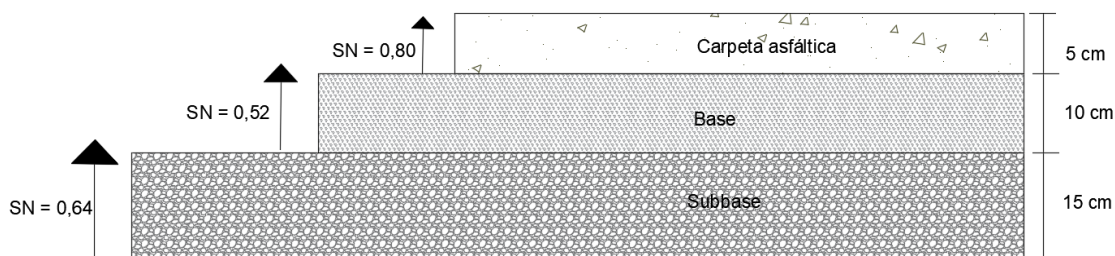
**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

### Comprobación

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

$$0,80 + 0,52 + 0,64 \geq 1,83$$

$$1,96 \geq 1,83 \text{ Si Cumple!}$$



**Figura 60.** Espesores de la capa de pavimento flexible

#### 3.1.7.1 Comparación de espesores de pavimento

A continuación, se presenta la comparación entre los espesores de pavimento obtenidos mediante el CBR de laboratorio y el CBR de la correlación con el índice de penetración DN.

**Tabla 58.** Comparación espesores de pavimento

	CBR LABORATORIO		CBR CORRELACIÓN	
	Teórico	Propuesta	Teórico	Propuesta
Espesor carpeta asfáltica (cm)	10,3 cm	5 cm	10,2 cm	5 cm
Espesor base granular (cm)	24,1 cm	10 cm	24,1 cm	10 cm
Espesor subbase granular (cm)	17,4 cm	20 cm	17,4 cm	15 cm
Espesor total (cm)		35 cm		30 cm

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon



## FASE 4: Zonificación de acuerdo con la clasificación de suelos

### 3.1.8 Clasificación de los suelos

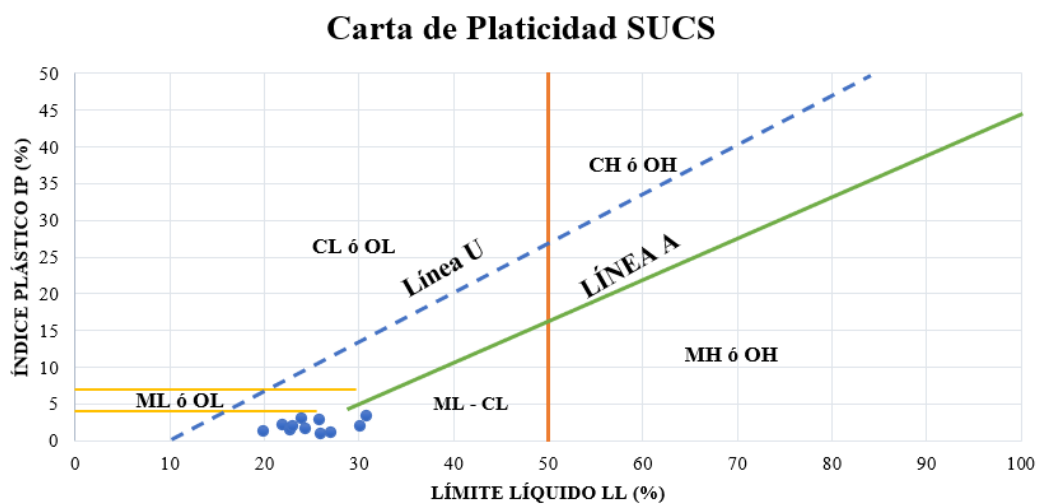
La clasificación de los suelos se realizó considerando los sistemas AASHTO y SUCS, se utilizó los resultados que se obtuvieron en los ensayos de granulometría y límites de Atterberg.

**Tabla 59.** Resumen clasificación del suelo según sistemas AASHTO y SUCS

PUNTO	PARROQUIA	CLASIFICACIÓN	
		AASHTO	SUCS
1	La Victoria	A-2-4	SM
2	La Victoria	A-2-4	SM
3	La Victoria	A-2-4	SM
4	La Victoria	A-2-4	SM
5	La Victoria	A-2-4	SM
6	Pujilí	A-2-4	SM
7	Pujilí	A-2-4	SM
8	Pujilí	A-2-4	SM
9	Pujilí	A-2-4	SW-SM
10	Pujilí	A-2-4	SP-SM
11	Pujilí	A-2-4	SW-SM
12	Pujilí	A-2-4	SM

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

En la siguiente gráfica de la carta de plasticidad del sistema SUCS se puede observar que la ubicación de las muestras representativas de suelos pertenece al grupo de los ML-CL.

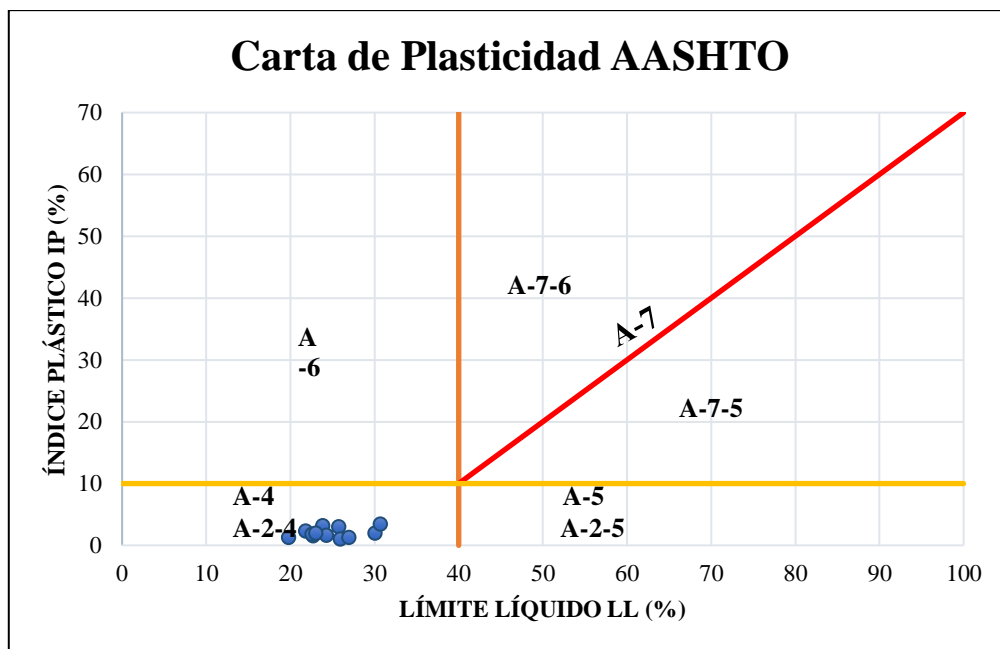


**Figura 61.** Carta de plasticidad del sistema SUCS

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

En la tabla 61, se aprecia que todas las muestras representativas de suelo de la parroquia La Victoria pertenecen al grupo de arenas limosas, en el caso de las muestras representativas de la parroquia Pujilí 2 de las 6 muestras pertenecen al grupo de arenas bien gradadas, sin embargo, la muestra número 11 pertenece al grupo de arenas mal gradadas o con poco o ningún fino.

En la siguiente gráfica de la carta de plasticidad del sistema AASHTO se puede observar que la ubicación de las muestras representativas de suelos pertenece al grupo A-2-4



**Figura 62.** Carta de plasticidad del sistema AASHTO

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

En consideración con el sistema AASHTO, se obtuvo que las 12 muestras representativas de suelo tanto de la parroquia Pujilí como de La Victoria, pertenecen al grupo A-2-4, es decir, son arenas limosas o arcillosas.

# CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN AASHTO

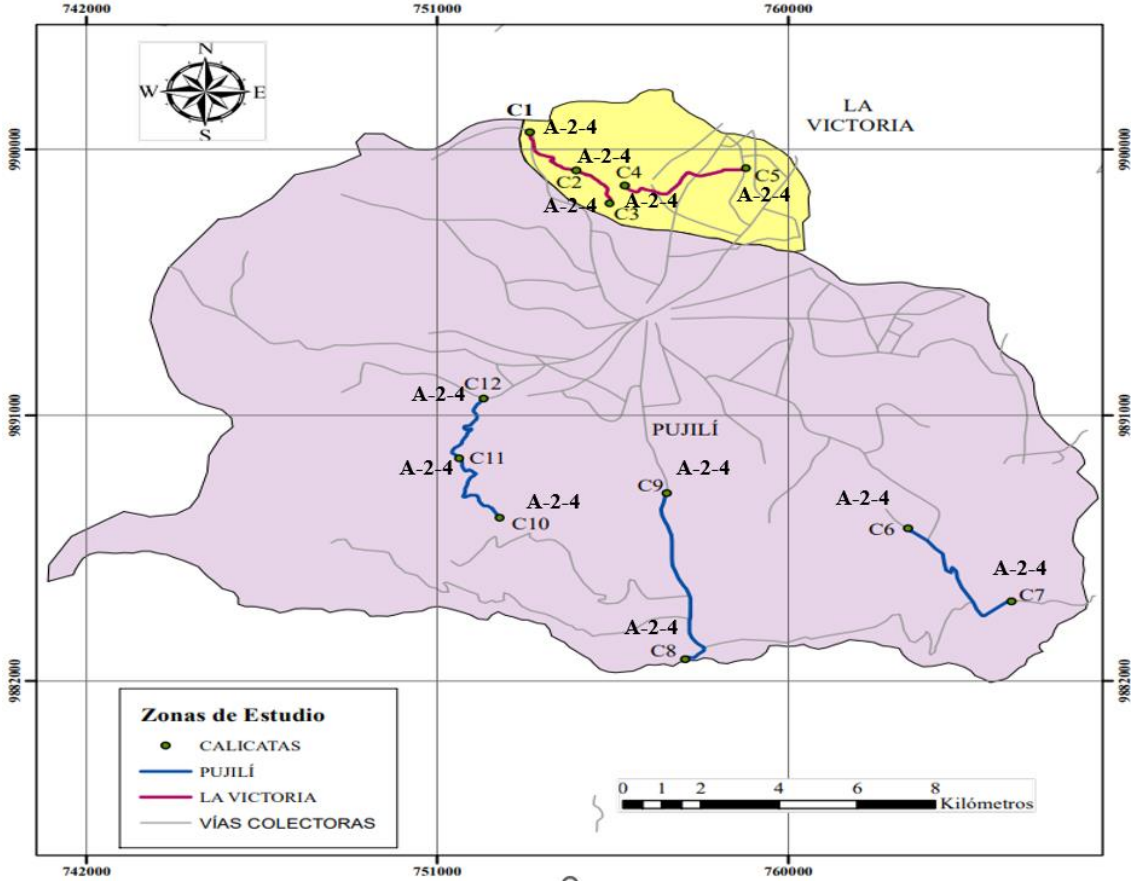
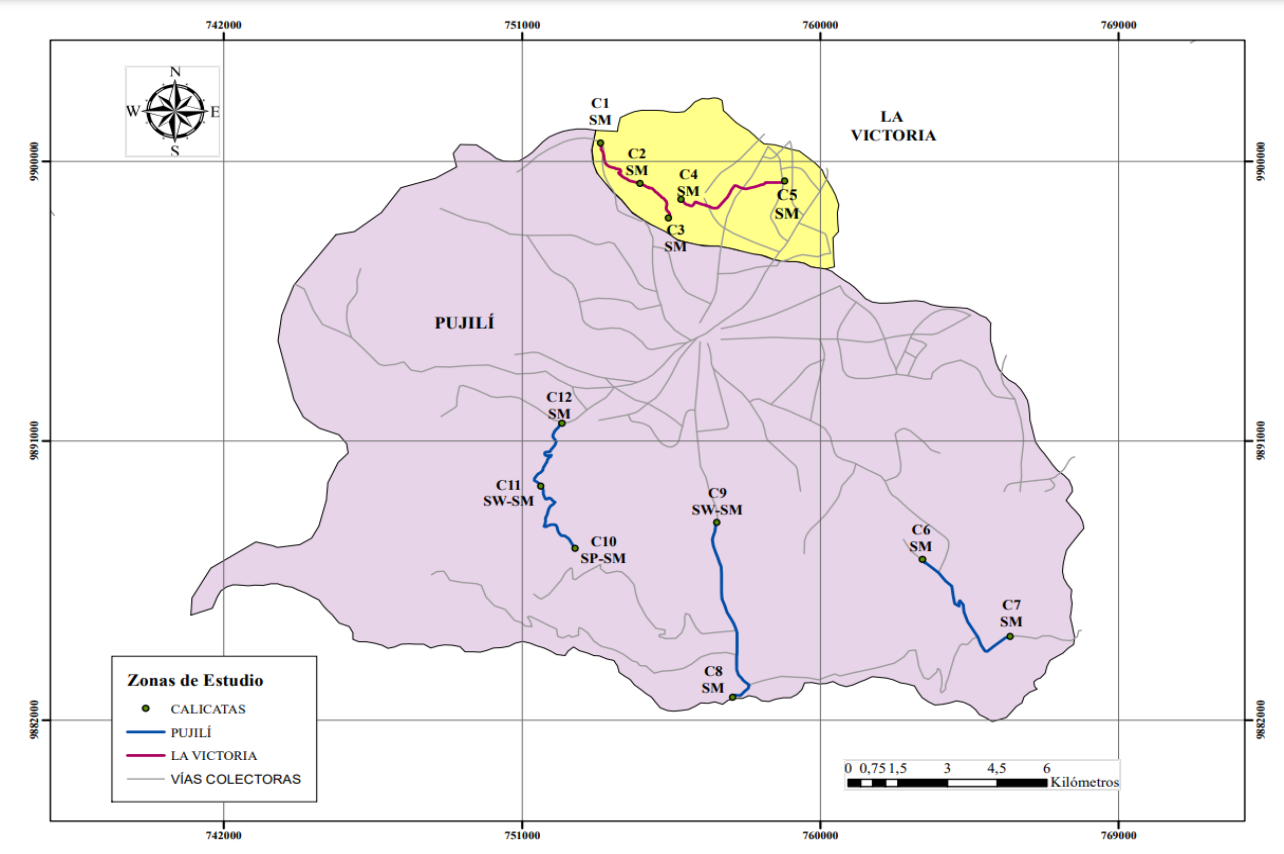


Figura 63. Clasificación de los suelos. AASHTO

Autor: Alison Monserrath Ibarra Bombon

# CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN SUCS



**Figura 64.** Clasificación de los suelos. SUCS

**Autor:** Alison Monserrath Ibarra Bombon

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Se determinó los valores de cada ensayo perteneciente a las propiedades Índice y Mecánicas en los suelos de las parroquias: La Victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi por medio del análisis de campo y laboratorio descritos en las tablas 42 y 43 donde se puede apreciar los rangos de valores en base a cada ensayo realizado respectivamente, dichos rangos en cada uno de los ensayos corresponden a arenas limosas.
- Se realizaron 26 correlaciones entre el CBR, DCP, propiedades índice y mecánicas de las parroquias: La Victoria y Pujilí obteniéndose valores de coeficientes de determinación ( $R^2$ ) entre los rangos 51% - 94%, considerándose como correlaciones aceptables.
- Se determinó que las correlaciones propuestas podrán ser aplicadas únicamente al tipo de suelo que se analizó en el presente trabajo experimental, en el caso de que los parámetros de distribución granulométrica estén dentro de los rangos establecidos, al igual que las propiedades índice y mecánicas resulten próximo.
- Se analizó que, para obtener el valor de cada una de las propiedades índice, mecánicas, CBR y DCP es necesario optar por varias alternativas de correlación, sean estas lineales, logarítmicas, polinómicas, potenciales o exponenciales, con la finalidad de obtener valores más representativos.
- Se amplió la base de datos existente, referente a estudios de correlación entre el CBR de laboratorio, DCP y las propiedades índice y mecánicas de las muestras representativas de los suelos de las parroquias: La Victoria y Pujilí, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, con un número total de correlaciones de 29, tanto simples como múltiples, ajustándose a una tendencia lineal, exponencial, logarítmica o potencial, con la que los datos de las propiedades se vean mejor relacionados, se obtuvieron los coeficientes de correlación R de 51 % hasta 97 % considerándose como valores buenos.
- Se analizó que los valores del ensayo CBR oscilan entre los rangos de: 11% - 25%, considerándose de manera general de regular a bueno, es decir, las muestras

representativas de suelo ensayadas satisfacen la capacidad de soporte mínima como uso para subrasantes.

- Se analizó que las correlaciones con mayor coeficiente de correlación son las que involucran a las variables: Límite Líquido (LL), Contenido de humedad Natural (W nat), Densidad seca in situ ( $\gamma_d$  in situ) e Índice de penetración (DN) con rangos de entre 70% - 90%
- Se aplicó los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, para la vía analizada “San Andres de Pilalo - Vasconez” los espesores del prediseño de la estructura del pavimento flexible para cada capa son de 5 cm de carpeta asfáltica, 10 cm de base y 20 cm de subbase como lo recomienda la guía AASHTO 93, considerado un CBR de laboratorio de 24,20%, de igual modo para un CBR calculado mediante la Correlación No. 24 los valores de los espesores de la estructura de pavimento flexible se mantuvieron con la excepción de la subbase de 15 cm con un CBR de correlación de 19,90%
- Se determinó que los valores teóricos obtenidos para los espesores de la estructura del pavimento no varían notablemente ya que el CBR de laboratorio y el CBR de la correlación con respecto al índice de penetración fueron cercanos, es decir, se pueden estimar los valores de CBR a partir del índice de penetración (DN) ya que tiene una precisión alta.
- Se zonificó las diferentes áreas de las parroquias analizadas en este trabajo experimental de acuerdo con la clasificación de suelos SUCS y AASHTO y las propiedades físicas y mecánicas obtenidas. En la tabla número 69 se puede identificar que las muestras representativas de suelo ensayas pertenecen al rango de suelos: SP, SM, SC según las SUCS, mientras que A-2-4 para la norma AASHTO.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda al momento de realizar cada ensayo ya sea de campo o de laboratorio seguir cada una de las guías establecidas por las normas con la finalidad de evitar obtener valores errados que posteriormente generen problemas en las posteriores fases del trabajo experimental.
- Se recomienda considerar el tipo de suelo, clasificación y características para el uso de las correlaciones de dos o más variables con el fin de obtener valores más altos de coeficientes de correlación.
- Se recomienda utilizar de forma correcta las fórmulas y ábacos establecidos por el manual de diseño de pavimentos AASHTO 93, debido a que, un mal calculo podría llevar a sobredimensionar la estructura del pavimento.
- Se recomienda utilizar de forma correcta las normas AASHTO y SUCS para la clasificación de suelos con respecto a los rangos de propiedades índices de las muestras representativas de suelo ensayadas con el fin de no realizar una mala clasificación del suelo.
- Se recomienda que la Universidad Técnica de Ambato motive a los estudiantes a seguir realizando este tipo de investigaciones experimentales con la finalidad de continuar ampliando la base de datos del tipo de suelo al que pertenecen dichas parroquias.
- Se recomienda comparar las correlaciones que se realizan con normas o artículos científicos que validen que dichas correlaciones realmente pueden ser efectivas o no.
- Se recomienda que los laboratorios de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato amplíen sus equipamientos con el fin de optimizar el tiempo al momento de realizar los ensayos de campo y de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. V. Agreda, “El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos,” *Univ. Priv. Boliv*, p. 16, 2006.
- [2] L. C. Chang, “CBR”.
- [3] T. Al-Refeai and A. Al-Suhaibani, “Prediction of CBR using dynamic cone penetrometer,” *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, vol. 9, no. 2, pp. 191–203, 1997.
- [4] Z. S. Janjua and J. Chand, “Correlation of CBR with index properties of soil,” *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 7, no. 5, pp. 57–62, 2016.
- [5] M. Zumrawi, “Prediction of CBR from index properties of cohesive soils,” *Advances in civil engineering and building materials. CRC Press, Boca Raton*, pp. 561–565, 2012.
- [6] J. D. B. Sierra and O. A. V. Sikaffy, “Validación del método de DCP aplicado en campo en relación al ensayo CBR en laboratorio.” San José, Costa Rica, 2016.
- [7] E. A. Sandoval-Vallejo and W. A. Rivera-Mena, “Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada,” *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, no. 1, pp. 135–151, 2019.
- [8] A. Demera Milagro Lupita, D. Romero Carla Monserrate, O. Hernández Eduardo Humberto, and D. Gutiérrez Daniel Alfredo, “Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parámetro geotécnico, aplicando el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), en los terrenos aledaños a la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas.”
- [9] P. D. Reyes Cevallos, “Estrategias para la eficiencia administrativa del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de La Victoria del Cantón Pujilí,” Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), 2021.
- [10] C. C. Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa, 2005.
- [11] E. Saéz, “Fundamentos de geotecnia: ICE-1603,” 2010.



- [12] J. A. J. Salas and J. L. de Justo Alpañes, *Geotecnia y cimientos: Propiedades de los suelos y de las rocas*. Rueda, 1975.
- [13] P. L. Berry and D. Reid, *Mecánica de suelos*. McGraw-Hill Colombia, 1993.
- [14] G. Duque and C. Escobar, “Mecánica de los suelos,” *Notas del curso Suelos I. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*, 2002.
- [15] D. Graux, *Fundamentos de mecánica del suelo, proyecto de muros y cimentaciones*, vol. 1. Reverte, 1975.
- [16] F. V. Agreda, “El cono dinámico de penetración y su aplicación en la evaluación de suelos,” *Univ. Priv. Boliv*, p. 16, 2006.
- [17] J. E. Bowles, *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. McGraw-Hill, 1981.
- [18] E. J. Badillo, *Mecánica De Suelos I/Ground Mechanics I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos/Fundamentals of Ground Mechanics*, vol. 1. Editorial Limusa, 1974.
- [19] B. M. Das and S. R. C. González, *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning, 2015.
- [20] G. López Maldonado, “Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado,” 2020.
- [21] of Sciences Engineering, Medicine, and others, “Precision Estimates of AASHTO T 180: Moisture-Density Relations of Soils Using a 4.54-kg (10-lb) Rammer and a 457-mm (18-in.) Drop,” 2010.
- [22] J. A. Hachel and S. R. Boccaleri, *Sistematización de los medios de compactación y su control*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Centro de Publicaciones, 1987.
- [23] E. Lahura and others, *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*, vol. 218. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Economía, 2003.
- [24] M. R. S. Spiegel, “Estadística/Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens.,” 2009.
- [25] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. 1998.



- [26] M. Mata, “Guía Básica para la Conformación de Bases y Subbases para Carreteras en el Salvador,” *San Salvador, El Salvador: Universidad del El Salvador*, 2010.
- [27] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. 1998.
- [28] D. H. Calo, “Diseño de pavimentos rígidos,” *Jornadas de Actualización Técnica. Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón. ICPA, Instituto del Cemento Portland Argentino*, 2012.
- [29] M. I. V. A. S. GUERRERO and C. S. C. T. N. LEÓN, “Pavimentos rígidos y Flexibles, Ventajas y Desventajas,” *ASOCIACIÓN MEXICANA DE INGENIERÍA DE VÍAS TERRESTRE, AC*, 2012.
- [30] L. Monsalve, L. Giraldo, and J. Maya, “Diseño de pavimento flexible y rígido,” *Programa de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de Quindío. Armenia, Colombia*, 2012.
- [31] T. Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993*, vol. 1. Aashto, 1993.
- [32] K. Terzaghi and R. B. Peck, “Mecánica de suelos; en la ingeniería práctica,” 1978.
- [33] M. d MTOP, “Ministerio de Transporte y Obras Públicas.” Obtenido de <http://www.obraspublicas.gob.ec/valores-mision-vision>, 2016.

## ANEXOS



### TABLAS DE RESULTADOS

#### Ensayos de campo



**Tabla 60.** Densidad de campo muestra 1

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1195	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1191	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1758	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1113	g		
Calibración de la arena de Ottawa y sand		1,546	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		719,92	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		128,19	127,06		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		112,63	111,11		
Peso del agua (Ww)		15,56	15,95		
Peso del recipiente (Wr)		28,81	23,48		
Peso de la muestra seca (Ws)		83,82	87,63		
Contenido de humedad (ω)		18,56%	18,20%		
Promedio contenido de humedad (ω)		18,38%			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>	<b>Masas</b>		
		Vv =	29,43		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	0,00
		Vw	Agua	Ww	15,95
	Ws	Vs	Sólidos	Ws	87,63
				Vm =	103,58
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,654	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)		1,397	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)		18,20	%		
Relación de vacíos (e = Vv / Vs)		0,89	-		
Porosidad (n = Vv/Vm)		47,01	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv)		54,20	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv)		45,80	%		



**Tabla 61.** Densidad de campo muestra 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1205		g	
Peso de recipiente (funda plastica)		4		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1201		g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500		g	
Peso final frasco + cono + arena		1759		g	
Peso de la arena en el cono		1629		g	
Peso de la arena en el hueco		1112		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1,546		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm		719,28		cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		113,75	111,72	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		95,58	97,94	g	
Peso del agua (Ww)		18,17	13,78	g	
Peso del recipiente (Wr)		24,32	25,96	g	
Peso de la muestra seca (Ws)		71,26	71,98	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		25,50	19,14	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		22,32		%	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv = 25,23			
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
	Vs	Sólidos	Ws		
	Vm = 51,36		Wm = 85,76		
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1,670		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1,365		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		19,14		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )		0,97		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )		49,13		%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = Ww/Vv$ )		54,61		%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = Va/Vv$ )		45,39		%	



**Tabla 62.** Densidad de campo muestra 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PROCTOR MODIFICADO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1374	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1370	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1624	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1247	g		
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1,582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		788,24	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		3C	100		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		151,56	146,79		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		138,80	135,12		
Peso del agua (Ww)		12,76	11,67		
Peso del recipiente (Wr)		32,40	33,50		
Peso de la muestra seca (Ws)		106,40	101,62		
Contenido de humedad ( $\omega$ )		11,99	11,48		
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		11,74			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	24,94		
Vm	Vv	Va	Wm	Wa =	0,00
		Aire		Vw =	11,67
		Agua		Vs =	40,25
		Sólidos		Vm =	65,18
		Ws =	101,62	Wm =	113,29
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )			1,738	g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )			1,555	g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )			11,48	%	
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )			0,62	-	
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )			38,26	%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )			46,80	%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )			53,20	%	



**Tabla 63.** Densidad de campo muestra 4

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 758917		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1331	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1327	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1608	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1263	g		
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		798,36	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		114,51	116,27		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		98,78	100,51		
Peso del agua (Ww)		15,73	15,76		
Peso del recipiente (Wr)		31,23	30,80		
Peso de la muestra seca (Ws)		67,55	69,71		
Contenido de humedad (ω)		23,29	22,61		
Promedio contenido de humedad (ω)		22,95			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	25,08		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
		Vs	Sólidos	Ws	
				Vm =	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,662	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)		1,352	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)		22,61	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0,95	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )		48,77	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		62,85	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		37,15	%		

**Tabla 64.** Densidad de campo muestra 5



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1187	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1183	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1673	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1198	g		
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		757,27	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		151,76	153,87		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		128,47	129,97		
Peso del agua (Ww)		23,29	23,90		
Peso del recipiente (Wr)		33,25	33,34		
Peso de la muestra seca (Ws)		95,22	96,63		
Contenido de humedad (ω)		24,46	24,73		
Promedio contenido de humedad (ω)		24,60			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	40,99		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
		Vs	Sólidos	Ws	
				Vm =	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,562	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)		1,254	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)		24,73	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		1,13	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )		53,13	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		58,31	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		41,69	%		

