



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

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

**TEMA:**

---

**“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

---

**AUTOR:** Jhimy Alejandro Gomez Morales

**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 Ingeniero Civil, con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el señor Jhimy Alejandro Gomez Morales, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1401145527, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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


Ambato, marzo 2023

  
Ing. Mg. Favio Paul Portilla Yandún  
TUTOR

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

Yo, **Jhimy Alejandro Gomez Morales**, con C.I. 1401145527, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



---


**Jhimy Alejandro Gomez Morales**  
C.I. 1401145527  
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 autor.

Ambato, marzo 2023




**Jhimy Alejandro Gomez Morales**  
C.I. 1401145527  
AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Jhimy Alejandro Gomez Morales, de la Carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Mg. Galo Wilfrido Núñez Aldáz**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Maritza Elizabeth Ureña Aguirre MSc.**  
**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

*Este trabajo y años de estudio se lo dedico a mi familia en especial a mi madre Laura Morales que desde pequeño me inculco valores y principios que me servirán para ser un buen profesional.*

*A mis amigos y compañeros de carrera Alison I, Bryan M, Álvaro E, Javier P, Xavier C. Por el apoyo brindado en estos años. Buenos momentos y experiencias que de seguro recordare por siempre.*

*A mi amiga C.A, que con su apoyo se logró culminar esta bonita etapa de la vida, aprendiendo uno del otro y siendo un complemento para lograr culminar la carrera, gracias por la paciencia al enseñar.*

*Gomez Morales Jhimy Alejandro.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Un agradecimiento a Dios por brindarme sabiduría y energías para culminar este proceso en mi vida.*

*Agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato especialmente a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil y docentes por su formación académica durante estos años.*

*A mi tutor de tesis Ing. Favio Portilla quien con su conocimiento me guio durante el desarrollo del presente trabajo.*

*A mis amigos y compañeros de grupo que durante este proceso*

*Gomez Morales Jhimy Alejandro.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLA.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xviii
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
1 MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes investigativos.....	1
1.1.1 Antecedentes .....	1
1.1.2 Justificación.....	5
1.1.3 Fundamentación teórica .....	6
1.1.3.1 Ubicación Geo-referenciada .....	6
1.1.3.2 Suelo .....	6
1.1.3.3 Clasificación del suelo.....	6
1.1.3.3.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).....	7
1.1.3.3.2 Sistema de clasificación de suelos AASHTO.....	9
1.1.3.3.3 Tipos de Suelo .....	12
1.1.3.4 Propiedades índices del suelo .....	15
1.1.3.4.1 Contenido de humedad ( $\omega$ , W%).....	16
1.1.3.4.2 Relación de Vacíos (e).....	16



1.1.3.4.3	Porosidad (n%) .....	17
1.1.3.4.4	Grado de saturación de agua (Gw%) .....	17
1.1.3.4.5	Grado de saturación de aire (Ga%).....	18
1.1.3.4.6	Peso específico seco ( $\gamma_d$ ) .....	18
1.1.3.4.7	Gravedad específica ( <b>Gs</b> ).....	19
1.1.3.4.8	Densidad de campo (cono y arena).....	19
1.1.3.4.9	Límites de Atterberg .....	20
1.1.3.4.10	Granulometría .....	24
1.1.3.5	Propiedades mecánicas .....	26
1.1.3.5.1	Compactación del suelo .....	26
1.1.3.5.2	Resistencia al esfuerzo cortante .....	27
1.1.3.5.3	Energía de compactación .....	27
1.1.3.5.4	Prueba Proctor.....	28
1.1.3.5.5	Ensayo CBR (California Bearing Ratio) .....	30
1.1.3.5.6	Cono Dinámico de Penetración (DCP).....	31
1.1.3.6	Diseño de Pavimento .....	32
1.1.3.6.1	Pavimento .....	32
1.1.3.6.2	Estructura del pavimento .....	33
1.1.3.6.3	Tipos de Pavimento .....	34
1.1.3.6.4	Método de diseño AASHTO93 Pavimento flexible. ....	36
1.1.3.7	Correlaciones .....	43
1.1.3.7.1	Correlación lineal.....	44
1.1.3.7.2	Método Mínimos Cuadrados .....	45
1.1.3.7.3	Coefficiente de determinación .....	45
1.1.3.7.4	Correlación Multiple.....	46
1.1.4	Hipótesis.....	47
1.2	Objetivos .....	47
1.2.1	Objetivo General .....	47

1.2.2	Objetivo Específico.....	47
	CAPÍTULO II .....	48
2	METODOLOGÍA .....	48
2.1	Equipos y Materiales.....	48
2.2	Métodos.....	51
2.2.1	Fases de investigación.....	51
2.2.1.1	FASE 1: Análisis de campo y laboratorio de las propiedades índice y mecánicas del suelo.....	51
2.2.1.1.1	Ensayos de campo.....	51
2.2.1.1.2	Ensayos de laboratorio.....	53
2.2.1.2	FASE 2 Ampliación de base de datos referente a correlaciones ..	59
2.2.1.3	FASE 3 Diseño de pavimento.....	63
2.2.1.4	FASE 4 Zonificación de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS y AASHTO .....	63
2.3	Población y muestra .....	64
2.3.1	Población.....	64
2.3.2	Muestra.....	65
	CAPÍTULO III .....	66
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	66
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	66
3.1.1	FASE 1: Análisis de campo y laboratorio de las propiedades índice y mecánicas del suelo.....	66
3.1.1.1.1	Propiedades índices.....	67
3.1.1.1.2	Propiedades mecánicas .....	70

3.1.1.2	FASE 2: Ampliación de base de datos referente a correlaciones.	71
3.1.1.2.1	Correlaciones analizadas.....	72
3.1.1.2.2	Comparación de resultados.....	99
3.1.1.3	FASE 3: Diseño de pavimento.....	103
3.1.1.3.1	Diseño del pavimento flexible AASHTO 93 .....	103
3.1.1.3.2	Resumen diseño de pavimento .....	134
3.1.1.4	FASE 4: Zonificación de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS y ASHTO. ....	135
CAPÍTULO IV.....		137
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		137
4.1	Conclusiones .....	137
4.2	Recomendaciones.....	139
BIBLIOGRAFÍA .....		140
ANEXOS .....		147

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> Identificación de los suelos método SUCS .....	7
<b>Tabla 2</b> Clasificación del suelo según SUCS .....	8
<b>Tabla 3</b> Clasificación de materiales para subrasante AASHTO .....	10
<b>Tabla 4</b> Clasificación de suelo según el tamaño (AASHTO).....	11
<b>Tabla 5</b> Clasificación de suelo según el tamaño (SUCS).....	12
<b>Tabla 6</b> Clasificación de suelo según el tamaño (ASTM).....	12
<b>Tabla 7</b> :Nomenclatura esquema muestra de suelo (3 fases) .....	15
<b>Tabla 8</b> :Valor Gs de los suelos.....	19
<b>Tabla 9</b> : Tamaño de tamices ASTM .....	24
<b>Tabla 10</b> : Prueba Proctor Estándar.....	28
<b>Tabla 11</b> Prueba Proctor Modificado. ....	29
<b>Tabla 12</b> : Clasificación suelo según CBR .....	30
<b>Tabla 13</b> : Periodo de diseño en función del tipo de carretera. ....	37
<b>Tabla 14</b> : Porcentaje (W18) .....	38
<b>Tabla 15</b> : Nivel de serviciabilidad .....	38
<b>Tabla 16</b> : Nivel de confianza .....	39
<b>Tabla 17</b> : Factor de desviación normal .....	39
<b>Tabla 18</b> : Capacidad de drenaje .....	40
<b>Tabla 19</b> : Valores de coeficiente de drenaje “m” .....	40
<b>Tabla 20</b> : Espesor mínimo en pulgadas .....	41
<b>Tabla 21</b> : Funciones matemáticas curvas correlación .....	43
<b>Tabla 22</b> : Rango de ajuste $R^2$ .....	46
<b>Tabla 23</b> : Equipos y Materiales .....	48
<b>Tabla 24</b> : Correlación lineal múltiple .....	59
<b>Tabla 25</b> : Sistema de ecuaciones para correlación lineal múltiple .....	60
<b>Tabla 26</b> : Correlación lineal múltiple .....	60
<b>Tabla 27</b> : Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple.....	61
<b>Tabla 28</b> : Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple.....	62
<b>Tabla 29</b> : Sistema de ecuaciones correlación exponencial múltiple .....	62
<b>Tabla 30</b> : Ubicación de calicatas - Angamarca.....	65
<b>Tabla 31</b> : Nomenclatura propiedades índice y mecánicas .....	66

<b>Tabla 32</b> : Resultados propiedades índice. ....	67
<b>Tabla 33: Propiedades obtenidas a partir de ensayo densidad de campo.</b> .....	69
<b>Tabla 34:</b> Resumen propiedades mecánicas.....	70
<b>Tabla 35:</b> Resumen correlaciones .....	71
<b>Tabla 36</b> :Ecuación de CBR según varios autores .....	99
<b>Tabla 37:</b> Resultados errores en comparación a distintas ecuaciones de CBR vs DN- Parte 1.....	101
<b>Tabla 38</b> Resultados errores en comparación a distintas ecuaciones de CBR vs DN- Parte 2.....	101
<b>Tabla 39:</b> Conteo vehicular. ....	103
<b>Tabla 40:</b> Comportamiento diario del tránsito .....	103
<b>Tabla 41:</b> Vehículos hora pico .....	104
Tabla 42: Valor de “k” para poblaciones. ....	106
<b>Tabla 43:</b> Tráfico actual del proyecto .....	109
<b>Tabla 44:</b> Periodo de diseño para distintos tipos de carreteras .....	110
<b>Tabla 45:</b> Tasa de crecimiento anual de tráfico.....	110
<b>Tabla 46:</b> Tabla de % de crecimiento y transito promedio diario vehicular. ....	112
<b>Tabla 47:</b> Tipo de carretera del proyecto. ....	112
<b>Tabla 48:</b> Tipo de vehículo, numero de ejes y peso. ....	113
<b>Tabla 49:</b> Factor de daño según vehículo. ....	113
<b>Tabla 50:</b> W18 para el diseño.....	115
<b>Tabla 51:</b> Nivel de confianza del proyecto. ....	115
<b>Tabla 52:</b> Confiabilidad (R) y la desviación estándar.....	116
<b>Tabla 53:</b> Valores de “a1” para el diseño de pavimento .....	119
<b>Tabla 54</b> Valores de “a2” para el diseño de pavimento .....	120
<b>Tabla 55:</b> Valores de “a3” para el diseño de pavimento.....	122
<b>Tabla 56:</b> Calidad de drenaje para el diseño. ....	123
<b>Tabla 57:</b> Coeficiente de drenaje.....	123
<b>Tabla 58:</b> Valores de espesores mínimos .....	124
<b>Tabla 59:</b> Datos para diseño de pavimento .....	125
<b>Tabla 60:</b> Numero estructural carpera Asfáltica .....	126
<b>Tabla 61:</b> Espesores del paquete estructural con CBR de laboratorio. ....	129
<b>Tabla 62:</b> Datos de diseño para pavimento con las correlaciones.....	131

<b>Tabla 63:</b> Espesores del paquete estructural con CBR de correlaciones. ....	133
<b>Tabla 64:</b> Resumen diseño de pavimento.....	134
<b>Tabla 65:</b> Resumen espesores pavimento. ....	134
<b>Tabla 66:</b> Clasificación del suelo .....	135
<b>Tabla 67:</b> Ensayo DCP – Muestra 1 .....	148
<b>Tabla 68:</b> Ensayo DCP – Muestra 2 .....	149
<b>Tabla 69:</b> Ensayo DCP – Muestra 3.....	150
<b>Tabla 70:</b> Ensayo DCP – Muestra 4.....	151
<b>Tabla 71:</b> Ensayo DCP – Muestra 5 .....	152
<b>Tabla 72:</b> Ensayo DCP – Muestra 6.....	153
<b>Tabla 73:</b> Ensayo DCP – Muestra 7 .....	154
<b>Tabla 74:</b> Ensayo DCP – Muestra 8.....	155
<b>Tabla 75:</b> Ensayo DCP – Muestra 9.....	156
<b>Tabla 76:</b> Ensayo DCP – Muestra 10.....	157
<b>Tabla 77:</b> Ensayo DCP – Muestra 11 .....	158
<b>Tabla 78:</b> Ensayo DCP – Muestra 12.....	159
<b>Tabla 79 :</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 1.....	161
<b>Tabla 80:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 2.....	162
<b>Tabla 81:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 3.....	163
<b>Tabla 82:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 4.....	164
<b>Tabla 83:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 5 .....	165
<b>Tabla 84:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 6.....	166
<b>Tabla 85:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 7.....	167
<b>Tabla 86:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 8.....	168
<b>Tabla 87:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 9 .....	169
<b>Tabla 88:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 10.....	170
<b>Tabla 89:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 11.....	171
<b>Tabla 90:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 12.....	172
<b>Tabla 91 :</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 1.....	174
<b>Tabla 92:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 2 .....	175
<b>Tabla 93:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 3.....	176
<b>Tabla 94:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 4.....	177
<b>Tabla 95:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 5 .....	178

<b>Tabla 96:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 6.....	179
<b>Tabla 97 :</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 7 .....	180
<b>Tabla 98:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 8 .....	181
<b>Tabla 99:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 9 .....	182
<b>Tabla 100:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 10 .....	183
<b>Tabla 101:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 11.....	184
<b>Tabla 102:</b> Ensayo Contenido de humedad – Muestra 12 .....	185
<b>Tabla 103 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 1 .....	187
<b>Tabla 104:</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 2 .....	188
<b>Tabla 105 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 3.....	189
<b>Tabla 106:</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 4 .....	190
<b>Tabla 107 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 5 .....	191
<b>Tabla 108 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 6 .....	192
<b>Tabla 109 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 7 .....	193
<b>Tabla 110 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 8 .....	194
<b>Tabla 111 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 9.....	195
<b>Tabla 112 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 10.....	196
<b>Tabla 113:</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 11 .....	197
<b>Tabla 114 :</b> Ensayo Gravedad específica – Muestra 12.....	198
<b>Tabla 115:</b> Ensayo granulometría – Muestra 1 .....	200
<b>Tabla 116:</b> Ensayo granulometría – Muestra 2 .....	201
<b>Tabla 117 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 3 .....	202
<b>Tabla 118 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 4 .....	203
<b>Tabla 119 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 5 .....	204
<b>Tabla 120:</b> Ensayo granulometría – Muestra 6.....	205
<b>Tabla 121 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 7 .....	206
<b>Tabla 122 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 8 .....	207
<b>Tabla 123 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 9 .....	208
<b>Tabla 124 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 10 .....	209
<b>Tabla 125:</b> Ensayo granulometría – Muestra 11 .....	210
<b>Tabla 126 :</b> Ensayo granulometría – Muestra 12 .....	211
<b>Tabla 127:</b> Ensayo Límite líquido – Muestra 1.....	213
<b>Tabla 128 :</b> Ensayo Límite líquido – Muestra 2.....	214

<b>Tabla 129</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 3.....	215
<b>Tabla 130</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 4.....	216
<b>Tabla 131</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 5.....	217
<b>Tabla 132</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 6.....	218
<b>Tabla 133</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 7.....	219
<b>Tabla 134</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 8.....	220
<b>Tabla 135</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 9.....	221
<b>Tabla 136</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 10.....	222
<b>Tabla 137</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 11.....	223
<b>Tabla 138</b> : Ensayo Límite líquido – Muestra 12.....	224
<b>Tabla 139</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 1 .....	226
<b>Tabla 140</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 2.....	227
<b>Tabla 141</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 3 .....	228
<b>Tabla 142</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 4.....	229
<b>Tabla 143</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 5 .....	230
<b>Tabla 144</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 6 .....	231
<b>Tabla 145</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 7 .....	232
<b>Tabla 146</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 8.....	233
<b>Tabla 147</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 9 .....	234
<b>Tabla 148</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 10.....	235
<b>Tabla 149</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 11 .....	236
<b>Tabla 150</b> : Ensayo Límite plástico – Muestra 12 .....	237
<b>Tabla 151</b> : Ensayo Proctor – Muestra 1 .....	239
<b>Tabla 152</b> :Ensayo Proctor – Muestra 2.....	240
<b>Tabla 153</b> : Ensayo Proctor – Muestra 3.....	241
<b>Tabla 154</b> : Ensayo Proctor – Muestra 4.....	242
<b>Tabla 155</b> : Ensayo Proctor – Muestra 5 .....	243
<b>Tabla 156</b> : Ensayo Proctor – Muestra 6.....	244
<b>Tabla 157</b> : Ensayo Proctor – Muestra 7 .....	245
<b>Tabla 158</b> : Ensayo Proctor – Muestra 8.....	246
<b>Tabla 159</b> :Ensayo Proctor – Muestra 9 .....	247
<b>Tabla 160</b> :Ensayo Proctor – Muestra 10.....	248
<b>Tabla 161</b> : Ensayo Proctor – Muestra 11.....	249



<b>Tabla 162:</b> Ensayo Proctor – Muestra 12.....	250
<b>Tabla 163 :</b> Ensayo CBR – Muestra 1.....	252
<b>Tabla 164:</b> Ensayo CBR – Muestra 2.....	256
<b>Tabla 165:</b> Ensayo CBR – Muestra 3 .....	260
<b>Tabla 166:</b> Ensayo CBR – Muestra 4.....	264
<b>Tabla 167:</b> Ensayo CBR – Muestra 5.....	268
<b>Tabla 168 :</b> Ensayo CBR – Muestra 6.....	272
<b>Tabla 169 :</b> Ensayo CBR – Muestra 8.....	277
<b>Tabla 170 :</b> Ensayo CBR – Muestra 8.....	281
<b>Tabla 171 :</b> Ensayo CBR – Muestra 9.....	285
<b>Tabla 172 :</b> Ensayo CBR – Muestra 10.....	289
<b>Tabla 173 :</b> Ensayo CBR – Muestra 11.....	293
<b>Tabla 174:</b> Ensayo CBR – Muestra 12 .....	297

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Carta de plasticidad SUCS .....	9
<b>Ilustración 2</b> Carta plasticidad AASHTO.....	11
<b>Ilustración 3:</b> Aparato Cono y arena.....	20
<b>Ilustración 4:</b> Límites de Atterberg en función del (%) de humedad .....	21
<b>Ilustración 5:</b> Copa de Casagrande.....	21
<b>Ilustración 6:</b> Límite Líquido (#golpes vs W%).....	22
<b>Ilustración 7:</b> Distribución Granulométrica.....	25
<b>Ilustración 8:</b> Ejemplo curvas de compactación.....	26
<b>Ilustración 9:</b> Equipo Cono Dinámico de Penetración .....	31
<b>Ilustración 10:</b> Estructura del pavimento .....	32
<b>Ilustración 11:</b> Estructura Pavimento Flexible .....	34
<b>Ilustración 12:</b> Estructura Pavimento Rígido .....	35
<b>Ilustración 13</b> Estructura Pavimento semirrígido .....	35
<b>Ilustración 14</b> Estructura pavimento articulado.....	36
<b>Ilustración 15:</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_1$ .....	42
<b>Ilustración 16:</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_2$ .....	42
<b>Ilustración 17</b> Ábaco para el coeficiente estructural $a_3$ .....	43
<b>Ilustración 18:</b> Correlación lineal .....	44
<b>Ilustración 19 :</b> Pozo a cielo abierto - Angamarca.....	52
<b>Ilustración 20:</b> Ensayo DCP Angamarca.....	52
<b>Ilustración 21 :</b> Ensayo Cono y Arena - Angamarca .....	53
<b>Ilustración 22:</b> Ensayo Granulometría - Angamarca.....	54
<b>Ilustración 23:</b> Ensayo Contenido de humedad - Angamarca .....	54
<b>Ilustración 24</b> Gravedad específica - Angamarca.....	55
<b>Ilustración 25</b> Ensayo Limite Líquido - Angamarca .....	56
<b>Ilustración 26.</b> Limite Plástico - Angamarca .....	57
<b>Ilustración 27 :</b> Ensayo Proctor - Angamarca.....	58
<b>Ilustración 28:</b> Ensayo CBR .....	58
<b>Ilustración 29:</b> Programa ecuación 1993 para pavimento flexible .....	63
<b>Ilustración 30:</b> Mapa Cotopaxi .....	64
<b>Ilustración 31:</b> Correlación LP% vs LL% .....	72

<b>Ilustración 32:</b> Correlación Gw% vs Wnat% .....	73
<b>Ilustración 33:</b> Correlación Ga% vs Wnat % .....	74
<b>Ilustración 34:</b> Correlación LL% vs e .....	76
<b>Ilustración 35:</b> Correlación Yd in situ vs LP %.....	77
<b>Ilustración 36:</b> Correlación Yd in situ vs LL % .....	78
<b>Ilustración 37:</b> Correlación Yd in situ vs n % .....	79
<b>Ilustración 38:</b> Correlación Yd in situ vs W nat.....	80
<b>Ilustración 39:</b> Correlación Yd in situ vs W opt.....	81
<b>Ilustración 40:</b> Correlación Yd in situ vs W opt.....	82
<b>Ilustración 41:</b> Correlación Yd in situ vs W opt.....	83
<b>Ilustración 42:</b> Correlación Yd seca máxima vs LL % - LP % .....	84
<b>Ilustración 43:</b> Correlación Wopt vs LL - LP.....	85
<b>Ilustración 44:</b> Correlación Yd max vs Wnat % – LP%.....	86
<b>Ilustración 45:</b> Correlación Yd in situ vs Yd max – W opt % .....	87
<b>Ilustración 46:</b> Correlación W opt % vs Yd in situ -LL % .....	88
<b>Ilustración 47:</b> Correlación DN % vs LL% .....	89
<b>Ilustración 48:</b> Correlación DN vs Yd max.....	90
<b>Ilustración 49:</b> Correlación DN vs Yd in situ- Wnat% .....	91
<b>Ilustración 50:</b> Correlación DN vs Yd in situ- W opt% .....	93
<b>Ilustración 51:</b> Correlación DN vs IP % - Gw % .....	94
<b>Ilustración 52:</b> Correlación CBR vs LL % .....	95
<b>Ilustración 53:</b> Correlación CBR vs %Finos .....	96
<b>Ilustración 54:</b> Correlación CBR vs DN.....	97
<b>Ilustración 55:</b> Correlación CBR vs DN - W opt % .....	98
<b>Ilustración 56:</b> % Error vs CBR obtenido con DCP.....	102
<b>Ilustración 57:</b> Comportamiento de tránsito el día lunes.....	104
<b>Ilustración 58:</b> Distribución de tráfico día lunes .....	105
<b>Ilustración 59:</b> Coeficiente estructural a1.....	118
<b>Ilustración 60:</b> Coeficiente estructural a2.....	120
<b>Ilustración 61:</b> Coeficiente estructural “a3” .....	121
<b>Ilustración 62:</b> Precipitación según INAMHI.....	123
<b>Ilustración 63:</b> Número estructural SN2.....	127
<b>Ilustración 64:</b> Número estructural SN3.....	128

<b>Ilustración 65:</b> Espesores de paquete estructural con CBR de laboratorio.....	129
<b>Ilustración 66:</b> SN3 para correlaciones.....	131
<b>Ilustración 67:</b> Espesores de paquete estructural con CBR de correlaciones.....	133
<b>Ilustración 68:</b> Mapa de clasificación.....	136

## RESUMEN

En la provincia de Cotopaxi existen vías lastradas que unen localidades y requieren vías asfaltadas, la base de datos existente referente a propiedades índice y mecánicas del suelo es insuficiente. Es por ello que el presente trabajo experimental, tiene como objetivos ampliar la base de datos del suelo de la zona y determinar las correlaciones existentes de los suelos, siendo la principal correlación el ensayo California Bearing Ratio (CBR) y el ensayo Penetración Dinámica de Cono (DCP), debido a su incidencia directa en el diseño de pavimento flexible.

El área de estudio comprende 4 vías ubicadas en la parroquia Angamarca del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi. Las vías que fueron objeto de estudio son de tercer orden elegidas estratégicamente. Se realizaron calicatas y se procedió con la extracción de 12 muestras de suelo representativo de la zona cada una de ellas de 50 kilogramos, en el sitio se procedió con los ensayos Cono de arena y DCP. Las muestras de suelo extraídas sirvieron para la determinación de las propiedades índices y mecánicas del suelo en laboratorio basados en las normas AASHTO, ASTM y SUCS.

Los resultados fueron 25 correlaciones con un índice de correlación poisson mayor del 50 por ciento, siendo la correlación más importante la de 77 por ciento correspondiente al ensayo DCP y CBR lo que indica un resultado aceptable. Finalmente, se diseñó el espesor del paquete estructural del pavimento con el método AASHTO 93. Obteniendo espesores de: capeta asfáltica 5 centímetros, base 10 centímetros y sub base 20 centímetros.

**Palabras clave:** Correlación de suelos, Ingeniería civil, Suelos, Pavimentos, Vías.

## ABSTRACT

In the province of Cotopaxi there are ballasted roads that connect towns and require paved roads, the existing database referring to index and mechanical properties of the soil is insufficient. That is why the present experimental work has the objectives of expanding the soil database of the area and determining the existing correlations of the soils, the main correlation being the California Bearing Ratio (CBR) test and the Dynamic Cone Penetration test. (DCP), due to its direct impact on the design of flexible pavement.

The study area includes 4 roads located in the Angamarca parish of the Pujilí canton, Cotopaxi province. The roads that were studied are strategically chosen third order. Test pits were made and proceeded with the extraction of 12 representative soil samples of the area, each of them weighing 50 kilograms. At the site, the Sand Cone and DCP tests were carried out. The extracted soil samples were used to determine the index and mechanical properties of the soil in the laboratory based on the AASHTO, ASTM and SUCS standards.

The results were 25 correlations with a Poisson correlation index greater than 50 percent, the most important correlation being that of 77 percent corresponding to the DCP and CBR assay, which indicates an acceptable result. Finally, the thickness of the structural package of the pavement was designed with the AASHTO 93 method, obtaining thicknesses of: asphalt cap 5 centimeters, base 10 centimeters and subbase 20 centimeters.

**Keywords:** Correlation, Civil engineering, Soils, Pavements, Roads.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes investigativos

#### 1.1.1 Antecedentes

La investigación que se presenta radica en la importancia del suelo a lo largo de los años en obras civiles, un correcto estudio de características físicas y mecánicas del suelo permitirá determinar la resistencia de un suelo que cambia dependiendo de la zona de estudio, su composición mineralógica y su formación. Al realizarse un estudio de suelos con datos de laboratorio se puede proponer soluciones de manera eficiente abaratando costos y evitando problemas que puedan suscitarse eventualmente.

Según Tala Al-Refeai investigador en la Universidad King Saud (1996) , propone que el valor de CBR en laboratorio puede ser predicho mediante el ensayo de campo DCP mediante correlaciones, mediante su investigación realizada en Arabia Saudita, los resultados arrojaron que independientemente de la densidad que tiene el suelo en la zona de estudio y la humedad natural, en efecto se puede encontrar una relación entre DCP Y CBR, para realizar las correlaciones se usó un análisis de regresión, utilizando programas informáticos como SPSS. Según los resultados obtenidos el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) oscila entre 0.81 y 0.93 lo que indica según el investigador que existe una concordancia entre el modelo desarrollado y los que se presentan en la literatura referente a suelos. [1]

La caracterización del suelo según Ordoñez Jorge en su investigación realizada en la ciudad de Tuxla Gutiérrez, México (2015). Propone la necesidad de conocer las propiedades índices del suelo en el caso de la zona de estudio se caracterizó por la presencia de las denominadas arcillas expansivas, en su investigación se evaluó el riesgo sísmico, se analizó los riegos de la saturación del agua en las muestras de suelo y como incide en la expansión de las arcillas, además del estudio de CBR ya que gran parte de las carreteras de la zona de estudio se asientan sobre arcillas expansivas. Se estableció que el riesgo geotécnico en el suelo natural ocurre a una profundidad de 0.25 a 3 metros con un riesgo alto, mientras que a los 5 metros ocurre un riesgo bajo.

Recomendando así mediante un estudio de propiedades índice de realizar cimentaciones por lo menos a los 3 metros de profundidad o mejorar el suelo a dicha profundidad evitando así problemas a futuro.[2]

En Sudamérica, la investigación respecto a las correlaciones entre propiedades índice y mecánicas es extensa. En la ciudad de Piura, Perú se llevó a cabo una investigación a cargo de Araujo William (2018), la cual sugiere ecuaciones de correlación de CBR, la investigación que se realizó es extensa ya que se analizaron datos de un laboratorio local en Piura desde el año 2004 hasta 2014. Los resultados a los que se llegó muestran que el contenido de grava presente en los suelos que son objeto de estudio y su contenido de humedad presentan una aceptable correlación línea. Se demostró que la aplicación de la correlación múltiple tiene mayor peso que una correlación simple, los análisis de laboratorio permitieron que el autor llega a la conclusión que ningún parámetro analizado de manera individual es determinante para encontrar el CBR, por lo que es imprescindible el uso de correlaciones al momento de hallar un método distinto al de CBR de laboratorio. [3]

Sandoval Eimar (2019), en su investigación realizada en Colombia sugiere que la correlación del CBR sirve como una alternativa eficiente para encontrar dicho valor sin necesidad de realizar el ensayo en laboratorio, ahorrando así recursos económicos, se estudiaron 38 muestras en suelos que tienen presencia de limo, arcillas de alta y baja plasticidad. Se determinó dos correlaciones en muestras inalteradas esto a partir de una prueba de resistencia a la compresión no confinada, las correlaciones que se obtuvieron son aplicables a cualquier tipo de suelo esto independientemente de su humedad, plasticidad y consistencia. Los factores  $r^2$  encontrados se consideran en un rango aceptable entre 0.67 y 0.83) para aplicar la determinación del valor de CBR.[4]

Las investigaciones en Colombia respecto a la caracterización del suelo en un trabajo inter institucional con la División de Ingeniería de Materiales del Ministerio de Obras Públicas y Transporte se realizó una serie de experimentos en campo y de laboratorio en vías aleatorias a lo largo del país mencionado, se establecieron una serie de modelos matemáticos que correlacionan los ensayos de California Bearing Ratio (CBR) realizado en laboratorio y el ensayo Penetración Dinámica de Cono (DCP) realizada



in situ, los suelos que se estudiaron comprendieron finos saturados con una correlación de  $R = 0.93$ , para el modelo aplicado (lineal por mínimo cuadrados) se consideró como una correlación aceptable.[5]

Barreno Juan (2018), en su estudio realizado para la Universidad San Francisco de Quito, determino una correlación analítica entre muestras de suelo pertenecientes a la parroquia Guayllabamba entre los resultados de ensayos CBR y de DCP que permitirán optimizar tiempo e inversión económica respecto a ensayos de CBR realizados en laboratorio, la correlación encontrada en el estudio únicamente deberá ser aplicable para suelos de características granulométricas con capacidad de soporte y plasticidad a la zona de estudio (Guayllabamba).[6]

La Universidad Técnica de Manabí (2020), en su investigación sobre el análisis comparativo del suelo de campo y laboratorio entre el CBR Y DCP postula que las correlaciones entre los mencionados estudios de suelo es una herramienta multifuncional que necesita una buena interpretación con la finalidad de obtener diseños finales confiables y con una optimización de recursos y tiempo. La investigación se la realizo en la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí. Se extrajo muestras de suelo de 12 calicatas a diferente profundidad para demostrar cómo se correlacionan entre si las cotas que fueron analizadas cada 50 centímetros hasta llegar a los 150 centímetros de profundidad, es decir que las calicatas de las que se extrajo las muestras alteradas llegaron a una profundidad de 1.50 metros, una vez ensayadas en laboratorio se llegó a la caracterización del suelo obteniendo valores de limite liquido mayor en la superficie de las calicatas como era de esperarse. El CBR obtenido en el laboratorio para los investigadores es conservador en diferencia al CBR obtenido in situ mediante el ensayo DCP. Además, se postula que las correlaciones no pretenden reemplazar los ensayos de laboratorio, únicamente se recomienda que las ecuaciones encontradas sirvan en una etapa preliminar en la construcción de carreteras. La confiabilidad de la investigación arrojo que es óptima con un 0.9877, según el método de Van Vuuren 1969, considera que un resultado mayor al 0.90 en la confiabilidad es adecuado para correlacionar correctamente el suelo. La humedad optima encontrada en los suelos estudiados varía entre el 33% y el 39.3%. [7]

Según Guato Rosangela (2022), en su investigación respecto a la correlación entre el CBR en suelos granulares de la parroquia Huambaló, provincia de Tungurahua se recolectaron 12 muestras dispersas en la parroquia ya mencionada obteniendo resultados de densidad húmeda entre un rango de 1.516 gr/cm<sup>3</sup> y 2.093 gr/cm<sup>3</sup>. La humedad natural encontrada en un rango de 8.47% y 23.38% correspondiente a suelos friccionante. Las correlaciones aplicadas fueron 22 de las cuales varían su coeficiente R<sup>2</sup> entre 53.80% y 97% calificándola como buena aplicando fórmulas de tipo polinómicas. [8]

Según Troya Mercedes (2019), en su investigación realizada en los suelos de Ambato, Ecuador. Clasificó 12 muestras de suelo extraídas de la parroquia Cunchibamba y Unamucho según la clasificación SUCS en un tipo de suelo SM SC ML CL, mientras que según la clasificación AASHTO en un suelo o A-2-4, A4. En las correlaciones realizadas entre el valor de DCP in situ y el CBR de laboratorio encontró un coeficiente de correspondencia del 68% que se considera un valor aceptable para la determinación del CBR, mencionando según el autor que esta correlación no sustituye al ensayo CBR de laboratorio, sin embargo, se puede emplear para realizar estudios preliminares de una vía abaratando costo y tiempo de ejecución.[9]

En la investigación realizada por Lozada Tatiana (2022). Relaciona las propiedades índice y mecánicas para encontrar una ecuación la cual permita encontrar de una forma fácil y económica el valor de CBR, la investigación se ejecutó en la parroquia Patate y el Triunfo, Ecuador. Se encontraron 23 correlaciones aplicando los métodos estadísticos de mínimos cuadrados y regresión simple, los coeficientes de determinación están dentro de un rango aceptable de 50% y 99%. El CBR determinado en el laboratorio se encontró en un rango de 11% y 45% además se determinó que la correlación con mayor coeficiente es la presente entre el Límite Líquido y Límite Plástico con un coeficiente de 99.59%. El espesor recomendado para el pavimento flexible con las correlaciones y el CBR determinado en laboratorio es el mismo: carpeta asfáltica= 5cm, base=15 cm y subbase= 15 cm. El análisis de correlación resultó en valores cercanos de CBR para a subrasante, se consideró un CBR del 26.53% para la determinación del paquete estructural de la vía. [10]

### 1.1.2 Justificación

La importancia del correcto estudio de suelos radica en la vida útil que pueda tener una infraestructura, el suelo es donde se construyen las obras civiles, se denomina como una capa de la corteza terrestre que se forma por agentes atmosféricos, es imprescindible conocer las propiedades índice y mecánicas de los suelos para un correcto diseño ajustándose a las características de la zona de ejecución de un proyecto y a las condiciones climatológicas. Uno de los ensayos que es de relevancia para las construcciones viales es el CBR, la obtención del valor de CBR para distintos tramos viales se torna difícil ya sea por accesibilidad negativa o falta de instrumentos para su determinación, es por ello que los investigadores buscan nuevas alternativas, una de ellas es las correlaciones entre propiedades índice y mecánicas de esta manera se puede predecir con cierta certeza un valor de CBR con ecuaciones que relacionen entre si los parámetros ya mencionados, se considera un método factible y económico.[11]

El valor de CBR se lo obtiene mediante pruebas en laboratorio o campo que muchas de las veces terminan teniendo un valor monetario considerable para la ejecución de un anteproyecto, es el parámetro más importante a considerar en la ejecución de obras viales ya que permite conocer el esfuerzo a corte que puede tener una determinada masa de suelo y sobre el cual se asentara el paquete estructural del pavimento ya sea flexible, rígido o semi rígido. Un valor alto de CBR permitirá espesores menores en la base, subbase o carpeta asfáltica, es decir un valor directamente proporcional con el valor monetario que pueda llegar a tener una vía. Es por ello que es imprescindible buscar nuevas herramientas que permitan conocer este valor de una manera más sencilla y económica. [12]

La finalidad del presente trabajo de investigación es tomar muestras representativas aleatorias de suelo en su estado natural de cuatro vías ubicadas en la parroquia Angamarca, cantón Pujilí, provincia Cotopaxi. El propósito de tomar muestras es para posteriormente analizarlas realizando pruebas de densidad de campo in situ, granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR con el fin de establecer una relación entre el CBR y propiedades índices y mecánicas lo cual permitirá realizar el diseño pavimento flexible aplicando los valores obtenidos en las correlaciones.

### **1.1.3 Fundamentación teórica**

#### **1.1.3.1 Ubicación Geo-referenciada**

La ubicación geográfica es una herramienta que permite establecer con precisión el lugar donde se pretende establecer un proyecto. Los datos de ubicación recolectados corresponden a coordenadas UTM (WGS 84 Zona 17 Sur) ubicada en la parroquia de Angamarca, provincia de Cotopaxi. La importancia de establecer un Datum radica en que las coordenadas UTM por si solas pueden producir un error de indeterminación en la geografía del punto buscado.[13]

#### **1.1.3.2 Suelo**

El suelo es un conjunto de partículas que se encuentra en la naturaleza y proviene de los procesos de meteorización de rocas de gran tamaño presentes en la corteza de la tierra, de acuerdo a su composición mineralógica son clasificados y poseen dísticas características que diferencian un tipo de suelo de otro, sus características brindan resistencia a los agentes externos que meteorizan el suelo o lo erosionan, cada suelo de una zona determinada cuenta con distintas propiedades índice y mecánicas.[14]

#### **1.1.3.3 Clasificación del suelo.**

Los métodos de clasificación de suelos se desarrollaron debido a la complejidad y la infinita variedad de tipos de suelo que existe, los métodos de clasificación del suelo pretenden tomar las características de los suelos y ordenarlos de tal forma que cada tipo de suelo tenga una nomenclatura con la cual se los pueda identificar. La clasificación que se toma en cuenta se encuentra en función de la granulometría del suelo, algunos tipos de clasificaciones son la de los suelos S.U.C.S (Sistema Unificado de Clasificación del suelo) y la clasificación de los suelos A.A.S.H.T.O (American Association of State Highway and Transportation Officials). Los suelos se los puede clasificar de acuerdo al tamaño del grano, su plasticidad, presencia de guijarros, sus propiedades índice y mecánicas, sin embargo, la clasificación más común para los suelos se los puede subdividir en suelos finos y suelos granulares esto de acuerdo a su granulometría.[15]

### 1.1.3.3.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)

El sistema que clasifica los suelos planteados desde el año 1952 por el investigador Arthur Casagrande plantea inicialmente que los suelos granulares o finos son los que se distribuyen por el tamiz número 3” lo que quiere decir 76.2mm, mientras que el suelo fino sucede cuando el 50% del suelo logra pasar el tamiz N.º. 200 correspondiente a 0.075 mm.