**Tabla 65.** Densidad de campo muestra 6



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014	
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra	
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla	
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 758917	
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>				
Peso de la masa del suelo + recipiente		1293	g	
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1289	g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>				
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g	
Peso final frasco + cono + arena		1543	g	
Peso de la arena en el cono		1629	g	
Peso de la arena en el hueco		1328	g	
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,545	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm		859,55	cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
Recipiente Número		A	B	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		116,63	113,44	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		102,75	98,88	g
Peso del agua (Ww)		13,88	14,56	g
Peso del recipiente (Wr)		30,93	30,12	g
Peso de la muestra seca (Ws)		71,82	68,76	g
Contenido de humedad (ω)		19,33	21,18	%
Promedio contenido de humedad (ω)		20,25		%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>				
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>
		Vv =	28,59	
Vm	Vv	Va =	14,03	Wa = 0,00
		Vw =	14,56	Ww = 14,56
		Vs =	26,98	Ws = 68,76
		Vm =	55,56	Wm = 83,32
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,500	g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca (γd)		1,247	g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad (ω)		21,18	%	
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		1,06	-	
Porosidad ( n = Vv/Vm )		51,45	%	
Grado de saturación de agua ( Gw = Vw/Vv )		50,94	%	
Grado de saturación de aire ( Ga = Va/Vv )		49,06	%	





**Tabla 66.** Densidad de campo muestra 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente	1499	g	
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	1495	g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena	5000	g	
Peso final frasco + cono + arena	1972	g	
Peso de la arena en el cono	1629	g	
Peso de la arena en el hueco	1399	g	
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,545	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	905,50	cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente Número	B	A	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116,67	110,00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	98,59	93,33	g
Peso del agua (Ww)	18,08	16,67	g
Peso del recipiente (Wr)	31,27	30,43	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67,32	62,90	g
Contenido de humedad (ω)	26,86	26,50	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26,68		%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
<b>Volúmenes</b>			
<b>Masas</b>			
	Vv =	24,00	
Vm	Vv	Va = Aire	Wa = 0,00
		Vw = Agua	Ww = 16,67
	Vs = Sólidos	Ws = 62,90	
	Vm =	48,19	Wm = 79,57
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,651	g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca (γd)		1,303	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω)		26,50	%
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0,99	-
Porosidad ( n = Vv/Vm )		49,80	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		69,45	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		30,55	%



**Tabla 67.** Densidad de campo muestra 8

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T191 2014
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>			
Peso de la masa del suelo + recipiente	1313	g	
Peso de recipiente (funda plastica)	4	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	1309	g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>			
Peso inicial frasco + cono + arena	4490	g	
Peso final frasco + cono + arena	1641	g	
Peso de la arena en el cono	1629	g	
Peso de la arena en el hueco	1220	g	
Calibración de la arena de Ottawa ysand	1,545	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	789,64	cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
Recipiente Número	A	B	-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	126,86	122,12	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	113,34	112,67	g
Peso del agua (Ww)	13,52	9,45	g
Peso del recipiente (Wr)	31,25	31,45	g
Peso de la muestra seca (Ws)	82,09	81,22	g
Contenido de humedad (ω)	16,47	11,64	%
Promedio contenido de humedad (ω)	14,05		%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>			
<b>Volúmenes</b>			
<b>Masas</b>			
	Vv =	24,54	
Vm	Vv	Va = Aire	Wa = 0,00
		Vw = Agua	Ww = 9,45
	Vs = Sólidos	Ws = 81,22	
	Vm =	54,70	Wm = 90,67
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>			
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,658	g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca (γd)		1,453	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad (ω)		11,64	%
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0,81	-
Porosidad ( n = Vv/Vm )		44,86	%
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		38,51	%
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		61,49	%



**Tabla 68.** Densidad de campo muestra 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1251	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1247	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1621	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1250	g		
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		790,14	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		111,67	112,01		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		96,92	98,76		
Peso del agua (Ww)		14,75	13,25		
Peso del recipiente (Wr)		31,43	30,78		
Peso de la muestra seca (Ws)		65,49	67,98		
Contenido de humedad (ω)		22,52	19,49		
Promedio contenido de humedad (ω)		21,01			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	24,40		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
		Vs	Sólidos	Ws	
				Vm =	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)			1,578	g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca (γd)			1,304	g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad (ω)			19,49	%	
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )			0,90	-	
Porosidad ( n = Vv/Vm )			47,40	%	
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )			54,31	%	
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )			45,69	%	



**Tabla 69.** Densidad de campo muestra 10

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1387	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1383	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		5000	g		
Peso final frasco + cono + arena		1956	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1415	g		
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		894,44	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		128,19	127,06		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		112,63	111,11		
Peso del agua (Ww)		15,56	15,95		
Peso del recipiente (Wr)		28,81	23,48		
Peso de la muestra seca (Ws)		83,82	87,63		
Contenido de humedad (ω)		18,56	18,20		
Promedio contenido de humedad (ω)		18,38			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	31,88		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
		Vs	Sólidos	Ws	
				Vm =	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,546	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)		1,306	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)		18,20	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0,91	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )		47,59	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		50,03	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		49,97	%		



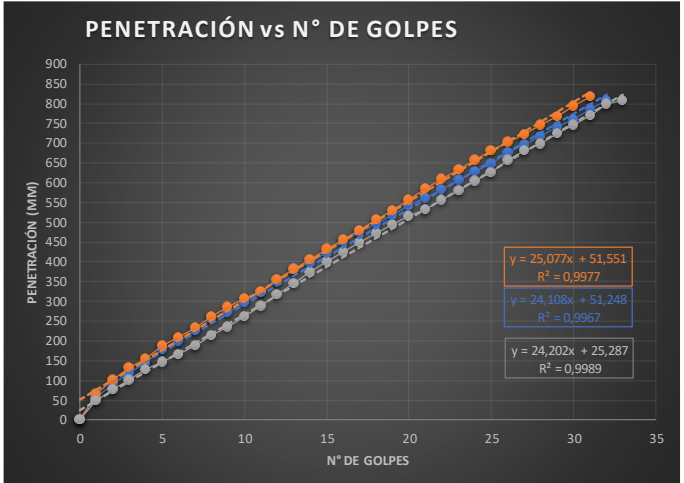
**Tabla 70.** Densidad de campo muestra 11

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014				
<b>Ubicación:</b>	Quintta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692				
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>							
Peso de la masa del suelo + recipiente		1234	g				
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g				
Peso de la masa del suelo (Wm)		1230	g				
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>							
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g				
Peso final frasco + cono + arena		1716	g				
Peso de la arena en el cono		1629	g				
Peso de la arena en el hueco		1155	g				
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,545	g/cm <sup>3</sup>				
Volumen del hueco de la masa Vm		747,57	cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número		3C	100	-			
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		113,65	92,56	g			
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		97,23	80,59	g			
Peso del agua (Ww)		16,42	11,97	g			
Peso del recipiente (Wr)		31,42	30,58	g			
Peso de la muestra seca (Ws)		65,81	50,01	g			
Contenido de humedad (ω)		24,95	23,94	%			
Promedio contenido de humedad (ω)		24,44		%			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>							
				<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
				Vv =	19,76		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm	Va =	0,00
		Vw	Agua	Ww		Ww =	11,97
		Vs	Sólidos	Ws		Ws =	50,01
				Vm =	37,67	Wm =	61,98
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>							
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)				1,645	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)				1,322	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)				23,94	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )				1,10	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )				52,47	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )				60,56	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )				39,44	%		

**Tabla 71. Densidad de campo muestra 12**



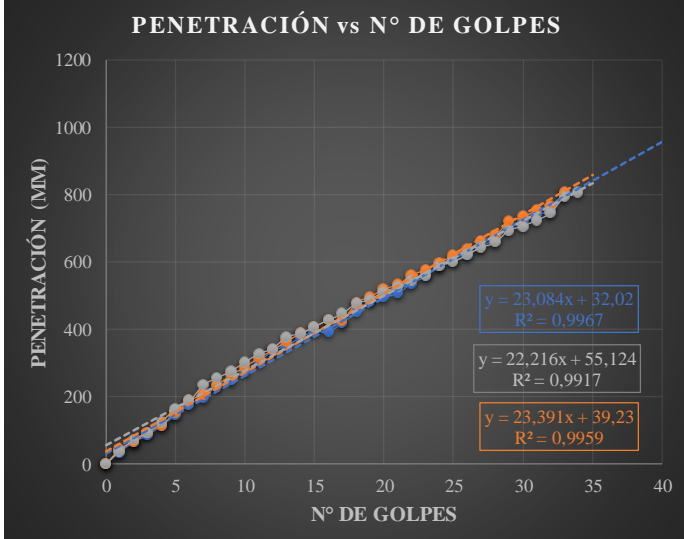
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1278	g		
Peso de recipiente (funda plastica)		4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)		1274	g		
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena		4500	g		
Peso final frasco + cono + arena		1647	g		
Peso de la arena en el cono		1629	g		
Peso de la arena en el hueco		1224	g		
Calibración de la arena de Ottawa ysand		1,545	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm		792,23	cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		195,40	203,40		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		169,20	175,20		
Peso del agua (Ww)		26,20	28,20		
Peso del recipiente (Wr)		32,40	33,50		
Peso de la muestra seca (Ws)		136,80	141,70		
Contenido de humedad (ω)		19,15	19,90		
Promedio contenido de humedad (ω)		19,53			
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	50,73		
Vm	Vv	Va	Aire	Wa	Wm
		Vw	Agua	Ww	
		Vs	Sólidos	Ws	
				Vm =	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)		1,608	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)		1,345	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)		19,90	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )		0,92	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )		48,02	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )		55,59	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )		44,41	%		

**Tabla 72. DCP muestra 1**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
					
ENSAYO DCP					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	ASTM D6951		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355		
				E: 758917	
ENSAYO DE DCP					
Golpes	Penetración (mm)				
	1	2	3		
0	0	0	0		
1	56	66	49		
2	91	101	77		
3	118	133	102		
4	144	155	127		
5	179	188	147		
6	201	210	166		
7	227	233	187		
8	258	261	213		
9	272	285	236		
10	297	308	262		
11	322	325	288		
12	350	356	318		
13	381	381	345		
14	398	407	374		
15	425	432	401		
16	452	457	426		
17	475	480	449		
18	498	506	472		
19	519	530	495		
20	542	558	515		
21	561	585	534		
22	583	610	558		
23	608	633	581		
24	629	657	605		
25	649	681	627		
26	677	703	657		
27	695	723	682		
28	717	745	698		
29	741	767	724		
30	761	795	746		
31	786	817	769		
32	808		798		
33			809		

DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	24,46
2	
3	



**Tabla 73. DCP muestra 2**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DCP					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	ASTM D6951		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827		
ENSAYO DE DCP					
Golpes	Penetración (mm)			 <p><b>PENETRACIÓN vs N° DE GOLPES</b></p> <p>Y-axis: PENETRACIÓN (MM) (0 to 1200)</p> <p>X-axis: N° DE GOLPES (0 to 40)</p> <p>Three regression lines are shown:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Blue: <math>y = 23,084x + 32,02</math>, <math>R^2 = 0,9967</math></li> <li>Grey: <math>y = 22,216x + 55,124</math>, <math>R^2 = 0,9917</math></li> <li>Orange: <math>y = 23,391x + 39,23</math>, <math>R^2 = 0,9959</math></li> </ul>	
	1	2	3		
0	0	0	0		
1	36	44	39		
2	65	66	73		
3	86	94	93		
4	115	116	125		
5	145	153	165		
6	177	188	187		
7	199	207	234		
8	231	235	255		
9	251	264	276		
10	274	288	302		
11	304	315	327		
12	336	338	343		
13	351	364	377		
14	377	387	387		
15	393	407	408		
16	394	427	427		
17	418	425	446		
18	453	478	476		
19	486	497	488		
20	495	519	512		
21	508	533	525		
22	537	561	546		
23	559	577	561		
24	587	598	588		
25	604	619	600		
26	621	637	621		
27	647	661	643		
28	668	679	657		
29	703	719	693		
30	719	734	706		
31	741	753	724		
32	755	767	745		
33	804	806	793		
34			806		
35					

DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	23,084
2	22,216
3	23,391
	22,90



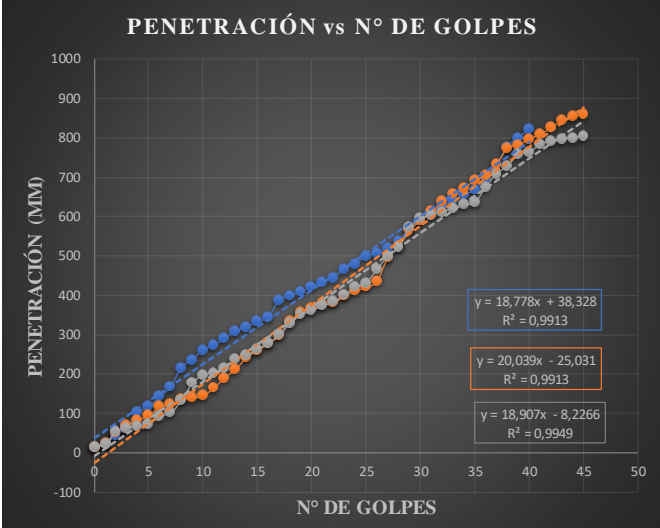
**Tabla 74. DCP muestra 3**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434



ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	15	16	16
1	24	26	23
2	45	53	55
3	67	71	62
4	103	83	68
5	118	96	73
6	142	117	94
7	168	123	102
8	217	136	134
9	237	140	178
10	261	146	199
11	273	166	203
12	291	192	215
13	308	214	239
14	320	243	248
15	333	261	265
16	345	278	278
17	387	299	302
18	399	333	329
19	409	356	351
20	423	367	362
21	434	376	374
22	445	381	384
23	467	399	402
24	481	412	421
25	499	421	433
26	508	437	467
27	521	498	500
28	537	525	523
29	571	567	573
30	591	590	596
31	611	613	604
32	627	638	612
33	640	658	622
34	655	673	631
35	668	693	636
36	699	706	676
37	732	734	710
38	777	775	729
39	800	782	759
40	821	798	763
41		810	785
42		826	791
43		845	798
44		855	800
45		861	805



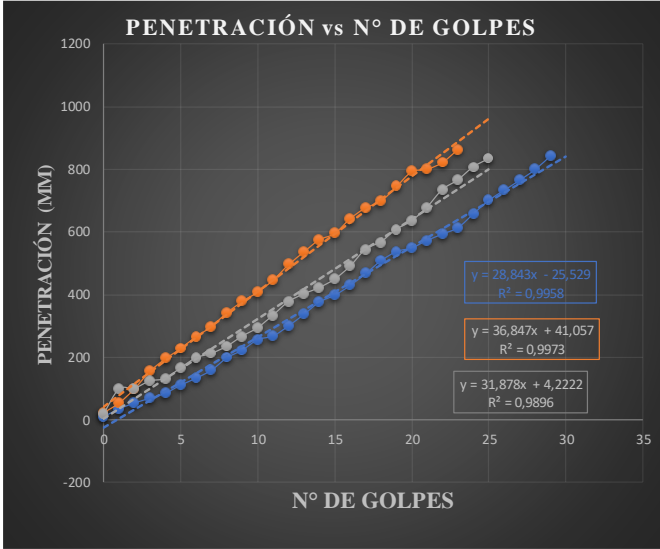
DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	18,778
2	20,039
3	18,907
19,24	

**Tabla 75. DCP muestra 4**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917



  

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	10	24	18
1	35	55	97
2	54	100	100
3	69	156	123
4	85	196	131
5	111	229	165
6	133	267	197
7	159	299	211
8	198	343	234
9	223	379	266
10	256	409	293
11	268	447	333
12	300	496	376
13	337	537	401
14	376	576	421
15	398	596	448
16	429	643	489
17	467	678	543
18	508	699	567
19	537	745	607
20	549	793	634
21	573	801	678
22	593	823	734
23	614	864	765
24	658		806
25	701		833
26	733		
27	765		
28	799		
29	843		

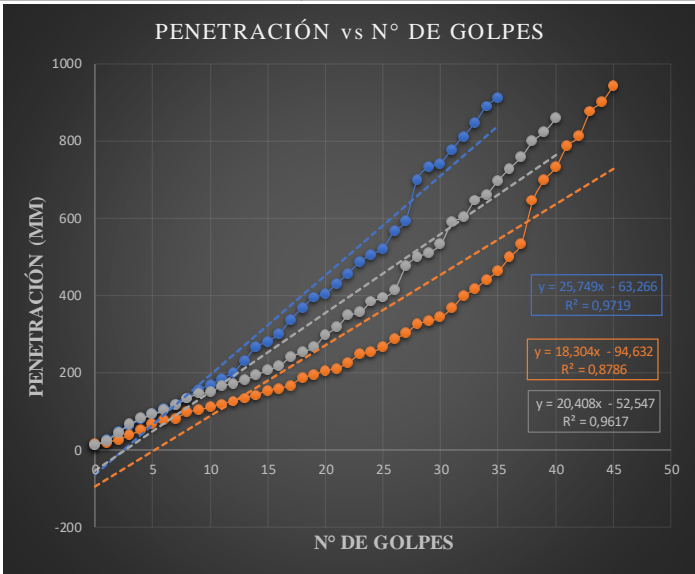
DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	28,843	32,52
2	36,847	
3	31,878	

**Tabla 76. DCP muestra 5**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494



  

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	14	15	14
1	27	19	24
2	48	27	45
3	63	38	67
4	81	51	82
5	94	66	92
6	106	77	103
7	118	81	116
8	135	98	135
9	157	103	146
10	169	111	151
11	186	119	166
12	201	127	173
13	232	135	183
14	267	142	194
15	281	155	208
16	301	159	218
17	337	168	242
18	367	187	253
19	394	194	267
20	404	206	298
21	430	211	318
22	457	226	349
23	486	248	356
24	506	253	385
25	521	266	394
26	566	287	415
27	592	302	476
28	700	326	500
29	732	333	511
30	741	343	533
31	777	367	589
32	810	399	603
33	845	417	647
34	888	442	662
35	911	463	698
36		499	729
37		534	758
38		645	799
39		699	823
40		732	858
41		788	
42		812	
43		877	
44		901	
45		944	

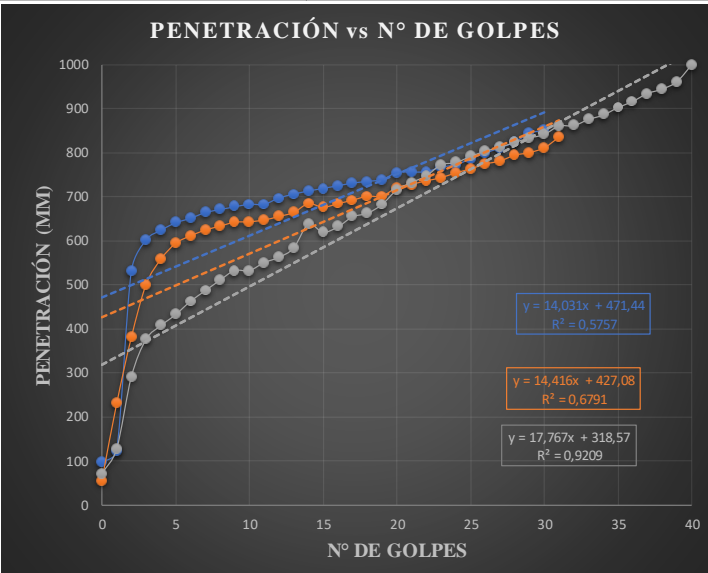
DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	25,749	
2	18,304	
3	20,408	

**Tabla 77. DCP muestra 6**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560



  

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	99	56	72
1	124	230	128
2	532	381	292
3	602	501	377
4	624	558	408
5	641	594	433
6	651	611	463
7	664	624	487
8	671	633	511
9	677	642	533
10	683	643	533
11	683	647	551
12	697	655	563
13	706	664	584
14	713	684	638
15	719	676	620
16	725	684	632
17	731	692	655
18	735	701	663
19	739	701	683
20	755	721	716
21	756	728	733
22	757	736	748
23	767	743	773
24	773	754	778
25	786	763	792
26	799	774	804
27	811	781	813
28	824	794	824
29	844	800	834
30	851	811	842
31		835	861
32			862
33			876
34			886
35			903
36			917
37			935
38			945
39			962
40			1000

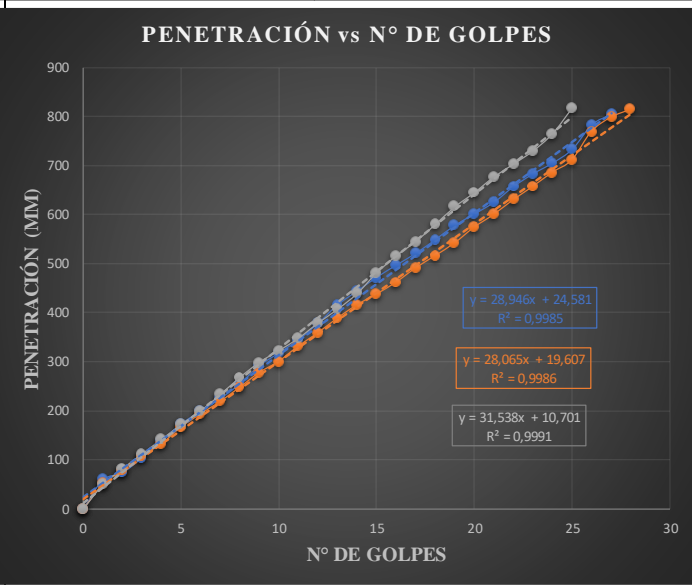
  

  

DN (mm/golpe)		DN (prom)
1	14,031	15,40
2	14,416	
3	17,767	

**Tabla 78. DCP muestra 7**



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 ENSAYO DCP	
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406
ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	59	51	49
2	74	79	82
3	104	109	112
4	139	133	142
5	173	167	172
6	200	194	200
7	225	219	233
8	255	248	268
9	292	278	299
10	318	301	323
11	345	332	348
12	378	359	379
13	416	389	407
14	444	416	439
15	472	438	481
16	497	462	516
17	521	491	545
18	549	516	580
19	578	542	616
20	601	574	645
21	625	600	677
22	657	630	703
23	683	657	730
24	705	686	765
25	733	711	817
26	783	769	
27	804	798	
28		814	

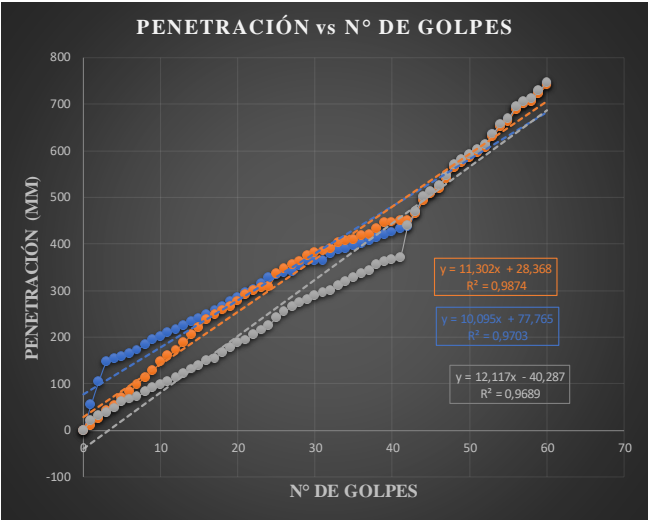


DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	29,52
2	
3	

**Tabla 79. DCP muestra 8**



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321
ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	55	12	21
2	105	25	32
3	147	42	39
4	155	53	48
5	159	71	61
6	165	83	68
7	173	99	74
8	185	115	83
9	196	128	93
10	202	147	99
11	209	161	105
12	217	173	115
13	225	188	123
14	233	206	131
15	241	222	139
16	249	239	149
17	258	249	155
18	266	258	167
19	277	267	178
20	285	277	188
21	296	291	194
22	304	301	205
23	315	307	215
24	328	310	226
25	335	337	242
26	338	349	254
27	341	355	267
28	354	364	274
29	363	376	281
30	365	381	289
31	366	385	296
32	379	391	301
33	388	402	311
34	391	409	319
35	397	411	329
36	401	419	336
37	408	421	345
38	414	433	355
39	421	445	362
40	426	448	368
41	433	452	371
42	437	451	439
43	467	464	470
44	498	495	501
45	510	507	513
46	523	520	526
47	543	540	546
48	567	564	570
49	578	575	581
50	589	586	592
51	600	597	603
52	610	607	613
53	634	631	637
54	654	651	657
55	667	664	670
56	692	689	695
57	703	700	706
58	709	706	712
59	726	723	729
60	745	742	748

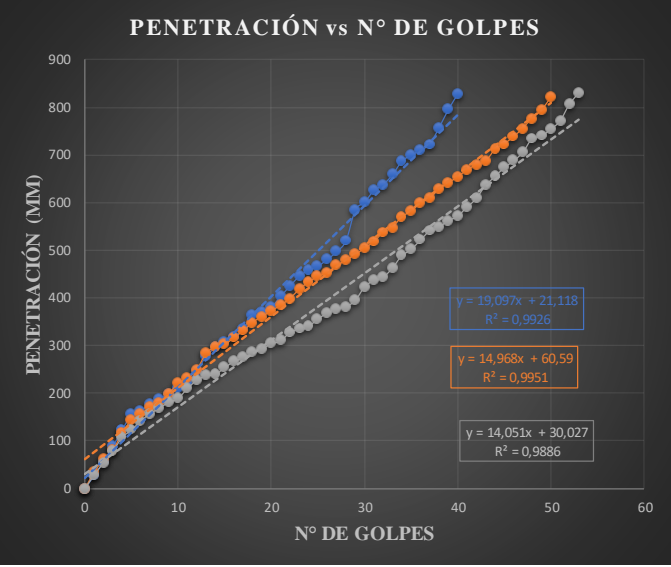


DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	11,302
2	10,095
3	12,117

**Tabla 80. DCP muestra 9**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	
				<b>ENSAYO DCP</b>	
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343		
			E: 756565		
ENSAYO DE DCP					
Golpes	Penetración (mm)				
	1	2	3		
0	0	0	0		
1	28	35	29		
2	57	61	54		
3	89	81	78		
4	123	117	108		
5	156	144	123		
6	164	156	143		
7	178	172	157		
8	189	179	170		
9	199	198	181		
10	210	222	190		
11	222	231	210		
12	246	249	228		
13	278	284	237		
14	296	297	240		
15	307	302	254		
16	319	317	267		
17	336	331	275		
18	365	349	285		
19	372	361	293		
20	381	373	305		
21	404	385	310		
22	425	399	328		
23	446	418	336		
24	459	433	341		
25	467	445	356		
26	481	453	369		
27	497	468	378		
28	520	479	382		
29	585	491	395		
30	601	504	423		
31	626	518	438		
32	638	537	444		
33	659	548	463		
34	687	570	489		
35	700	582	502		
36	710	599	522		
37	723	609	541		
38	758	628	549		
39	796	641	563		
40	828	654	572		
41		668	591		
42		679	609		
43		687	637		
44		711	655		
45		723	674		
46		738	688		
47		756	706		
48		777	735		
49		794	740		
50		821	755		
51			772		
52			807		
53			831		

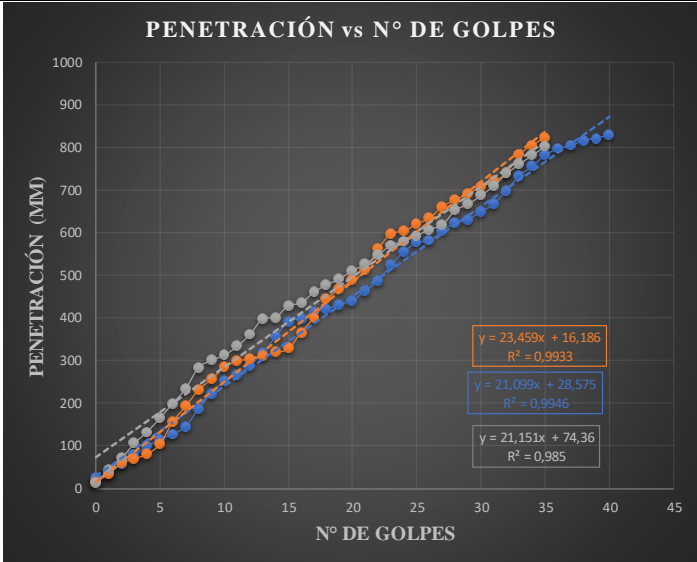


DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	16,04
2	
3	

**Tabla 81. DCP muestra 10**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319
ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	24	15	12
1	36	34	42
2	57	59	70
3	78	69	105
4	98	81	132
5	115	104	165
6	127	157	199
7	145	193	234
8	187	231	283
9	222	256	300
10	251	284	312
11	267	299	333
12	288	304	361
13	318	311	398
14	356	319	401
15	391	328	429
16	399	367	435
17	415	401	461
18	421	444	478
19	432	469	492
20	441	488	511
21	464	512	527
22	487	563	548
23	525	598	571
24	555	604	580
25	577	621	593
26	581	635	608
27	605	662	619
28	623	678	653
29	631	692	667
30	649	708	688
31	667	721	710
32	699	741	739
33	734	784	761
34	756	806	782
35	782	824	803
36	797		
37	804		
38	817		
39	822		
40	830		



  



DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	21,90
2	
3	



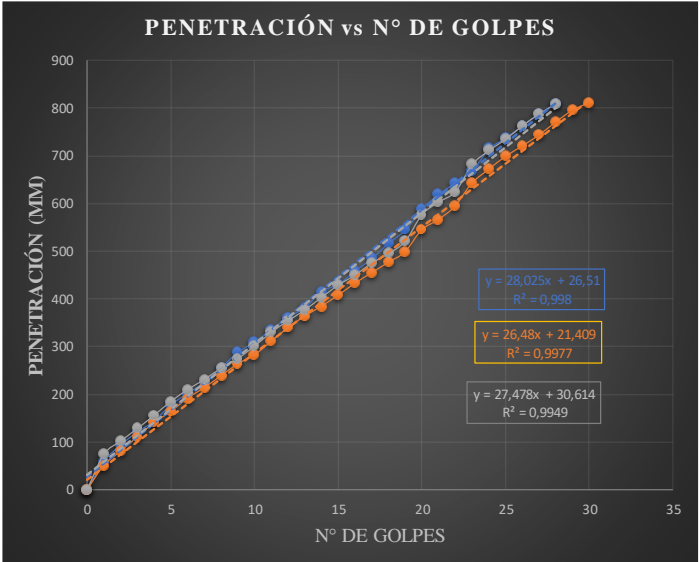
**Tabla 82. DCP muestra 11**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692

ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	59	51	74
2	94	81	102
3	121	111	128
4	144	141	156
5	178	164	185
6	202	192	210
7	225	214	231
8	256	239	255
9	288	264	275
10	310	283	301
11	335	311	330
12	362	340	354
13	382	364	377
14	416	385	403
15	431	408	429
16	459	433	450
17	485	455	475
18	517	477	495
19	545	499	521
20	589	545	577
21	620	567	603
22	644	595	625
23	669	643	682
24	715	672	711
25	738	699	735
26	764	721	763
27	789	744	788
28	810	771	809
29		796	
30		812	



  



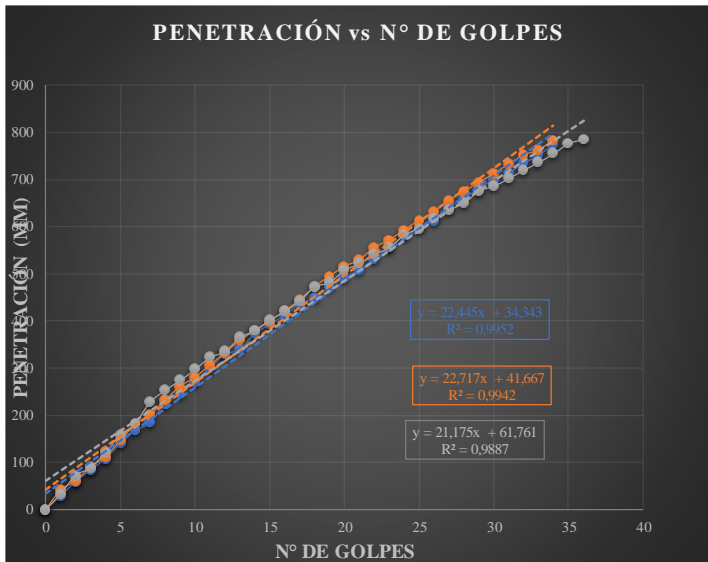
  

DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	27,33
2	
3	

**Tabla 83. DCP muestra 12**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
ENSAYO DCP			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	ASTM D6951
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603
ENSAYO DE DCP			
Golpes	Penetración (mm)		
	1	2	3
0	0	0	0
1	29	41	33
2	59	61	72
3	84	90	89
4	108	112	121
5	140	146	158
6	168	181	183
7	184	201	228
8	225	232	253
9	245	261	274
10	271	280	297
11	301	306	323
12	329	332	335
13	340	358	365
14	373	379	380
15	393	399	402
16	412	421	421
17	436	444	442
18	449	472	473
19	472	494	482
20	492	515	508
21	508	529	522
22	532	555	542
23	556	571	556
24	581	592	583
25	599	613	597
26	613	631	619
27	642	655	636
28	660	673	651
29	681	693	676
30	700	711	687
31	714	732	703
32	735	751	721
33	751	762	737
34	775	782	756
35			777
36			786



  





DN (mm/golpe)	DN (prom)
1	22,11
2	
3	

## Ensayos de laboratorio



**Tabla 84.** Contenido de humedad muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	28,81	23,48	27,1
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	128,19	127,06	127,54
Peso suelo seco + recipiente (gr)	112,63	111,11	111,59
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	15,56	15,95	15,95
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	83,82	87,63	84,49
Contenido de humedad (W%)	18,56%	18,20%	18,88%
W Promedio (%)	18,55%		



**Tabla 85.** Contenido de humedad muestra 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	24,32	25,96	25,25
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	113,75	111,72	111,93
Peso suelo seco + recipiente (gr)	95,58	97,94	97,89
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	18,17	13,78	14,04
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	71,26	71,98	72,64
Contenido de humedad (W%)	25,50%	19,14%	19,33%
W Promedio (%)	21,32%		



**Tabla 86.** Contenido de humedad muestra 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Referencia:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	32,4	30,25	30,54
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	151,56	146,79	125,25
Peso suelo seco + recipiente (gr)	138,8	135,12	115,97
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	12,76	11,67	9,28
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	106,4	104,87	85,43
Contenido de humedad (W%)	11,99%	11,13%	10,86%
W Promedio (%)	11,33%		



**Tabla 87.** Contenido de humedad muestra 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31,23	30,8	30,45
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	114,51	116,27	110,78
Peso suelo seco + recipiente (gr)	98,78	100,51	95,78
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	15,73	15,76	15
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	67,55	69,71	65,33
Contenido de humedad (W%)	23,29%	22,61%	22,96%
W Promedio (%)	22,95%		



**Tabla 88.** Contenido de humedad muestra 5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428
			E: 753494
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	33,25	33,34	32,78
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	151,76	153,87	148,3
Peso suelo seco + recipiente (gr)	128,47	129,97	126,78
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	23,29	23,9	21,52
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	95,22	96,63	94
Contenido de humedad (W%)	24,46%	24,73%	22,89%
W Promedio (%)	24,03%		



**Tabla 89.** Contenido de humedad muestra 6

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516
			E: 765560
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	30,93	30,12	29,78
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	116,63	113,44	119,87
Peso suelo seco + recipiente (gr)	102,75	98,88	105,87
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	13,88	14,56	14
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	71,82	68,76	76,09
Contenido de humedad (W%)	19,33%	21,18%	18,40%
W Promedio (%)	19,63%		



**Tabla 90.** Contenido de humedad natural muestra 7

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31,27	30,43	30,56
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	116,67	110	106,75
Peso suelo seco + recipiente (gr)	98,59	93,33	90,61
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	18,08	16,67	16,14
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	67,32	62,9	60,05
Contenido de humedad (W%)	26,86%	26,50%	26,88%
W Promedio (%)	26,75%		



**Tabla 91.** Contenido de humedad muestra 8

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Referencia:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31,25	31,45	30,2
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	126,86	122,12	121,65
Peso suelo seco + recipiente (gr)	113,34	112,67	111,5
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	13,52	9,45	10,15
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	82,09	81,22	81,3
Contenido de humedad (W%)	16,47%	11,64%	12,48%
W Promedio (%)	13,53%		



**Tabla 92.** Contenido de humedad muestra 9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343
			E: 756565
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31,43	30,78	30,43
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	111,67	112,01	112,12
Peso suelo seco + recipiente (gr)	96,92	98,76	97,89
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	14,75	13,25	14,23
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	65,49	67,98	67,46
Contenido de humedad (W%)	22,52%	19,49%	21,09%
W Promedio (%)	21,04%		



**Tabla 93.** Contenido de humedad muestra 10

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Referencia:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326
			E: 752319
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	28,81	23,48	27,1
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	128,19	127,06	127,54
Peso suelo seco + recipiente (gr)	112,63	111,11	112,04
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	15,56	15,95	15,5
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	83,82	87,63	84,94
Contenido de humedad (W%)	18,56%	18,20%	18,25%
W Promedio (%)	18,34%		

**Tabla 94.** Contenido de humedad muestra 11



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31,42	30,58	30,72
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	113,65	92,56	113,45
Peso suelo seco + recipiente (gr)	97,23	80,59	96,57
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	16,42	11,97	16,88
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	65,81	50,01	65,85
Contenido de humedad (W%)	24,95%	23,94%	25,63%
W Promedio (%)	24,84%		

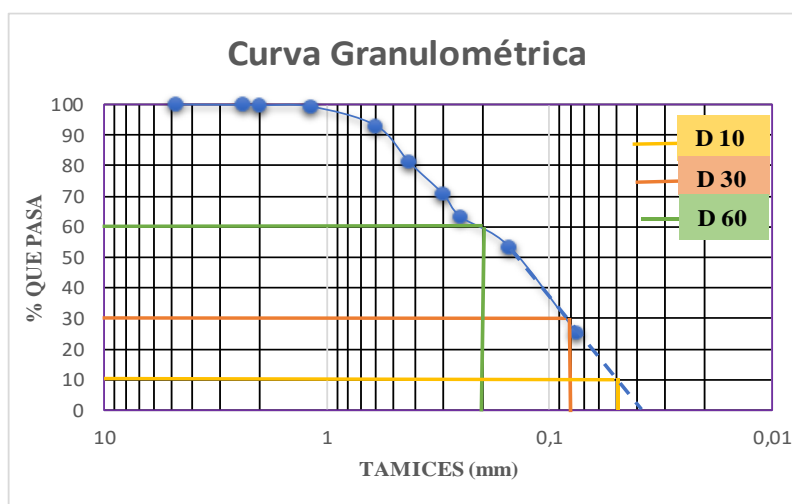
**Tabla 95.** Contenido de humedad muestra 12

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 265 2015
<b>Vía:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	24,32	25,96	25,25
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	113,75	111,72	111,93
Peso suelo seco + recipiente (gr)	97,58	97,94	97,89
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	16,17	13,78	14,04
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	73,26	71,98	72,64
Contenido de humedad (W%)	22,07%	19,14%	19,33%
W Promedio (%)	20,18%		





**Tabla 96.** Granulometría muestra 1

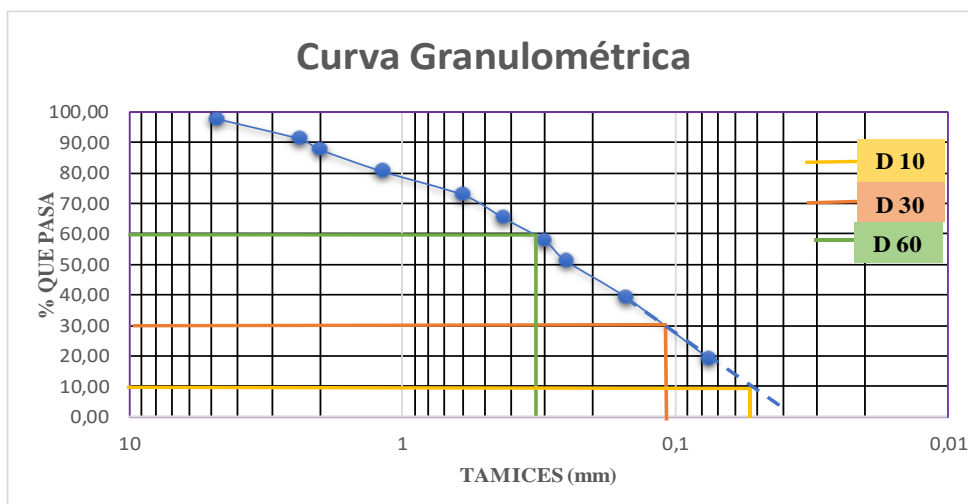
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	1,63	1,63	0,16	99,84
10	2	1,35	2,98	0,30	99,70
16	1,18	3,69	6,67	0,67	99,33
30	0,6	62,73	69,4	6,94	93,06
40	0,425	120,01	189,41	18,94	81,06
50	0,3	103,44	292,85	29,29	70,71
60	0,25	75,01	367,86	36,79	63,21
100	0,15	100	467,86	46,79	53,21
200	0,075	281,54	749,4	74,94	25,06
<b>PASA #200</b>		<b>250,56</b>	<b>999,96</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,96</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,04	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,082	Arena	74,94%
Diámetro Dimensional D60:	0,2	Finos	25,06%
Coficiente de Uniformidad Cu:	5,000		
Coficiente de Curvatura Cc:	0,84		


**Tabla 97.** Granulometría muestra 2

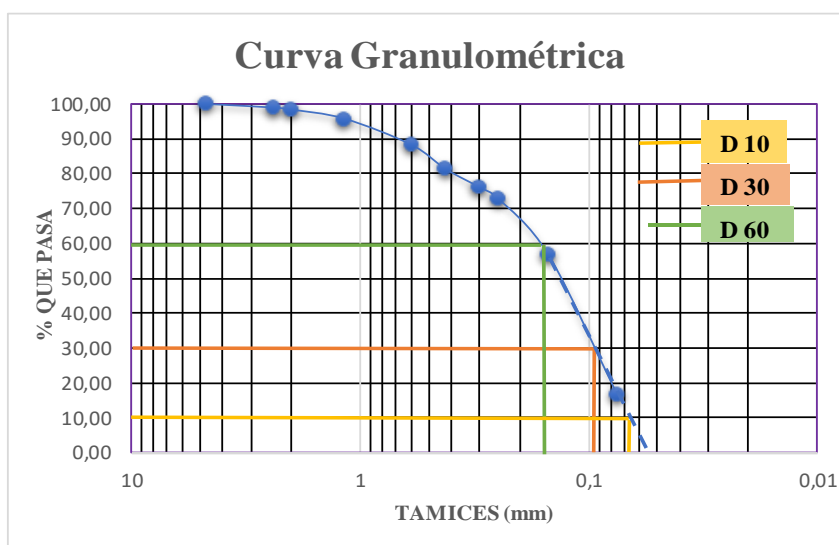
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
		<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	21,23	21,23	2,12	97,88
8	2,38	65,6	86,83	8,69	91,31
10	2	35,17	122	12,20	87,80
16	1,18	71,81	193,81	19,39	80,61
30	0,6	76,97	270,78	27,09	72,91
40	0,425	75,89	346,67	34,68	65,32
50	0,3	74,98	421,65	42,18	57,82
60	0,25	66,81	488,46	48,86	51,14
100	0,15	120,86	609,32	60,95	39,05
200	0,075	199,17	808,49	80,87	19,13
<b>PASA #200</b>		<b>191,21</b>	<b>999,7</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,7</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,05	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,11	Arena	80,87
Diámetro Dimensional D60:	0,32	Finos	19,13
Coefficiente de Uniformidad Cu:	6,400		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,76		



**Tabla 98.** Granulometría muestra 3

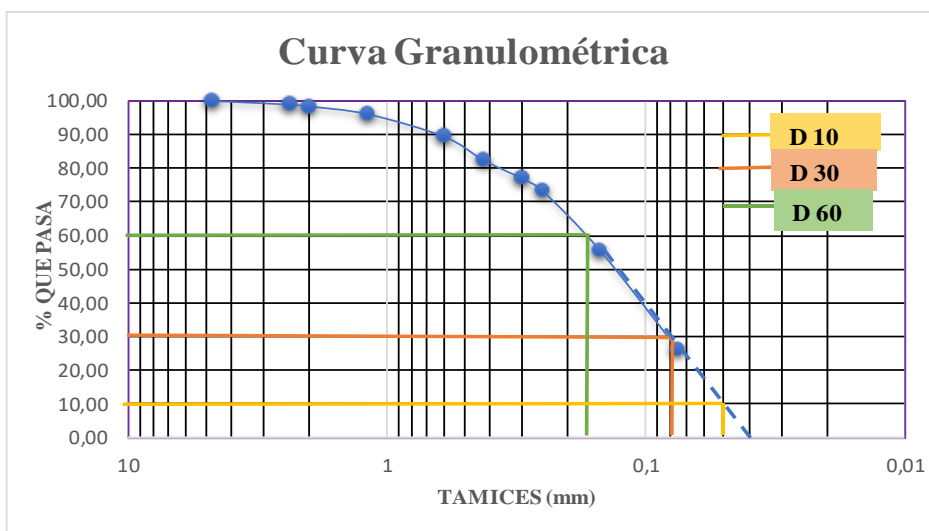
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434		
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	1,43	1,43	0,14	99,86
8	2,38	10,61	12,04	1,20	98,80
10	2	5,73	17,77	1,78	98,22
16	1,18	25,5	43,27	4,33	95,67
30	0,6	74,49	117,76	11,78	88,22
40	0,425	69,05	186,81	18,68	81,32
50	0,3	53,1	239,91	23,99	76,01
60	0,25	30,95	270,86	27,09	72,91
100	0,15	161,89	432,75	43,28	56,72
200	0,075	399,01	831,76	83,18	16,82
<b>PASA #200</b>		<b>168,23</b>	<b>999,99</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,99</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,068	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,091	Arena	83,18%
Diámetro Dimensional D60:	0,17	Finos	16,82%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	2,500		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,72		


**Tabla 99.** Granulometría muestra 4

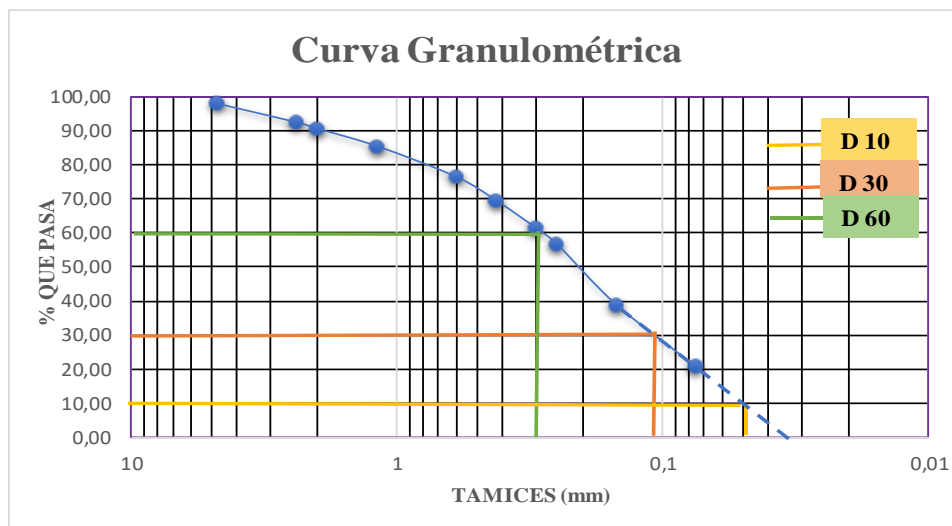
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	10,78	10,78	1,08	98,92
10	2	5,36	16,14	1,61	98,39
16	1,18	23,5	39,64	3,96	96,04
30	0,6	66,48	106,12	10,61	89,39
40	0,425	68,68	174,8	17,48	82,52
50	0,3	55,31	230,11	23,01	76,99
60	0,25	36,68	266,79	26,68	73,32
100	0,15	175,85	442,64	44,27	55,73
200	0,075	292,27	734,91	73,50	26,50
<b>PASA #200</b>		<b>265,01</b>	<b>999,92</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,92</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,052	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,08	Arena	73,50%
Diámetro Dimensional D60:	0,18	Finos	26,50%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	3,462		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,68		



**Tabla 100.** Granulometría muestra 5

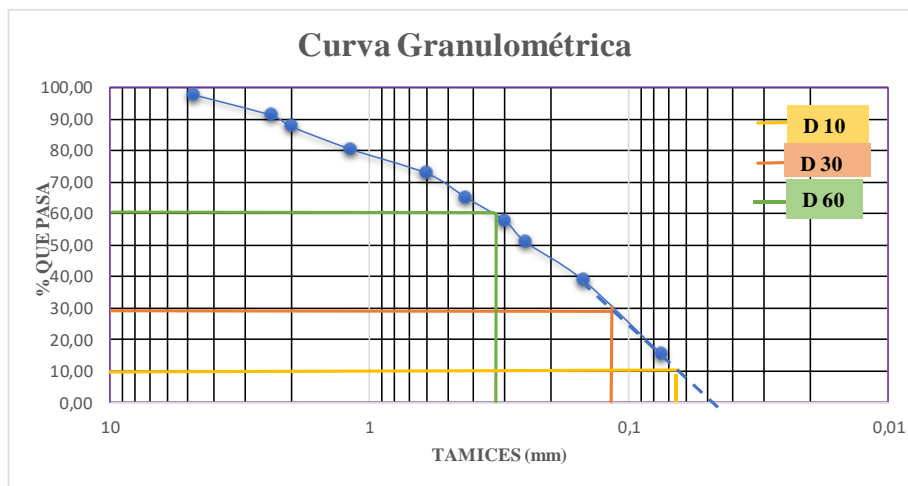
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
		<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULA DO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	21,87	21,87	2,19	97,81
8	2,38	55,21	77,08	7,71	92,29
10	2	17,9	94,98	9,50	90,50
16	1,18	52,91	147,89	14,79	85,21
30	0,6	88,79	236,68	23,67	76,33
40	0,425	69,02	305,7	30,58	69,42
50	0,3	81,67	387,37	38,74	61,26
60	0,25	47,54	434,91	43,50	56,50
100	0,15	176,77	611,68	61,18	38,82
200	0,075	182,45	794,13	79,43	20,57
<b>PASA #200</b>		<b>205,68</b>	<b>999,81</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,81</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,052	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,12	Arena	79,43%
Diámetro Dimensional D60:	0,3	Finos	20,57%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	5,769		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,92		



**Tabla 101.** Granulometría muestra 6

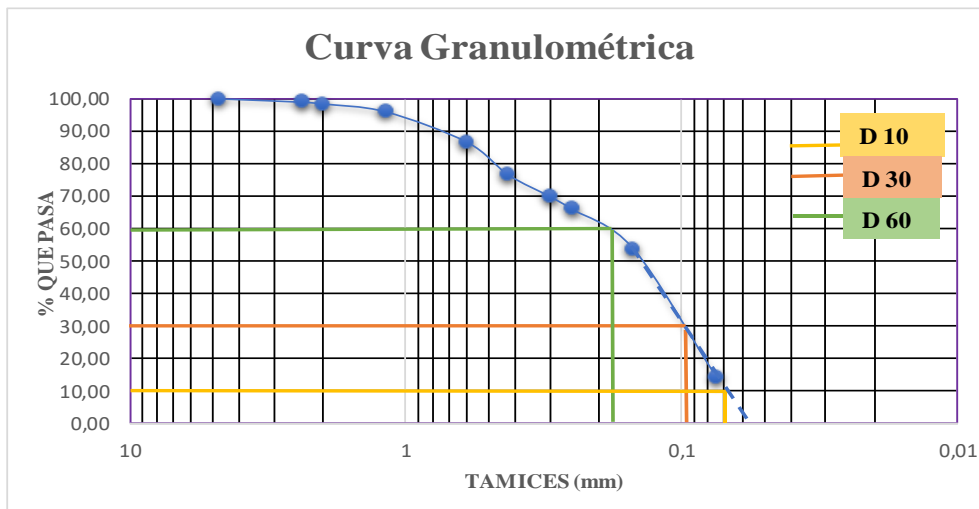
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA DEL SUELO 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560		
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	21,23	21,23	2,12	97,88
8	2,38	65,6	86,83	8,69	91,31
10	2	35,17	122	12,21	87,79
16	1,18	71,81	193,81	19,40	80,60
30	0,6	76,97	270,78	27,10	72,90
40	0,425	75,89	346,67	34,69	65,31
50	0,3	74,98	421,65	42,20	57,80
60	0,25	66,81	488,46	48,88	51,12
100	0,15	120,86	609,32	60,98	39,02
200	0,075	234,01	843,33	84,40	15,60
<b>PASA #200</b>		<b>155,93</b>	<b>999,26</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,26</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,06	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,12	Arena	84,40%
Diámetro Dimensional D60:	0,3	Finos	15,60%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	5,000		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,80		



**Tabla 102.** Granulometría muestra 7

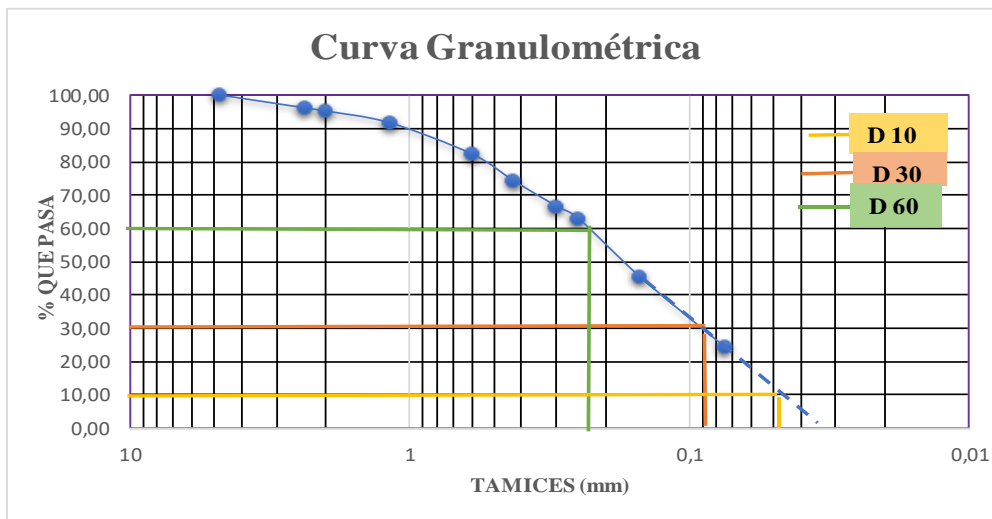
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88 2013		
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406		
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULA DO	% QUE PASA
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	10,32	10,32	1,03	98,97
10	2	5,44	15,76	1,58	98,42
16	1,18	24,36	40,12	4,01	95,99
30	0,6	93,29	133,41	13,35	86,65
40	0,425	100,32	233,73	23,39	76,61
50	0,3	67,04	300,77	30,10	69,90
60	0,25	38,4	339,17	33,94	66,06
100	0,15	121,34	460,51	46,08	53,92
200	0,075	394,87	855,38	85,59	14,41
<b>PASA #200</b>		<b>143,98</b>	<b>999,36</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,36</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,07	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,1	Arena	85,59%
Diámetro Dimensional D60:	0,19	Finos	14,41%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	2,714		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,75		

**Tabla 103.** Granulometría muestra 8



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
		<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULA DO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	38,4	38,4	3,84	96,16
10	2	9,57	47,97	4,80	95,20
16	1,18	35,27	83,24	8,33	91,67
30	0,6	93,74	176,98	17,70	82,30
40	0,425	80,83	257,81	25,78	74,22
50	0,3	75,23	333,04	33,31	66,69
60	0,25	37,2	370,24	37,03	62,97
100	0,15	176,81	547,05	54,71	45,29
200	0,075	209,8	756,85	75,70	24,30
<b>PASA #200</b>		<b>243</b>	<b>999,85</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,85</b>			