La clasificación del suelo en S.U.C.S se caracteriza por designar símbolos a los suelos, se los identifica con letras mayúsculas, consta de un prefijos y sufijos los cuales permiten dar una nomenclatura a los tipos de suelo.

**Tabla 1** Identificación de los suelos método SUCS

Tipo de Suelo		Característica del Suelo	
Símbolo	Definición	Sufijo	Definición
G	Grava	P	Mal graduado (partículas uniformes)
S	Arena	W	Bien graduado (partículas distinto tamaño)
M	Limo(oso)	H	Alta plasticidad
C	Arcilla(oso)	L	Baja plasticidad
O	Orgánico		

*Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. J.E Bowles[16]*

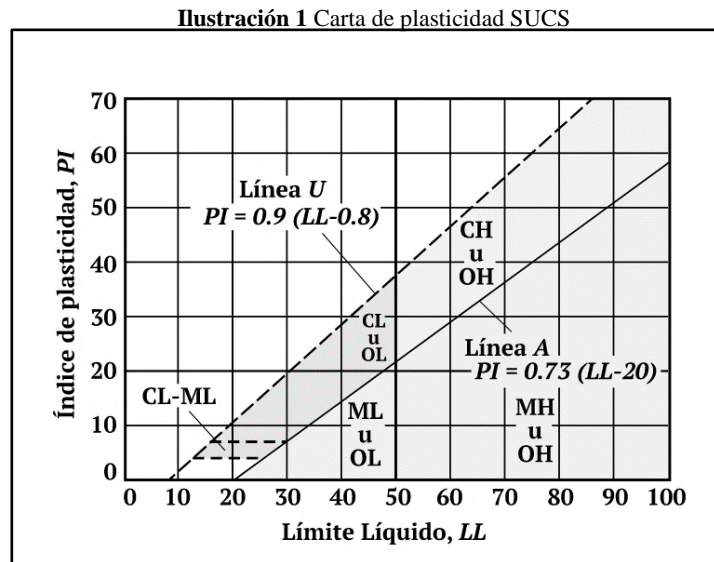
En la **tabla 2**, se observa la clasificación de los suelos según el sistema SUCS el cual principalmente está dividido en gravas, arenas, limos y suelos orgánicos, se establece que son considerados suelos de granos finos los que más del 50% pasa por el tamiz N° 200 clasificándolos en suelos orgánicos, limos y arcillas con un valor de límite líquido mayor y menor a 50. Los suelos considerados de grano grueso en la clasificación SUCS corresponden a los que más de 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 200 clasificándolas en arenas con finos, arenas limpias, grava con finos y gravas limpias. La clasificación corresponde a los tipos de suelo además se presentan suelos de origen orgánicos los cuales tienen una gran cantidad de material orgánico en su composición principal lo que no es recomendable para la ejecución de obras civiles, en el caso de encontrar el tipo de material CH y MH se recomienda realizar un relleno en la zona ante la presencia de dicho material no apto para construcciones civiles.[16]

**Tabla 2** Clasificación del suelo según 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 bien graduadas, mezcladas gravosas, pocos o ningún fino.	GW	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = 1 < D_{230}/D_{10} + D_{60} < 3$	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW	
		Gravas pobremente graduadas, mezcladas grava-arena, pocos o ningún fino.	GP			
		Gravas con finos (Cantidad apreciable de finos)	Gravas limosas, mezcla grava-arena-limo.	GM	Límite de Atterberg por debajo de la línea A $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo
			Gravas arcillosas, mezcla grava-arena-arcilla.	GC	Límite de Atterberg por encima de la línea A $I_p > 7$	
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa es menor que el tamiz N° 4)	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino.	SW	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = 1 < D_{230}/D_{10} + D_{60} < 3$	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW	
			SP			
		Arenas limosas, mezclas arena-limo.	SM	Límite de Atterberg por debajo de la línea A $I_p < 4$	Si el material está con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo.	
			SC	Límite de Atterberg por encima de la línea A $I_p > 7$		
		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 finaslimosas o arcillosas con poca plasticidad.	"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, SP Más del 12% - GM, GC, SM, SC De 5 a 12% - Casos de frontera que requieren doble símbolo".
				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: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. J.E Bowles. [16]

La clasificación de la carta de plasticidad según la metodología SUCS es la que se muestra en la ilustración 1, dicha información se obtuvo del Manual de Laboratorio del investigador Joseph E. Bowles.



*Fuente: Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. J.E Bowles.[16]*

### 1.1.3.3.2 Sistema de clasificación de suelos AASHTO

Desarrollado inicialmente por el departamento de caminos en Estados Unidos en el año de 1929, empleado en un inicio para obras de índole vial por su incidencia directa en la construcción de terraplenes y subrasantes de pavimentos. Se divide la clasificación en 7 grupos desde A-1 hasta A-7 considerando los primeros tipos de suelo como material granular de los cuales el 35% o menos del suelo pasan por el tamiz N° 200 y se identifican como suelo A-1, A-2, A-3. Mientras que el suelo tipo A-4, A-5, A-6 y A-7 se los considera limos y arcillas, el suelo pasa más del 35% por el tamiz N° 200.[16]

**Tabla 3** Clasificación de materiales para subrasante AASHTO

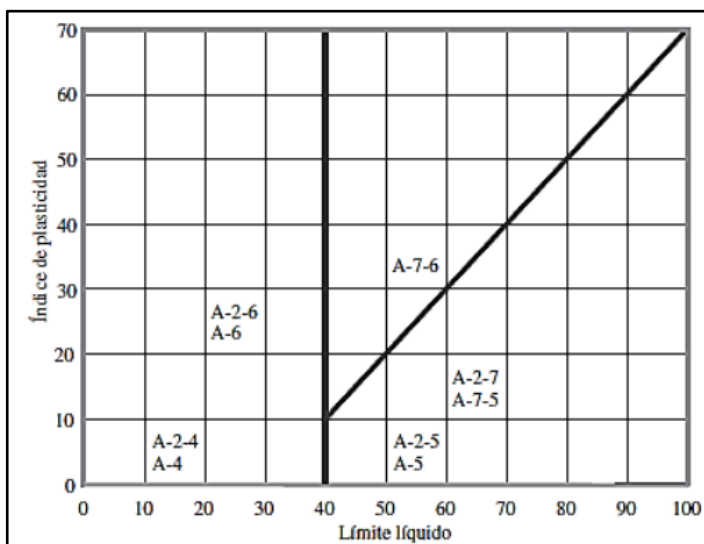
Clasificación General	Materiales Granulares (35% o menos del total pasa el tamiz N° 200)							Materiales laminares (más del 35% del total pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1-a	A-2-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje de material que pasa el tamiz N° 10 N° 40 N° 200	50 máx. 30 máx. 15 máx.	50 máx. 25 máx.	50 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 el tamiz N° 40  Límite Líquido $W_L$ Índice Plástico $I_p$	6 máx.		NP	40 máx. 10 máx.	40 máx. 10 máx.	40 máx. 11 min.	40 máx. 11 min.	40 máx. 10 máx.	40 máx. 10 máx.	40 máx. 11 min.	40 máx. 11 min.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Limo o grava arcillosa y arena				Suelos Limosos			Suelos Arcillosos
Clasificación General de la Subrasante	Excelente a Bueno							Regular a Malo			

*Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M.[17]*



La carta de plasticidad según AASHTO es la que se muestra en la ilustración 2, la cual establece 3 rangos en los cuales podemos clasificar el suelo. Los datos obtenidos permitirán establecer el tipo de suelo que está siendo objeto de estudio.

**Ilustración 2** Carta plasticidad AASHTO



*Fuente: "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Braja M." [17]*

A continuación, se presentará en las tablas 4,5 y 6 la clasificación del suelo de acuerdo al tamaño de las partículas según la metodología AASHTO, ASTM y SUCS. Se distribuye el tipo de suelo según el tamaño de los agregados que lo conforman.

**Tabla 4** Clasificación de suelo según el tamaño (AASHTO)

Tipo de Suelo	Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)
Bloques	75	-
Grava	2	75
Arena	0.075	2
Limo	0.005	0.075
Arcilla	0.001	0.005

*Fuente: AASHTO, "American Association of State Highway and Transportation Official.[18]*

**Tabla 5** Clasificación de suelo según el tamaño (SUCS)

Tipo de Suelo	Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)
Bloques	300	
Bolos	75	300
Grava	4.76	75
Arena	0.075	4.76
Limo	0.002	0.075
Arcilla	-	0.002

*Fuente:* SUCS, “Sistema Unificado de clasificación de Suelos”. [19]

**Tabla 6** Clasificación de suelo según el tamaño (ASTM)

Tipo de Suelo	Tamaño mínimo (mm)	Tamaño máximo (mm)
Grava	4.76	75
Arena Gruesa	2	4.76
Arena Media	0.042	2
Arena Fina	0.075	0.42
Limo	0.005	0.075
Arcilla	0.001	0.005
Coloides	-	0.001

*Fuente:* ASTM, “Sociedad Americana de Ensayo de Materiales” [20]

### 1.1.3.3 Tipos de Suelo

De acuerdo a su composición mineralógica son clasificados y poseen dísticas características que diferencian un tipo de suelo de otro, sus características brindan resistencia a los agentes externos que meteorizan el suelo o lo erosionan, cada suelo de una zona determinada cuenta con distintas propiedades índice y mecánicas por lo que se pueden clasificar en dos grandes grupos que son los suelos granulares y cohesivos. [14]

#### **1.1.3.3.1 Suelos granulares**

Denominado también suelo friccional conformado por partículas de un gran tamaño las cuales no tienen que juntarse es decir no deben presentar cohesión. El drenaje de este tipo de suelo es óptimo, sus características se determinan por el módulo de compresibilidad además del ángulo de rozamiento interno, se subdividen en gravas y arenas las cuales tienen características distintas una de la otra.[21]

##### **1.1.3.3.1.1 Gravas**

Dependiendo de la clasificación el diámetro puede ser superior a 2mm y menor a 75 mm. Las gravas pueden ser encontradas con facilidad en los ríos y lugares donde existía acarreo de los ríos. La grava tiene descaste en su composición, las aristas son desgastadas por el acarreo del agua.[21]

##### **1.1.3.3.1.2 Arenas**

Las arenas es un tipo de material que se puede obtener por trituración de piedras de manera artificial al igual que las gravas es un material que se puede encontrar fácilmente en afluentes de ríos, las arenas no es un material plástico y la compresión es rápida. [21]

#### **1.1.3.3.2 Suelos cohesivos**

El material que conforma el suelo tiene partículas que se unen es decir que la cohesión es una de las propiedades representativas de este tipo de suelo, además se caracteriza por ser suelos de partículas finas, se subdividen en limos y arcillas, material de características no favorables para la construcción por su carga orgánica y plasticidad elevada, la diferencia principal entre suelo granular y cohesivo es la plasticidad. [21]

#### **1.1.3.3.2.1 Limos**

El limo contiene materia orgánica con un color característico que se encuentra entre gris y oscuro, material con alta plasticidad con una permeabilidad muy baja lo que no se considera adecuado para obras civiles en el caso de zapatas. No es adecuado para transmitir cargas.[21]

#### **1.1.3.3.2.2 Arcillas**

Las arcillas tienen una composición en sus agregados cuenta de silicatos hidratados por la degradación de aluminio, según su impureza cuenta con distintos otros tipos de elementos. Las arcillas contienen material orgánico, al contacto con el agua es un material con índices altos de plasticidad, según el tipo de clasificación las arcillas deben tener un diámetro menor a 0.005mm según la norma ASTM y AASHTO.[21]

#### **1.1.3.3.2.3 Loess**

El suelo particularmente es transportado por la acción eólica que se sedimenta, es decir que se transporta por la acción del viento tiene un tamaño típico entre 20 a 50 micrómetros. Su origen se encuentra por la degradación del de partículas del suelo, el suelo no tiene estratificación, tiene características de color amarillento. El suelo tiene partículas compuestas por el 50% de limo y el complemento de arcilla, particularmente es un suelo que es de partículas muy finas.[21]

#### **1.1.3.3.2.4 Rellenos**

En un tipo de suelo que es transportado procedentes de demoliciones o de excavaciones, son terrenos que son adecuados para la construcción ya que cuenta con distribuciones granulométricas adecuadas con propiedades que mejoran sus propiedades índice y mecánicas por la mezcla de agregados de distintos tipos. Tiene índice de compresibilidad muy bueno según investigaciones.[21]

### 1.1.3.4 Propiedades índices del suelo

Se relaciona el de peso y volumen con distintas fases del suelo, principalmente (aire, agua y sólido). La nomenclatura para esquematizar las 3 fases que tiene una muestra de suelo es:

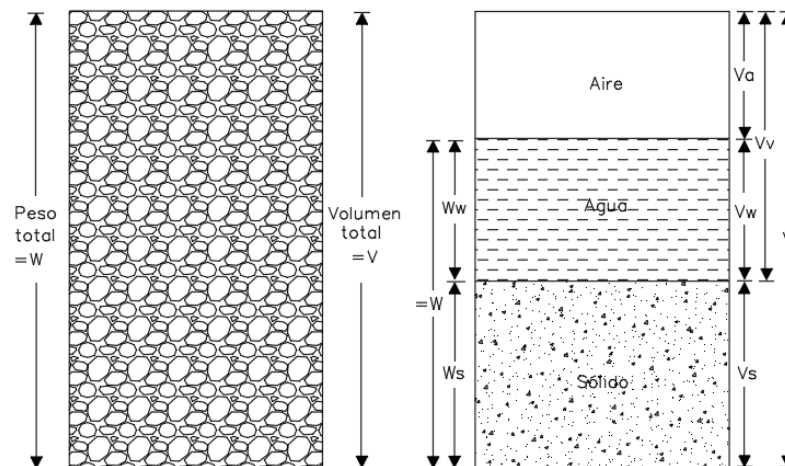
**Tabla 7** :Nomenclatura esquema muestra de suelo (3 fases)

Nomenclatura	
Simbología	Definición
$W_m$	Peso de masa
$W_s$	Peso de sólido
$W_w$	Peso de líquido
$W_a$	Peso del aire
$V_m$	Volumen de masa
$V_s$	Volumen de sólido
$V_w$	Volumen de líquido
$V_a$	Volumen de aire
$V_v$	Volumen de vacíos

*Fuente: ASTM, "Sociedad Americana de Ensayo de Materiales"[20]*

Superficie de suelo que se representa en el cubo unitario, se presenta en la Figura 3.[22]

**Figura 1:** Fases del suelo, representado en el cubo unitario.



*Autor: Jhimy Gómez*

#### 1.1.3.4.1 Contenido de humedad ( $\omega$ , W%)

Relaciona el peso del agua con el peso de los sólidos, el valor es expresado en porcentaje. El contenido de humedad es un indicador directo de la cantidad de lluvia que puede caer en una determinada zona.[23]

**Norma:** AASHTO T-265-2015

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

**Dónde:**

$\omega(\%)$  = Contenido de humedad (porcentaje)

$W_{\omega}$  = Peso de agua.

$W_s$  = Peso de los sólidos.

#### 1.1.3.4.2 Relación de Vacíos ( $e$ )

Es la relación entre el volumen de los vacíos en el suelo y su volumen en la fase sólida. Con esta relación se encuentra el porcentaje de suelo que esta compactado, se aplica la ecuación a continuación. [24]

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

**Dónde:**

$e$  = Relación de vacíos

$V_v$  = Volumen de vacíos.

$V_s$  = Volumen de sólidos.

#### 1.1.3.4.3 Porosidad (n%)

Relación existente entre el volumen de vacíos y el volumen de la masa del suelo. Un valor bajo significa que el suelo tiene gran consolidación. [24]

$$n(\%) = \frac{V_v}{V_t} * 100$$

**Dónde:**

n(%) = Porosidad.

$V_v$  = Volumen de vacíos.

$V_s$  = Volumen total de masa de suelo.

#### 1.1.3.4.4 Grado de saturación de agua (Gw%)

Se relaciona el volumen del agua con el volumen de vacíos. El valor se expresa en forma de porcentaje, indica el porcentaje de agua que tiene el suelo. Un suelo con alta saturación adopta valores cercanos al 100%, mientras que un suelo seco tiene el valor de Gw% de 0%. [25]

$$Gw = \frac{V_\omega}{V_v} * 100$$

**Dónde:**

Gw = Grado saturación del agua.

$V_\omega$  = Volumen de agua.

$V_v$  = Volumen de vacíos.

#### 1.1.3.4.5 Grado de saturación de aire (Ga%)

Relación existente respecto al volumen del aire y el volumen de los vacíos. Un bajo porcentaje en esta propiedad es característica de una alta consolidación en los suelos, por el contrario, si el grado de saturación del aire es alto, el suelo tendrá una baja consolidación. [25]

$$Ga(\%) = \frac{V_a}{V_v} * 100$$

**Dónde:**

Ga(%) = Grado de saturación del aire

$V_a$  = Volumen del aire.

$V_v$  = Volumen de vacíos.

#### 1.1.3.4.6 Peso específico seco ( $\gamma_d$ )

Es la relación que existe entre el peso de una muestra seca de la masa del suelo y el volumen de la masa.[25]

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m}$$

**Dónde:**

$\gamma_d$  = Contenido de humedad (porcentaje)

$W_s$  = Peso suelo seco.

$V_m$  = Volumen de la masa de suelo.



#### 1.1.3.4.7 Gravedad específica ( $G_s$ )

El ensayo de gravedad específica está en función de la norma AASHTO T-100-2015 consiste en medir el desplazamiento que presenta el agua y compararla con el volumen del suelo tomado. El rango de valores de gravedad específica se encuentra dentro de los siguientes parámetros: [26]

**Norma:** AASHTO T-100-2015

**Tabla 8 :** Valor  $G_s$  de los suelos

Tipo de suelo	Gravedad específica ( $G_s$ )
Limo	2.65-2.68
Arcilla inorgánica	2.68-2.72
Arcilla orgánica	2.62-2.66
Arena	2.65-2.68
Grava	2.65-2.68

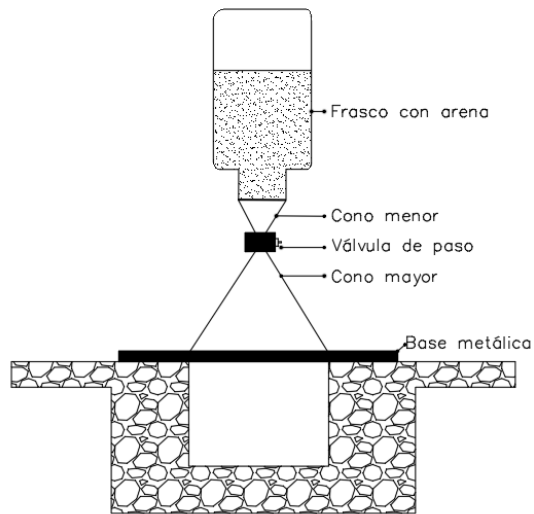
*Fuente:* Bowles J, "Propiedad de los suelos"[26]

#### 1.1.3.4.8 Densidad de campo (cono y arena)

Se emplea el método cono y arena de Ottawa, se excava un cilindro de 10 a 15 cm de altura, el volumen extraído sirve para determinar la densidad seca. Permite determinar la compactación que tiene un terreno y es aplicado para agregados no mayores a 38 mm. Los materiales para la realización del ensayo son normados y cuenta con 4 partes principales las cuales son: cono metálico mayor, cono metálico menor, frasco y base metálica, además cuenta con una válvula la cual permite regular la cantidad de arena que cae del frasco. El equipo no se asienta directamente sobre el suelo, en ese lugar se aplica una base metálica con un diámetro ya establecido sobre el cual se excava con un cincel aproximadamente de 10 a 15 cm.[27]

**Norma:** AASHTO T-191

**Ilustración 3:** Aparato Cono y arena



*Autor: Jhimy Gómez*

#### **1.1.3.4.9 Límites de Atterberg**

Según Atterberg (1900), al relacionar el contenido de humedad de agua y el grado de plasticidad que posee el suelo permite caracterizar los estados de consistencia del suelo con lo cual se establece una identificación rápida del tipo de suelo y la calidad de suelo según la cantidad de agregados finos de la muestra.[23]

Lo importancia de conocer los rangos de limite líquido y plástico radica en su incidencia directa en la capacidad portante y la deformación del suelo que presente a diferentes cantidades de humedad en el suelo, es decir es importante conocer cuando el suelo se comporta de una forma plástica y así anticipar inconvenientes en construcciones El suelo puede ser dividido en 4 estados para su análisis los cuales son:

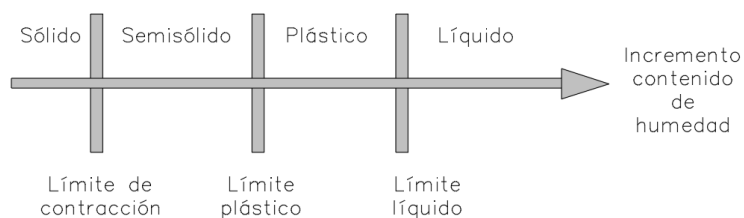
**Sólido:** volumen de suelo no cambia con el secado de la masa de suelo.