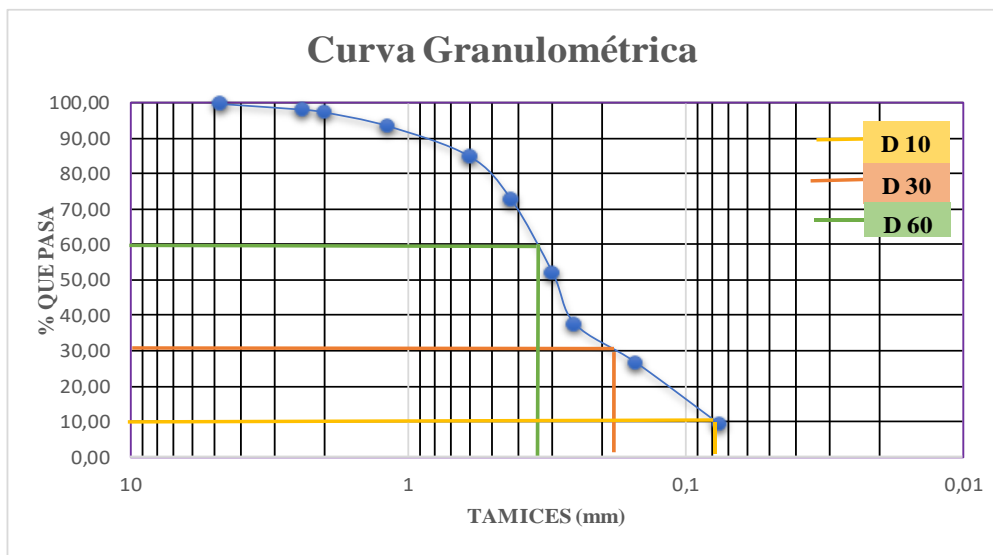


COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,049	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,092	Arena	75,70%
Diámetro Dimensional D60:	0,2	Finos	24,30%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	4,082		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,86		





**Tabla 104.** Granulometría muestra 9

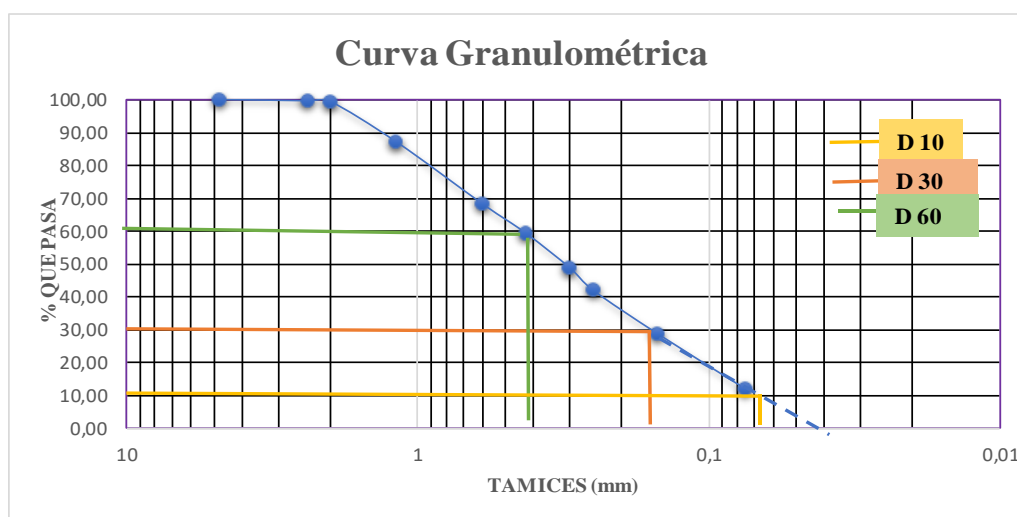
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULA DO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	4,01	4,01	0,40	99,60
8	2,38	16,33	20,34	2,03	97,97
10	2	7,45	27,79	2,78	97,22
16	1,18	38,94	66,73	6,67	93,33
30	0,6	84,82	151,55	15,16	84,84
40	0,425	120,43	271,98	27,20	72,80
50	0,3	209,26	481,24	48,13	51,87
60	0,25	142,51	623,75	62,38	37,62
100	0,15	110,32	734,07	73,42	26,58
200	0,075	173,48	907,55	90,76	9,24
<b>PASA #200</b>		<b>92,34</b>	<b>999,89</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,89</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,09	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,19	Arena	90,76%
Diámetro Dimensional D60:	0,32	Finos	9,24%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	3,556		
Coefficiente de Curvatura Cc:	1,25		



**Tabla 105.** Granulometría muestra 10

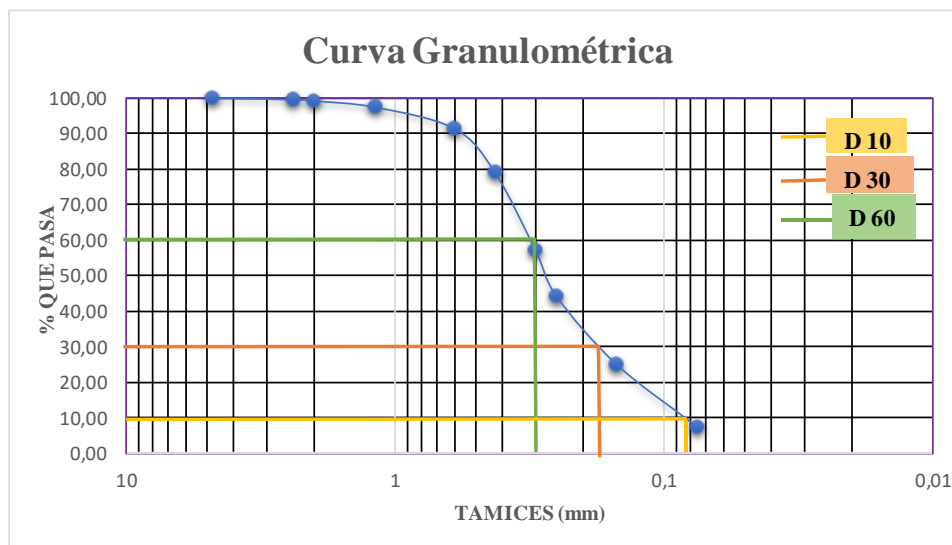
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319		
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	4,1	4,1	0,41	99,59
10	2	1,43	5,53	0,55	99,45
16	1,18	124,09	129,62	12,96	87,04
30	0,6	187,34	316,96	31,70	68,30
40	0,425	89,65	406,61	40,67	59,33
50	0,3	105,78	512,39	51,25	48,75
60	0,25	67,56	579,95	58,00	42,00
100	0,15	132,56	712,51	71,26	28,74
200	0,075	167,34	879,85	88,00	12,00
<b>PASA #200</b>		<b>119,99</b>	<b>999,84</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,84</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,07	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,17	Arena	88,00%
Diámetro Dimensional D60:	0,4	Finos	12,00%
Coeficiente de Uniformidad Cu:	5,714		
Coeficiente de Curvatura Cc:	1,03		



**Tabla 106.** Granulometría muestra 11

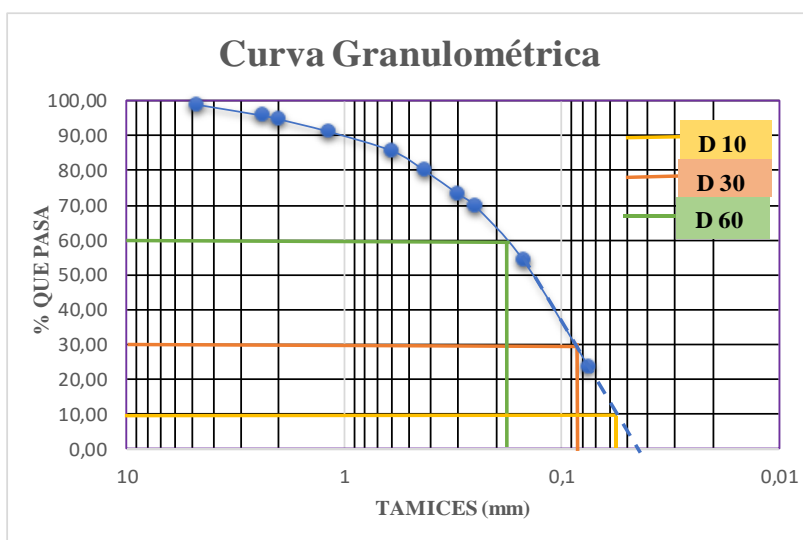
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
		<b>PROYECTO:</b> ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI			
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692		
<b># TAMIZ</b>	<b>ABERTUR A (mm)</b>	<b>PESO RETENIDO (gr)</b>	<b>PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>
4	4,76	0	0	0,00	100,00
8	2,38	4,11	4,11	0,41	99,59
10	2	3,45	7,56	0,76	99,24
16	1,18	17,89	25,45	2,55	97,45
30	0,6	60,34	85,79	8,58	91,42
40	0,425	122,25	208,04	20,81	79,19
50	0,3	220,01	428,05	42,81	57,19
60	0,25	130,66	558,71	55,87	44,13
100	0,15	190,56	749,27	74,93	25,07
200	0,075	177,23	926,5	92,65	7,35
<b>PASA #200</b>		<b>73,45</b>	<b>999,95</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,95</b>			



COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,087	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,19	Arena	92,65%
Diámetro Dimensional D60:	0,25	Finos	7,35%
Coeficiente de Uniformidad Cu:	2,874		
Coeficiente de Curvatura Cc:	1,66		



**Tabla 107.** Granulometría muestra 12

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRANULOMETRÍA DEL SUELO</b>			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 88		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538		
			E: 752603		
# TAMIZ	ABERTUR A (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4,76	9,81	9,81	0,98	99,02
8	2,38	31,42	41,23	4,12	95,88
10	2	10,53	51,76	5,18	94,82
16	1,18	35,67	87,43	8,74	91,26
30	0,6	55,98	143,41	14,34	85,66
40	0,425	56,76	200,17	20,02	79,98
50	0,3	66,48	266,65	26,67	73,33
60	0,25	34,76	301,41	30,14	69,86
100	0,15	156	457,41	45,75	54,25
200	0,075	307,8	765,21	76,53	23,47
<b>PASA #200</b>		<b>234,67</b>	<b>999,88</b>	<b>100,00</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>999,88</b>			





COEFICIENTES DEL SUELO		FRACCIONES PARTICULAS	
Diámetro Efectivo (D10):	0,056	Grava	0,00%
Diámetro Equiparable D30:	0,093	Arena	76,53%
Diámetro Dimensional D60:	0,19	Finos	23,47%
Coefficiente de Uniformidad Cu:	3,393		
Coefficiente de Curvatura Cc:	0,81		



**Tabla 108.** Gravedad específica de los sólidos muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917
Recipiente Número	72		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	302,70		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	254,10		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	48,60		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,20		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	708,80		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,40		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18,40		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,641		



**Tabla 109.** Gravedad específica de los sólidos muestra 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827
Recipiente Número	12		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	111,02		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	61,18		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	49,84		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	658,25		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	708,09		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,00		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18,09		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,755		



**Tabla 110.** Gravedad específica de los sólidos muestra 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434
Recipiente Número	32B		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	113,15		g
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	61,98		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	51,17		g
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	661,11		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	712,28		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	692,02		g
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20,26		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2,525		



**Tabla 111.** Gravedad específica de los sólidos muestra 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566
Recipiente Número	14		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	110,72		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	62,65		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	48,07		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,82		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	708,89		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,73		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18,16		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,646		



**Tabla 112.** Gravedad específica de los sólidos muestra 5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494
Recipiente Número	37		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	112,01		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	64,19		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	47,82		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,12		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	707,94		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,05		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	17,89		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,672		

**Tabla 113.** Gravedad específica de los sólidos muestra 6



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560
Recipiente Número	32A		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	110,24		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	62,36		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	47,88		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	661,02		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	708,90		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,12		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18,78		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,549		

**Tabla 114.** Gravedad específica de los sólidos muestra 7



 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406
Recipiente Número	36		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	116,09		g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	67,09		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	49,00		g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,04		g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	709,04		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,20		g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	18,84		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,600		





**Tabla 115.** Gravedad específica de los sólidos muestra 8

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321
Recipiente Número	38		
Temperatura del agua + suelo	21,00	°C	
Peso del recipiente + suelo seco	112,24	g	
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	64,67	g	
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	47,57	g	
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	661,23	g	
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	708,80	g	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	691,14	g	
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	17,66	g	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,693		



**Tabla 116.** Gravedad específica de los sólidos muestra 9

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565
Recipiente Número	11		
Temperatura del agua + suelo	21,00	°C	
Peso del recipiente + suelo seco	111,16	g	
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	61,30	g	
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	49,86	g	
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,00	g	
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	709,86	g	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,01	g	
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19,85	g	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,511		



**Tabla 117.** Gravedad especifica de los sólidos muestra 10

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319
Recipiente Número	9		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	114,12		g
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	64,05		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	50,07		g
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660,07		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	710,14		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690,09		g
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20,05		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2,496		

**Tabla 118.** Gravedad especifica de los sólidos muestra 11

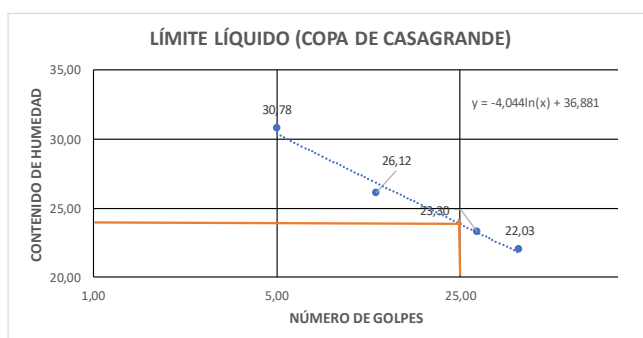
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Vía:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692
Recipiente Número	15		
Temperatura del agua + suelo	21,00		°C
Peso del recipiente + suelo seco	113,43		g
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	68,56		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	44,87		g
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	661,40		g
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	706,27		g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690,21		g
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	16,06		g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2,793		

**Tabla 119.** Gravedad específica de los sólidos muestra 12

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b> 	
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI
<b>Parroquia:</b>	Pujili
<b>Vía:</b>	Quinta San Luis
<b>Fecha:</b>	12/11/2022
<b>Muestra:</b>	M12
<b>Normas:</b>	AASHTO T 100 2015
<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603
Recipiente Número	36
Temperatura del agua + suelo	21,00 °C
Peso del recipiente + suelo seco	102,25 g
Peso del recipiente ( <b>Wr</b> )	53,14 g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> )	49,11 g
Peso picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	660,07 g
Peso del suelo seco ( <b>Ws</b> ) + picnómetro + agua ( <b>Wbw</b> )	709,18 g
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>Wbws</b> )	690,15 g
Desplazamiento de agua ( <b>Dw</b> )	19,03 g
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0,99979
Gravedad específica ( <b>Gs</b> )	2,580

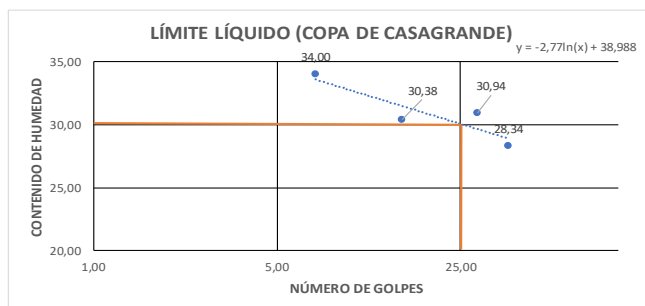
**Tabla 120. Límite Líquido muestra 1**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917					
Número de Golpes	5		12		29		42	
Identificación de Cápsula	12	12A	7	7A	46	45	28	29
Peso de Cápsula	11,18	11,03	12,01	12,11	9,25	10,10	12,12	12,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	22,80	21,24	28,18	27,19	27,87	26,16	30,06	25,97
Peso de muestra seca + cápsula	20,05	18,85	24,65	24,24	24,56	22,95	27,24	23,14
Peso del agua	2,75	2,39	3,53	2,95	3,31	3,21	2,82	2,83
Peso de la muestra seca	8,87	7,82	12,64	12,13	15,31	12,85	15,12	11,14
Contenido de humedad (ω)	31,00	30,56	27,93	24,32	21,62	24,98	18,65	25,40
Promedio de contenido de humedad (ω)	30,78		26,12		23,30		22,03	
Límite Líquido (LL)	23,86							





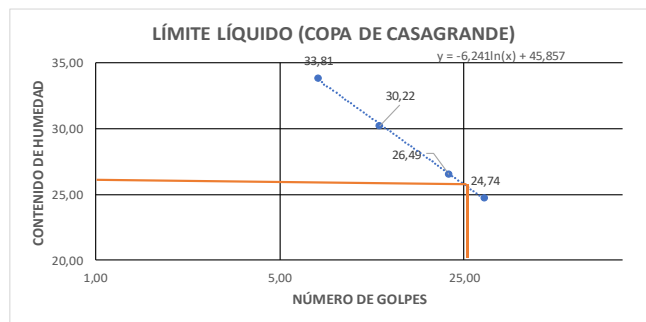
**Tabla 121. Límite Líquido muestra 2**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827					
Número de Golpes	7		15		29		38	
Identificación de Cápsula	10	20	21	22	32	34	25	27
Peso de Cápsula	10,10	10,04	37,18	36,55	10,00	10,00	37,01	36,17
Peso de muestra húmeda + cápsula	25,16	25,21	55,07	52,38	23,01	26,45	55,34	57,19
Peso de muestra seca + cápsula	21,42	21,28	50,60	48,97	19,77	22,78	51,18	52,68
Peso del agua	3,74	3,93	4,47	3,41	3,24	3,67	4,16	4,51
Peso de la muestra seca	11,32	11,24	13,42	12,42	9,77	12,78	14,17	16,51
Contenido de humedad (ω)	33,04	34,96	33,31	27,46	33,16	28,72	29,36	27,32
Promedio de contenido de humedad (ω)	34,00		30,38		30,94		28,34	
Límite Líquido (LL)	30,07							





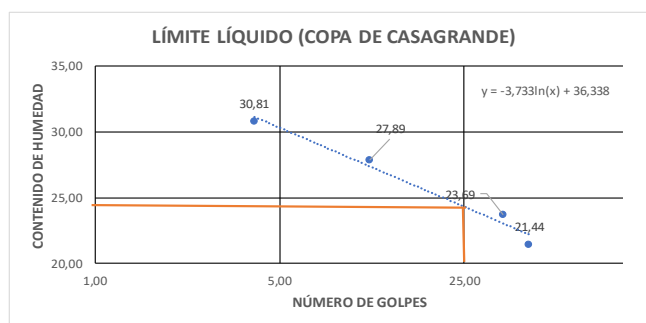
**Tabla 122. Límite Líquido muestra 3**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)								
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILLÍ, CANTÓN PUJILLÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	La Victoria		<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria		<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022		<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M3		<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434				
Número de Golpes	7		12		22		30	
Identificación de Cápsula	12	12A	7	7A	46	45	28	29
Peso de Cápsula	10,02	10,00	10,02	10,00	10,00	10,03	10,01	10,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	35,93	32,91	29,46	29,87	25,56	27,65	33,56	35,21
Peso de muestra seca + cápsula	29,35	27,15	25,17	25,04	22,87	23,37	28,27	30,92
Peso del agua	6,58	5,76	4,29	4,83	2,69	4,28	5,29	4,29
Peso de la muestra seca	19,33	17,15	15,15	15,04	12,87	13,34	18,26	20,92
Contenido de humedad (ω)	34,04	33,59	28,32	32,11	20,90	32,08	28,97	20,51
Promedio de contenido de humedad (ω)	33,81		30,22		26,49		24,74	
Límite Líquido (LL)	25,77							



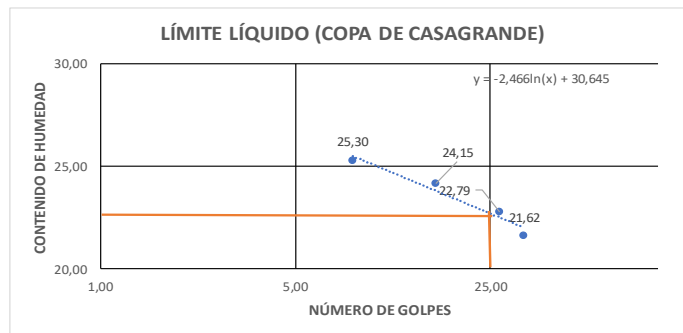
**Tabla 123. Límite Líquido muestra 4**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)								
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILLÍ, CANTÓN PUJILLÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	La Victoria		<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria		<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022		<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M4		<b>Coordenadas:</b>	N: 9899328 E: 754566				
Número de Golpes	4		11		35		44	
Identificación de Cápsula	21	19	2	1	8	18	3	12D
Peso de Cápsula	10,00	10,03	12,00	12,04	9,21	10,03	12,00	12,01
Peso de muestra húmeda + cápsula	27,14	25,94	28,11	27,13	27,85	26,15	30,15	26,17
Peso de muestra seca + cápsula	23,26	22,05	24,46	23,97	24,51	22,87	27,24	23,45
Peso del agua	3,88	3,89	3,65	3,16	3,34	3,28	2,91	2,72
Peso de la muestra seca	13,26	12,02	12,46	11,93	15,30	12,84	15,24	11,44
Contenido de humedad (ω)	29,26	32,36	29,29	26,49	21,83	25,55	19,09	23,78
Promedio de contenido de humedad (ω)	30,81		27,89		23,69		21,44	
Límite Líquido (LL)	24,32							



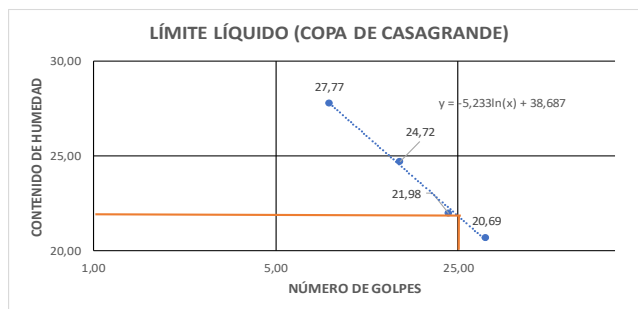
**Tabla 124. Límite Líquido muestra 5**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494					
Número de Golpes	8		16		27		33	
Identificación de Cápsula	1	2	45	67	56	44	34	23
Peso de Cápsula	9,00	9,10	12,00	10,04	12,03	12,03	12,01	12,09
Peso de muestra húmeda + cápsula	38,24	35,74	32,87	36,27	34,78	36,10	37,26	36,15
Peso de muestra seca + cápsula	32,71	30,03	28,69	31,32	30,56	31,63	32,66	31,98
Peso del agua	5,53	5,71	4,18	4,95	4,22	4,47	4,60	4,17
Peso de la muestra seca	23,71	20,93	16,69	21,28	18,53	19,60	20,65	19,89
Contenido de humedad (ω)	23,32	27,28	25,04	23,26	22,77	22,81	22,28	20,97
Promedio de contenido de humedad (ω)	25,30		24,15		22,79		21,62	
Límite Líquido (LL)	22,71							



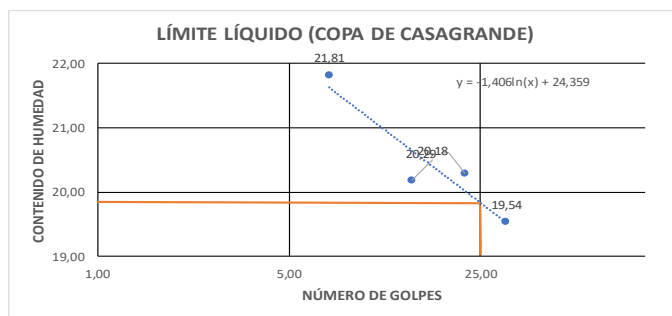
**Tabla 125. Límite Líquido muestra 6**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560					
Número de Golpes	8		15		23		32	
Identificación de Cápsula	A	2B	3B	23	19	18	17	29
Peso de Cápsula	6,02	6,00	37,10	36,03	6,00	6,01	33,04	36,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	26,34	27,74	58,33	55,76	23,29	22,51	54,04	55,55
Peso de muestra seca + cápsula	21,26	23,79	54,08	51,89	20,41	19,32	49,44	53,25
Peso del agua	5,08	3,95	4,25	3,87	2,88	3,19	4,60	2,30
Peso de la muestra seca	15,24	17,79	16,98	15,86	14,41	13,31	16,40	17,25
Contenido de humedad (ω)	33,33	22,20	25,03	24,40	19,99	23,97	28,05	13,33
Promedio de contenido de humedad (ω)	27,77		24,72		21,98		20,69	
Límite Líquido (LL)	21,84							



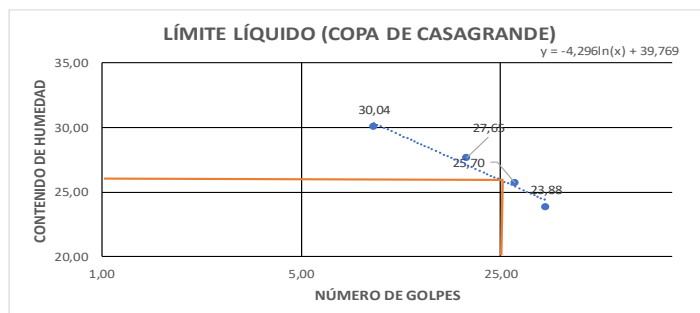
**Tabla 126. Límite Líquido muestra 7**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406					
Número de Golpes	7		14		22		31	
Identificación de Cápsula	A	1B	4F	G	8W	8	19	21
Peso de Cápsula	21,81	21,77	20,86	20,85	21,92	21,96	21,67	21,97
Peso de muestra húmeda + cápsula	28,65	31,06	28,43	29,18	34,15	34,10	31,49	31,06
Peso de muestra seca + cápsula	27,43	29,39	27,16	27,78	32,03	32,11	29,90	29,56
Peso del agua	1,22	1,67	1,27	1,40	2,12	1,99	1,59	1,50
Peso de la muestra seca	5,62	7,62	6,30	6,93	10,11	10,15	8,23	7,59
Contenido de humedad (ω)	21,71	21,92	20,16	20,20	20,97	19,61	19,32	19,76
Promedio de contenido de humedad (ω)	21,81		20,18		20,29		19,54	
Límite Líquido (LL)	19,83							



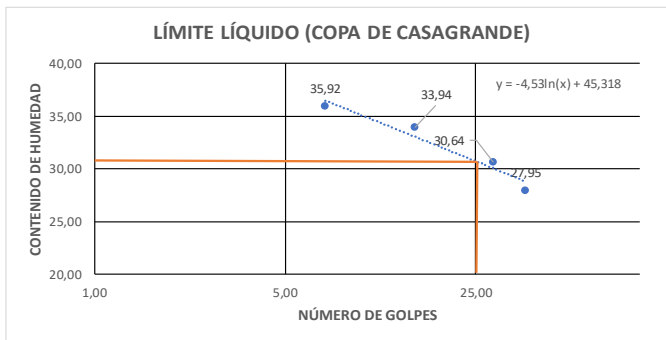
**Tabla 127. Límite Líquido muestra 8**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013					
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra					
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla					
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321					
Número de Golpes	9		19		28		36	
Identificación de Cápsula	J	A	3E	4R	5H	6H	7J	8
Peso de Cápsula	6,01	6,00	6,00	6,00	6,10	6,00	6,02	6,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	24,92	23,45	28,21	29,99	20,73	22,96	21,46	22,55
Peso de muestra seca + cápsula	20,29	19,67	23,43	24,76	17,43	19,87	18,19	19,69
Peso del agua	4,63	3,78	4,78	5,23	3,30	3,09	3,27	2,86
Peso de la muestra seca	14,28	13,67	17,43	18,76	11,33	13,87	12,17	13,69
Contenido de humedad (ω)	32,42	27,65	27,42	27,88	29,13	22,28	26,87	20,89
Promedio de contenido de humedad (ω)	30,04		27,65		25,70		23,88	
Límite Líquido (LL)	25,96							



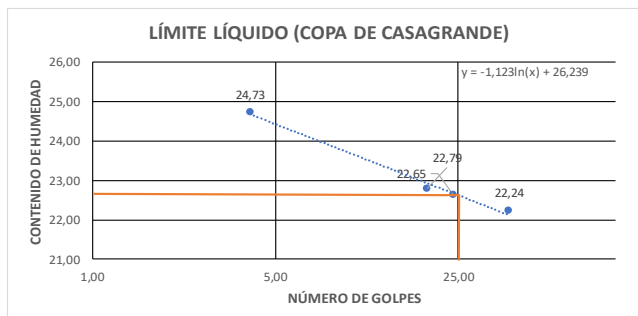
**Tabla 128. Límite Líquido muestra 9**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)	
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565				
Número de Golpes	7		15		29		38
Identificación de Cápsula	10	20	21	22	32	34	26 27
Peso de Cápsula	37,18	36,55	10,10	10,04	10,00	10,00	37,01 36,17
Peso de muestra húmeda + cápsula	55,07	52,38	25,16	25,21	23,01	26,45	55,34 57,19
Peso de muestra seca + cápsula	50,56	48,01	21,43	21,28	19,67	22,98	51,18 52,78
Peso del agua	4,51	4,37	3,73	3,93	3,34	3,47	4,16 4,41
Peso de la muestra seca	13,38	11,46	11,33	11,24	9,67	12,98	14,17 16,61
Contenido de humedad (ω)	33,71	38,13	32,92	34,96	34,54	26,73	29,36 26,55
Promedio de contenido de humedad (ω)	35,92		33,94		30,64		27,95
Límite Líquido (LL)	30,74						



**Tabla 129. Límite Líquido muestra 10**

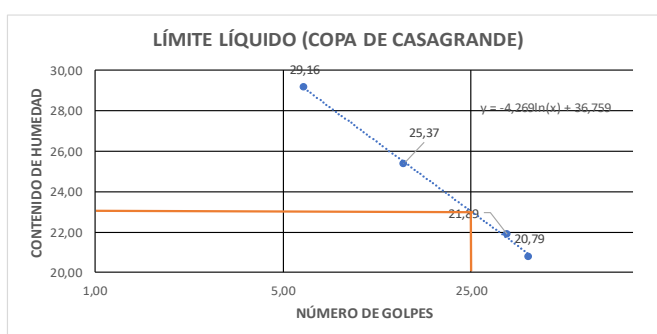
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)	
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319				
Número de Golpes	4		19		24		39
Identificación de Cápsula	1	3	5	8	34	23	43 21
Peso de Cápsula	10,91	11,50	11,11	11,55	11,10	11,80	11,50 11,50
Peso de muestra húmeda + cápsula	25,54	27,89	27,91	28,81	29,31	31,43	29,03 30,18
Peso de muestra seca + cápsula	22,73	24,54	24,73	25,67	25,87	27,89	25,87 26,75
Peso del agua	2,81	3,35	3,18	3,14	3,44	3,54	3,16 3,43
Peso de la muestra seca	11,82	13,04	13,62	14,12	14,77	16,09	14,37 15,25
Contenido de humedad (ω)	23,77	25,69	23,35	22,24	23,29	22,00	21,99 22,49
Promedio de contenido de humedad (ω)	24,73		22,79		22,65		22,24
Límite Líquido (LL)	22,62						





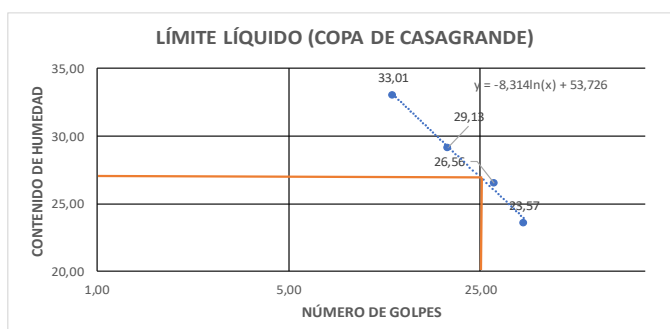
**Tabla 130. Límite Líquido muestra 11**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	Pujilí		<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis		<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022		<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M11		<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692				
Número de Golpes	6		14		34		41	
Identificación de Cápsula	A	B	X	D	7	G	H	I
Peso de Cápsula	6,00	6,00	37,00	36,03	6,00	6,00	33,04	36,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	27,71	26,29	58,33	55,70	23,33	22,55	54,00	55,60
Peso de muestra seca + cápsula	23,33	21,25	54,68	51,15	20,43	19,38	49,54	53,11
Peso del agua	4,38	5,04	3,65	4,55	2,90	3,17	4,46	2,49
Peso de la muestra seca	17,33	15,25	17,68	15,12	14,43	13,38	16,50	17,11
Contenido de humedad (ω)	25,27	33,05	20,64	30,09	20,10	23,69	27,03	14,55
Promedio de contenido de humedad (ω)	29,16		25,37		21,89		20,79	
Límite Líquido (LL)	23,02							





**Tabla 131. Límite Líquido muestra 12**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)		
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI							
<b>Parroquia:</b>	Pujilí		<b>Normas:</b>	AASHTO T 89 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis		<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022		<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M12		<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603				
Número de Golpes	12		19		28		36	
Identificación de Cápsula	A	B	X	Y	Z	F	U	H
Peso de Cápsula	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Peso de muestra húmeda + cápsula	24,91	23,44	28,25	29,98	20,64	22,95	21,46	22,57
Peso de muestra seca + cápsula	20,34	19,00	23,44	24,35	17,26	19,77	18,26	19,69
Peso del agua	4,57	4,44	4,81	5,63	3,38	3,18	3,20	2,88
Peso de la muestra seca	14,34	13,00	17,44	18,35	11,26	13,77	12,26	13,69
Contenido de humedad (ω)	31,87	34,15	27,58	30,68	30,02	23,09	26,10	21,04
Promedio de contenido de humedad (ω)	33,01		29,13		26,56		23,57	
Límite Líquido (LL)	26,96							





**Tabla 132. Límite Plástico muestra 1**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLASTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917		
Recipiente Número	12	13	12A	36	14
Peso muestra húmeda + recipiente	11,75	12,42	14,00	12,77	11,86
Peso muestra seca + recipiente	11,48	12,21	13,72	12,51	11,63
Peso del agua	0,27	0,21	0,28	0,26	0,23
Peso del recipiente	10,20	11,26	12,12	11,23	10,62
Peso de la muestra seca	1,28	0,95	1,60	1,28	1,01
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21,09	22,11	17,50	20,31	22,77
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20,76				
Límite Plástico (Lp)	20,76				
Límite Líquido (LL)	23,86				
Índice Plástico (IP)	3,11				



**Tabla 133. Límite Plástico muestra 2**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLASTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827		
Recipiente Número	8	9	12	11	34
Peso muestra húmeda + recipiente	24,83	23,33	24,75	24,54	24,71
Peso muestra seca + recipiente	24,03	22,76	23,96	23,73	23,90
Peso del agua	0,80	0,57	0,79	0,81	0,81
Peso del recipiente	21,76	20,72	20,83	20,70	20,71
Peso de la muestra seca	2,27	2,04	3,13	3,03	3,19
Contenido de humedad ( $\omega$ )	35,24	27,94	25,24	26,73	25,39
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	28,11				
Límite Plástico (Lp)	28,11				
Límite Líquido (LL)	30,07				
Índice Plástico (IP)	1,96				


**Tabla 134. Límite Plástico muestra 3**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151		
			E: 755434		
Recipiente Número	11	12	13	1A	2A
Peso muestra húmeda + recipiente	6,67	4,76	6,41	4,81	6,22
Peso muestra seca + recipiente	6,33	4,58	6,19	4,63	6,00
Peso del agua	0,34	0,18	0,22	0,18	0,22
Peso del recipiente	4,92	3,83	5,24	3,92	4,75
Peso de la muestra seca	1,41	0,75	0,95	0,71	1,25
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24,11	24,00	23,16	25,35	17,60
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22,84				
Límite Plástico (Lp)	22,84				
Límite Líquido (LL)	25,77				
Índice Plástico (IP)	2,92				



**Tabla 135. Límite Plástico muestra 4**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328		
			E: 754566		
Recipiente Número	1	2	3	4	5
Peso muestra húmeda + recipiente	24,64	23,81	25,44	25,68	25,31
Peso muestra seca + recipiente	23,95	23,43	24,76	24,88	24,67
Peso del agua	0,69	0,38	0,68	0,80	0,64
Peso del recipiente	20,93	21,71	21,71	21,62	21,73
Peso de la muestra seca	3,02	1,72	3,05	3,26	2,94
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22,85	22,09	22,30	24,54	21,77
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22,71				
Límite Plástico (Lp)	22,71				
Límite Líquido (LL)	24,32				
Índice Plástico (IP)	1,61				



**Tabla 136. Límite Plástico muestra 5**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494		
Recipiente Número	A	B	C	D	E
Peso muestra húmeda + recipiente	6,58	6,52	6,75	6,43	11,42
Peso muestra seca + recipiente	6,42	6,33	6,65	6,28	11,28
Peso del agua	0,16	0,19	0,10	0,15	0,14
Peso del recipiente	5,70	5,48	6,02	5,54	10,73
Peso de la muestra seca	0,72	0,85	0,63	0,74	0,55
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22,22	22,35	15,87	20,27	25,45
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21,23				
Límite Plástico (Lp)	21,23				
Límite Líquido (LL)	22,71				
Índice Plástico (IP)	1,47				



**Tabla 137. Límite Plástico muestra 6**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560		
Recipiente Número	11	1	3	8	7
Peso muestra húmeda + recipiente	6,59	6,52	6,71	6,40	11,41
Peso muestra seca + recipiente	6,41	6,34	6,60	6,30	11,29
Peso del agua	0,18	0,18	0,11	0,10	0,12
Peso del recipiente	5,71	5,40	6,00	5,55	10,73
Peso de la muestra seca	0,70	0,94	0,60	0,75	0,56
Contenido de humedad ( $\omega$ )	25,71	19,15	18,33	13,33	21,43
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19,59				
Límite Plástico (Lp)	19,59				
Límite Líquido (LL)	21,84				
Índice Plástico (IP)	2,25				



**Tabla 138. Límite Plástico muestra 7**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pillalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406		
Recipiente Número	1	2	3	10	7
Peso muestra húmeda + recipiente	11,90	7,19	11,78	7,21	8,30
Peso muestra seca + recipiente	11,71	7,09	11,56	7,09	8,13
Peso del agua	0,19	0,10	0,22	0,12	0,17
Peso del recipiente	10,81	6,20	10,61	6,21	7,41
Peso de la muestra seca	0,90	0,89	0,95	0,88	0,72
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21,11	11,24	23,16	13,64	23,61
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18,55				
Límite Plástico (Lp)	18,55				
Límite Líquido (LL)	19,83				
Índice Plástico (IP)	1,28				



**Tabla 139. Límite Plástico muestra 8**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321		
Recipiente Número	A	2D	4F	56	78
Peso muestra húmeda + recipiente	7,40	6,90	6,72	7,01	7,60
Peso muestra seca + recipiente	7,09	6,69	6,50	6,83	7,32
Peso del agua	0,31	0,21	0,22	0,18	0,28
Peso del recipiente	5,92	5,85	5,82	5,95	5,95
Peso de la muestra seca	1,17	0,84	0,68	0,88	1,37
Contenido de humedad ( $\omega$ )	26,50	25,00	32,35	20,45	20,44
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24,95				
Límite Plástico (Lp)	24,95				
Límite Líquido (LL)	25,96				
Índice Plástico (IP)	1,01				



**Tabla 140. Límite Plástico muestra 9**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343		
			E: 756565		
Recipiente Número	A	B	34	65	63
Peso muestra húmeda + recipiente	25,49	22,81	29,50	23,11	24,91
Peso muestra seca + recipiente	24,81	22,39	29,11	22,61	24,42
Peso del agua	0,68	0,42	0,39	0,50	0,49
Peso del recipiente	22,50	20,81	27,40	21,00	22,60
Peso de la muestra seca	2,31	1,58	1,71	1,61	1,82
Contenido de humedad ( $\omega$ )	29,44	26,58	22,81	31,06	26,92
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	27,36				
Límite Plástico (Lp)	27,36				
Límite Líquido (LL)	30,74				
Índice Plástico (IP)	3,38				



**Tabla 141. Límite Plástico muestra 10**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326		
			E: 752319		
Recipiente Número	12	5A	32	78	13
Peso muestra húmeda + recipiente	7,41	11,70	7,21	7,32	7,21
Peso muestra seca + recipiente	7,19	11,52	7,00	7,09	7,10
Peso del agua	0,22	0,18	0,21	0,23	0,11
Peso del recipiente	6,10	10,59	6,01	6,00	6,61
Peso de la muestra seca	1,09	0,93	0,99	1,09	0,49
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20,18	19,35	21,21	21,10	22,45
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20,86				
Límite Plástico (Lp)	20,86				
Límite Líquido (LL)	22,62				
Índice Plástico (IP)	1,76				



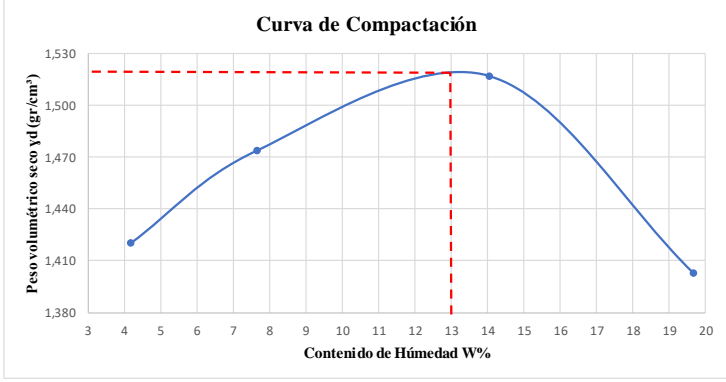
**Tabla 142. Límite Plástico muestra 11**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692		
Recipiente Número	A	B	3E	5W	2S
Peso muestra húmeda + recipiente	6,60	4,73	6,41	4,78	6,22
Peso muestra seca + recipiente	6,32	4,46	6,19	4,60	5,96
Peso del agua	0,28	0,27	0,22	0,18	0,26
Peso del recipiente	4,93	3,49	5,08	3,71	4,45
Peso de la muestra seca	1,39	0,97	1,11	0,89	1,51
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20,14	27,84	19,82	20,22	17,22
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21,05				
Límite Plástico (Lp)	21,05				
Límite Líquido (LL)	23,02				
Índice Plástico (IP)	1,97				

**Tabla 143. Límite Plástico muestra 12**



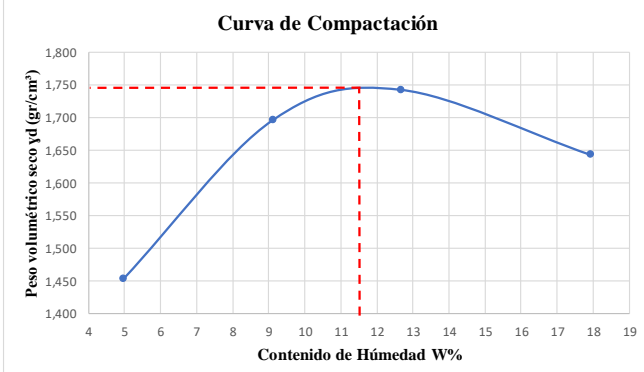
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 					
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujili	<b>Normas:</b>	AASHTO T 90 2016		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603		
Recipiente Número	2	45	34	12	11
Peso muestra húmeda + recipiente	11,41	11,93	8,23	7,82	7,92
Peso muestra seca + recipiente	11,23	11,56	8,00	7,62	7,71
Peso del agua	0,18	0,37	0,23	0,20	0,21
Peso del recipiente	9,61	10,01	7,10	7,10	7,00
Peso de la muestra seca	1,62	1,55	0,90	0,52	0,71
Contenido de humedad ( $\omega$ )	11,11	23,87	25,56	38,46	29,58
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	25,72				
Límite Plástico (Lp)	25,72				
Límite Líquido (LL)	26,96				
Índice Plástico (IP)	1,25				

**Tabla 144. Proctor Modificado muestra 1**



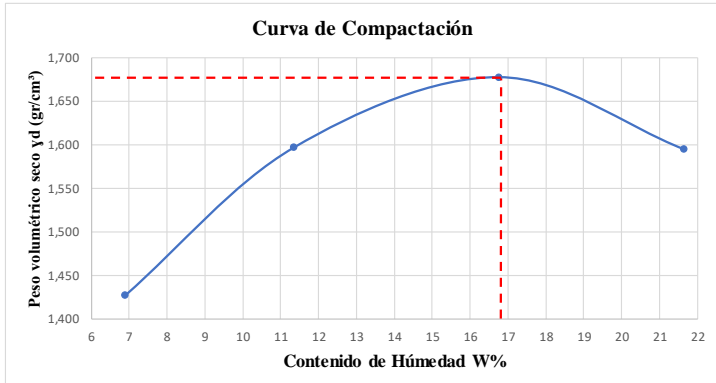
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
			6000
			6000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	4%	8%	14%
P. molde+Suelo húmedo	16137	16412	16710
Peso suelo húmedo Wm	3387	3662	3960
Peso unitario húmedo γm	1,479	1,599	1,729
			1,679
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	25	36	78
Peso del recipiente Wr	11,21	11,32	10,96
Peso muestra húmeda + recipiente	43,27	44,01	40,38
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	42,23	42,45	38,81
Peso de la muestra seca (Ws)	31,02	31,13	27,85
Peso del agua (Ww)	1,04	1,56	1,57
Contenido de humedad (ω)	3,35	5,01	5,64
Promedio contenido de humedad (ω)	4,18		7,66
Peso Volumétrico Seco γd	1,420		1,485
			1,517
			1,403
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	13		
Peso Volumétrico Seco γd	1,524		
			





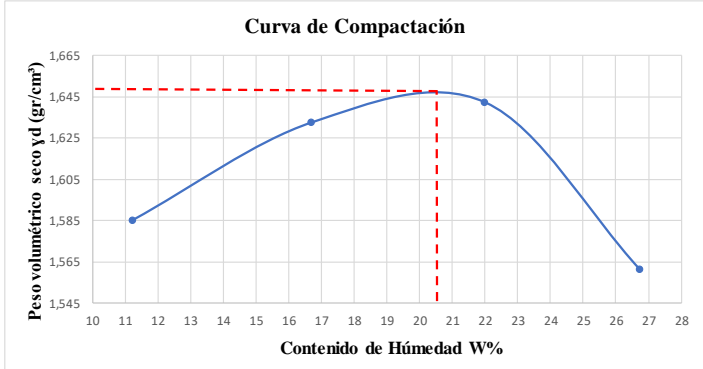
**Tabla 145. Proctor Modificado muestra 2**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO								
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018							
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra							
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla							
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827							
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12750 g					
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289,86 cm <sup>3</sup>					
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11 h					
Peso Inicial Deseado	5000	5000		5000	5000 g					
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	4%	7%	11%	16%	%					
P. molde+Suelo húmedo	16244	16987	17245	17187	g					
Peso suelo húmedo Wm	3494	4237	4495	4437	g					
Peso unitario húmedo γm	1,526	1,850	1,963	1,938	g/cm <sup>3</sup>					
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
Recipiente número	12	12A	36	38	37	40	42	23		
Peso del recipiente Wr	35,41	35,36	29,82	29,87	8,56	8,51	8,50	8,73	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	124,76	127,64	89,41	148,90	86,67	79,48	87,92	83,91	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	120,56	123,23	84,10	139,63	78,06	71,35	75,53	72,78	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	85,15	87,87	54,28	109,76	69,50	62,84	67,03	64,05	g	
Peso del agua (Ww)	4,20	4,41	5,31	9,27	8,61	8,13	12,39	11,13	g	
Contenido de humedad (ω)	4,93	5,02	9,78	8,45	12,39	12,94	18,48	17,38	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	4,98		9,11		12,66		17,93		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1,454		1,696		1,742		1,643		g/cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
Cont. Humedad promedio ω		11,5								%
Peso Volumétrico Seco γd		1,749								g/cm <sup>3</sup>
										



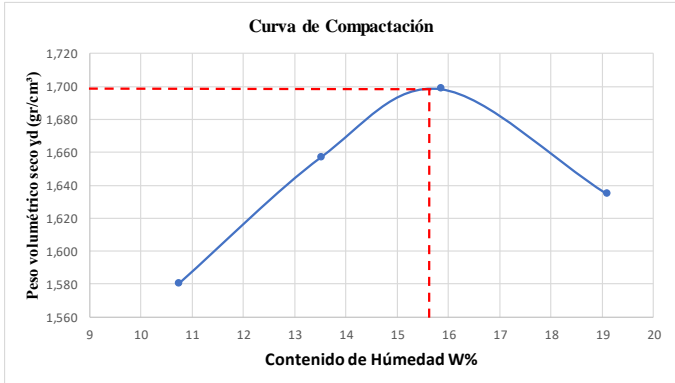
**Tabla 146. Proctor Modificado muestra 3**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 										
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018							
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra							
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla							
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434							
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12781 g					
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289,86 cm <sup>3</sup>					
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11 h					
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000	5000	12,8 cm					
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	5%	10%	16%	21%	%					
P. molde+Suelo húmedo	16274	16852	17265	17223	g					
Peso suelo húmedo Wm	3493	4071	4484	4442	g					
Peso unitario húmedo γm	1,525	1,778	1,958	1,940	g/cm <sup>3</sup>					
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
Recipiente número	31	23	33	45	12A	13A	14A	1B		
Peso del recipiente Wr	30,21	31,02	30,32	30,84	30,94	30,81	31,32	31,09	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	160,13	154,29	151,00	158,19	149,73	152,13	150,68	147,41	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	151,94	146,18	138,45	145,48	132,69	134,71	129,46	126,68	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	121,73	115,16	108,13	114,64	101,75	103,90	98,14	95,59	g	
Peso del agua (Ww)	8,19	8,11	12,55	12,71	17,04	17,42	21,22	20,73	g	
Contenido de humedad (ω)	6,73	7,04	11,61	11,09	16,75	16,77	21,62	21,69	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	6,89		11,35		16,76		21,65		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1,427		1,597		1,677		1,595		g/cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
Cont. Humedad promedio ω		16,8								%
Peso Volumétrico Seco γd		1,678								g/cm <sup>3</sup>
 <p style="text-align: center;"><b>Curva de Compactación</b></p>										



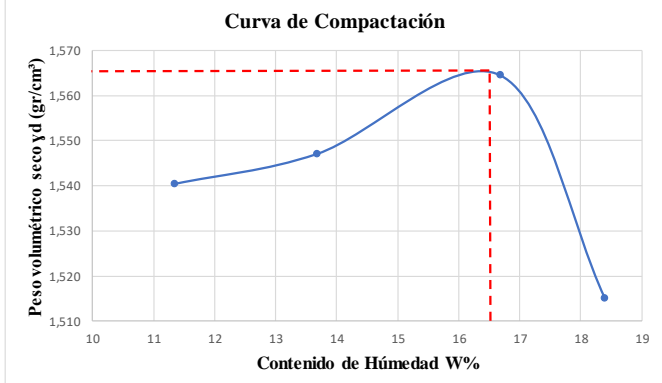
**Tabla 147. Proctor Modificado muestra 4**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000
			5000
			5000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	9%	13%	18%
P. molde+Suelo húmedo	17987	18313	18538
Peso suelo húmedo Wm	4037	4363	4588
Peso unitario húmedo γm	1,763	1,905	2,004
			1,978
			g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	1	2	3
Peso del recipiente Wr	31,21	30,91	30,78
Peso muestra húmeda + recipiente	190,63	185,43	215,38
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	173,25	168,37	189,12
Peso de la muestra seca (Ws)	173,25	137,46	158,34
Peso del agua (Ww)	17,38	17,06	26,26
Contenido de humedad (ω)	10,03	12,41	16,58
Promedio contenido de humedad (ω)	11,22		16,70
Peso Volumétrico Seco γd	1,585		1,633
			1,642
			1,561
			g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	20,5		
Peso Volumétrico Seco γd	1,653		
			g/cm <sup>3</sup>
			



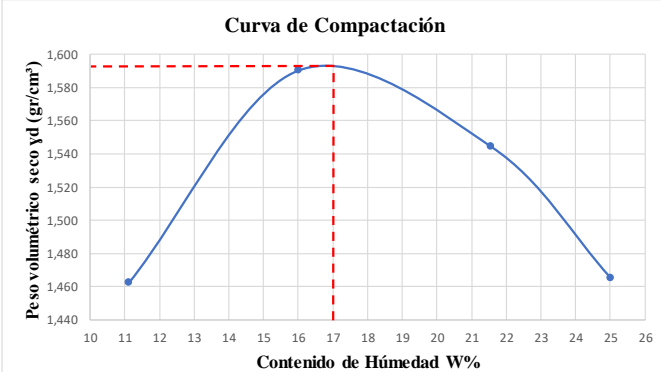
**Tabla 148. Proctor Modificado muestra 5**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO							
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI								
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018						
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra						
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla						
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494						
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13452	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2289,86	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11	h	12,8		
Peso Inicial Deseado	5000	5000		5000	5000				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	9%	12%	15%	18%					
P. molde+Suelo húmedo	17459	17759	17958	17910					
Peso suelo húmedo Wm	4007	4307	4506	4458					
Peso unitario húmedo γm	1,750	1,881	1,968	1,947	g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>									
Recipiente número	A	B	C	D	2E	F	G	G1	
Peso del recipiente Wr	27,81	30,14	31,19	31,10	31,53	30,42	30,71	30,14	g
Peso muestra húmeda + recipiente	163,45	152,56	153,47	132,76	186,73	196,55	125,73	136,98	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	150,43	140,57	138,98	120,61	165,74	173,56	110,83	119,48	g
Peso de la muestra seca (Ws)	122,62	110,43	107,79	89,51	134,21	143,14	80,12	89,34	g
Peso del agua (Ww)	13,02	11,99	14,49	12,15	20,99	22,99	14,90	17,50	g
Contenido de humedad (ω)	10,62	10,86	13,44	13,57	15,64	16,06	18,60	19,59	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10,74		13,51		15,85		19,09		%
Peso Volumétrico Seco γd	1,580		1,657		1,699		1,635		g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad promedio ω								15,6	%
Peso Volumétrico Seco γd								1,700	g/cm <sup>3</sup>
									



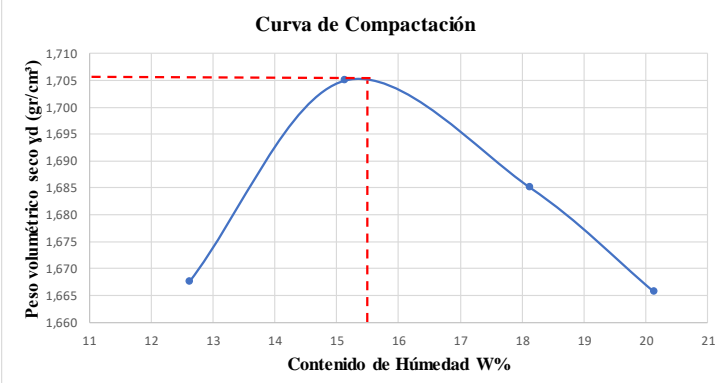
**Tabla 149. Proctor Modificado muestra 6**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 										
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018							
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra							
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla							
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560							
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14900 g					
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2274,30 cm <sup>3</sup>					
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11	h 12,8 cm					
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000					
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	9%	13%	17%	22%	%					
P. molde+Suelo húmedo	18801	18900	19052	18980	g					
Peso suelo húmedo Wm	3901	4000	4152	4080	g					
Peso unitario húmedo γm	1,715	1,759	1,826	1,794	g/cm <sup>3</sup>					
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
Recipiente número	12	1A	F	G	56	23	32	14		
Peso del recipiente Wr	8,43	8,12	8,84	8,12	8,20	8,30	7,99	8,15	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	51,38	52,57	51,14	54,68	68,35	56,93	68,79	58,13	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	46,89	48,16	45,77	49,39	59,68	50,03	59,69	50,08	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	38,46	40,04	36,93	41,27	51,48	41,73	51,70	41,93	g	
Peso del agua (Ww)	4,49	4,41	5,37	5,29	8,67	6,90	9,10	8,05	g	
Contenido de humedad (ω)	11,67	11,01	14,54	12,82	16,84	16,53	17,60	19,20	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	11,34		13,68		16,69		18,40		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1,540		1,547		1,565		1,515		g/cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
Cont. Humedad promedio ω									16,5	%
Peso Volumétrico Seco γd									1,565	g/cm <sup>3</sup>
										