**Semisólido:** propiedades parecidas al de un fluido.

**Plástico:** comportamiento plástico.

**Líquido:** propiedades y apariencia de la masa de suelo de una suspensión. [24]

**Ilustración 4:** Límites de Atterberg en función del (%) de humedad



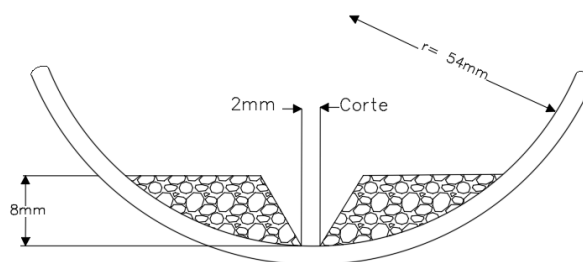
*Autor: Jhimy Gómez*

- **Límite Líquido (LL%)**

El límite líquido es el porcentaje de humedad con el que la masa de suelo puede cambiar su comportamiento físico entre el rango semilíquido y plástico. El método a ser aplicado para la determinación del límite líquido es el propuesto por Arthur Casagrande, quien con su método desarrollado en el año 1932 y con apoyo de una copa de latón y un ranurador se eleva una manivela de se deja caer a la como a una altura de un centímetro. El ensayo consiste en aumentar cierta cantidad de agua en la denominada “Copa de Casagrande” y con la ayuda del ranurador dividir a la mitad la muestra, con cada golpe las partículas se suelo se juntarán en el centro, se tomará una muestra para la determinación del contenido de humedad en cada rango de golpes. [28]

**Norma:** AASHTO T 89

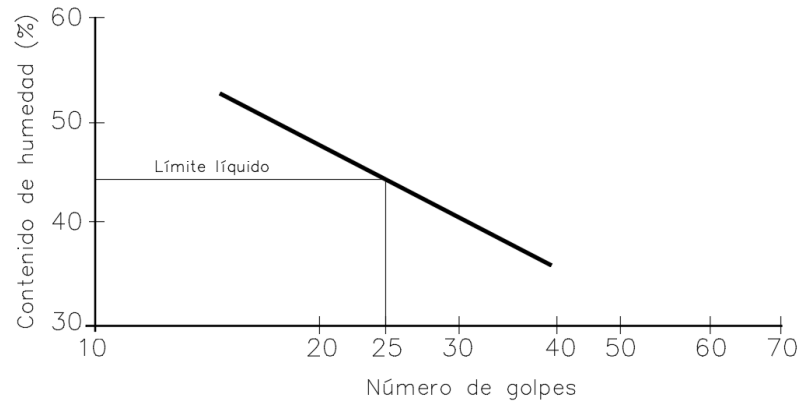
**Ilustración 5:** Copa de Casagrande



*Autor: Jhimy Gómez*

Los datos recolectados en el ensayo se los grafica en un diagrama en el cual intervienen el número de golpes y el contenido de humedad de la muestra, la humedad que se obtiene a los 25 golpes será determinada como el límite líquido de la muestra. [28]

**Ilustración 6:** Límite Líquido (#golpes vs W%)



*Autor: Jhimy Gómez*

- **Límite Plástico (LP%)**

El límite plástico está relacionado con el contenido de humedad por el que la masa de suelo es moldeable, el estado del suelo pasa de ser semisólido a plástico. El ensayo consiste en agregar agua hasta llegar al contenido de humedad que permita moldear rollos de suelo de aproximadamente 5 cm de largo y 3mm de diámetro, el ensayo se lo repite 5 veces para obtener un promedio de humedades en la muestra de la masa de suelo.[24]

- **Índice de Plasticidad (IP)**

El índice de plasticidad es la diferencia que existe entre los valores de límite líquido y límite plástico, la fórmula para su obtención se la muestra a continuación:

$$IP = LL - LP$$

**Dónde:**

IP = Índice plástico.  
LL = Límite líquido.  
LP = Límite plástico.

El estado plástico del suelo es directamente proporcional a la cantidad de arcillas presente en la muestra de suelo que el objeto de estudio. Cuando el valor de IP es igual a cero, se considera que el suelo es no plástico mientras que si el IP es menor a 7 el suelo presenta una baja plasticidad. Si el suelo presenta un IP entre el rango de 7 a 17 el suelo se considera medianamente plástico. El suelo al superar un IP mayor a 17 será considerado como altamente plástico, en las construcciones civiles esto conllevará problemas al momento de la construcción, se debe analizar correctamente el nivel de índice plástico presente para evitar problemas a futuro. [23]

- **Índice de Liquidez (IL)**

El índice de liquidez es un valor que da un indicativo de los esfuerzos que ha sido sometido el suelo en el transcurso de tiempo. Una pre-consolidación del suelo ocurre si el valor de IL es cercano a cero, mientras si el valor es cercano a 1 el suelo es considerado como normalmente consolidado[29].

$$IL = \frac{W_{nat} - LP}{IP}$$

**Dónde:**

IL = Índice de liquidez.  
 $W_{nat}$  = Contenido de humedad natural.  
LP = Límite plástico.  
IP = Índice plástico.

- **Límite de contracción.**

El límite de contracción es el rango de humedad óptima con el que la muestra de suelo tenga una consistencia semisólida. El rango con el que cuentan las partículas de suelo para no cambiar el volumen que ocupa.[23]

#### 1.1.3.4.10 Granulometría

Es importante conocer la distribución granulométrica de las partículas del suelo, para lo cual se han caracterizado tamaño de partículas estandarizadas de suelo para identificar correctamente el diámetro de material que compone el suelo. A continuación, se presenta el tamaño de abertura en los tamices por el cual pasa la masa de suelo.[22]

**Tabla 9:** Tamaño de tamices ASTM

Designación	Tamaño de la abertura
3 pulg	75 mm
2 pulg	50 mm
1 1/2 pulg	37.5 mm
1 pulg	25 mm
3/4 pulg	19 mm
3/8 pulg	9.5 mm
Nº 4	4.75 mm
Nº 8	2.36 mm
Nº 10	2 mm
Nº 16	1.18 mm
Nº 20	850 µm
Nº 30	600 µm
Nº 40	425 µm
Nº 50	300 µm
Nº 60	250 µm
Nº 100	150 µm
Nº 140	106 µm
Nº 200	75 µm

*Fuente:* Peter L Berry, "Mecánica de Suelos"[22]

La información que presenta la cuantificación granulométrica sirve para determinar los siguientes parámetros que son indicativos que el suelo es bien graduado.

a) Tamaño Nominal Máximo (**TNM**)

Partículas que alcanzan el 5% del total de la muestra de suelo.[24]

b) Diámetro Efectivo (**D10**)

Partículas de suelo que representan el 10% de la muestra de suelo. [24]

c) Diámetro equiparable (**D30**)

Partículas de suelo que representan el 30% de la muestra de suelo[24]

d) Diámetro dimensional (**D60**)

Partículas de suelo que representan el 60% de la muestra de suelo[24]

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

Si el coeficiente de uniformidad  $Cu > 3$  los suelos se los considerara como bien graduados, mientras que si el  $Cu < 3$  se considera que el suelo es mal graduado.[24]

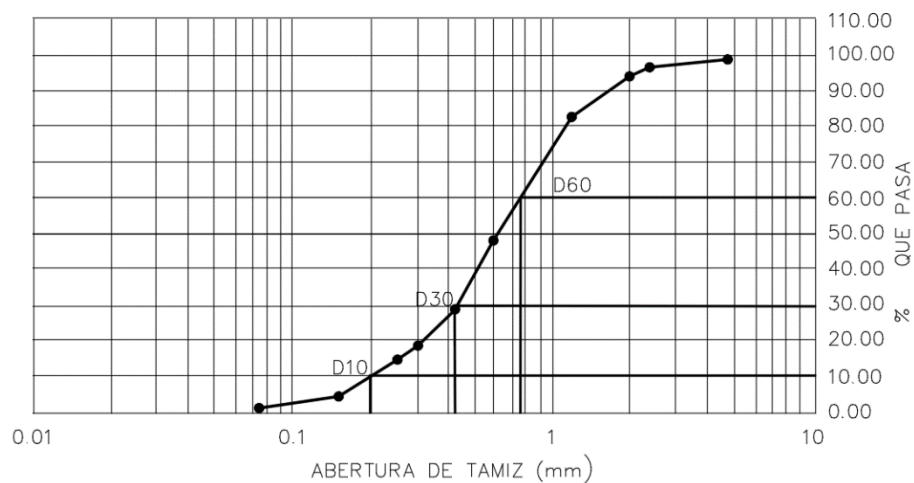
$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

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

Los valores de Cc entre un rango de 1 a 3 se consideran bien graduados, mientras que valores menores a 1 y también mayores a 3 se consideran suelos mal graduados. [24]

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

**Ilustración 7:** Distribución Granulométrica



*Autor: Jhimy Gómez*

### 1.1.3.5 Propiedades mecánicas

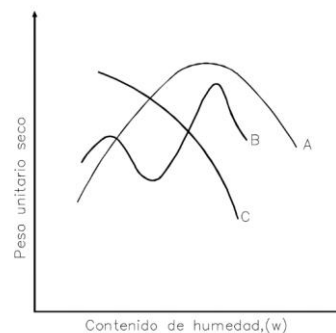
#### 1.1.3.5.1 Compactación del suelo

La compactación del suelo se la considera como el aumento en el peso volumétrico seco, esto ocurre por factores mecánicos, los espacios entre la estructura del suelo se reducen logrando así la reducción de vacíos acomodando así de mejor manera las partículas de suelo y eliminando en gran medida el aire que contiene la masa de suelo además del agua que esté presente en la muestra de suelo. [30]

En la construcción de carreteras la compactación en los suelos es un parámetro importante para la colocación de las distintas capas del paquete estructural del pavimento, esto quiere decir que se pueden mejorar las características de un suelo a medida que se aporte con compactación a la masa de suelo. Las cargas que se apliquen en los suelos deben ser estudiadas para evitar los denominados asentamientos diferenciales en la masa de suelo, que puedan llegar a ser perjudiciales en el paquete estructural. [31]

La distribución granulométrica de los suelos es uno de los factores que influye directamente en la compactación de los suelos, así como la cantidad de material limoso o arcilloso. El contenido de humedad también es uno de los factores predominantes al momento de compactar un suelo, el suelo adquiere una cohesión mejorada a ciertas cantidades de contenido de humedad, lo que facilita en gran medida la compactación[31].

**Ilustración 8:** Ejemplo curvas de compactación.



*Autor: Jhimy Gómez*



### 1.1.3.5.2 Resistencia al esfuerzo cortante

El grado de estabilidad de un suelo se expresa con la fórmula de Columb, las consideraciones para la aplicación de la formula son que en el caso de presencia de arcillas y limos plásticos los valores de  $c \neq 0$  y  $\phi = 0$ , mientras que para los suelos que son granulares o también denominados friccionalistas  $c = 0$  y  $\phi \neq 0$ . La ecuación establece [32]

$$s = c + \sigma_n + \tan\phi$$

**Dónde:**

- $c$  = cohesión.
- $\sigma_n$  = esfuerzo normal.
- $\phi$  = ángulo de fricción interna.

### 1.1.3.5.3 Energía de compactación

La energía de compactación es la energía requerida para compactar una masa de suelo. Las pruebas de campo necesarias para conocer la compactación de un suelo es la prueba Proctor, la cual con la ayuda de un molde normado y un pistón se deja caer sobre el suelo en una determinada cantidad de ocasiones la cual permite compactar el suelo, la ecuación empleada para conocer la energía con la que se compacta una muestra de suelo en un molde con la ayuda de un pistón es:[31]

$$E = \frac{N * n * W * h}{V} = \frac{Kg * cm}{cm^3}$$

**Dónde:**

- $E$  = Energía de compactación.
- $N$  = Número de golpes.
- $n$  = Número de capas en el molde.
- $W$  = Peso del pistón (kg).
- $H$  = Altura caída pistón.
- $V$  = Volumen del molde.

#### 1.1.3.5.4 Prueba Proctor

El ensayo Proctor consiste en la determinación del peso por el volumen de suelo compactado con distintos tipos de contenido de humedad, permite determinar la humedad óptima de la muestra de suelo con la que la masa de suelo llega a su máxima compactación, ensayo de suelo imprescindible en la construcción de carreteras. [23]

Los ensayos Proctor estándar o modificado permiten encontrar el contenido de humedad con el que la muestra de suelo llega a su máxima compactación, los resultados de la prueba se los representa en un gráfico en el que interviene el contenido de humedad en las abscisas y la densidad seca en las ordenadas. El punto máximo de la curva corresponde a la humedad óptima. [31]

- **Prueba de Proctor Estándar**

La prueba Proctor Estándar esta normada por las normas AASHTO T99-01 y ASTM D698. La cual describe el procedimiento con el que se determinara la relación existente entre la densidad del suelo compactado en un determinado molde y el contenido de humedad presente en una masa de suelo estudiada. La energía de compactación en el método establece que el pistón es de 2.5 kg que cae de una altura de 305 mm.[33]

**Tabla 10:** Prueba Proctor Estándar

Proctor Estándar	Método A	Método B	Método C
Diámetro	4"	6"	4"
Volumen	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>
Peso del martillo	24.4 N	24.4 N	24.4 N
Caída del martillo	304.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
Número de golpes	25	56	25
Número de capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación	591.3 (KN-m/m <sup>3</sup> )	591.3 (KN-m/m <sup>3</sup> )	591.3 (KN-m/m <sup>3</sup> )
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz # 3/4"

*Fuente:* Bragas M. Das, "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Bragas M. Das"[31]

- **Prueba de Proctor Modificado**

El ensayo Proctor modificado nace a raíz de la necesidad de cambiar las especificaciones para poder realizar en campo con mayor facilidad, dicho ensayo requiere menor cantidad de contenido de humedad para obtener los datos de humedad óptima y densidad máxima, la energía de compactación es de 2696 KN-m/m<sup>3</sup>. [33]

El peso del martillo para la prueba Proctor modificado incrementa en relación al martillo del Proctor estándar, 44.5 N son los encargados de compactar la masa de suelo a ser estudiada, el número de capas con las que se compacta el suelo es distinto, el incremento de 2 capas es establecido en el método Proctor modificado. Debido al incremento en la caída del martillo y al peso del martillo la energía de compactación de que recibe la masa de suelo es mayor. [34]

El ensayo Proctor modificado es el que se aplica en el presente trabajo experimental, el cual permite establecer el porcentaje de humedad óptima con el que se llega a la compactación del material de suelo. La tabla 11 presenta los distintos tipos de métodos de aplicación para el Proctor modificado, se establecen 4 tipos. [34]

**Tabla 11** Prueba Proctor Modificado.

<b>Proctor M</b>	<b>Método A</b>	<b>Método B</b>	<b>Método C</b>	<b>Método D</b>
Diámetro	4"	6"	4"	4"
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes	25	56	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5	5
Energía de compactación	2696 KN-m/m <sup>3</sup>	2696 KN-m/m <sup>3</sup>	2696 KN-m/m <sup>3</sup>	2696 KN-m/m <sup>3</sup>
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz # ¾"	Tamiz # ¾"

*Fuente: Bragas M. Das, "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Bragas M. Das" [31]*

### 1.1.3.5.5 Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

La prueba es un método propuesto en el año de 1929 en el departamento de carreteras de California que permite cuantificar la resistencia de un suelo expresándola en porcentaje, siendo el 100% el valor de CBR de un suelo que tiene alta resistencia. Para la realización del ensayo se deben tener condiciones controladas de contenido de humedad y densidad, es por ello que es un ensayo de laboratorio.[35]

Para obtener el valor de CBR se relaciona la carga unitaria que requiere para llegar a una penetración de un pistón en la muestra de suelo compactado, el resultado se obtendrá en porcentaje que varía de 0% al 100 %, se aplica la siguiente ecuación: [36]

**Norma:** AASHTO T 193

$$CBR = \frac{\text{Carga Unitaria del Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patrón}} \times 100\%$$

El ensayo de CBR es uno de los más imprescindibles al momento de la construcción de carreteras ya sean de pavimento flexible o rígido. Según el valor de CBR se lo clasificará de acuerdo al uso que tendrá en el paquete estructural de una carretera, como se detalla en la *tabla 12*. [26]

**Tabla 12:** Clasificación suelo según CBR

CBR	Calificación	Uso
0-3%	Muy Pobre	Subrasante
3-7%	Pobre - Regular	Subrasante
7-20%	Regular	Subrasante
20-50%	Bueno	Base – Subbase
>50%	Excelente	Base

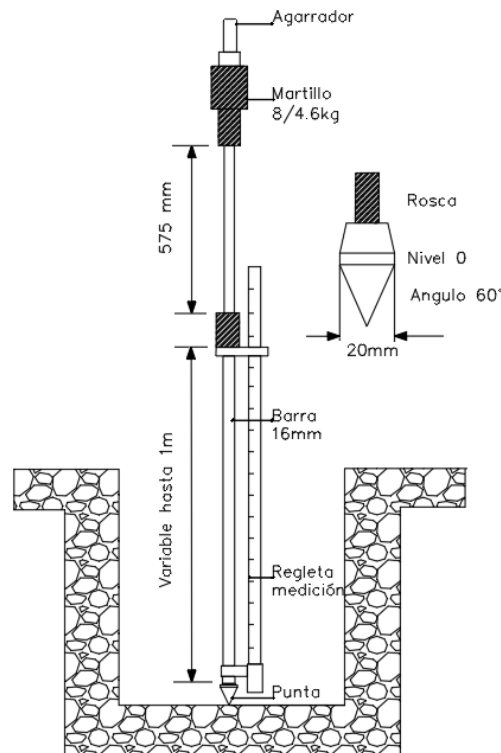
**Fuente:** Manual de laboratorio de Suelos para Ingeniería civil. Bowles J.[26]

### 1.1.3.5.6 Cono Dinámico de Penetración (DCP)

**Norma:** ASTM D 6951-03

En ensayo de cono dinámico de penetración se lo realiza en el sitio de estudio, es un ensayo practico no destructivo que permite conocer la resistencia del suelo en función de la penetración de una punta cónica en el suelo, el resultado se expresa en mm/golpe, los resultados de la prueba se expresan en una gráfica donde las abscisas tendrán los valores del número de golpes y las ordenadas la penetración expresada en milímetros. La resistencia de un suelo es inferior o caracterizada como mala cuando la curva de la gráfica muestre una pendiente vertical, mientras que la variación en la curva indicara un cambio en la capa de suelo en la zona que es objeto de estudio, la prueba se detiene cuando en el mismo punto la punta no penetra más o cuando el equipo logro alcanzar su punto máximo en el cual ya no llega a más profundidad lo que indicara que el suelo es fácil de penetrar y representa que el suelo tiene una baja resistencia. [37]

**Ilustración 9:** Equipo Cono Dinámico de Penetración



*Autor: Jhimy Gómez*

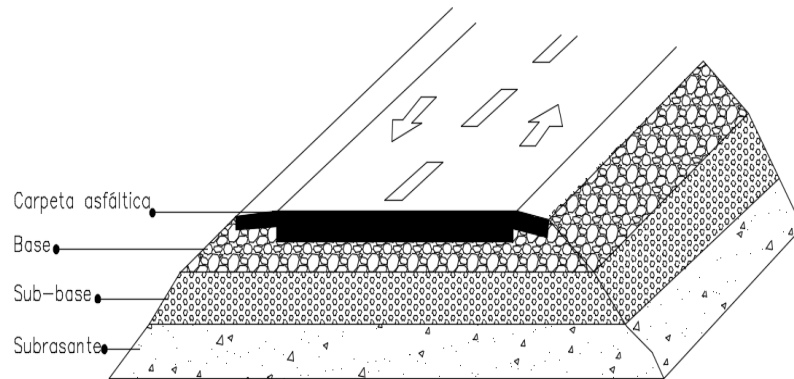
### 1.1.3.6 Diseño de Pavimento

#### 1.1.3.6.1 Pavimento

El pavimento una pieza fundamental en el desarrollo de poblaciones, un eje fundamental de la sociedad es un conjunto de capas que conforman una superficie por la cual pueden transitar peatones y vehículos, es el encargado de absorber las cargas producidas por el tránsito y repartirlo al suelo.[38]

Existen varios tipos de pavimentos, el diseño de pavimento es fundamental y se realiza de acuerdo a la necesidad de las poblaciones que lo requieren, el tránsito de vehículos y el número de personas beneficiarias son factores que influyen en la construcción de carreteras de distinto orden con distinto tipo de pavimento. La vida útil de un pavimento depende de los materiales que son empleados, es imprescindible realizar los ensayos que establece la normativa vigente como es el caso de Nevi-12 y MOP[39].

**Ilustración 10:** Estructura del pavimento



*Autor: Jhimy Gómez*

Como se establece en la MTOP el pavimento es el nombre que se le da a toda estructura firme sobre la cual transitan cargas ya sean vehiculares o peatonales, el diseño correcto del paquete estructural del pavimento permitirá tener una vida útil larga, se establece que las estructuras de pavimento deben tener un mantenimiento cada 5 años a partir de su construcción esto en el caso de pavimentos flexibles y rígidos, es imprescindible tomar las recomendaciones presentes en la normativa vigente del Ecuador para la construcción de vías. [39]

### 1.1.3.6.2 Estructura del pavimento

- **Subrasante**

Es la superficie sobre la cual se coloca el resto de paquete de la estructura del pavimento, es la encargada de soportar las cargas que se transmiten desde el pavimento también es considerada como la cimentación de las carreteras, mientras mejor sea la calidad de la subrasante cada una de las capas superiores serán menores. Por ningún motivo la subrasante tendrá que tener un CBR menor que el 5%, es recomendable aplicar un mejoramiento de suelo para no incrementar los costos de construcción de una vía.[40]

- **Subbase**

Es la capa que presenta material seleccionado y puede ser de origen material de origen cribado o triturado, el coeficiente de desgaste máximo de los agregados será del 50%. Se indica en la normativa Nevi 12 que el material que pasa el tamiz N 40 tiene que tener el índice de plasticidad menor que 6 mientras que el límite líquido será máximo de 25. El factor más importante para la elección del material será el CBR que debe tener un valor igual o mayor que 30%. Las funciones principales de la subbase es la de absorber cargas de tráfico sin sufrir deformaciones con el tiempo, son empleadas como drenaje y evitar la capilaridad del agua en la estructura de pavimento.[41]

- **Base**

Dentro del paquete estructural de un pavimento es la más importante ya que sobre ella se asentará la carpeta asfáltica, es imprescindible la colocación de material de calidad que cumplan con los requerimientos de la fracción que pase el tamiz N.40 debe ser menor que el 25%, con un índice de plasticidad menor del 6% y con un valor de CBR igual o mayor del 80%. El tipo de agregado presente tiene que ser resistente y exento de arcilla o material orgánico.[42]

- **Capa de Rodadura**

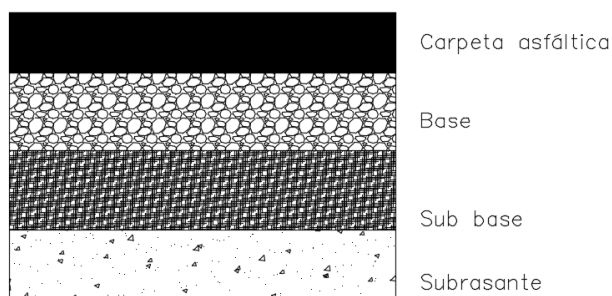
La capa de rodadura del pavimento es sobre el que transitarán vehículos y peatones y está en contacto directo con la intemperie y la acción de agentes climáticos que lo desgastarán constantemente por lo que se debe seleccionar la capa de rodadura de acuerdo con los requerimientos de la zona y de la población beneficiaria. La función principal de la capa de rodadura es brindar resistencia, seguridad, impermeabilidad y textura en la vía.[43]

### 1.1.3.6.3 Tipos de Pavimento

- **Pavimento Flexible**

El pavimento flexible es el que es ampliamente utilizado debido a su relación costo beneficio, el pavimento adopta las deformaciones producidas por el tránsito vehicular esto sin que se produzca tensiones que puedan generar daños en la capa de la estructura. Es un recubrimiento asfáltico. El tipo de diseño que se aplica en el presente trabajo experimental es el método AASHTO 1993, uno de los más empleados para la determinación de espesores de la carpeta asfáltica.[44]

**Ilustración 11:** Estructura Pavimento Flexible



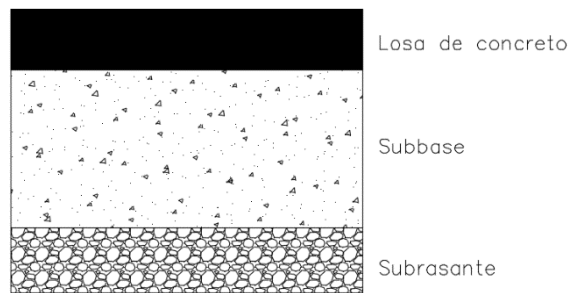
*Autor: Jhimy Gómez*



- **Pavimento Rígido**

El pavimento rígido consta de losas de concreto Portland, se emplea en carreteras con un volumen de tránsito alto, soporta cargas de compresión extremadamente altas, reduce los esfuerzos en el suelo significativamente, uno de los principales problemas por el que no es ampliamente utilizada pese a sus ventajas es su elevado costo de construcción. A diferencia del pavimento flexible el paquete estructural de los pavimentos rígidos se limita de la base granular en vista que por sí sola puede soportar las cargas del tráfico.[45]

**Ilustración 12:** Estructura Pavimento Rígido

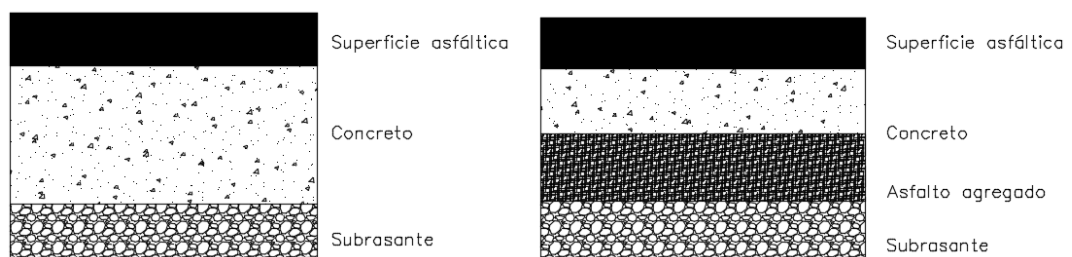


*Autor: Jhimy Gómez*

- **Pavimento Semirrígido**

El pavimento que tiene una gran similitud con el pavimento flexible sin embargo una de las capas generalmente la más próxima a la carpeta asfáltica se la rigidiza con aditivos que mejoren las características mecánicas del suelo. [46]

**Ilustración 13** Estructura Pavimento semirrígido

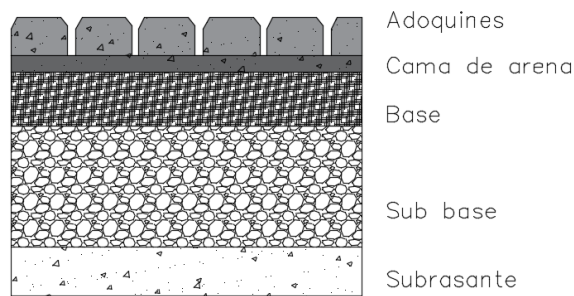


*Autor: Jhimy Gómez*

- **Pavimento Articulado**

El pavimento articulado tiene características de estar compuesto por varios bloques que han sido prefabricados y son especiales para su colocación, en ocasiones son adoquines o piedras.[46]

**Ilustración 14** Estructura pavimento articulado



*Autor: Jhimy Gómez*

#### 1.1.3.6.4 Método de diseño AASHTO93 Pavimento flexible.

El método AASHTO 93 para la determinación de espesores de pavimento flexible es desarrollado en Estados Unidos y es ampliamente usado en la actualidad debido a su practicidad y resultados positivos a lo largo de los años se demostró la confiabilidad que tiene el método en su aplicación. A continuación, se presenta la ecuación que da origen al diseño de pavimento flexible. [47]

$$\text{Log}_{10}(\text{W18}) = \text{Zr} * \text{So} + \text{log}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \frac{\text{log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(\text{SN} + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \text{log}_{10}(\text{Mr}) - 0.87$$

**Dónde:**

**W18:** Ejes equivalentes de 18 Kips.

**Zr:** Desviación estándar nominal.

**So:** Desviación estándar global.

**ΔPSI:** Pérdida de serviciabilidad.

**Mr:** Modulo de resiliencia.

- **Módulo de resiliencia**

El módulo de resiliencia en el método AASHTO 93, corresponde a la capacidad que tiene el suelo de absorber energía sin que se experimente deformaciones permanentes en el tiempo, el módulo de resiliencia se puede estimar de acuerdo al CBR con las siguientes ecuaciones:[48]

- $(CBR \leq 7) = M_R = 1500 * CBR \quad (psi)$
- $(7 < CBR \leq 20) = M_R = 3000 * CBR^{0.65} \quad (psi)$
- $(CBR > 20) = M_R = 4326 * Ln(CBR) + 241 \quad (psi)$

Los valores del módulo de resiliencia son estimados con los valores del CBR.

- **Periodo de diseño**

El periodo de diseño del pavimento corresponde a la vida útil que se espera para la vía y depende de factores económicos como sociales, mientras mayor sea el periodo de diseño el costo de construcción será significativamente mayor, la guía de diseño de pavimentos recomienda los siguientes valores de periodo de diseño en función del tipo de carretera que se presente: [48]

**Tabla 13:** Periodo de diseño en función del tipo de carretera.

<b>Tipo de Carretera</b>	<b>Periodo de Diseño (Años)</b>
Urbana de tránsito elevada	30-50
Interurbana de tránsito elevada	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito	15-25
De baja intensidad de tránsito, pavimentación con grava.	10-20

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos.[18]

- **Transito Equivalente**

Con base en el método AASHTO 93, la carga con la que el pavimento sufre daño es de 8.2 Ton por lo que se establece un porcentaje con el que se calcula de acuerdo al número de carriles que presenta en una dirección de la vía[48].

**Tabla 14:** Porcentaje (W18)

<b>Número de carriles en una dirección</b>	<b>Porcentaje del W<sub>18</sub> en el carril de diseño</b>
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos[18]

- **Índice de Serviciabilidad**

El índice de serviciabilidad denominado como “PSI” corresponde a las condiciones que son necesarias para que el usuario tenga un tránsito sin peligros, dicho índice puede ser reducido por el deterioro del pavimento es decir la calidad de la vía. Los valores recomendables para índice de servicio inicial (po) es 4.2 y el índice de serviciabilidad final (pf) se recomienda 2.5 o 3.0 en vías principales y 2.0 en vías secundarias. Se aplica ( $\Delta PSI = po - pf$ ).[48]

**Tabla 15:** Nivel de serviciabilidad

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

- **Nivel de confianza y Desviación Estándar**

El nivel de confianza según el método AASHTO relaciona el desempeño que pueda presentar el pavimento, es la probabilidad que tiene el pavimento de funcionar exitosamente bajo las condiciones de la intemperie y desgaste de los agentes climáticos, el valor de confianza “R” está en función del tipo de camino y de la zona en la que se construya la vía. [48]

**Tabla 16:** Nivel de confianza

<b>Tipo de Camino</b>	<b>Zonas Urbanas</b>	<b>Zonas Rurales</b>
Autopistas	85-99.9	80-99.9
Carreteras de primer orden	80-95	75-95
Carreteras secundarias	80-95	75-95
Camino vecinales	50-80	50-80

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos[18]

El valor de confiabilidad que se determina se relaciona estadísticamente con un coeficiente de desviación estándar el cual establece la desviación estándar global ( $S_o$ ), dependiendo de la predicción del comportamiento del pavimento sin error al tránsito se recomiendan valores de  $S_o= 0.44$  y  $S_o=0.34$ . Mientras que para comportamientos con errores en la medición del tránsito se recomienda valores de  $S_o=0.49$  y  $S_o=0.39$

**Tabla 17:** Factor de desviación normal

<b>Confiabilidad</b>	<b>Z<sub>R</sub></b>	<b>Confiabilidad</b>	<b>Z<sub>R</sub></b>
50	0	92	-1.405
60	-0.253	94	-1.555
70	-0.524	95	-1.645
75	-0.674	96	-1.751
80	-0.841	97	-1.881
85	-1.037	98	-2.054
90	-1.282	99	-2.327

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos.[18]

- **Capacidad de drenaje**

El factor de drenaje está en función del tipo de clima en el cual se construye el pavimento y en el tiempo que el pavimento logra evacuar correctamente el agua de su superficie, cuando el agua de un pavimento se demora 2 horas en evacuar se lo caracteriza como un drenaje excelente, mientras que si el agua no se drena en un mes se caracteriza como un drenaje malo.[48]

**Tabla 18:** Capacidad de drenaje

<b>Calidad de drenaje</b>	<b>Tiempo que tarda el agua en ser evacuada</b>
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	Agua no drenada

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos.[18]

El valor “m” correspondiente al coeficiente de drenaje según el método AASHTO establece valores según el porcentaje de tiempo que el pavimento está expuesto a la saturación del agua, dichos valores se presentan en la tabla 19. [48]

**Tabla 19:** Valores de coeficiente de drenaje “m”

<b>Capacidad de Drenaje</b>	<b>% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación</b>			
	Menos del 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	Mas del 25 %
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Malo	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 -0.40	0.40

- **Determinación espesor de capa**

El espesor de las capas del paquete estructural del pavimento flexible se relaciona con el número estructural “SN”, se lo determina con la siguiente ecuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

**Dónde:**

**$a_1, a_2, a_3$ :** Coeficientes estructurales de la carpeta asfáltica, base y sub base.

**$D_1D_2D_3$ :** Espesores de la carpeta asfáltica, base y sub base.

**$Zm_2m_3$ :** Coeficientes de drenajes para la capa base y sub base

Los espesores mínimos en pulgadas recomendados para los valores de s D1 y D2 de acuerdo al tránsito de ejes equivalentes acumulados. En la tabla 20 se presenta los valores de espesores recomendados por el método AASHTO 93.[48]

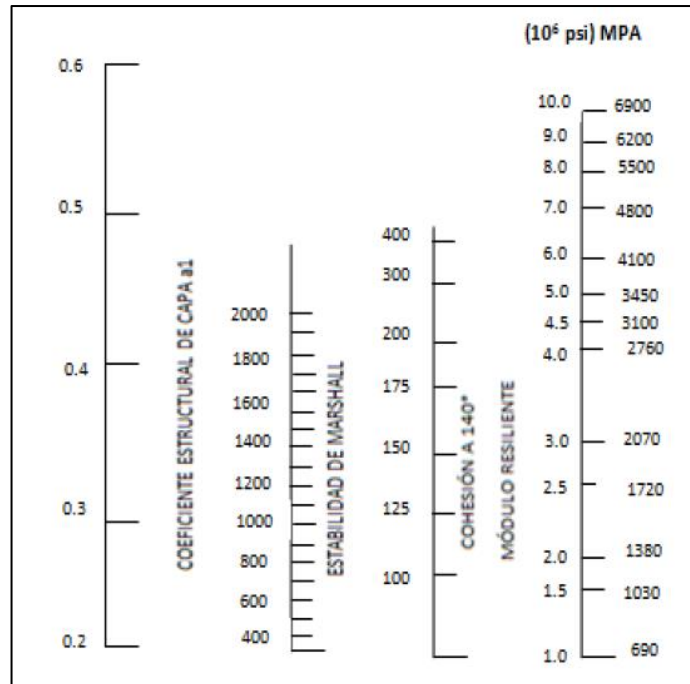
**Tabla 20:** Espesor mínimo en pulgadas

<b>Tránsito en ejes equivalentes</b>	<b>Carpetas de concreto asfáltico (D1)</b>	<b>Bases Granulares (D2)</b>
Menos de 50000	1.0 o T.S.	4.0
50000-150000	2.0	4.0
150001-500000	2.5	4.0
500001-2000000	3.0	6.0
2000001-7000000	3.5	6.0
Mayor de 7000000	4.0	6.0

**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos. [18]

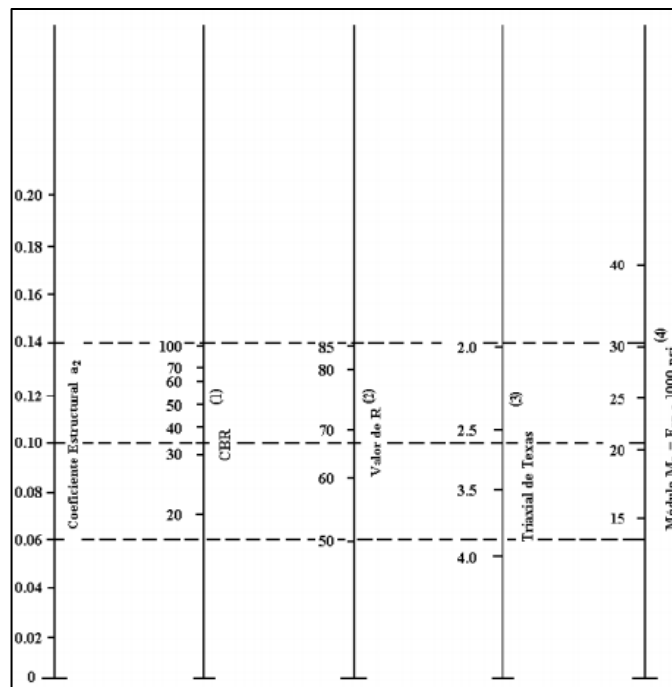
El coeficiente de las capas  $a_1, a_2, a_3$ , son valores que están de acuerdo a los ábacos presentes por el método AASHTO 93 con las correlaciones de laboratorio entre las pruebas de: modulo resiliente, CBR y valor R.