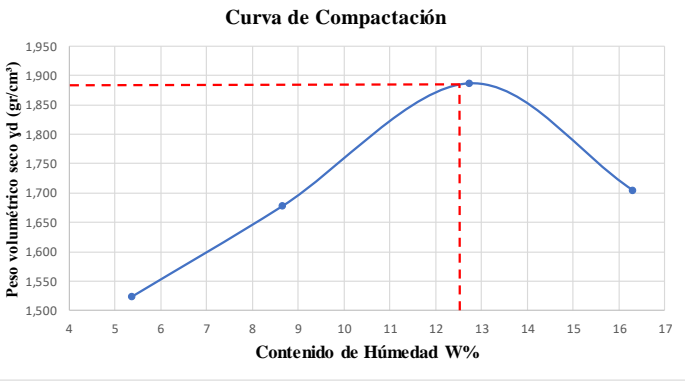
**Tabla 150. Proctor Modificado muestra 7**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 190 2018
<b>Ubicación:</b>	San Andres de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
			6000
			6000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	9%	13%	18%
P. molde+Suelo húmedo	17675	18180	18254
Peso suelo húmedo Wm	3725	4230	4304
Peso unitario húmedo γm	1,625	1,845	1,878
			1,832
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	A	B	12
Peso del recipiente W <sub>r</sub>	14,31	13,62	20,50
Peso muestra húmeda + recipiente	154,23	153,12	176,35
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> +	139,87	139,52	154,81
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	125,56	125,90	134,31
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	14,36	13,60	21,54
Contenido de humedad (ω)	11,44	10,80	16,04
Promedio contenido de humedad (ω)	11,12		16,01
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1,462		1,591
			1,544
			1,465
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	17		
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1,590		
<b>Curva de Compactación</b> 			

**Tabla 151. Proctor Modificado muestra 8**



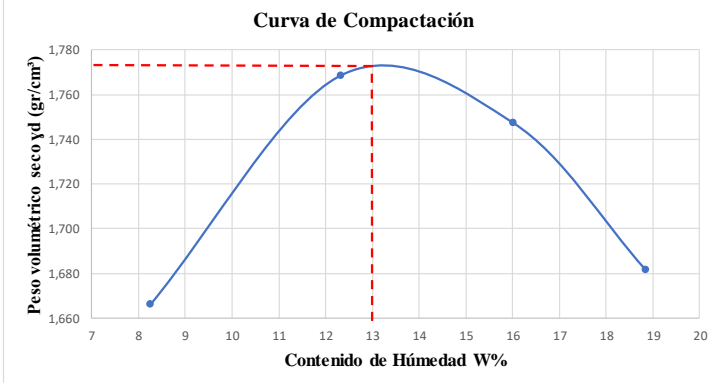
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	10%	14%	18%
P. molde+Suelo húmedo	19226	19419	19482
Peso suelo húmedo Wm	4271	4464	4527
Peso unitario húmedo γm	1,878	1,963	1,991
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	1	2	3
Peso del recipiente Wr	21,09	21,10	22,09
Peso muestra húmeda + recipiente	186,00	211,03	115,26
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	167,38	189,92	103,37
Peso de la muestra seca (Ws)	146,29	168,82	81,28
Peso del agua (Ww)	18,62	21,11	11,89
Contenido de humedad (ω)	12,73	12,50	14,63
Promedio contenido de humedad (ω)	12,62		15,13
Peso Volumétrico Seco γd	1,668		1,705
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	15,5		
Peso Volumétrico Seco γd	1,705		
			

**Tabla 152. Proctor Modificado muestra 9**



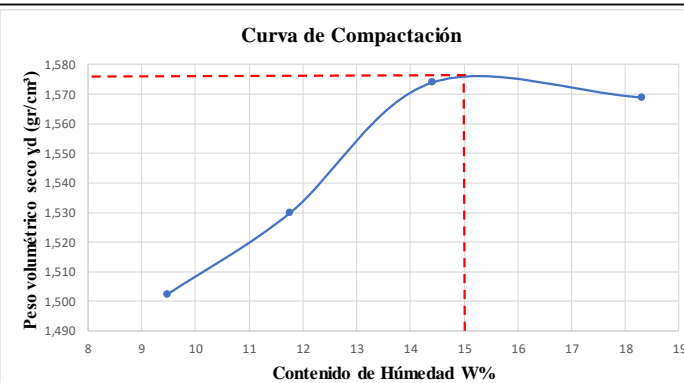
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 																									
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI																								
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018																						
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra																						
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla																						
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565																						
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>																									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12687	g																			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2395,26	cm <sup>3</sup>																			
Energía de Compactación		55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11	h																			
Peso Inicial Deseado	6000	6000		6000	6000	g																			
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>																									
Ensayo Número	1	2	3	4																					
Humedad inicial añadida	4%	8%	14%	20%		%																			
P. molde+Suelo húmedo	16533	17056	17781	17436		g																			
Peso suelo húmedo Wm	3846	4369	5094	4749		g																			
Peso unitario húmedo γm	1,606	1,824	2,127	1,983		g/cm <sup>3</sup>																			
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>																									
Recipiente número	2	23	13	14	15	17	87	24																	
Peso del recipiente Wr	23,52	30,73	31,06	24,33	25,30	30,72	26,95	24,56	g																
Peso muestra húmeda + recipiente	84,35	75,31	105,08	95,97	74,46	78,67	87,42	116,78	g																
Peso muestra seca + recipiente (Ws +)	81,34	72,97	99,77	89,69	69,09	73,08	78,95	103,86	g																
Peso de la muestra seca (Ws)	57,82	42,24	68,71	65,36	43,79	42,36	52,00	79,30	g																
Peso del agua (Ww)	3,01	2,34	5,31	6,28	5,37	5,59	8,47	12,92	g																
Contenido de humedad (ω)	5,21	5,54	7,73	9,61	12,26	13,20	16,29	16,29	%																
Promedio contenido de humedad (ω)	5,37		8,67		12,73		16,29		%																
Peso Volumétrico Seco γd	1,524		1,679		1,887		1,705		g/cm <sup>3</sup>																
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>																									
Cont. Humedad promedio ω								12,5		%															
Peso Volumétrico Seco γd								1,890		g/cm <sup>3</sup>															
 <p><b>Curva de Compactación</b></p> <p>El gráfico muestra una curva de compactación que relaciona el peso volumétrico seco (γ<sub>d</sub>) en g/cm<sup>3</sup> con el contenido de humedad (W%) en porcentaje. La curva comienza a un contenido de humedad de 5,21% y un peso volumétrico seco de 1,606 g/cm<sup>3</sup>, sube hasta un punto máximo en 12,5% de humedad y 1,890 g/cm<sup>3</sup> de peso volumétrico seco, y luego desciende hasta un contenido de humedad de 16,29% y un peso volumétrico seco de 1,983 g/cm<sup>3</sup>.</p> <table border="1"> <caption>Datos de la Curva de Compactación</caption> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad W%</th> <th>Peso volumétrico seco γ<sub>d</sub> (gr/cm<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5,21</td> <td>1,606</td> </tr> <tr> <td>5,54</td> <td>1,679</td> </tr> <tr> <td>7,73</td> <td>1,887</td> </tr> <tr> <td>9,61</td> <td>1,890</td> </tr> <tr> <td>12,26</td> <td>1,890</td> </tr> <tr> <td>13,20</td> <td>1,890</td> </tr> <tr> <td>16,29</td> <td>1,983</td> </tr> </tbody> </table>										Contenido de Humedad W%	Peso volumétrico seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	5,21	1,606	5,54	1,679	7,73	1,887	9,61	1,890	12,26	1,890	13,20	1,890	16,29	1,983
Contenido de Humedad W%	Peso volumétrico seco γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )																								
5,21	1,606																								
5,54	1,679																								
7,73	1,887																								
9,61	1,890																								
12,26	1,890																								
13,20	1,890																								
16,29	1,983																								





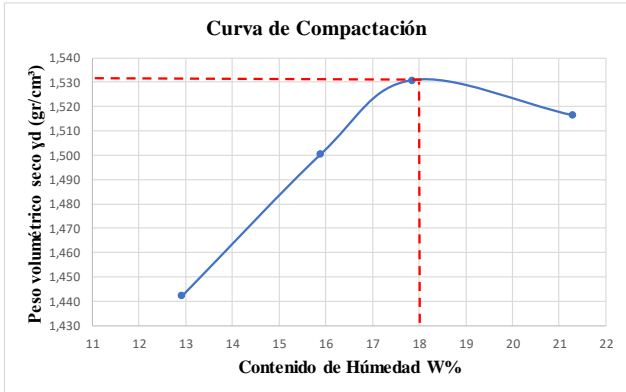
**Tabla 153. Proctor Modificado muestra 10**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO 										
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI									
<b>Parroquia:</b>	Pujilí									
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis									
<b>Fecha:</b>	12/11/2022									
<b>Muestra:</b>	M10									
<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018									
<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra									
<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla									
<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319									
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14900	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2274,30	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15,11	h	12,8				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	8%	13%	17%	22%		%				
P. molde+Suelo húmedo	19002	19418	19510	19445		g				
Peso suelo húmedo Wm	4102	4518	4610	4545		g				
Peso unitario húmedo γm	1,804	1,987	2,027	1,998		g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>										
Recipiente número	1	2	4	6	T	7F	67	21		
Peso del recipiente Wr	21,71	20,71	21,62	21,79	21,92	22,03	20,88	20,84	g	
Peso muestra húmeda + recipiente	69,54	72,15	70,36	75,78	67,89	79,94	78,89	66,43	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	65,67	68,47	64,88	70,00	61,77	71,67	69,95	59,00	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	43,96	47,76	43,26	48,21	39,85	49,64	49,07	38,16	g	
Peso del agua (Ww)	3,87	3,68	5,48	5,78	6,12	8,27	8,94	7,43	g	
Contenido de humedad (ω)	8,80	7,71	12,67	11,99	15,36	16,66	18,22	19,47	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	8,25		12,33		16,01		18,84		%	
Peso Volumétrico Seco γd	1,666		1,769		1,747		1,682		g/cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>										
Cont. Humedad promedio ω									13	%
Peso Volumétrico Seco γd									1,775	g/cm <sup>3</sup>
 <p style="text-align: center;"><b>Curva de Compactación</b></p>										



**Tabla 154. Proctor Modificado muestra 11**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	8%	12%	16%
P. molde+Suelo húmedo	18695	18843	19050
Peso suelo húmedo Wm	3740	3888	4095
Peso unitario húmedo γm	1,644	1,710	1,801
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	25	36	78
Peso del recipiente Wr	22,11	22,23	21,90
Peso muestra húmeda + recipiente	94,15	94,10	108,76
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	88,03	87,78	98,64
Peso de la muestra seca (Ws)	65,92	65,55	76,74
Peso del agua (Ww)	6,12	6,32	10,12
Contenido de humedad (ω)	9,28	9,64	13,19
Promedio contenido de humedad (ω)	9,46		11,75
Peso Volumétrico Seco γd	1,502		1,530
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	15		
Peso Volumétrico Seco γd	1,578		
			

**Tabla 155. Proctor Modificado muestra 12**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PROCTOR MODIFICADO			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 180 2018
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint 15,11
Peso Inicial Deseado	5000	5000	5000
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	9%	13%	18%
P. molde+Suelo húmedo	18659	18910	19058
Peso suelo húmedo Wm	3704	3955	4103
Peso unitario húmedo γm	1,629	1,739	1,804
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>			
Recipiente número	25	36	78
Peso del recipiente Wr	20,83	22,18	23,20
Peso muestra húmeda + recipiente	100,52	95,92	110,56
Peso muestra seca + recipiente (Ws +	91,54	87,34	98,58
Peso de la muestra seca (Ws)	70,71	65,16	75,38
Peso del agua (Ww)	8,98	8,58	11,98
Contenido de humedad (ω)	12,70	13,17	15,89
Promedio contenido de humedad (ω)	12,93		15,90
Peso Volumétrico Seco γd	1,442		1,500
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>			
Cont. Humedad promedio ω	18		
Peso Volumétrico Seco γd	1,532		
			

**Tabla 156. CBR muestra 1**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	La Victoria	Normas:	AASHTO T 193 2013				
Ubicación:	Parroquia 11 de Nov.	Ensayado por:	Alison Ibarra				
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla				
Muestra:	M1	Coordenadas:	N: 9899355 E: 758917				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,524	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		13,00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	1		2		3		
DIMENSIONES	Diámetro	15,13	Diámetro	15,11	Diámetro	15,17	cm
	Altura	11,5	Altura	12,6	Altura	12,6	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12056		13136		10358		g
Peso Molde	8355		9308		6779		g
Peso de Muestra Húmeda	3701		3828		3579		g
Volumen Muestra	2067,59		2259,38		2277,36		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,790		1,694		1,572		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	23	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	96,92	89,13	119,18	121,32	124,83	120,55	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	87,25	80,11	106,08	107,28	111,25	107,23	g
Peso del agua (Ww)	9,67	9,02	13,10	14,04	13,58	13,32	g
Peso del recipiente (Wr)	27,68	24,14	25,23	24,60	26,54	24,15	g
Peso de la muestra seca (Ws)	59,57	55,97	80,85	82,68	84,71	83,08	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16,23	16,12	16,20	16,98	16,03	16,03	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16,17		16,59		16,03		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,541		1,453		1,354		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12385		13401		10712		g
Peso Molde	8355		9308		6779		g
Peso de Muestra Húmeda	4030		4093		3933		g
Volumen Muestra	2067,59		2259,38		2277,36		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,949		1,812		1,727		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	99,19	97,83	110,56	112,43	106,32	103,42	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	84,43	84,63	91,45	92,99	86,65	84,33	g
Peso del agua (Ww)	14,76	13,20	19,11	19,44	19,67	19,09	g
Peso del recipiente (Wr)	24,06	26,78	25,16	25,15	25,71	24,75	g
Peso de la muestra seca (Ws)	60,37	57,85	66,29	67,84	60,94	59,58	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24,45	22,82	28,83	28,66	32,28	32,04	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23,63		28,74		32,16		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,577		1,407		1,307		g/cm <sup>3</sup>



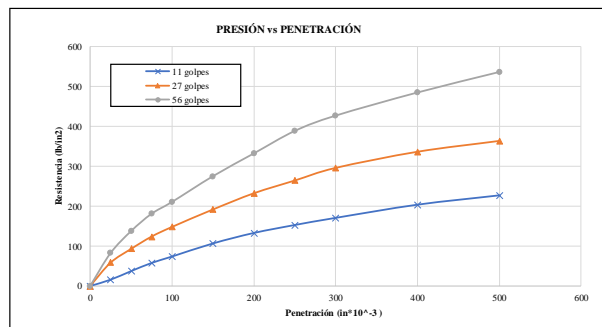
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M1	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917

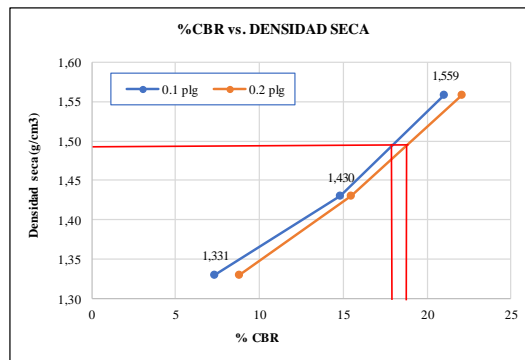
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				CBR %	MOLDE N° 2 (27 Golpes)				CBR %	MOLDE N° 3 (11 Golpes)				CBR %
mm	in *10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		Q Carga		Presiones		Q Carga	Presiones						
			Leída	Correg.		Leída	Correg.		Leída	Correg.		Leída	Correg.				
0	0	0	0	0		0	0		0	0		0	0				
0,64	25		247,3	82,4		175,4	58,5		47,5	15,8							
1,27	50		412,1	137,4		278,9	93,0		111,4	37,1							
1,91	75		542,3	180,8		371,6	123,9		172,3	57,4							
2,54	100	1000	631,3	210,4	210,43	444,3	148,1	148,10	220,4	73,5	73,47			7,35			
3,81	150		824,5	274,8		575,6	191,9		318,4	106,1							
5,08	200	1500	995,6	331,9	331,87	697,5	232,5	232,50	396,7	132,2	132,23			8,82			
6,35	250		1164,5	388,2		793,4	264,5		456,2	152,1							
7,62	300		1279,4	426,5		888,4	296,1		509,7	169,9							
10,16	400		1453,2	484,4		1009,8	336,6		608,3	202,8							
12,7	500		1607,2	535,7		1091,3	363,8		678,1	236,0							






MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	21,04	14,81	7,35
	0.2"	22,12	15,50	8,82
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,559	1,430	1,331



Densidad seca máx :	1,524	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,448	12	18	18

**Tabla 157. CBR muestra 2**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	La Victoria	Normas:	AASHTO T 193 2013				
Ubicación:	Parroquia 11 de Nov.	Ensayado por:	Alison Ibarra				
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla				
Muestra:	M2	Coordenadas:	N: 9898782 E: 755827				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,749	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		11,50	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15,1	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,4	Altura	12,4	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	10175		12646		13121		g
Peso Molde	5825		8631		9214		g
Peso de Muestra Húmeda	4350		4015		3907		g
Volumen Muestra	2208,93		2220,57		2191,26		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,969		1,808		1,783		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	34	36	4	2	24	21	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	95,08	94,65	91,92	92,37	83,02	94,74	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	88,12	88,35	85,44	85,35	77,32	88,06	g
Peso del agua (Ww)	6,96	6,30	6,48	7,02	5,70	6,68	g
Peso del recipiente (Wr)	25,23	30,83	25,65	30,87	26,00	31,27	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62,89	57,52	59,79	54,48	51,32	56,79	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	11,07	10,95	10,84	12,89	11,11	11,76	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	11,01		11,86		11,43		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,774		1,616		1,600		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	10402		13018		13533		g
Peso Molde	5821		8627		9214		g
Peso de Muestra Húmeda	4581		4391		4319		g
Volumen Muestra	2208,93		2220,57		2191,26		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,074		1,977		1,971		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	35	72	2H	34G	49	2F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	89,63	80,34	78,56	102,32	86,42	96,56	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	81,28	74,27	69,82	90,38	76,32	85,18	g
Peso del agua (Ww)	8,35	6,07	8,74	11,94	10,10	11,38	g
Peso del recipiente (Wr)	25,20	30,84	25,63	30,84	26,01	31,29	g
Peso de la muestra seca (Ws)	56,08	43,43	44,19	59,54	50,31	53,89	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	14,89	13,98	19,78	20,05	20,08	21,12	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	14,43		19,92		20,60		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,812		1,649		1,634		g/cm <sup>3</sup>

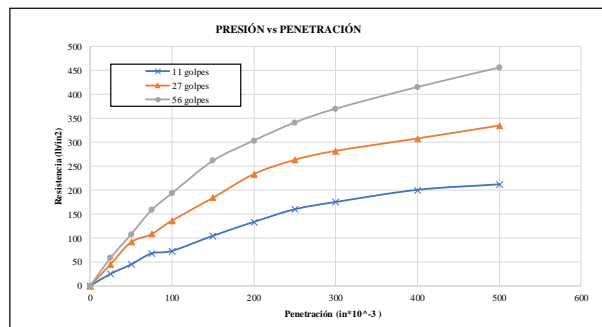
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>ENSAYO CBR</b>			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013
<b>Ubicación:</b>	Parroquia 11 de Nov.	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898782 E: 755827

**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

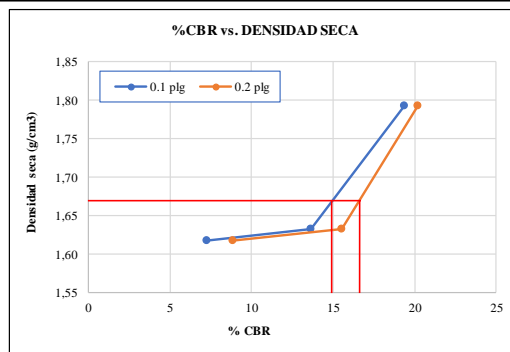
Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN	Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10 <sup>-3</sup>	Leída	Correg.	Leída		Correg.	Leída	Correg.		Leída	Correg.		
0	0	0	0		0	0		0	0				
0,64	25	175,3	58,4		135,5	45,2		75,5	25,2				
1,27	50	322,9	107,6		278,8	91,3		133,8	44,6				
1,91	75	474,5	158,2		323,7	107,9		202,7	67,6				
2,54	100	580,4	193,5	193,47	408,9	136,3	136,30	218,7	72,9	72,90		7,29	
3,81	150	783,4	261,1		551,5	183,8		312,8	104,3				
5,08	200	910,3	303,4	303,43	700,1	233,4	233,37	399,5	133,2	133,17		8,88	
6,35	250	1023,4	341,1		789,3	263,1		478,4	159,5				
7,62	300	1109,8	369,9		845,7	281,9		523,8	174,6				
10,16	400	1345,6	415,2		923,5	307,8		599,8	199,9				
12,7	500	1367,8	455,9		1004,3	334,8		634,1	211,4				



MOLDE	1	2	3
<b>CBR %</b>	19,35	13,63	7,29
	20,23	15,56	8,88
<b>Densida Seca</b>	1,793	1,633	1,617





<b>Densidad seca máx :</b>	1,749	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM= 1,662	15	16,4	16,4

**Tabla 158. CBR muestra 3**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	La Victoria	Normas:	AASHTO T 193 2013				
Ubicación:	Quinta la Victoria	Ensayado por:	Alison Ibarra				
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla				
Muestra:	M3	Coordenadas:	N: 9898151 E: 755434				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,678	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		16,80	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,2	Diámetro	15,21	Diámetro	15,2	cm
	Altura	11,5	Altura	12,2	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	11328		10493		9211		g
Peso Molde	6973		6264		5832		g
Peso de Muestra Húmeda	4355		4229		3379		g
Volumen Muestra	2086,77		2216,70		2304,52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,087		1,908		1,466		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	45	67	52	35	48	27	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	71,65	69,04	89,03	75,34	98,24	101,24	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	65,24	62,34	79,55	68,57	88,43	89,45	g
Peso del agua (Ww)	6,41	6,70	9,48	6,77	9,81	11,79	g
Peso del recipiente (Wr)	31,10	31,73	32,51	32,87	31,54	31,23	g
Peso de la muestra seca (Ws)	34,14	30,61	47,04	35,70	56,89	58,22	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18,78	21,89	20,15	18,96	17,24	20,25	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20,33		19,56		18,75		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,734		1,596		1,235		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11431		11004		9579		g
Peso Molde	6973		6264		5832		g
Peso de Muestra Húmeda	4458		4740		3747		g
Volumen Muestra	2086,77		2216,70		2304,52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,136		2,138		1,626		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	E	56	G	6Y	5T	23	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	94,72	97,23	122,35	117,86	99,34	113,54	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	79,62	82,35	102,32	98,47	83,31	92,55	g
Peso del agua (Ww)	15,10	14,88	20,03	19,39	16,03	20,99	g
Peso del recipiente (Wr)	30,55	30,23	30,23	31,04	30,34	31,13	g
Peso de la muestra seca (Ws)	49,07	52,12	72,09	67,43	52,97	61,42	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	30,77	28,55	27,78	28,76	30,26	34,17	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	29,66		28,27		32,22		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,648		1,667		1,230		g/cm <sup>3</sup>





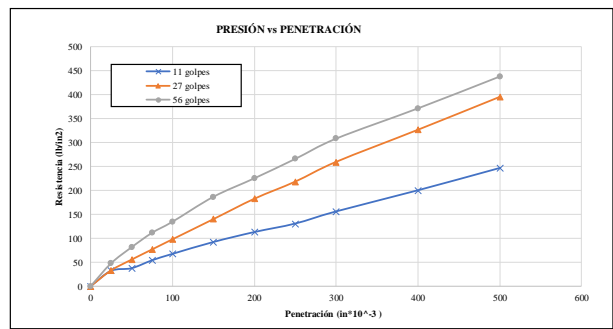
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILLÍ, CANTÓN PUJILLÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9898151 E: 755434		

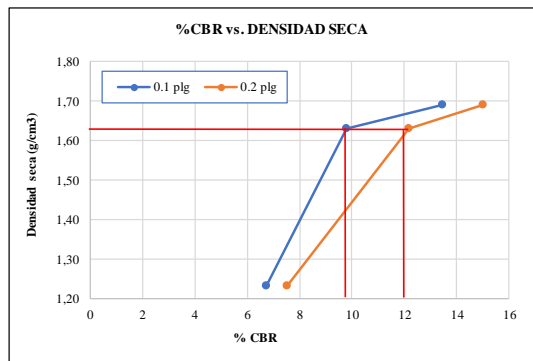
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25	1000	143,3	47,8	13,46	98,7	32,9	97,83	9,78	96,2	32,1	67,30	6,73	
1,27	50		243,7	81,2		166,3	55,4		112,4	37,5				
1,91	75		334,1	111,4		229,9	76,6		161,7	53,9				
2,54	100		403,7	134,6		293,5	97,8		201,9	67,3				
3,81	150		559,8	186,6		419,7	139,9		276,1	92,0				
5,08	200		673,6	225,2		547,2	182,4		338,1	112,70	7,51			
6,35	250		797,3	265,8		654,5	218,2		391,2	130,4				
7,62	300		924,4	308,1		778,2	259,4		467,1	155,7				
10,16	400		1113,9	371,3		979,1	326,4		599,1	199,7				
12,7	500		1313,5	437,8		1183,0	395,0		738,3	246,1				





MOLDE	1			2		3		
	CBR %	0.1"	13,46	9,78	6,73	0.2"	15,01	12,16
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>		1,691	1,631	1,232			



Densidad seca máx :	1,678	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,594	8,9	12	12

**Tabla 159. CBR muestra 4**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
<b>ENSAYO CBR</b>							
<b>PROYECTO:</b>	<b>ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI</b>						
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013				
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra				
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla				
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566				
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,653	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		20,50	%	
Altura de Caída	18	in					
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,2	Diámetro	15,21	cm
	Altura	13,1	Altura	12,7	Altura	12,6	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	11418		10783		11209		g
Peso Molde	6732		6842		7490		g
Peso de Muestra Húmeda	4686		3941		3719		g
Volumen Muestra	2345,93		2304,52		2289,39		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,998		1,710		1,624		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	23	56	78	21	34	1	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	131,63	179,84	254,36	335,47	250,55	267,83	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	113,26	153,37	215,27	283,48	210,42	225,31	g
Peso del agua (Ww)	18,37	26,47	39,09	51,99	40,13	42,52	g
Peso del recipiente (Wr)	31,62	31,94	44,53	45,23	44,43	44,12	g
Peso de la muestra seca (Ws)	81,64	121,43	170,74	238,25	165,99	181,19	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22,50	21,80	22,89	21,82	24,18	23,47	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22,15		22,36		23,82		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,635		1,398		1,312		g/cm <sup>3</sup>
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Peso Húmeda + Molde	11453		11336		12087		g
Peso Molde	6732		6842		7490		g
Peso de Muestra Húmeda	4721		4494		4597		g
Volumen Muestra	2345,93		2304,52		2289,39		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,012		1,950		2,008		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	12	14	16	15	24	28	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	120,54	118,73	103,75	112,55	112,78	112,76	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99,67	99,56	87,62	93,34	92,54	92,56	g
Peso del agua (Ww)	20,87	19,17	16,13	19,21	20,24	20,20	g
Peso del recipiente (Wr)	30,53	30,21	30,24	31,00	31,12	30,33	g
Peso de la muestra seca (Ws)	69,14	69,35	57,38	62,34	61,42	62,23	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	30,19	27,64	28,11	30,81	32,95	32,46	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	28,91		29,46		32,71		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,561		1,506		1,513		g/cm <sup>3</sup>

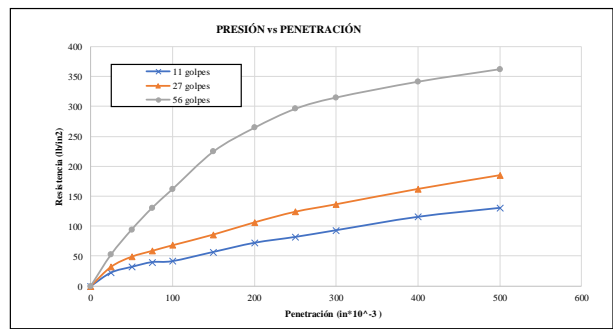


<b>ENSAYO CBR</b>			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M4	<b>Coordenadas:</b>	N:9899328 E: 754566

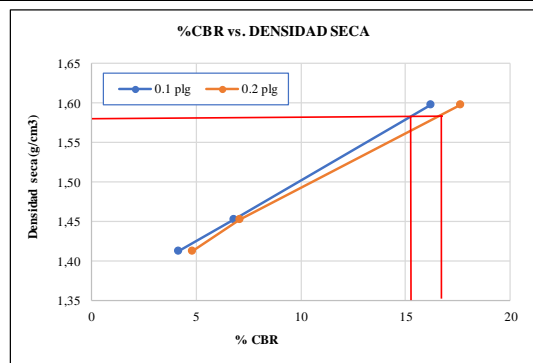
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

<b>Área de Pistón</b>	3	in <sup>2</sup>	<b>Velocidad de carga</b>	1,270	mm/min
				0,05	in/min



PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in * 10 <sup>-3</sup>	Leída	Correg.		Leída		Correg.		Leída		Correg.		Leída	
0	0	1000	0			0			0					
0,64	25	1500	159,2	53,1		96,9	32,3		68,2	22,7				
1,27	50	1500	283,4	94,5		147,1	49,0		96,4	32,1				
1,91	75	1500	392,5	130,8		176,4	58,8		120,3	40,1				
2,54	100	1500	486,7	162,2	162,23	204,6	68,2	68,20	125,2	41,7	41,73			4,17
3,81	150	1500	675,1	225,0		258,1	86,0		171,1	57,0				
5,08	200	1500	794,2	264,7	264,73	318,9	106,3	106,30	216,5	72,2	72,17			4,81
6,35	250	1500	889,3	296,4		372,1	124,0		245,9	82,0				
7,62	300	1500	948,1	315,4		409,6	136,5		279,4	93,1				
10,16	400	1500	1025,4	341,8		486,2	162,1		346,2	115,4				
12,7	500	1500	1088,3	362,8		554,8	184,9		390,8	130,3				



MOLDE		1	2	3
<b>CBR %</b>	0.1"	16,22	6,82	4,17
	0.2"	17,65	7,09	4,81
<b>Densidad Seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1,598	1,452	1,413



**Tabla 160. CBR muestra 5**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	La Victoria	Normas:	AASHTO T 193 2013				
Ubicación:	Quinta la Victoria	Ensayado por:	Alison Ibarra				
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla				
Muestra:	M5	Coordenadas:	N: 9900428 E: 753494				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,700	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		15,60	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,27	Diámetro	15,27	Diámetro	15,25	cm
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12038		10895		11405		g
Peso Molde	7486		6833		7407		g
Peso de Muestra Húmeda	4552		4062		3998		g
Volumen Muestra	2289,17		2307,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,988		1,760		1,723		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	23	32	67	45	32	26	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	250,21	257,84	221,35	258,21	256,72	329,65	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	219,83	223,18	195,27	226,95	226,21	282,94	g
Peso del agua (Ww)	30,38	34,66	26,08	31,26	30,51	46,71	g
Peso del recipiente (Wr)	31,16	31,75	44,55	42,92	44,32	45,32	g
Peso de la muestra seca (Ws)	188,67	191,43	150,72	184,03	181,89	237,62	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16,10	18,11	17,30	16,99	16,77	19,66	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17,10		17,14		18,22		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,698		1,503		1,458		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12287		11397		11859		g
Peso Molde	7486		6833		7407		g
Peso de Muestra Húmeda	4801		4564		4452		g
Volumen Muestra	2289,17		2307,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,097		1,978		1,919		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	23	67	54	32	89	21	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98,73	108,23	136,71	133,87	115,03	109,63	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	80,75	92,37	112,65	115,93	93,35	92,18	g
Peso del agua (Ww)	17,98	15,86	24,06	17,94	21,68	17,45	g
Peso del recipiente (Wr)	30,51	30,23	44,14	44,53	31,13	30,32	g
Peso de la muestra seca (Ws)	50,24	62,14	68,51	71,40	62,22	61,86	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	35,79	25,52	35,12	25,13	34,84	28,21	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	30,66		30,12		31,53		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,605		1,520		1,459		g/cm <sup>3</sup>

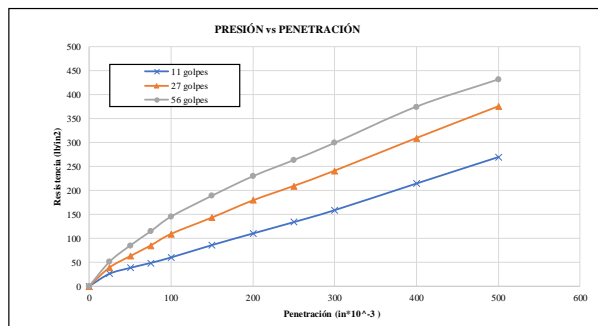


<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILLÍ, CANTÓN PUJILLÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	La Victoria	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013
<b>Ubicación:</b>	Quinta la Victoria	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M5	<b>Coordenadas:</b>	N: 9900428 E: 753494

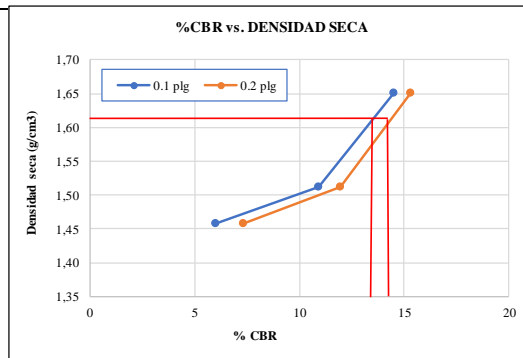
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		153,4	51,1		117,4	39,1			78,3	26,1			
1,27	50		253,9	84,6		187,9	62,6			114,7	38,2			
1,91	75		342,9	114,3		254,6	84,9			145,7	48,6			
2,54	100	1000	435,2	145,1	145,07	327,4	109,1	109,13	10,91	180,1	60,0	60,03	6,00	
3,81	150		566,1	188,7		430,2	143,4			257,7	85,9			
5,08	200	1800	688,1	229,4	229,37	537,5	179,2	179,17	11,94	330,4	110,1	110,13	7,34	
6,35	250		789,6	263,2		628,2	209,4			401,6	133,9			
7,62	300		897,2	299,1		723,8	241,3			476,8	158,9			
10,16	400		1124,1	374,7		928,7	309,6			643,9	214,6			
12,7	500		1294,5	431,5		1127,2	375,7			809,6	269,9			





MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	14,51	10,91	6,00
	0.2"	15,29	11,94	7,34
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,652	1,511	1,459



Densidad seca máx :	1,700	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,615	14,3	14,6	14,6

**Tabla 161. CBR muestra 6**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujili		Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	San Andres de Pilalo		Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022		Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M6		Coordenadas:	N: 9885516 E: 765560			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g		Densidad Máx. Seca	1,565		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	16,50		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15,25	Diámetro	15,2	cm
	Altura	12,5	Altura	12,4	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12522		13018		12333		g
Peso Molde	8257		8752		8346		g
Peso de Muestra Húmeda	4265		4266		3987		g
Volumen Muestra	2208,93		2264,91		2304,52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,931		1,884		1,730		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	23	65	41	78	28	36	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	105,56	97,04	107,04	112,05	105,53	108,24	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92,73	85,88	93,64	98,03	92,84	95,42	g
Peso del agua (Ww)	12,83	11,16	13,40	14,02	12,69	12,82	g
Peso del recipiente (Wr)	25,71	27,66	24,52	25,28	23,44	24,82	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67,02	58,22	69,12	72,75	69,40	70,60	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19,14	19,17	19,39	19,27	18,29	18,16	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19,16		19,33		18,22		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,620		1,578		1,463		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12655		13357		12816		g
Peso Molde	8257		8752		8346		g
Peso de Muestra Húmeda	4398		4605		4470		g
Volumen Muestra	2208,93		2264,91		2304,52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,991		2,033		1,940		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	45	86	25	92	41	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116,78	117,94	117,48	117,89	134,52	137,82	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	98,74	100,16	96,32	97,61	106,18	109,74	g
Peso del agua (Ww)	18,04	17,78	21,16	20,28	28,34	28,08	g
Peso del recipiente (Wr)	31,03	30,88	31,15	30,72	30,82	31,85	g
Peso de la muestra seca (Ws)	67,71	69,28	65,17	66,89	75,36	77,89	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	26,64	25,66	32,47	30,32	37,61	36,05	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	26,15		31,39		36,83		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,578		1,547		1,418		g/cm <sup>3</sup>



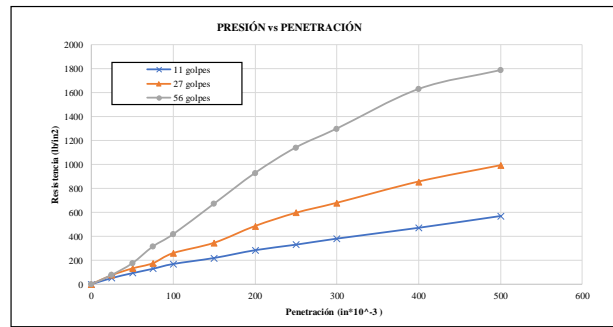
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	San Andrés de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M6	<b>Coordenadas:</b>	N: 9885516 E: 765560		

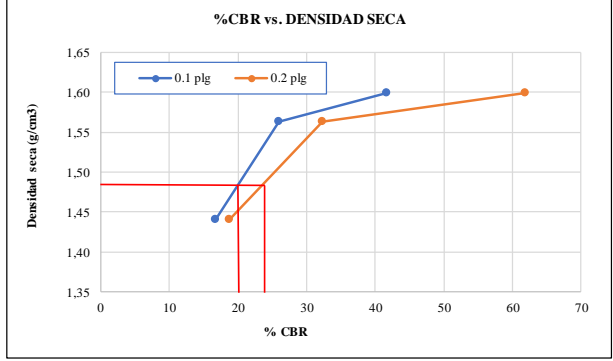
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		233,7	77,9		236,8	75,6			153,4	51,1			
1,27	50		524,3	174,8		394,1	131,4			274,5	91,5			
1,91	75		940,8	313,6		523,8	174,6			383,4	127,8			
2,54	100	1000	1251,2	417,1	417,07	778,3	259,4	259,44	25,94	503,8	167,9	167,93	16,79	
3,81	150		2016,3	672,1		1036,2	345,4			653,7	217,9			
5,08	200	1500	2784,1	928,0	928,03	1455,2	485,1	485,07	32,34	847,1	282,4	282,37	18,82	
6,35	250		3422,4	1140,8		1786,1	595,4			984,6	328,2			
7,62	300		3894,5	1298,2		2035,6	678,5			1135,9	378,6			
10,16	400		4884,7	1628,2		2567,9	856,0			1405,5	468,5			
12,7	500		5354,7	1784,9		2974,6	991,5			1698,6	566,2			





MOLDE	1			2		3	
	CBR %	0.1"	41,71	25,94	16,79	18,82	
	0.2"	61,87	32,34	18,82			
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,599	1,563	1,441			





Densidad seca máx :	1,565	gr/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM= 1,487	20	24,2	24,2

**Tabla 162. CBR muestra 7**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujili		Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	San Andres de Pilalo		Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022		Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M7		Coordenadas:	N: 9887498 E: 763406			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g		Densidad Máx. Seca	1,590	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	17,00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,11	Diámetro	15,18	Diámetro	15,15	cm
	Altura	12,67	Altura	12,79	Altura	12,77	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12533		11287		9799		g
Peso Molde	8207		7019		5829		g
Peso de Muestra Húmeda	4326		4268		3970		g
Volumen Muestra	2271,93		2314,75		2302,00		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,904		1,844		1,725		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	34	65	27	87	28	37	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	245,21	242,34	154,93	152,63	236,21	229,84	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	210,56	207,88	135,15	132,93	203,85	198,44	g
Peso del agua (Ww)	34,65	34,46	19,78	19,70	32,36	31,40	g
Peso del recipiente (Wr)	30,91	30,84	31,14	30,98	30,83	31,09	g
Peso de la muestra seca (Ws)	179,65	177,04	104,01	101,95	173,02	167,35	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19,29	19,46	19,02	19,32	18,70	18,76	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19,38		19,17		18,73		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,595		1,547		1,452		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12588		11497		10049		g
Peso Molde	8207		7019		5829		g
Peso de Muestra Húmeda	4381		4478		4220		g
Volumen Muestra	2271,93		2314,75		2302,00		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,928		1,935		1,833		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	35	67	23	98	21	57	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	251,65	257,57	256,21	269,34	243,21	239,64	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	213,84	216,57	216,88	225,83	198,67	197,55	g
Peso del agua (Ww)	37,81	41,00	39,33	43,51	44,54	42,09	g
Peso del recipiente (Wr)	30,23	30,85	31,11	31,14	30,91	30,79	g
Peso de la muestra seca (Ws)	183,61	185,72	185,77	194,69	167,76	166,76	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20,59	22,08	21,17	22,35	26,55	25,24	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21,33		21,76		25,89		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,589		1,589		1,456		g/cm <sup>3</sup>



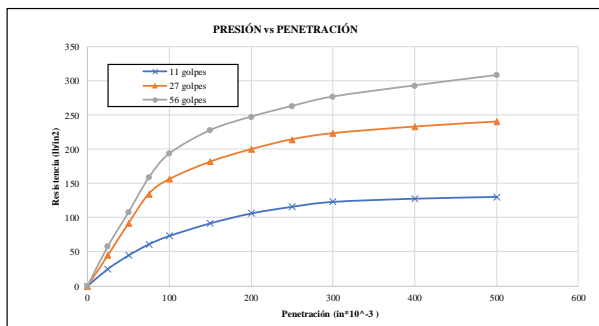
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO CBR			
<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI		
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013
<b>Ubicación:</b>	San Andrés de Pilalo	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	M7	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887498 E: 763406

**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

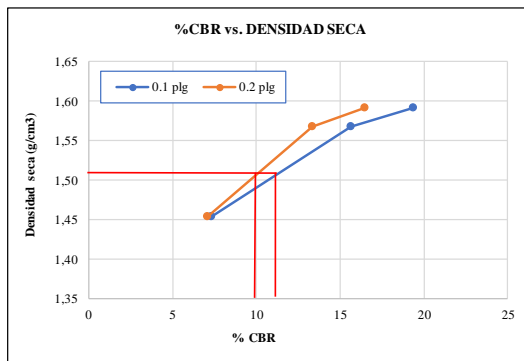
Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN	Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in*10 <sup>-3</sup>	Leída	Correg.	Leída		Correg.	Leída	Correg.		Leída	Correg.		
0	0	0	0		0	0		0	0				
0,64	25	174,5	58,2		135,3	45,1		75,4	25,1				
1,27	50	322,6	107,5		274,5	91,5		134,2	44,7				
1,91	75	475,1	158,4		404,5	134,8		183,5	61,2				
2,54	100	580,4	193,5	193,47	469,1	156,4	156,37	220,2	73,4	73,40		7,34	
3,81	150	683,4	227,8		545,6	181,9		275,4	91,8				
5,08	200	742,4	247,5	247,47	603,2	200,1	200,07	318,9	106,3	106,30		7,09	
6,35	250	789,2	263,1		643,6	214,5		348,2	116,1				
7,62	300	830,4	276,8		670,3	223,4		369,8	123,3				
10,16	400	879,3	293,1		699,3	233,1		383,8	127,9				
12,7	500	934,5	308,2		721,5	240,5		391,6	130,5				



MOLDE	1	2	3
CBR %	19,35	15,64	7,34
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,568	1,454





Densidad seca máx :	1,590	gr/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1,511	10	12,1

**Tabla 163. CBR muestra 8**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujili		Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	Hacienda San Isidro		Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022		Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M8		Coordenadas:	N: 9882717 E: 757321			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g		Densidad Máx. Seca	1,705	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15,50	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,27	Diámetro	15,27	Diámetro	15,25	cm
	Altura	12,5	Altura	12,6	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12041		10895		11409		g
Peso Molde	7488		6835		7411		g
Peso de Muestra Húmeda	4553		4060		3998		g
Volumen Muestra	2289,17		2307,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,989		1,759		1,723		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	34	61	2	4	7	8	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	250,22	257,89	221,34	258,23	256,77	329,66	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	219,87	223,15	195,22	226,95	226,24	282,98	g
Peso del agua (Ww)	30,35	34,74	26,12	31,28	30,53	46,68	g
Peso del recipiente (Wr)	31,13	31,76	44,55	42,93	44,32	45,33	g
Peso de la muestra seca (Ws)	188,74	191,39	150,67	184,02	181,92	237,65	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16,08	18,15	17,34	17,00	16,78	19,64	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17,12		17,17		18,21		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,698		1,502		1,458		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12288		11392		11845		g
Peso Molde	7488		6835		7411		g
Peso de Muestra Húmeda	4800		4557		4434		g
Volumen Muestra	2289,17		2307,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,097		1,975		1,911		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	34	7	8	1	3	4	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98,77	108,24	136,77	133,85	115,04	109,67	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	80,71	92,33	112,64	115,97	93,37	92,11	g
Peso del agua (Ww)	18,06	15,91	24,13	17,88	21,67	17,56	g
Peso del recipiente (Wr)	30,51	30,24	44,13	44,52	31,11	30,32	g
Peso de la muestra seca (Ws)	50,20	62,09	68,51	71,45	62,26	61,79	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	35,98	25,62	35,22	25,02	34,81	28,42	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	30,80		30,12		31,61		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,603		1,518		1,452		g/cm <sup>3</sup>

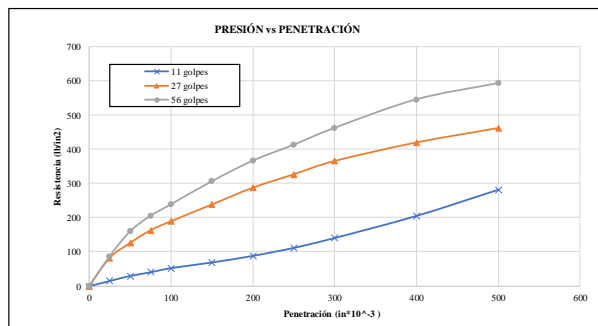


<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M8	<b>Coordenadas:</b>	N: 9882717 E: 757321		

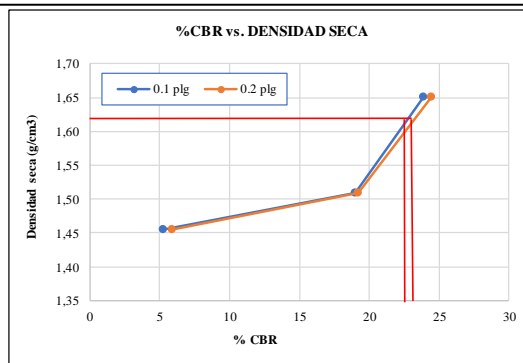
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		261,2	87,1		247,2	82,4			45,2	15,1			
1,27	50		479,3	159,8		378,1	126,0			89,5	29,8			
1,91	75		616,9	205,6		490,2	163,4			121,7	40,6			
2,54	100	1000	717,3	239,1	239,10	569,2	189,7	189,73	18,97	158,3	52,8	52,77	5,28	
3,81	150		919,6	306,5		715,6	238,5			207,8	69,3			
5,08	200	1500	1099,9	366,6	366,63	863,3	287,8	287,77	19,18	265,5	88,5	88,50	5,90	
6,35	250		1239,4	413,1		970,9	326,6			335,6	111,9			
7,62	300		1387,5	462,5		1097,2	365,7			422,3	140,8			
10,16	400		1636,7	545,6		1259,3	419,8			615,8	205,3			
12,7	500		1779,4	593,1		1385,8	461,9			844,9	281,6			





MOLDE	1				2				3				
	CBR %	0.1"	23,91	18,97	5,28	0.2"	24,44	19,18	5,90	Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,651	1,510



Densidad seca máx :	1,705	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,620	23,5	24,3	24,3

**Tabla 164. CBR muestra 9**

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
ENSAYO CBR						
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI					
Parroquia:	Pujilí	Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	Hacienda San Isidro	Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M9	Coordenadas:	N: 9888343 E: 756565			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca	1,890	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo	12,50	%	
Altura de Caída	18	in				
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
MOLDE	7*		7		5	
DIMENSIONES	Diámetro	15,1	Diámetro	15,1	Diámetro	15
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,5
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Peso Húmeda + Molde	11573		10856		12153	
Peso Molde	6983		6463		7937	
Peso de Muestra Húmeda	4590		4393		4216	
Volumen Muestra	2238,48		2238,48		2208,93	
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,050		1,962		1,909	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número	3	5	6	2	7	9
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	116,43	102,44	97,77	109,62	101,94	109,23
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	106,55	93,84	90,11	100,65	93,92	100,83
Peso del agua (Ww)	9,88	8,60	7,66	8,97	8,02	8,40
Peso del recipiente (Wr)	24,55	22,78	27,76	26,71	24,23	26,76
Peso de la muestra seca (Ws)	82,00	71,06	62,35	73,94	69,69	74,07
Contenido de humedad ( $\omega$ )	12,05	12,10	12,29	12,13	11,51	11,34
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	12,08		12,21		11,42	
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,830		1,749		1,713	
DESPÚES DE LA SATURACIÓN						
Peso Húmeda + Molde	11755		11071		12467	
Peso Molde	6983		6463		7937	
Peso de Muestra Húmeda	4772		4608		4530	
Volumen Muestra	2238,48		2238,48		2208,93	
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,132		2,059		2,051	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	109,87	145,98	99,14	98,84	91,37	125,07
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	97,14	128,17	88,87	88,65	81,02	108,53
Peso del agua (Ww)	12,73	17,81	10,27	10,19	10,35	16,54
Peso del recipiente (Wr)	29,01	30,38	32,45	33,23	33,47	32,67
Peso de la muestra seca (Ws)	68,13	97,79	56,42	55,42	47,55	75,86
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18,68	18,21	18,20	18,39	21,77	21,80
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18,45		18,29		21,78	
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,800		1,740		1,684	

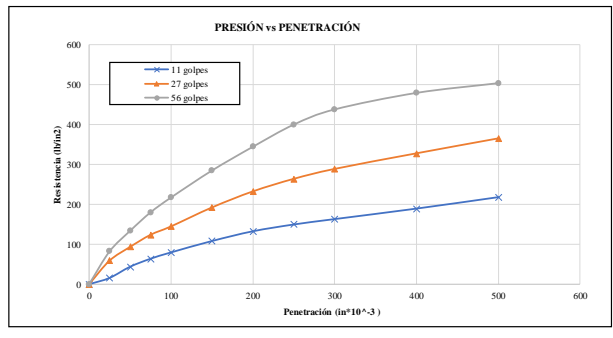


<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Hacienda San Isidro	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M9	<b>Coordenadas:</b>	N: 9888343 E: 756565		

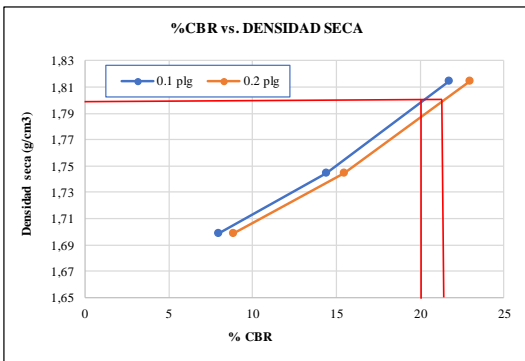
**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		246,7	82,2		176,7	58,9			47,4	15,8			
1,27	50		401,2	133,7		279,4	93,1			131,2	43,7			
1,91	75		540,4	180,1		370,2	123,4			191,4	63,8			
2,54	100	1000	652,3	217,4	217,43	433,2	144,4	144,40	14,44	238,9	79,6	79,63	7,96	
3,81	150		853,3	285,1		575,2	191,7			324,5	108,2			
5,08	200	1500	1034,3	344,8	344,77	695,6	231,9	231,87	15,46	397,8	132,6	132,60	8,84	
6,35	250		1201,3	400,4		789,8	263,3			448,8	149,6			
7,62	300		1315,6	438,5		864,2	288,1			489,4	163,1			
10,16	400		1439,9	480,0		981,1	327,0			568,3	189,4			
12,7	500		1513,2	504,4		1093,2	364,4			654,3	218,1			





MOLDE	1			2		3	
	CBR %	0.1"	21,74	14,44	7,96		
	0.2"	22,98	15,46	8,84			
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,815	1,745	1,698			



Densidad seca máx :	1,890	gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,796	20	22,1	22,1

**Tabla 165. CBR muestra 10**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujilí	Normas:	AASHTO T 193 2013				
Ubicación:	Quinta San Luis	Ensayado por:	Alison Ibarra				
Fecha:	12/11/2022	Revisado por:	Ing. Favio Portilla				
Muestra:	M10	Coordenadas:	N: 9891326 E: 752319				
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g	Densidad Máx. Seca		1,775	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo		13,00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15,1	Diámetro	15	cm
	Altura	12,5	Altura	12,5	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	10394		13638		11042		g
Peso Molde	5855		9225		6933		g
Peso de Muestra Húmeda	4539		4413		4109		g
Volumen Muestra	2208,93		2238,48		2244,28		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,055		1,971		1,831		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	F	T	D	34F	56G	H6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	135,03	127,32	98,13	104,84	82,55	100,52	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	122,24	114,92	89,93	95,62	75,83	91,73	g
Peso del agua (Ww)	12,79	12,40	8,20	9,22	6,72	8,79	g
Peso del recipiente (Wr)	33,44	31,93	31,14	31,24	30,42	30,73	g
Peso de la muestra seca (Ws)	88,80	82,99	58,79	64,38	45,41	61,00	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	14,40	14,94	13,95	14,32	14,80	14,41	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	14,67		14,13		14,60		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,792		1,727		1,598		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	10484		13827		11377		g
Peso Molde	5855		9225		6933		g
Peso de Muestra Húmeda	4629		4602		4444		g
Volumen Muestra	2208,93		2238,48		2244,28		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,096		2,056		1,980		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98,82	91,63	126,65	116,67	115,67	116,83	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	90,04	82,25	110,04	102,94	100,84	101,64	g
Peso del agua (Ww)	8,78	9,38	16,61	13,73	14,83	15,19	g
Peso del recipiente (Wr)	30,73	30,93	27,73	23,55	30,93	30,97	g
Peso de la muestra seca (Ws)	59,31	51,32	82,31	79,39	69,91	70,67	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	14,80	18,28	20,18	17,29	21,21	21,49	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16,54		18,74		21,35		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,798		1,731		1,632		g/cm <sup>3</sup>



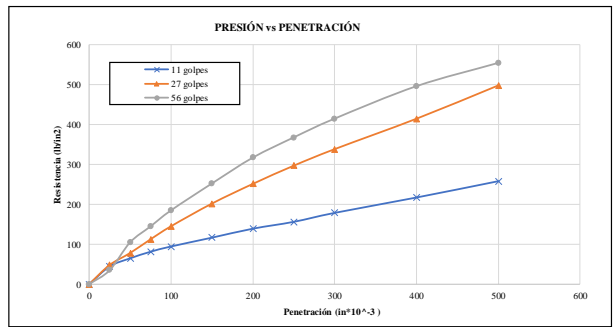
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M10	<b>Coordenadas:</b>	N: 9891326 E: 752319		

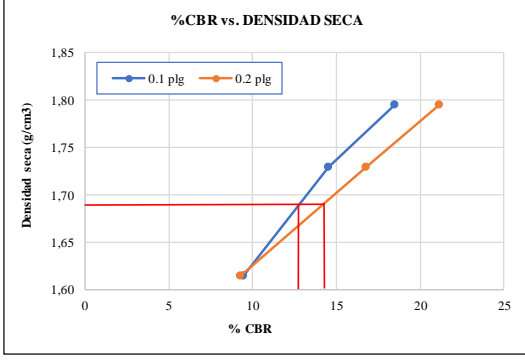
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		104,5	34,8		144,2	48,1			133,3	44,4			
1,27	50		313,9	104,6		234,2	78,1			194,5	64,8			
1,91	75		434,4	144,8		337,5	112,5			244,2	81,4			
2,54	100	1000	554,7	184,9	184,90	435,5	145,2	145,17	14,52	283,8	94,6	94,60	9,46	
3,81	150		756,9	252,3		606,1	202,0			350,2	116,7			
5,08	200	1500	951,3	317,1	317,10	754,2	251,4	251,40	16,76	417,7	139,2	139,23	9,28	
6,35	250		1103,2	367,7		891,1	297,0			469,3	156,4			
7,62	300		1244,5	414,8		1015,5	338,5			536,7	178,9			
10,16	400		1488,2	496,1		1244,2	414,7			652,4	217,5			
12,7	500		1663,2	554,4		1494,7	498,2			775,2	258,4			





MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	18,49	14,52	9,46
	0.2"	21,14	16,76	9,28
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,795	1,729	1,615



Densidad seca máx :	1,775	gr/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM= 1,686	12,6	14,8	14,8