**Ilustración 15:** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_1$ .



**Fuente:** AASHTO, Guía de Diseño de Pavimentos. [18]

**Ilustración 16:** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_2$

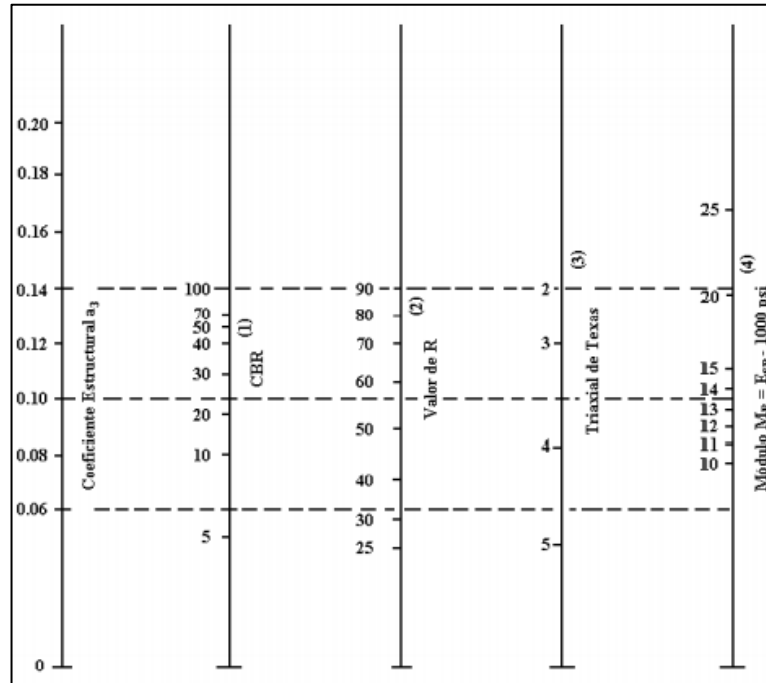


- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP. (3)

**Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento. [18]



**Ilustración 17** Ábaco para el coeficiente estructural  $a_3$



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP. (3)

(5) **Fuente:** AASHTO 1993, Guía para el diseño de la estructura del Pavimento. [18]

### 1.1.3.7 Correlaciones

El análisis de correlación y regresión ocurre cuando se pretende encontrar una relación entre variables, dependiendo del valor de asociación o semejanza entre las variables estudiadas se concluye que una correlación es favorable para el estudio o no, se denomina correlación simple cuando solo intervienen dos variables, mientras que si intervienen más de dos variables se estipula que la correlación es múltiple.

**Tabla 21 :** Funciones matemáticas curvas correlación

Línea de regresión matemática	Ecuación
Lineal o recta	$y = a + bx$
Parabólica de segundo grado	$y = ax^2 + bx + c$
Exponencial	$Y = ae^{bx}$
Potencial	$y = ax^b$

*Autor: Jhimy Gómez*

### 1.1.3.7.1 Correlación lineal

Tipo de correlación más empleada para el análisis de datos en vista que tiene una practicidad para realizar los cálculos matemáticos, la ecuación de una correlación lineal es la ecuación de la recta. [49]

$$y = bx + c$$

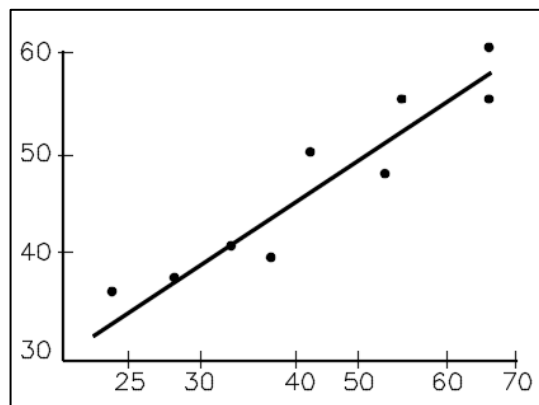
**Dónde:**

**y:** variable dependiente.

**x:** variable independiente.

**b:** pendiente de la recta.

**Ilustración 18:** Correlación lineal



*Autor: Jhimy Gómez*

El coeficiente de correlación “r” determinara el nivel de relación que mantengan las variables en la relación lineal de una muestra, denominado también como coeficiente de Pearson, [49]

$$r = \frac{n (\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{(\sqrt{n} \sum x^2) - (\sum x)^2 \sqrt{n} (\sum y)^2 - (\sum y)^2}$$

**Dónde:**

**r:** coeficiente de correlación lineal.

**n:** número de pares de datos.

$\Sigma$ : Suma de elementos ya sea en x, y.

### 1.1.3.7.2 Método Mínimos Cuadrados

Método empleado para crear una aproximación que ajuste correctamente las variables de estudio, evita la construcción de rectas, parábolas en dichas aproximaciones. El aporte principal es la facilidad para ajustar las variables minimizando en gran medida la suma de cuadrados aplicando la diferencia de los valores que son objeto de estudio, se establece la siguiente ecuación teniendo en cuenta que los valores de " $X_i$ " corresponden a los valores observados, mientras que los valores de " $\hat{Y}_i$ " Son los valores estimados. El valor de " $e$ " corresponde al error que puede caracterizar una estimación, dicho valor debe ser menor al de otros modelos matemáticos. [50]

$$\sum e_i^2 = \sum (X_i - \hat{Y}_i)^2$$

La recta de regresión de mínimos cuadrados de Y sobre X es:

$$Y = a_0 + a_1X$$

De las siguientes ecuaciones se obtiene  $a_0$  y  $a_1$ :

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

### 1.1.3.7.3 Coeficiente de determinación

El coeficiente de determinación de las correlaciones define los rangos en el que las variables estudiadas son semejantes y pueden tomar valores aplicables para un estudio de correlación. Es obtenido aplicando una relación de variación el cual está en el rango de 0 a 1, dicho valor también puede ser expresado en forma de porcentaje, el porcentaje de correlación cuando este con valores de 0 se considerara que el ajuste realizado es pobre por lo que no será candidato para la continuación del estudio, mientras que valores de ajuste cercanos al 100% indican que la correlación entre las variables es adecuada para continuar con el estudio de variables, se considera una relación entre

variables. A continuación, se presenta una tabla en la que establece los valores de coeficiente de determinación  $R^2$  con el cual se clasificara cada uno de los resultados. [50]

**Tabla 22:** Rango de ajuste  $R^2$

<b>Criterio</b>	<b><math>R^2</math></b>
Excelente	$\geq 0.90$
Buena	0.70 - 0.89
Aceptable	0.40 – 0.69
Pobre	0.20 – 0.39
Muy pobre	$\leq 0.19$

**Fuente:** “Investigation of the use of dynamic modulus as an indicator of hot-mix asphalt performance”. [50]

#### 1.1.3.7.4 Correlación Múltiple

La correlación múltiple se aplica cuando se analizan más de dos variables independientes, los coeficientes de correlación indicaran el grado de semejanza de las variables analizadas, para la resolución de los sistemas de ecuaciones generados por las variables que intervienen se aplica métodos matemáticos para facilitar los cálculos como lo es la algebra de ecuaciones, la representación básica de la correlación múltiple se la expresa mediante la siguiente ecuación:[51]

$$\hat{y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots$$

En el estudio de 3 variables, cuando interviene una variable dependiente y 2 variables independientes se lo resuelve con el método de los mínimos cuadrados estableciendo sistemas de ecuaciones que se resuelven mediante la aplicación de algebra y sistemas de ecuaciones, las ecuaciones generadoras del método de mínimo:[52]

$$\sum Z = a_0N + a_1 \sum X + a_2 \sum Y$$

$$\sum XZ = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 + a_2 \sum XY$$

$$\sum YZ = a_0 \sum Y + a_1 \sum XY + a_2 \sum Y^2$$

#### 1.1.4 Hipótesis

Se puede encontrar una correlación entre el CBR, DCP, las propiedades índices y mecánicas en los suelos de la parroquia Angamarca del cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

### 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 la parroquia: Angamarca, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.

#### 1.2.2 Objetivo Específico

- Reforzar el conocimiento de las propiedades índice – mecánicas en los suelos de la parroquia: Angamarca, 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 la parroquia Angamarca, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi.
- Aplicar los resultados de la investigación en el diseño de pavimentos para vías rurales, de la parroquia: Angamarca, 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



#### 2.1 Equipos y Materiales

Para la realización del presente trabajo experimental, se apoyó en las normas que se presentan a continuación, empleando los materiales y equipos los cuales son detallados.

**Tabla 23:** Equipos y Materiales

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
<b>Pozo a Cielo Abierto</b> 	Muestra In Situ	Pala Pico Barra Flexómetro	AASHTO T 87-70
<b>Densidad de Campo (Método del Cono y Arena de Ottawa)</b> 	Muestra In Situ	Clavos Martillo Balanza Placa metálica Chuchara Cinzel Cono Flexómetro	AASHTO T191 2014
<b>Cono Dinámico de Penetración DCP</b> 	Muestra In Situ	Equipo DCP	ASTM D6951-03

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
<p><b>Gravedad Específica de Sólidos</b></p> 	<p>50 g de suelo que pasa el tamiz #4</p>	<p>Tamiz #4 Picnometro Embudo Termometro Recipientes Pipeta</p>	<p>AASHTO T 100 2015</p>
<p><b>Granulometría</b></p> 	<p>Muestra cuarteada</p>	<p>Tamizadora Juego de Tamices Brocha Recipientes</p>	<p>AASHTO T 88 2013</p>
<p><b>Límite Líquido (Copa de Casagrande)</b></p> 	<p>150 g de suelo que pasa tamiz #40</p>	<p>Copa de casa grande Espátula Acanalador Recipientes Mortero de porcelana Pistillo de caucho</p>	<p>AASHTO T 89 2013</p>
<p><b>Límite Plástico</b></p> 	<p>150 g de suelo que pasa tamiz #40</p>	<p>Mortero de porcelana Pistillo de caucho Placa de vidrio</p>	<p>AASHTO T 90 2016</p>

ENSAYO	MATERIALES	EQUIPOS	NORMA
<p><b>Proctor Modificado "B"</b></p> 	<p>18 kg de suelo que pasa el tamiz #4</p>	<p>Martillo de compactación          Molde ø6" con extensión y base.          Palustre Regleta          Acanalador          Calibrador pie de rey          Bandeja metálica</p>	<p>AASHTO T 180          2018</p>
<p><b>California Bearing Ratio (CBR)</b></p> 	<p>18 kg de suelo que pasa el tamiz #4</p>	<p>MULTISPEED34-V1171</p>	<p>AASHTO T 193          2013</p>



## **2.2 Métodos.**

### **2.2.1 Fases de investigación.**

Para la realización del presente trabajo experimental se dividió en cuatro fases de investigación, cada una de ellas relacionada con los objetivos, es por ello que a continuación se detalla el tipo de metodología empleada y como fue aplicada para el cumplimiento de los objetivos planteados.

#### **2.2.1.1 FASE 1: Análisis de campo y laboratorio de las propiedades índice y mecánicas del suelo**

En la Fase 1, correspondiente a la exploración de campo aplicando la metodología de investigación exploratoria, se reconoció el lugar donde se recolectó 12 muestras de suelo representativo correspondiente a la parroquia Angamarca cantón Pillaro, provincia de Cotopaxi. Conocer la zona de investigación permitió establecer el tiempo aproximado de toma de muestras, se estableció un tiempo aproximado de 2 horas por calicata lo que significa que el tiempo estimado para la recolección de muestras de suelo es de 3 días con 8 horas de trabajo diarias. Aplicando la metodología de investigación experimental se procedió con los ensayos in situ y de laboratorio, para la obtención de muestras se realiza un pozo a cielo abierto de 1.5x1.5x1 recolectando aproximadamente 50 kg de muestra de suelo representativo. En dicha excavación se procedió con los ensayos in situ DCP y método Cono-Arena de Ottawa.

A continuación, se detallará los ensayos de campo y laboratorio realizados:

##### **2.2.1.1.1 Ensayos de campo**

- **Pozo a cielo abierto**

Se procedió con la excavación en el suelo retirando la capa vegetal aproximadamente a 15 centímetros de profundidad y se procede con la excavación con dimensiones estipuladas en la Norma AASHTO T 87-70, con la ayuda de picos y palas se recolecta la muestra de suelo la cual se la colocó en saquillos obteniendo así muestras de suelo alteradas.

**Ilustración 19 :** Pozo a cielo abierto - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Ensayo DCP**

Para la realización del ensayo DCP, bajo la norma ASTM D 6951-03. Dentro del pozo a cielo abierto se procedió con el ensayo por 3 ocasiones. El ensayo consiste en dejar caer una masa sobre el suelo con la ayuda de una punta cónica medir los centímetros que penetra el equipo en el suelo.

**Ilustración 20:** Ensayo DCP Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Densidad de Campo (Cono y Arena de Ottawa)**

Para la realización del ensayo Densidad de Campo (Cono y Arena de Ottawa. Dentro del pozo a cielo abierto se procedió con el ensayo el cual consiste en llenar arena de Ottawa en un volumen de suelo excavado con un cincel. El ensayo se lo realiza bajo las indicaciones establecidas en la Norma AASHTO T – 191.

**Ilustración 21** : Ensayo Cono y Arena - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

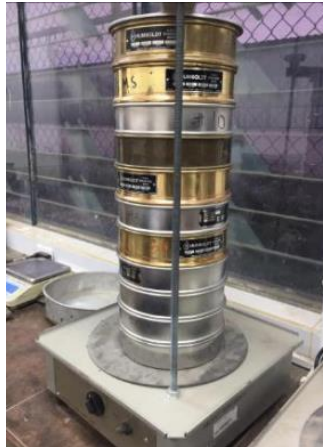
#### **2.2.1.1.2 Ensayos de laboratorio**

Se desarrolla en las inmediaciones del laboratorio de la carrera de Ingeniería Civil, se determina propiedades índice y mecánicas con los ensayos: Granulometría, Contenido de humedad, Gravedad específica, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR.

- **Ensayo Granulometría**

Se coloca mil gramos de muestra de suelo en los moldes de granulometría de mayor a menor, teniendo en cuenta el tamaño de los tamices desde el tamiz #4 hasta el tamiz 200, posteriormente se pesa en una balanza electrónica el suelo retenido en cada tamiz, el ensayo se basa en la norma AASHTO T 88.

**Ilustración 22:** Ensayo Granulometría - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Contenido de Humedad**

Aproximadamente 100 gramos de muestra de suelo alterado se colocan en dos recipientes los cuales se envía al horno por 18 a 24 horas a una temperatura de 105° a 110° C con el objetivo de eliminar el peso del agua. Previamente la masa de suelo es pesada, así como el recipiente en una balanza electrónica. Para finalizar se pesa el suelo seco más el recipiente. Bajo la Normativa ASTM D2216.

**Ilustración 23:** Ensayo Contenido de humedad - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Gravedad específica**

El ensayo de gravedad específica con la metodología de suelos menores al tamiz #4, se procede a pesar 50 gramos de suelo que pasen el tamiz #40. Con la ayuda de un picnómetro se lo llena hasta la marca de aforo y se pesa en la balanza electrónica, a continuación, se vacía el agua hasta  $1/3$  ó  $2/3$  aproximadamente de agua del picnómetro y se coloca la muestra de suelo empleando un embudo, se coloca el agua nuevamente hasta la marca de aforo pesando este nuevo valor y tomando la temperatura del agua. Se extrae el aire del picnómetro empleando la técnica de baño maría, se pesa nuevamente este valor y posteriormente la muestra de suelo se envía al horno por 18 a 24 horas a una temperatura de  $105^{\circ}$  a  $110^{\circ}$  C. Se recomienda seguir los pasos normados por la Norma AASGTO T 100-2015

**Ilustración 24** Gravedad específica - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Límites Líquido**

El límite líquido consiste en pulverizar una muestra de suelo y colocar una cantidad de muestra de agua mezclándola homogéneamente posteriormente colocar esta muestra de suelo en una espátula y untarla desde el centro hacia los extremos de la Copa Casagrande, se separa la muestra de suelo con el acanalador y activar el interruptor para que la muestra de suelo se vaya juntando, se detiene el ensayo cuando la muestra de suelo se une aproximadamente 1.2 cm. Para finalizar se toma dos muestras de suelo con la que se obtendrá la humedad que tiene el suelo para llegar a la cantidad de golpes

en cada rango establecido según la norma AASHTO T 89, como recomendación se tiene que repetir el ensayo 3 veces en el rango estipulado para proceder a tomar las muestras para el contenido de humedad.

**Ilustración 25** Ensayo Limite Liquido - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Limite Plástico**

Al igual que el límite líquido en este proceso se pulveriza la muestra de suelo, se añade una muestra de agua y se mezcla homogéneamente. A continuación, para proceder con el ensayo se verifica que la masa de suelo no se adhiera en la palma de la mano. Se busca hacer un rollo de 3mm diámetro y 5 cm de largo. Si la masa de suelo presenta fisuras el ensayo no servirá por lo que se tendrá que incrementar la cantidad de agua o reducirla hasta lograr los rollos de suelo ya mencionados con las dimensiones estipulados por el ensayo. El ensayo se lo repite para obtener 5 muestras con las cuales se obtendrá el contenido de humedad. El límite plástico sigue el proceso de la guía de la Norma AASHTO T – 90.

**Ilustración 26.** Limite Plástico - Angamarca



*Fuente: Jhimy Gómez*

- **Proctor Modificado**

La muestra de suelo para cada punto de la curva Proctor debe ser de 6000 gr. Para un mayor control del contenido de humedad se recomienda tener la muestra de suelo seca, esto facilita el control de agua de la masa de suelo. Se procede con la mezcla del suelo con el palustre en este paso se incorpora 3% de agua lo que servirá para el primer punto de la curva Proctor. Las medidas del molde Proctor se las mide con el calibrador pie de rey para una mayor exactitud de esta manera se conoce el volumen a ser compactado. Con ayuda de la balanza mecánica se pesa el molde sin el collarín. A continuación, se coloca 5 capas de suelo debidamente repartido y se golpea 56 veces en cada capa, una vez finalizado este proceso se quita el collarín y se enraza la muestra de suelo, se pesa el molde más el suelo compactado y se toma dos muestras de suelo para determinar el contenido de humedad real de la muestra compactada, debido a que en este proceso la muestra de suelo pierde agua. Para finalizar se repite este proceso para los 3 puntos restantes y así completar la curva Proctor con porcentajes de agua recomendados de 6,9 y 12%, como recomendación controlar el nivel de humedad de la muestra sin llegar al nivel de compactar lodo. Normado por AASHTO T-180.

**Ilustración 27 :** Ensayo Proctor - Angamarca

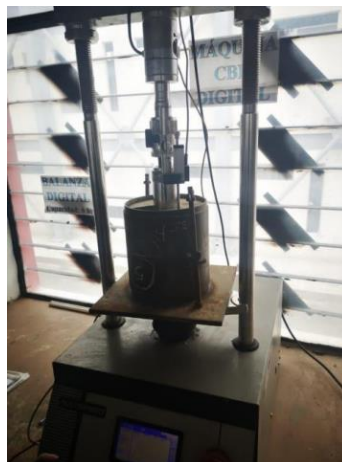


*Fuente: Jhimy Gómez*

- **CBR**

Para la determinación del CBR se emplea la herramienta MULTISPEED34-V1171, los cilindros ensayados corresponden al número de golpes establecido de 11,27 y 56 tal y como se establece en la guía de la Norma AASHTO T-193, el ensayo de CBR del laboratorio es la propiedad más importante a determinar en el presente trabajo experimental porque con él se procede con las correlaciones y la determinación del espesor de las capas del pavimento.

**Ilustración 28:** Ensayo CBR



*Fuente: Jhimy Gómez*



### 2.2.1.2 FASE 2 Ampliación de base de datos referente a correlaciones

Para hallar las correlaciones entre las propiedades del suelo se empleó el método de investigación analítica, con datos de ensayos realizados se correlaciona aplicando métodos de correlación lineal, correlación potencial y correlación exponencial.