**Tabla 166. CBR muestra 11**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujili		Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	Quinta San Luis		Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022		Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M11		Coordenadas:	N: 9889526 E: 751692			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g		Densidad Máx. Seca	1,578	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15,00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15,1	Diámetro	15,25	cm
	Altura	12,7	Altura	12,5	Altura	12,7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	11136		13403		10218		g
Peso Molde	6975		9300		6291		g
Peso de Muestra Húmeda	4161		4103		3927		g
Volumen Muestra	2244,27		2238,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,854		1,833		1,693		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	103,66	123,56	98,04	123,22	107,07	97,54	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	95,81	113,45	90,21	112,43	97,86	89,54	g
Peso del agua (Ww)	7,85	10,11	7,83	10,79	9,21	8,00	g
Peso del recipiente (Wr)	31,13	30,62	31,55	29,03	30,42	31,67	g
Peso de la muestra seca (Ws)	64,68	82,83	58,66	83,40	67,44	57,87	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	12,14	12,21	13,35	12,94	13,66	13,82	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	12,17		13,14		13,74		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,653		1,620		1,488		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11525		13818		10689		g
Peso Molde	6975		9300		6291		g
Peso de Muestra Húmeda	4550		4518		4398		g
Volumen Muestra	2244,27		2238,48		2319,71		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2,027		2,018		1,896		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	112,54	91,62	93,33	104,55	110,71	81,76	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	96,03	78,72	79,61	89,03	92,97	70,94	g
Peso del agua (Ww)	16,51	12,90	13,72	15,52	17,74	10,82	g
Peso del recipiente (Wr)	26,01	25,82	24,13	25,30	30,12	31,22	g
Peso de la muestra seca (Ws)	70,02	52,90	55,48	63,73	62,85	39,72	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23,58	24,39	24,73	24,35	28,23	27,24	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23,98		24,54		27,73		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,635		1,621		1,484		g/cm <sup>3</sup>





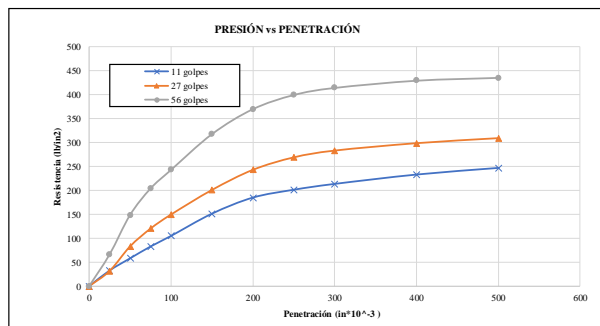
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M11	<b>Coordenadas:</b>	N: 9889526 E: 751692		

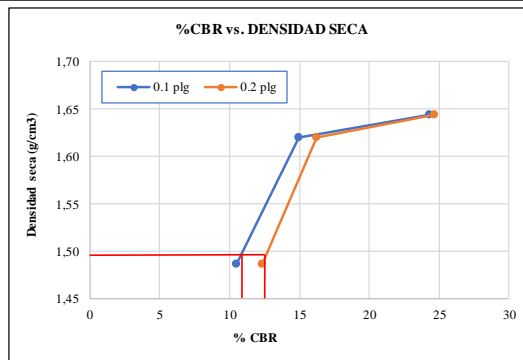
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25		199,2	66,4		95,3	31,8			98,4	32,8			
1,27	50		446,3	148,8		249,5	83,2			174,6	58,2			
1,91	75		612,4	204,1		361,1	120,4			248,7	82,9			
2,54	100	1000	728,9	243,0	242,97	449,2	149,7	149,73	14,97	315,0	105,0	105,00	10,50	
3,81	150		953,4	317,8		603,4	201,1			454,5	151,5			
5,08	200	1500	1109,9	370,0	369,97	729,6	243,2	243,20	16,21	553,3	185,1	185,10	12,34	
6,35	250		1198,7	399,6		807,8	269,3			634,5	201,5			
7,62	300		1243,2	414,4		850,3	283,4			641,1	213,7			
10,16	400		1288,5	429,5		896,7	298,9			699,7	233,2			
12,7	500		1306,4	435,5		928,3	309,4			741,3	247,1			





MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	24,30	14,97	10,50
	0.2"	24,66	16,21	12,34
Densidad Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,644	1,620	1,486



Densidad seca máx :	1,578	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
95% DSM=	1,499	11	12,5	12,5

**Tabla 167. CBR muestra 12**

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL					
ENSAYO CBR							
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI						
Parroquia:	Pujili		Normas:	AASHTO T 193 2013			
Ubicación:	Quinta San Luis		Ensayado por:	Alison Ibarra			
Fecha:	12/11/2022		Revisado por:	Ing. Favio Portilla			
Muestra:	M12		Coordenadas:	N: 9887538 E: 752603			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	6000	g		Densidad Máx. Seca	1,532		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	18,00		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15,17	Diámetro	15,11	Diámetro	15,12	cm
	Altura	12,71	Altura	12,89	Altura	12,85	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	11322		10133		10199		g
Peso Molde	6933		5759		6255		g
Peso de Muestra Húmeda	4389		4374		3944		g
Volumen Muestra	2297,24		2311,38		2307,26		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,911		1,892		1,709		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	244,87	256,23	252,13	242,25	244,33	240,57	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	209,34	219,27	215,63	207,73	209,45	206,55	g
Peso del agua (Ww)	35,53	36,96	36,50	34,52	34,88	34,02	g
Peso del recipiente (Wr)	30,32	32,56	31,21	31,15	31,76	32,64	g
Peso de la muestra seca (Ws)	179,02	186,71	184,42	176,58	177,69	173,91	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19,85	19,80	19,79	19,55	19,63	19,56	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19,82		19,67		19,60		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,595		1,581		1,429		g/cm <sup>3</sup>
DESPUÉS DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	11333		10197		10401		g
Peso Molde	6933		5759		6255		g
Peso de Muestra Húmeda	4400		4438		4146		g
Volumen Muestra	2297,24		2311,38		2307,26		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1,915		1,920		1,797		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	2	3	4	5	6	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	177,33	174,15	277,56	260,14	272,58	274,31	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	151,35	149,98	233,54	220,26	227,65	230,74	g
Peso del agua (Ww)	25,98	24,17	44,02	39,88	44,93	43,57	g
Peso del recipiente (Wr)	30,87	30,91	34,43	31,67	32,68	31,73	g
Peso de la muestra seca (Ws)	120,48	119,07	199,11	188,59	194,97	199,01	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21,56	20,30	22,11	21,15	23,04	21,89	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20,93		21,63		22,47		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1,584		1,579		1,467		g/cm <sup>3</sup>



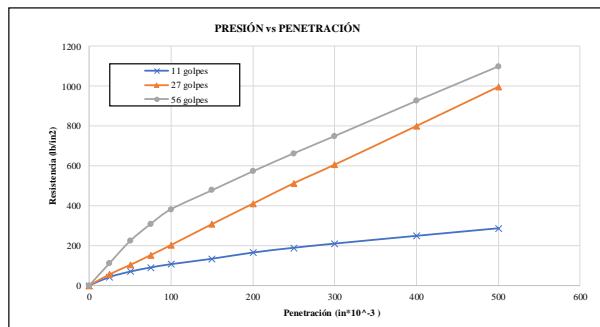
ENSAYO CBR

<b>PROYECTO:</b>	ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI				
<b>Parroquia:</b>	Pujilí	<b>Normas:</b>	AASHTO T 193 2013		
<b>Ubicación:</b>	Quinta San Luis	<b>Ensayado por:</b>	Alison Ibarra		
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla		
<b>Muestra:</b>	M12	<b>Coordenadas:</b>	N: 9887538 E: 752603		

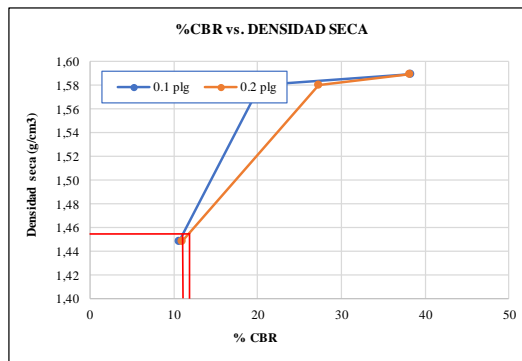
MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>	Velocidad de carga	1,270	mm/min
				0,05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1 (56 Golpes)				MOLDE N° 2 (27 Golpes)				MOLDE N° 3 (11 Golpes)			
mm	in*10 <sup>-3</sup>		Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
			Leída	Correg.				Leída	Correg.				Leída	
0	0		0			0				0				
0,64	25	1000	337,4	112,5	38,23	38,22	169,2	56,4	203,03	20,30	128,7	42,9	107,03	10,70
1,27	50		669,3	223,1		309,4	103,1	209,3		69,8				
1,91	75		924,5	308,2		456,7	152,2	271,1		90,4				
2,54	100		1146,7	382,2		609,1	203,0	321,1		107,0				
3,81	150		1432,4	477,5		923,4	307,8	402,4		134,1				
5,08	200		1717,1	572,4		1230,5	410,2	495,6		165,2				
6,35	250		1987,5	662,5		1537,8	512,6	567,3		189,1				
7,62	300		2247,8	749,3		1817,6	605,9	630,1		210,0				
10,16	400		2776,5	925,5		2399,5	799,8	746,5		248,8				
12,7	500		3294,5	1098,2		2988,1	996,0	859,7		286,6				



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	38,22	20,30	10,70
	0.2"	38,16	27,34	11,01
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1,589	1,580	1,448



Densidad seca máx :	1,532	gr/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
95% DSM=	1,455	12,2	13,4

## CONTEO VEHICULAR

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"								
	Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día Nº 1
		LUNES	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra	
		Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/15min
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 - 8:00	7:00 - 7:15	5	0	0	0	0	5	16
	7:15 - 7:30	3	0	2	0	0	5	
	7:30 - 7:45	2	1	0	0	0	3	
	7:45 - 8:00	3	0	0	0	0	3	
8:00 - 9:00	8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	2	12
	8:15 - 8:30	6	0	0	0	0	6	
	8:30 - 8:45	3	0	0	0	0	3	
	8:45 - 9:00	0	1	0	0	0	1	
9:00 - 10:00	9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	11
	9:15 - 9:30	2	2	0	0	0	4	
	9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	2	
	9:45 - 10:00	3	0	1	0	0	4	
10:00 - 11:00	10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	11
	10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	
	10:30 - 10:45	2	1	0	0	0	3	
	10:45 - 11:00	3	0	3	0	0	6	
11:00 - 12:00	11:00 - 11:15	3	0	0	0	0	3	7
	11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	2	
	11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	2	
	11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	
12:00 - 13:00	12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	8
	12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	2	
	12:30 - 12:45	1	2	0	0	0	3	
	12:45 - 13:00	0	0	2	0	0	2	
13:00 - 14:00	13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	9
	13:15 - 13:30	1	1	1	0	0	3	
	13:30 - 13:45	1	0	1	0	0	2	
	13:45 - 14:00	3	0	0	0	0	3	
14:00 - 15:00	14:00 - 14:15	2	0	0	0	0	2	10
	14:15 - 14:30	4	1	0	0	0	5	
	14:30 - 14:45	1	1	0	0	0	2	
	14:45 - 15:00	0	0	1	0	0	1	
15:00 - 16:00	15:00 - 15:15	3	0	0	0	0	3	11
	15:15 - 15:30	4	0	0	0	0	4	
	15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	
	15:45 - 16:00	2	1	0	0	0	3	
16:00 - 17:00	16:00 - 16:15	2	0	1	0	0	3	12
	16:15 - 16:30	1	0	1	0	0	2	
	16:30 - 16:45	3	0	0	0	0	3	
	16:45 - 17:00	3	0	1	0	0	4	
17:00 - 18:00	17:00 - 17:15	2	0	1	0	0	3	11
	17:15 - 17:30	4	0	0	0	0	4	
	17:30 - 17:45	1	1	0	0	0	2	
	17:45 - 18:00	1	0	1	0	0	2	
18:00 - 19:00	18:00 - 18:15	1	0	1	0	0	2	10
	18:15 - 18:30	0	1	2	0	0	3	
	18:30 - 18:45	2	0	0	0	0	2	
	18:45 - 19:00	2	0	1	0	0	3	
<b>Total</b>		95	13	20	0	0	128	128

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 2
	MARTES	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra	
Hora	Livianos	Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
00 – 7:15	3	0	1	0	0	4	19
05 – 7:30	4	0	0	0	0	4	
10 – 7:45	5	1	0	0	0	6	
15 – 8:00	5	0	0	0	0	5	
00 – 8:15	5	0	1	0	0	6	12
05 – 8:30	1	0	1	0	0	2	
10 – 8:45	2	0	0	0	0	2	
15 – 9:00	1	1	0	0	0	2	
00 – 9:15	3	0	0	0	0	3	11
05 – 9:30	3	0	0	0	0	3	
10 – 9:45	2	0	0	0	0	2	
15 – 10:00	2	0	1	0	0	3	
00 – 10:15	4	1	1	0	0	6	15
05 – 10:30	1	0	1	0	0	2	
10 – 10:45	4	0	0	0	0	4	
15 – 11:00	3	0	0	0	0	3	
00 – 11:15	2	0	1	0	0	3	11
05 – 11:30	5	1	0	0	0	6	
10 – 11:45	2	0	0	0	0	2	
15 – 12:00	0	0	0	0	0	0	
00 – 12:15	3	0	0	0	0	3	14
05 – 12:30	4	1	1	0	0	6	
10 – 12:45	0	0	2	0	0	2	
15 – 13:00	3	0	0	0	0	3	
00 – 13:15	3	1	1	0	0	5	8
05 – 13:30	2	0	0	0	0	2	
10 – 13:45	1	0	0	0	0	1	
15 – 14:00	0	0	0	0	0	0	
00 – 14:15	2	0	0	0	0	2	12
05 – 14:30	4	0	0	0	0	4	
10 – 14:45	4	0	0	0	0	4	
15 – 15:00	1	0	1	0	0	2	
00 – 15:15	3	0	1	0	0	4	13
05 – 15:30	4	0	0	0	0	4	
10 – 15:45	2	0	0	0	0	2	
15 – 16:00	3	0	0	0	0	3	
00 – 16:15	3	0	0	0	0	3	14
05 – 16:30	2	1	2	0	0	5	
10 – 16:45	1	0	0	0	0	1	
15 – 17:00	4	0	1	0	0	5	
00 – 17:15	1	0	0	0	0	1	13
05 – 17:30	3	0	1	0	0	4	
10 – 17:45	3	0	1	0	0	4	
15 – 18:00	3	1	0	0	0	4	
00 – 18:15	3	0	0	0	0	3	13
05 – 18:30	2	1	1	0	0	4	
10 – 18:45	2	0	1	0	0	3	
15 – 19:00	3	0	0	0	0	3	
<b>Total</b>	126	9	20	0	0	155	155

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 3	
	MIERCOLES	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra		
Hora	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
:00 – 7:15	3		1	0	0	0	4	22
:15 – 7:30	8		0	0	0	0	8	
:30 – 7:45	3		0	0	0	0	3	
:45 – 8:00	6		0	1	0	0	7	
:00 – 8:15	1		0	1	0	0	2	9
:15 – 8:30	3		0	0	0	0	3	
:30 – 8:45	1		0	1	0	0	2	
:45 – 9:00	2		0	0	0	0	2	
:00 – 9:15	4		0	1	0	0	5	13
:15 – 9:30	2		0	0	0	0	2	
:30 – 9:45	2		1	0	0	0	3	
45 – 10:00	3		0	0	0	0	3	
:00 – 10:15	4		0	1	0	0	5	15
:15 – 10:30	3		0	2	0	0	5	
:30 – 10:45	3		0	0	0	0	3	
:45 – 11:00	2		0	0	0	0	2	
:00 – 11:15	3		1	1	0	0	5	9
:15 – 11:30	2		0	0	0	0	2	
:30 – 11:45	0		0	0	0	0	0	
:45 – 12:00	1		0	1	0	0	2	
:00 – 12:15	1		0	2	0	0	3	9
:15 – 12:30	2		0	0	0	0	2	
:30 – 12:45	1		0	0	0	0	1	
:45 – 13:00	3		0	0	0	0	3	
:00 – 13:15	3		0	0	0	0	3	11
:15 – 13:30	3		0	0	0	0	3	
:30 – 13:45	1		0	1	0	0	2	
:45 – 14:00	3		0	0	0	0	3	
:00 – 14:15	2		0	0	0	0	2	10
:15 – 14:30	5		1	0	0	0	6	
:30 – 14:45	1		0	0	0	0	1	
:45 – 15:00	0		0	1	0	0	1	
:00 – 15:15	3		1	1	0	0	5	13
:15 – 15:30	2		0	1	0	0	3	
:30 – 15:45	2		0	0	0	0	2	
:45 – 16:00	3		0	0	0	0	3	
:00 – 16:15	2		1	0	0	0	3	8
:15 – 16:30	2		0	0	0	0	2	
:30 – 16:45	1		0	2	0	0	3	
:45 – 17:00	0		0	0	0	0	0	
:00 – 17:15	0		0	0	0	0	0	8
:15 – 17:30	2		0	0	0	0	2	
:30 – 17:45	2		0	0	0	0	2	
:45 – 18:00	4		0	0	0	0	4	
:00 – 18:15	3		0	0	0	0	3	8
:15 – 18:30	0		0	0	0	0	0	
:30 – 18:45	0		0	2	0	0	2	
:45 – 19:00	2		0	1	0	0	3	
<b>Total</b>	109		6	20	0	0	135	135

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 4
	JUEVES	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra	
Hora	Livianos	Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	5	0	2	0	0	7	18
7:15 – 7:30	5	0	0	0	0	5	
7:30 – 7:45	3	0	0	0	0	3	
7:45 – 8:00	3	0	0	0	0	3	
8:00 – 8:15	0	1	1	0	0	2	7
8:15 – 8:30	2	0	0	0	0	2	
8:30 – 8:45	2	0	1	0	0	3	
8:45 – 9:00	0	0	0	0	0	0	
9:00 – 9:15	2	0	0	0	0	2	11
9:15 – 9:30	5	0	0	0	0	5	
9:30 – 9:45	2	0	0	0	0	2	
9:45 – 10:00	1	1	0	0	0	2	
10:00 – 10:15	3	0	0	0	0	3	14
10:15 – 10:30	4	1	0	0	0	5	
10:30 – 10:45	2	0	2	0	0	4	
10:45 – 11:00	2	0	0	0	0	2	
11:00 – 11:15	2	0	0	0	0	2	8
11:15 – 11:30	0	0	1	0	0	1	
11:30 – 11:45	0	0	1	0	0	1	
11:45 – 12:00	2	1	1	0	0	4	
12:00 – 12:15	0	0	1	0	0	1	10
12:15 – 12:30	4	0	1	0	0	5	
12:30 – 12:45	0	1	0	0	0	1	
12:45 – 13:00	3	0	0	0	0	3	
13:00 – 13:15	0	0	2	0	0	2	9
13:15 – 13:30	1	0	0	0	0	1	
13:30 – 13:45	3	1	0	0	0	4	
13:45 – 14:00	1	0	1	0	0	2	
14:00 – 14:15	2	0	1	0	0	3	12
14:15 – 14:30	2	0	1	0	0	3	
14:30 – 14:45	4	0	0	0	0	4	
14:45 – 15:00	1	0	1	0	0	2	
15:00 – 15:15	0	0	2	0	0	2	13
15:15 – 15:30	4	0	0	0	0	4	
15:30 – 15:45	3	1	0	0	0	4	
15:45 – 16:00	2	0	1	0	0	3	
16:00 – 16:15	2	0	2	0	0	4	15
16:15 – 16:30	4	1	0	0	0	5	
16:30 – 16:45	2	0	0	0	0	2	
16:45 – 17:00	2	0	2	0	0	4	
17:00 – 17:15	1	0	1	0	0	2	12
17:15 – 17:30	5	0	0	0	0	5	
17:30 – 17:45	2	0	0	0	0	2	
17:45 – 18:00	2	1	0	0	0	3	
18:00 – 18:15	4	0	0	0	0	4	9
18:15 – 18:30	1	0	0	0	0	1	
18:30 – 18:45	3	0	0	0	0	3	
18:45 – 19:00	1	0	0	0	0	1	
<b>Total</b>	104	9	25	0	0	138	138

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 5
	VIERNES	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra	
Hora	Livianos	Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:15	5	1	1	0	0	7	28
7:30	4	0	2	0	0	6	
7:45	5	1	1	0	0	7	
8:00	6	0	2	0	0	8	
8:15	2	0	2	0	0	4	20
8:30	4	0	2	0	0	6	
8:45	6	1	0	0	0	7	
9:00	2	0	1	0	0	3	
9:15	3	0	1	0	0	4	12
9:30	2	0	0	0	0	2	
9:45	1	0	1	0	0	2	
10:00	4	0	0	0	0	4	
10:15	3	1	1	0	0	5	19
10:30	1	1	2	0	0	4	
10:45	2	0	0	0	0	2	
11:00	6	0	2	0	0	8	
11:15	0	1	0	0	0	1	15
11:30	3	1	0	0	0	4	
11:45	4	0	0	0	0	4	
12:00	3	1	2	0	0	6	
12:15	2	1	0	0	0	3	11
12:30	2	0	1	0	0	3	
12:45	3	0	0	0	0	3	
13:00	2	0	0	0	0	2	
13:15	1	0	0	0	0	1	12
13:30	3	0	0	0	0	3	
13:45	3	0	0	0	0	3	
14:00	2	1	2	0	0	5	
14:15	2	0	1	0	0	3	13
14:30	3	0	0	0	0	3	
14:45	4	0	0	0	0	4	
15:00	2	0	1	0	0	3	
15:15	1	1	1	0	0	3	16
15:30	1	0	1	0	0	2	
15:45	4	0	2	0	0	6	
16:00	4	1	0	0	0	5	
16:15	2	1	1	0	0	4	13
16:30	2	0	1	0	0	3	
16:45	5	0	0	0	0	5	
17:00	1	0	0	0	0	1	
17:15	1	0	1	0	0	2	10
17:30	2	0	0	0	0	2	
17:45	1	1	0	0	0	2	
18:00	4	0	0	0	0	4	
18:15	1	0	0	0	0	1	9
18:30	3	0	0	0	0	3	
18:45	3	0	0	0	0	3	
19:00	1	0	1	0	0	2	
<b>al</b>	131	14	33	0	0	178	178



PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Total Vehículos/ 15min	Día N° 6
	SABADO	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra		Total
Hora	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	5	0	1	0	0	6	21	
7:15 – 7:30	2	0	0	0	0	2		
7:30 – 7:45	2	1	3	0	0	6		
7:45 – 8:00	6	0	1	0	0	7		
8:00 – 8:15	2	0	1	0	0	3	12	
8:15 – 8:30	3	1	0	0	0	4		
8:30 – 8:45	3	0	0	0	0	3		
8:45 – 9:00	1	0	1	0	0	2		
9:00 – 9:15	4	1	0	0	0	5	12	
9:15 – 9:30	1	0	0	0	0	1		
9:30 – 9:45	4	0	0	0	0	4		
9:45 – 10:00	2	0	0	0	0	2		
10:00 – 10:15	3	0	3	0	0	6	17	
10:15 – 10:30	3	1	0	0	0	4		
10:30 – 10:45	1	1	0	0	0	2		
10:45 – 11:00	5	0	0	0	0	5		
11:00 – 11:15	2	1	1	0	0	4	15	
11:15 – 11:30	2	1	1	0	0	4		
11:30 – 11:45	4	0	1	0	0	5		
11:45 – 12:00	2	0	0	0	0	2		
12:00 – 12:15	2	1	0	0	0	3	10	
12:15 – 12:30	3	0	0	0	0	3		
12:30 – 12:45	2	0	1	0	0	3		
12:45 – 13:00	1	0	0	0	0	1		
13:00 – 13:15	1	1	0	0	0	2	11	
13:15 – 13:30	1	0	0	0	0	1		
13:30 – 13:45	4	0	2	0	0	6		
13:45 – 14:00	2	0	0	0	0	2		
14:00 – 14:15	1	0	0	0	0	1	9	
14:15 – 14:30	2	0	0	0	0	2		
14:30 – 14:45	1	0	0	0	0	1		
14:45 – 15:00	5	0	0	0	0	5		
15:00 – 15:15	3	1	1	0	0	5	10	
15:15 – 15:30	0	0	1	0	0	1		
15:30 – 15:45	3	0	0	0	0	3		
15:45 – 16:00	0	0	1	0	0	1		
16:00 – 16:15	1	0	1	0	0	2	12	
16:15 – 16:30	1	0	1	0	0	2		
16:30 – 16:45	2	0	2	0	0	4		
16:45 – 17:00	4	0	0	0	0	4		
17:00 – 17:15	0	1	1	0	0	2	14	
17:15 – 17:30	5	0	0	0	0	5		
17:30 – 17:45	0	0	0	0	0	0		
17:45 – 18:00	4	1	2	0	0	7		
18:00 – 18:15	1	1	1	0	0	3	10	
18:15 – 18:30	3	0	2	0	0	5		
18:30 – 18:45	1	0	0	0	0	1		
18:45 – 19:00	1	0	0	0	0	1		
<b>Total</b>	111	13	29	0	0	153	153	

PROYECTO: "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: LA VICTORIA Y PUJILÍ, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Hora	Día	Mes	Año	Sentido	Ubicación	Realizado	Día N° 7	
	DOMINGO	Noviembre	2022	Ambos	San Andres Pilalo	Alison Ibarra		
	Livianos		Buses	Camiones			Total Vehículos/ 15min	Total
				Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
7:00 – 7:15	1		1	0	0	0	2	10
7:15 – 7:30	2		1	0	0	0	3	
7:30 – 7:45	0		0	2	0	0	2	
7:45 – 8:00	3		0	0	0	0	3	
8:00 – 8:15	2		0	0	0	0	2	13
8:15 – 8:30	2		0	1	0	0	3	
8:30 – 8:45	4		0	0	0	0	4	
8:45 – 9:00	2		1	1	0	0	4	
9:00 – 9:15	0		1	1	0	0	2	14
9:15 – 9:30	3		0	1	0	0	4	
9:30 – 9:45	1		0	2	0	0	3	
9:45 – 10:00	4		0	1	0	0	5	
10:00 – 10:15	5		1	1	0	0	7	20
10:15 – 10:30	3		0	0	0	0	3	
10:30 – 10:45	2		0	1	0	0	3	
10:45 – 11:00	4		1	2	0	0	7	
11:00 – 11:15	4		0	1	0	0	5	9
11:15 – 11:30	2		0	0	0	0	2	
11:30 – 11:45	0		0	0	0	0	0	
11:45 – 12:00	0		0	2	0	0	2	
12:00 – 12:15	1		0	0	0	0	1	12
12:15 – 12:30	4		1	0	0	0	5	
12:30 – 12:45	3		0	0	0	0	3	
12:45 – 13:00	2		1	0	0	0	3	
13:00 – 13:15	2		1	1	0	0	4	15
13:15 – 13:30	3		0	1	0	0	4	
13:30 – 13:45	2		1	0	0	0	3	
13:45 – 14:00	3		0	1	0	0	4	
14:00 – 14:15	3		2	2	0	0	7	16
14:15 – 14:30	2		0	2	0	0	4	
14:30 – 14:45	3		0	0	0	0	3	
14:45 – 15:00	2		0	0	0	0	2	
15:00 – 15:15	3		0	0	0	0	3	13
15:15 – 15:30	2		0	0	0	0	2	
15:30 – 15:45	3		0	0	0	0	3	
15:45 – 16:00	3		0	2	0	0	5	
16:00 – 16:15	2		0	1	0	0	3	7
16:15 – 16:30	1		0	0	0	0	1	
16:30 – 16:45	1		0	0	0	0	1	
16:45 – 17:00	2		0	0	0	0	2	
17:00 – 17:15	2		1	0	0	0	3	10
17:15 – 17:30	2		0	0	0	0	2	
17:30 – 17:45	1		0	0	0	0	1	
17:45 – 18:00	3		0	1	0	0	4	
18:00 – 18:15	3		1	0	0	0	4	13
18:15 – 18:30	3		1	1	0	0	5	
18:30 – 18:45	2		0	1	0	0	3	
18:45 – 19:00	1		0	0	0	0	1	
<b>Total</b>	108		15	29	0	0	152	152