- **Correlación lineal múltiple**

Para la aplicación de esta correlación se colocan tres propiedades del suelo y multiplicándolas tal como se indica en la *tabla 24*, se obtiene nuevos valores. El sistema de ecuaciones que resulta se lo puede obtener mediante la aplicación de mínimos cuadrados:

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

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

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

**Tabla 24 :** Correlación lineal múltiple

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

*Autor: Jhimy Gómez*

Empleando el método de matriz inversa se encuentra variables y se genera una ecuación de correlación, de acuerdo a la *tabla 25*.

**Tabla 25:** Sistema de ecuaciones para correlación lineal múltiple

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

*Autor: Jhimy Gómez*

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

El factor de correlación se la calcula con la siguiente expresión:

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

- **Correlación potencial**

Para la aplicación de las correlaciones potencial múltiple se aplica la *tabla 26*, donde se ingresan dos variables dependientes y una variable independiente.

**Tabla 26:** Correlación lineal múltiple

Variable Dep.	Variable Dep	Variable Indp.	Ecuación Múltiple TipoPotencial			$\log(Y) = \log(a) + b_1 * \log(X_1) + b_2 * \log(X_2)$					
$X_1$	$X_2$	Y	$X_1'$ = $\log(X_1)$	$X_2'$ = $\log(X_2)$	$Y'$ = $\log(Y)$	$X_1' * Y'$	$X_2' * Y'$	$X_1' * X_2'$	$X_1'^2$	$X_2'^2$	$Y'^2$
$\Sigma X_1$	$\Sigma X_2$	$\Sigma Y$	$\Sigma X_1'$	$\Sigma X_2'$	$\Sigma Y'$	$\Sigma (X_1' * Y')$	$\Sigma (X_2' * Y')$	$\Sigma (X_1' * X_2')$	$\Sigma (X_1'^2)$	$\Sigma (X_2'^2)$	$\Sigma (Y'^2)$

*Autor: Jhimy Gómez*

El sistema de ecuaciones de igual manera se aplica el método de mínimos cuadrados que se muestra a continuación:

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

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

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

La solución al sistema de ecuaciones se presenta en la *tabla 27*, aplicando el método de matriz inversa de esta manera se encuentra las variables y se genera una ecuación de correlaciones las cuales servirá para encontrar el factor de la correlación y determinar si es una correlación aceptable.

**Tabla 27:** Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple

<b>a</b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>b<sub>2</sub></b>	<b>=</b>
n	$\Sigma X_1'$	$\Sigma X_2'$	$\Sigma Y'$
$\Sigma X_1'$	$\Sigma (X_1'^2)$	$\Sigma (X_1' * X_2')$	$\Sigma (X_1' * Y')$
$\Sigma X_2'$	$\Sigma (X_1' * X_2')$	$\Sigma (X_2'^2)$	$\Sigma (X_2' * Y')$

**Autor:** Jhimy Gómez

El factor de correlación es:

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

- **Correlación exponencial**

La correlación exponencial múltiple aplica variables dependientes y variables independientes las cuales al momento de ingresar valores en la tabla 21, se obtiene un sistema de ecuaciones que se puede resolver para obtener variables que generen correlaciones.

**Tabla 28 :** Sistema de ecuaciones correlación potencial múltiple

Variable Dep.	Variable Dep.	Variable Ind.	Ecuación Múltiple Tipo Exponencial			$\ln(Y) = \ln(a) + b_1 * X_1 + b_2 * X_2$			
$X_1$	$X_2$	Y	$Y' = \text{LOG}(Y)$	$X_1 * Y'$	$X_2 * Y'$	$X_1 * X_2$	$X_1^2$	$X_2^2$	$Y'^2$
$\Sigma X_1$	$\Sigma X_2$	$\Sigma Y$	$\Sigma Y'$	$\Sigma (X_1 * Y')$	$\Sigma (X_2 * Y')$	$\Sigma (X_1 * X_2)$	$\Sigma (X_1^2)$	$\Sigma (X_2^2)$	$\Sigma (Y'^2)$

*Autor: Jhimy Gómez*

El sistema de ecuaciones se resuelve por mínimos cuadrados:

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

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

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

La solución al sistema de ecuaciones se aplica el método de matriz inversa. Presentada en la *tabla 29* que se muestra a continuación.

**Tabla 29:** Sistema de ecuaciones correlación exponencial múltiple

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

*Autor: Jhimy Gómez*

El factor de correlación es:

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

### 2.2.1.3 FASE 3 Diseño de pavimento

Se emplea el método de investigación analítico, una vez obtenidas las correlaciones entre el DCP y el CBR aceptables con coeficientes  $r^2$  mayores al 50%. Se procede a calcular los espesores del paquete estructural del pavimento flexible. Para el diseño del pavimento flexible se aplicó el método AASHTO 1993.

Para la comprobación del cálculo del número estructural se apoyó en el Software libre Ecuación AASHTO 93 el cual permite calcular rápidamente el numero estructural para posteriormente realizar el cálculo manual del espesor del paquete estructural del pavimento flexible.

**Ilustración 29:** Programa ecuación 1993 para pavimento flexible

The image shows a screenshot of a software application titled "Ecuación AASHTO 93". The main window title is "CÁLCULO DE LAS ECUACIONES AASHTO 1993 (2.0)". Below the title, it says "Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2004." The interface is divided into several sections: "Tipo de Pavimento" with radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido"; "Confiability (R) and Standard Deviation (So)" with a dropdown for "Reliability (R)" and a text box for "So"; "Serviciabilidad inicial y final" with text boxes for "PSI inicial" and "PSI final"; "Módulo resiliente de la subrasante" with a text box for "Mr" and the unit "psi"; "Información adicional para pavimentos rígidos" with text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)"; "Tipo de Análisis" with radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18", and a text box for "W18 ="; "Número Estructural" with a text box for "SN ="; and an "Observaciones" text area. At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

*Autor: AASHTO [18]*

### 2.2.1.4 FASE 4 Zonificación de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS y AASHTO

Para la realización de la zonificación de las muestras de suelo extraída se apoya en programas como ArcGIS, el cual permite la creación de mapas en los cuales se coloca información como nombre de la vía analizada y características de suelo encontrado.

## 2.3 Población y muestra

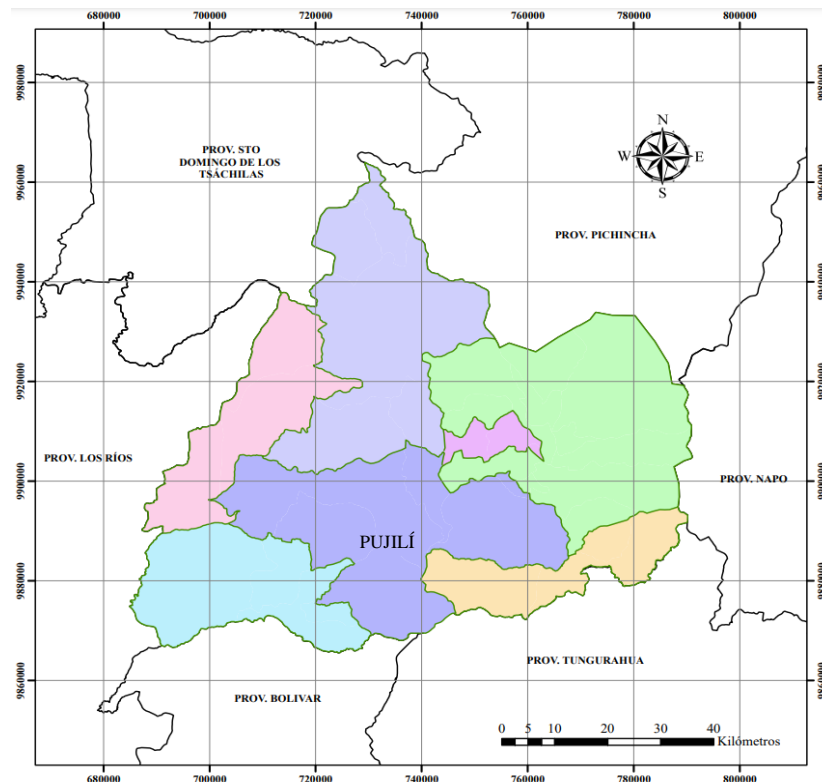
### 2.3.1 Población

El área de estudio del presente trabajo experimental está ubicada en la parroquia Angamarca, perteneciente al cantón Pujilí provincia de Cotopaxi.

La parroquia Angamarca ubicada en la zona 17 sur, al sur occidente de la ciudad de Latacunga, se halla ubicada a una altitud media de 2996 m.s.n.m., cuenta con una población de 6500 habitantes en su mayoría se dedica a la agricultura y ganadería.[53]

Las vías que unen las poblaciones pertenecientes a la parroquia Angamarca y las comunidades aledañas cuenta con 283 Km de vías las cuales en su mayoría son de tercer orden conocidos también como caminos de herradura y chaquiñanes que unen principalmente sectores con poblaciones agrícolas y ganaderas dependientes del estado vial para el transporte de sus productos.[53]

Ilustración 30: Mapa Cotopaxi



Autor: Jhimy Gómez

### 2.3.2 Muestra

Las muestras de suelo representativo para el trabajo experimental son extraídas de 4 vías que conectan con la parroquia Angamarca, elegidas estratégicamente para abarcar una gran porción del territorio de la zona de estudio. Se realizaron 12 calicatas de donde se recolectaron aproximadamente 50 kg de suelo para realizar los ensayos respectivos.

**Tabla 30:** Ubicación de calicatas - Angamarca

<b>UBICACIÓN</b>				
<b>Vía- Parroquia-Cantón</b>	<b>N.º Calicata</b>	<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Longitud vía</b>
Pingua Quindigua/Llanchachi-Angamarca-Pujilí	1	9882429	734127	4.9 km
	2	9882052	734794	
	3	9881614	735210	
Singua/Yallivi-Angamarca-Pujilí	4	9877198	731977	5.1 km
	5	9877934	733072	
	6	9878531	733631	
Teodasin/Angamarca -Angamarca-Pujilí	7	9877233	731027	4.87 km
	8	9876399	731164	
	9	9877155	730830	
Shuyo Grande/Arrayan Pata-Angamarca-Pujilí	10	9875543	731388	4.7 km
	11	9874614	731112	
	12	9874312	730541	

*Autor: Jhimy Gómez*

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de los resultados

A continuación, se presenta los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio y campo, correspondiente a 12 muestras de suelo representativo de la parroquia Angamarca, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. Se dividió en fases de estudio las cuales se presentan ordenadamente para el cumplimiento de los objetivos planteados.

##### 3.1.1 FASE 1: Análisis de campo y laboratorio de las propiedades índice y mecánicas del suelo.

La nomenclatura empleada para la identificación de las propiedades índice y mecánica

Tabla 31: Nomenclatura propiedades índice y mecánicas

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

Autor: Jhimy Gómez



### 3.1.1.1.1 Propiedades índices

Los resultados obtenidos en las propiedades índice mediante los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, gravedad específica, y densidad de campo se muestran en la *tabla 32*, los valores obtenidos se emplearon en la realización de correlaciones lineales y múltiples.

**Tabla 32** : Resultados propiedades índice.

N° PUNTO	UBICACIÓN	POZO	%w Natural	GRANULOMETRÍA						LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE PLÁSTICO (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA	DENSIDAD DE CAMPO			
				% G grava	% S arena	% F fino	Cu	Cc	TNM (mm)					RELACIÓN DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)
1	Pingua Quindigua/Llancha chi-Angamarca- Pujilí	1	14.46%	0.00	87.00	13.00	13.89	0.80	2.00	29.31	27.13	2.18	2.652	0.81	44.82	46.92	53.08
		2	19.60%	0.00	94.00	6.00	3.75	1.35	1.18	25.23	22.79	2.44	2.656	0.78	43.87	51.57	48.43
3		8.79%	0.00	75.00	25.00	6.75	0.75	1.18	24.34	21.76	2.58	2.651	0.78	43.79	40.05	59.95	
2	Singua/Yallivi- Angamarca-Pujilí	4	29.50%	0.00	75.00	25.00	15.00	0.42	2.36	28.30	26.22	2.08	2.651	0.75	42.79	78.37	21.63
5		25.93%	0.00	85.00	15.00	12.00	0.48	4.76	26.77	24.86	1.91	2.659	0.76	43.12	73.80	26.20	
6		10.57%	0.00	91.00	9.00	7.50	1.88	2.00	21.17	19.24	1.93	2.668	0.48	32.28	55.64	44.36	
4	Teodasin/Angamarca - Angamarca- Pujilí	7	20.87%	0.00	94.00	6.00	7.37	0.73	2.36	22.18	20.51	1.67	2.885	0.87	46.40	71.43	28.57
		8	16.56%	0.00	98.00	2.00	3.06	0.63	2.00	30.52	26.91	3.61	2.680	0.87	46.59	62.72	37.28
9		19.71%	0.75	91.25	8.00	4.38	1.29	1.18	22.92	19.79	3.13	2.660	0.84	45.59	61.64	38.36	
5	Shuyo Grande/Arrayan Pata-Angamarca- Pujilí	10	19.90%	0.00	83.00	17.00	2.55	1.87	2.00	23.85	20.79	3.06	2.658	0.73	42.21	70.42	29.58
6		11	20.40%	0.00	97.00	3.00	3.67	1.09	1.18	27.67	24.59	3.08	2.666	0.81	44.89	64.61	35.39
	12	9.36%	0.00	95.00	5.00	3.67	1.09	1.18	26.72	24.14	2.58	2.663	0.67	40.23	34.29	65.71	

*Autor: Jhimy Gómez*

- **Contenido de humedad natural ( $\omega_{nat}$ ,  $W\%_{nat}$ )**

Se analizaron 12 muestras de suelo encontrando un porcentaje de humedad natural in situ en el rango de 8.79% a 25.93%, siendo un indicativo del porcentaje de agua que contiene la masa de suelo en su estado natural, teniendo en cuenta dichos valores se podrá estimar la cantidad de agua necesaria para llegar al contenido de humedad óptimo en el cual la masa de suelo se puede compactar adecuadamente para extender una estructura de pavimento.

Según la investigación Ordoñez Jorge en la ciudad de Tuxla Gutiérrez, México (2015). Propone la necesidad de conocer las propiedades índices del suelo en el caso de la zona de estudio se caracterizó por la presencia de las denominadas arcillas expansivas, el contenido de humedad que pueden almacenar dicha masa de suelo en comparación al presente trabajo experimental es mayor, en vista que en la parroquia Angamarca que es zona de estudio se encontró la presencia principalmente de arenas bien y mal graduadas las mismas que no almacenan porcentajes de humedad altos en comparación a las establecidas en el estudio de Ordoñez Jorge. [2]

- **Granulometría**

De acuerdo a la granulometría se encontró que la masa de suelo estudiada en las 12 muestras presenta características de ser una arena, teniendo porcentajes que van desde el 75% de contenido de arena hasta un 98% según la clasificación SUCS.

Según lo propuesto por Juárez Badillo (1993), en su libro menciona que los coeficientes de curvatura entre el rango de 1 a 3 es para suelos bien graduados, mientras que valores menores a 1 y mayores a 3 como suelos mal graduados, haciendo una comparativa con las muestras de suelo analizadas se encontró que el 50% de las muestras tienen una buena graduación lo que indica valores de resistencia y densidad factibles para obtener un valor de resistencia al corte alto. [2]

- **Limite Líquido**

Los valores de limite líquido obtenido en las 12 muestras de suelo tienen un valor que se encuentra en el rango de 21.17% - 30.52%. Los valores de limite líquido es un indicativo del porcentaje de humedad que necesita una masa de suelo para cambiar de un rango plástico a uno líquido.

- **Limite Plástico**

Los valores de limite plástico de las muestras analizadas se encuentra en el rango de 19.24% - 27.13%. Los valores de limite plástico es un indicativo del porcentaje de humedad que necesita una masa de suelo para cambiar de un rango semisólido a uno plástico.

- **Gravedad específica**

Los valores de limite plástico de las muestras analizadas se encuentra en el rango estipulado para una arena con presencia de limo y arcilla. Dichos valores están en el rango de 2.651-2.885

- **Densidad de campo**

Los resultados en el ensayo de campo arrojaron los siguientes valores los cuales son parte de las propiedades índice que definen las características de las distintas masas de suelo que fueron objeto de estudio

**Tabla 33: Propiedades obtenidas a partir de ensayo densidad de campo.**

DENSIDAD DE CAMPO			
RELACIÓN DE VACÍOS e	POROSIDAD n (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AGUA Gw (%)	GRADO DE SATURACIÓN DEL AIRE Ga (%)
0.81	44.82	46.92	53.08
0.78	43.87	51.57	48.43
0.78	43.79	40.05	59.95
0.75	42.79	78.37	21.63
0.76	43.12	73.80	26.20
0.48	32.28	55.64	44.36
0.87	46.40	71.43	28.57
0.87	46.59	62.72	37.28
0.84	45.59	61.64	38.36
0.73	42.21	70.42	29.58
0.81	44.89	64.61	35.39
0.67	40.23	34.29	65.71

*Autor: Jhimy Gómez*

### 3.1.1.1.2 Propiedades mecánicas

Resumen de las propiedades mecánicas a 12 muestras de suelo obtenidas en la parroquia Angamarca, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi. En la que se puede apreciar que la densidad húmeda

**Tabla 34:** Resumen propiedades mecánicas

UBICACIÓN	POZO	DENSIDAD DE CAMPO		COMPACTACIÓN			CBR %					DCP DN mm/golpe
		DENSIDAD HÚMEDA IN SITU $\gamma_m$ (g/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD SECA IN SITU $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	w% ÓPTIMO	PESO VOLUMÉTRI CO SECO $\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	GRADO DE COMPACTAC IÓN $G_c$ (%)	90 % $\gamma_d$ máx.		95 % $\gamma_d$ máx.			
							0.1 in	0.2 in	0.1 in	0.2 in	MÁXIMO	
Pingua Quindigua/Llancha chi-Angamarca- Pujilí	1	1.673	1.452	17.50	1.770	82.05%	20	22	33	35	35	12.06
	2	1.714	1.448	13.30	1.755	82.52%	10	9	13	12	13	22.80
	3	1.665	1.518	17.10	1.765	85.99%	13.5	13	24	20.5	24	21.13
Singua/Vallivi- Angamarca-Pujilí	4	1.852	1.460	21.00	1.675	87.14%	12.5	13.5	15.5	18.5	18.5	22.25
	5	1.826	1.498	18.00	1.680	89.19%	18	14	24	20	24	14.85
	6	1.974	1.789	11.90	1.700	105.23%	21	16	23	18.2	23	14.33
Teodasin/Angamar ca -Angamarca- Pujilí	7	1.752	1.460	20.50	1.650	88.50%	23.2	22	26	25	26	17.58
	8	1.708	1.478	18.70	1.670	88.53%	12.5	11	13.4	11.5	13.4	26.34
	9	1.723	1.435	18.00	1.592	90.13%	18	19	19.8	20.1	20.1	20.31
Shuyo Grande/Arrayan Pata-Angamarca- Pujilí	10	1.829	1.601	12.70	1.730	92.56%	11.2	12.2	17.4	16.8	17.4	22.55
	11	1.751	1.456	21.00	1.620	89.89%	10	9	13	12	13	39.49
	12	1.722	1.570	15.10	1.817	86.42%	12	11	18.5	17.2	18.5	22.84

*Autor: Jhimy Gómez*

### 3.1.1.2 FASE 2: Ampliación de base de datos referente a correlaciones.

Las correlaciones encontradas en el presente trabajo experimental son las que se encuentran en la tabla 35, en las que se detalla un resumen de correlaciones lineales, exponenciales, logarítmica y polinómicas, se detalla el coeficiente de correlación  $r^2$

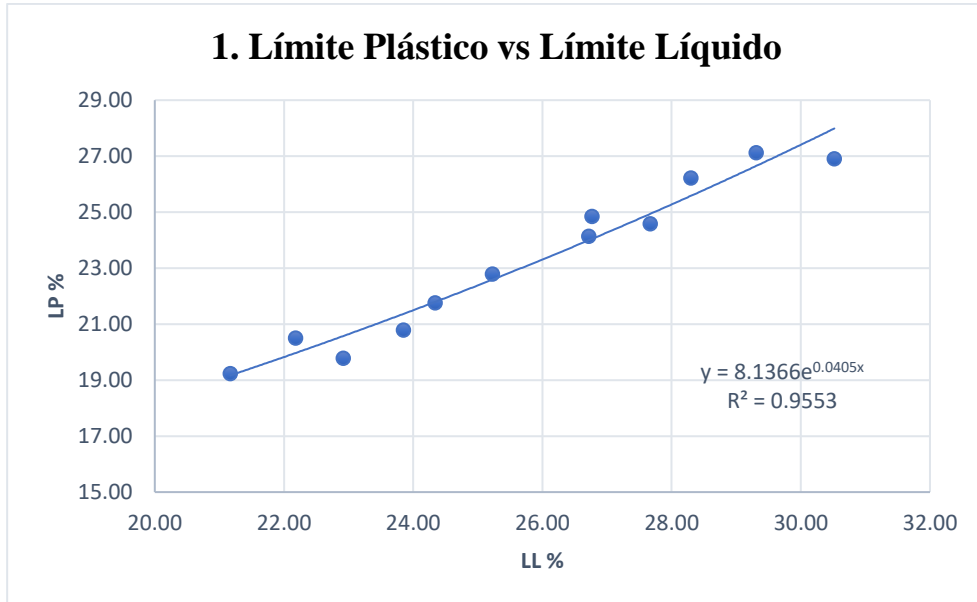
**Tabla 35:** Resumen correlaciones

Nº	Ecuación	Coefficiente de Correlación (R <sup>2</sup> %)	Tipo de Función	Nº Muestras	Figura
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
1	LP= 8,1366 e <sup>0,0405 LL</sup>	95	Exponencial	12	
2	Gw = 31,529 ln (Wnat) +115,49	77	Logarítmica	12	
3	Ga = 302,41 (Want) <sup>2</sup> -302,17 (Want) + 84,065	78	Polinómica	12	
4	LL= -123,49 e <sup>2+170,17e-31,961</sup>	55	Polinómica	10	
5	Yd in situ = 0,0078 (LP) <sup>2</sup> -0,394LP + 6,4587	80	Polinómica	10	
6	Yd in situ = 2,479 e <sup>-0,018LL</sup>	63	Exponencial	10	
7	Yd in situ = -0,0247 n +2,5756	85	Lineal	10	
8	Yd in situ = 16,31 Want <sup>2</sup> -7,6568Wnat+2,3419	56	Polinómica	10	
<b>CORRELACIONES ENTRE PROPIEDADES MECÁNICAS E ÍNDICE</b>					
9	Yd in situ = -0,553 ln (W opt) + 3,1006	82	Logarítmica	10	
10	Yd max = -0,005 Wopt <sup>2</sup> +0,1539Wopt+0,5948	76	Polinómica	10	
11	W opt = 10,752 ln (LL) - 3,6428	61	Logarítmica	10	
12	Yd max= 1,569-0,056LL+0,068 LP	67	Lineal	10	
13	W opt= 30,072 +0,397 LL-1,043 LP	52	Lineal	10	
14	Yd max = 1,554-0,589 Want+0,011 LP	51	Lineal	10	
15	Yd in situ = 2,582-0,368 Yd max -0,026 Wopt	50	Lineal	10	
16	Wopt= 37,258+0,254LL-17,741 PVS	50	Lineal	10	
<b>CORRELACIONES ENTRE DN y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
17	DN= -0,2323 LL <sup>2</sup> +13,411LL -165,77	50	Polinómica	10	
18	DN = 1457,9 Yd max <sup>2</sup> - 5059,3 Yd max +4404,5	54	Polinómica	10	
19	Yd in situ= 1,824 -0,778 WANT-0,007 DN	50	Lineal	10	
20	Yd in situ= 1,999 -0,005DN -0,023 Wopt	53	Lineal	10	
21	DN= 0,85+5,316 IP+0,089 Gw	55	Lineal	10	
<b>CORRELACIONES ENTRE CBR y PROPIEDADES ÍNDICE</b>					
22	CBR= 2778,4 LL <sup>-1,56</sup>	52	Potencial	10	
23	CBR= -0,0752 %Finos <sup>2</sup> +2,25574 %Finos+7,0524	60	Polinómica	10	
24	CBR= 247,18 *DN <sup>-0,84</sup>	77	Potencial	12	
25	CBR = 36,604-1,270 DN+0,563 WOPT	81	Lineal	10	

*Autor: Jhimy Gómez*

### 3.1.1.2.1 Correlaciones analizadas

- **Límite Plástico vs Límite Líquido**



**Ilustración 31:** Correlación LP% vs LL%

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$LP = 8,1366 e^{0,0405 LL}$$

**Coefficiente de correlación**

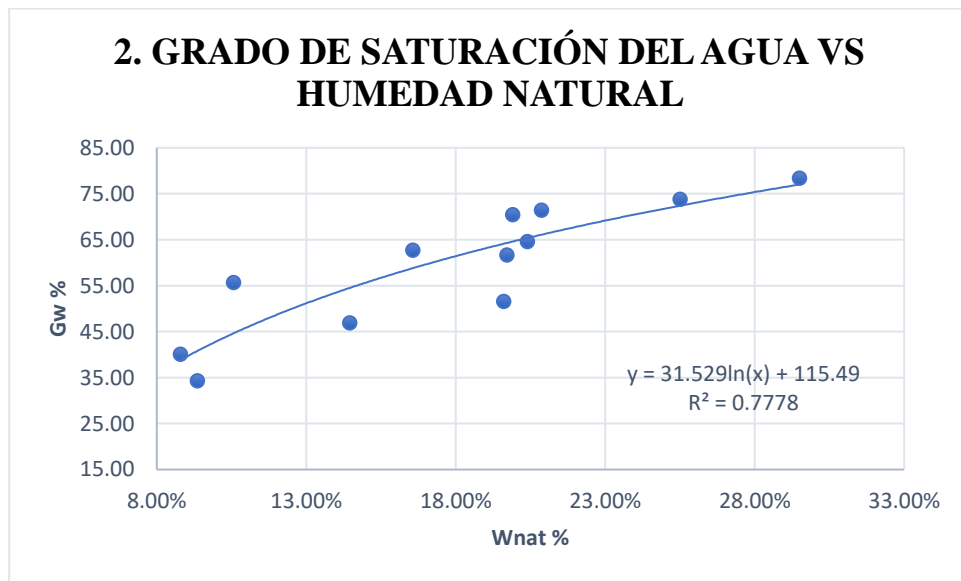
$$R^2 = 95,53 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al Límite Líquido y Límite Plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación de 95,53% mediante el análisis de una función exponencial utilizando las 12 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede notar que la relación entre el límite líquido y límite plástico es directamente proporcional.

Debido a que el límite líquido y límite plástico están en función del porcentaje de contenido de agua con que un suelo cambia su consistencia se puede apreciar que a medida que aumenta el contenido de humedad, el límite plástico también aumentara ya que pasa de un estado líquido a plástico.

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



**Ilustración 32:** Correlación Gw% vs Wnat%

*Autor: Jimmy Gómez*

**Ecuación:**

$$Gw = 31,529 \ln (Wnat) + 115,49$$

**Coefficiente de correlación**

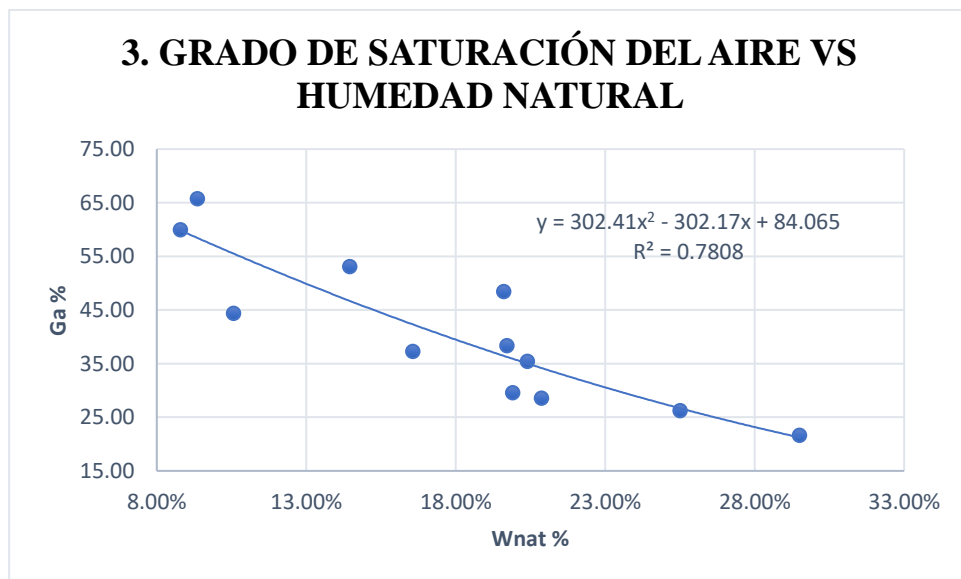
$$R^2 = 77,78 \%$$

### Análisis e interpretación:

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al contenido de humedad del suelo y el grado de saturación del agua, se obtuvo un coeficiente de correlación de 77,78% mediante el análisis de una función logarítmica en la cual se utilizaron las 12 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede notar que la relación entre el contenido de agua y el grado de saturación del agua es directamente proporcional.

Debido a que el grado de saturación del agua tiene una relación directa con el contenido de humedad que tiene una muestra de suelo, se puede traducir como: a mayor contenido de agua, mayor grado de saturación del agua.

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



**Ilustración 33:** Correlación Ga% vs Wnat %

*Autor: Jhimy Gómez*



**Ecuación:**

$$Ga = 302,41 Wnat^2 - 302,17 Wnat + 84,065$$

**Coefficiente de correlación**

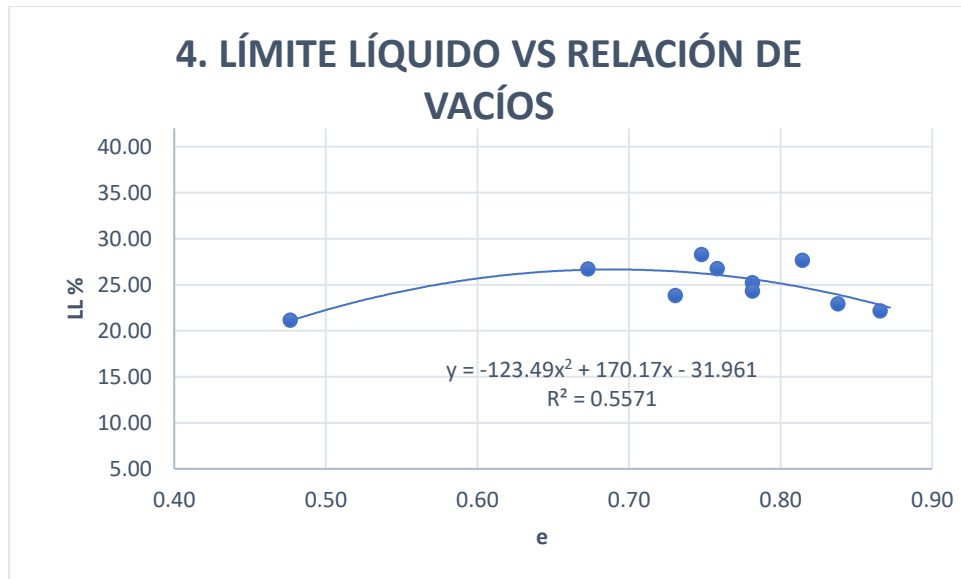
$$R^2 = 78,08 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al contenido de humedad del suelo y el grado de saturación del aire, se obtuvo un coeficiente de correlación de 78,08% mediante el análisis de una función polinómica de grado dos, en la cual se utilizaron las 12 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede notar que la relación entre el contenido de agua y el grado de saturación del agua es inversamente proporcional.

El grado de saturación del aire tiende a disminuir cuando existe una cantidad de humedad alta en la muestra de suelo, esto no significa que el suelo este compacto ya que dichos espacios pueden estar ocupados por agua.

## Límite Líquido vs Relación de vacíos



**Ilustración 34:** Correlación LL% vs e  
*Autor: Jhimy Gómez*

### Ecuación:

$$LL = -123,49 e^2 + 170,17 e - 31,961$$

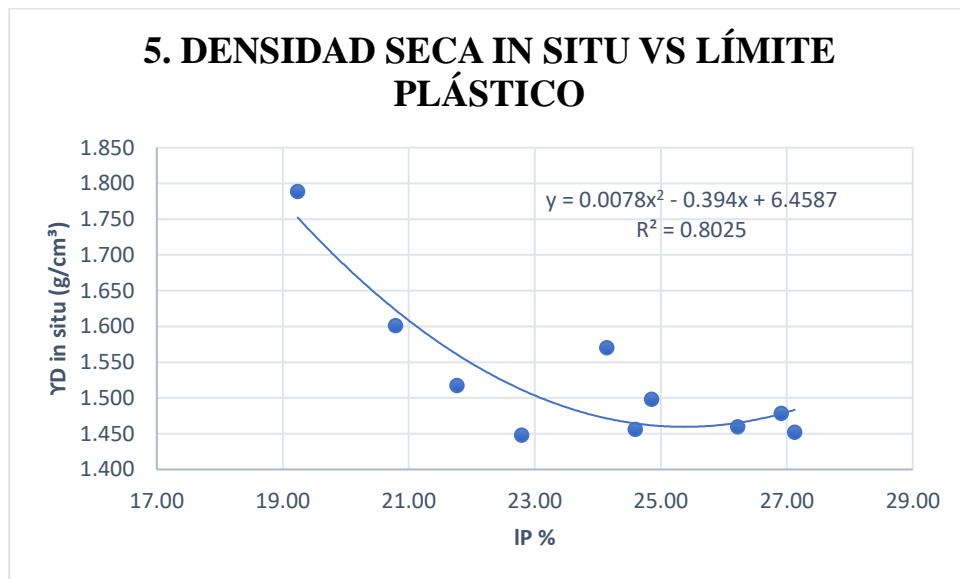
### Coefficiente de correlación

$$R^2 = 55,71 \%$$

### Análisis e interpretación:

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al límite líquido y la relación de vacíos, se obtuvo un coeficiente de correlación de 55,71% mediante el análisis de una función polinómica de grado dos, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el límite líquido y la relación de vacíos es inversamente proporcional. Debido a que el límite líquido aumenta, la relación de vacíos de igual forma incrementara su valor ya que se entiende que los suelos están sueltos.

- **Densidad seca in situ vs Límite Plástico**



**Ilustración 35:** Correlación  $\gamma_d$  in situ vs LP %  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = 0,0078 LP^2 - 0,394 LP + 6,4587$$

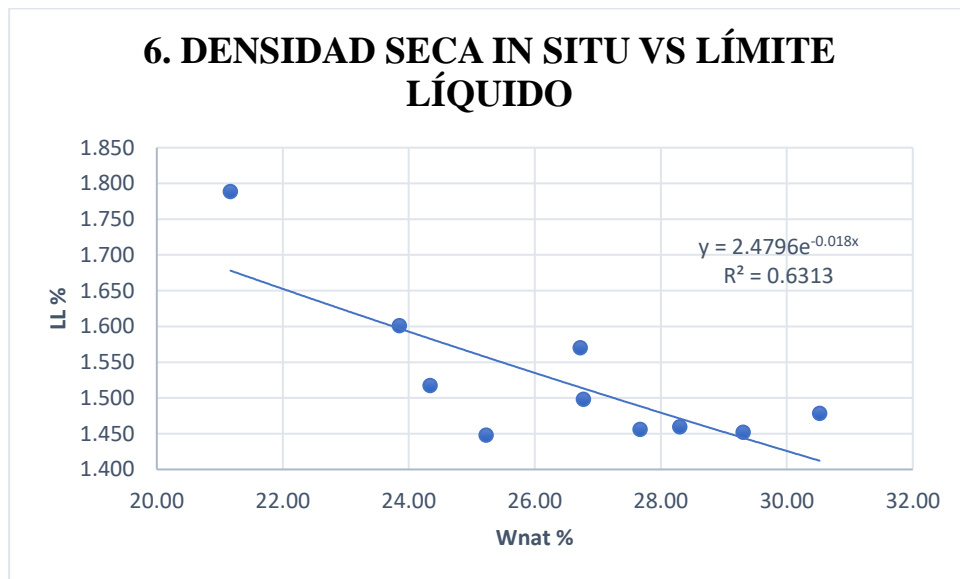
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 80,25 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al límite plástico y la densidad seca in situ, se obtuvo un coeficiente de correlación de 80,25% mediante el análisis de una función polinómica de grado dos, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el límite plástico y la densidad seca in situ es inversamente proporcional. Debido a que el límite plástico está relacionado con el porcentaje de agua que tiene una muestra de suelo, significa que a medida que aumente el porcentaje de agua, la densidad del suelo disminuirá ya que el suelo se vuelve menos denso y pierde su resistencia.

- **Densidad seca in situ vs Límite Líquido**



**Ilustración 36:**Correlación  $\gamma_d$  in situ vs LL %

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = 2,4796 e^{-0,018LL}$$

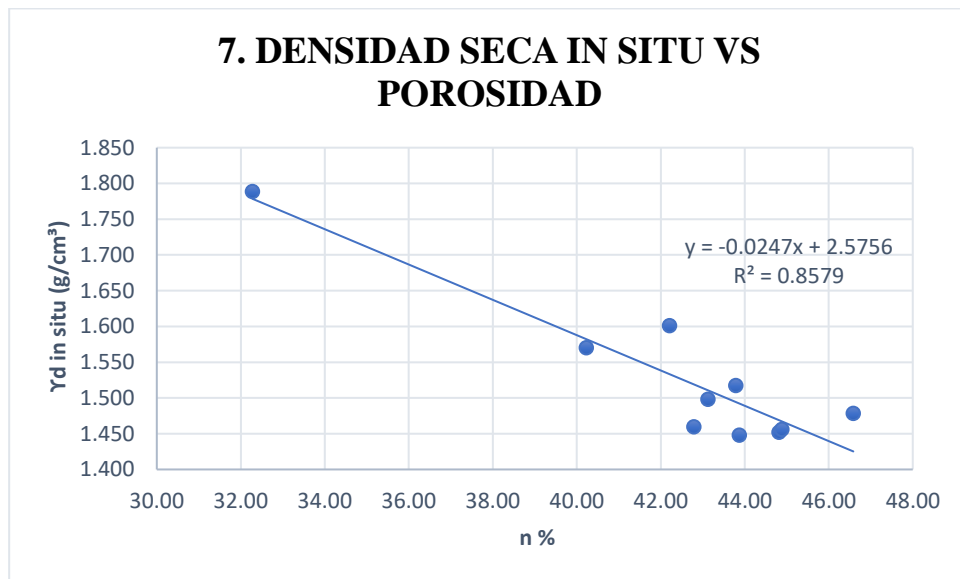
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 63,13 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes al Límite Líquido y la densidad seca in situ, se obtuvo un coeficiente de correlación de 63,13% mediante el análisis de una función exponencial, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el contenido de agua y la densidad seca in situ es inversamente proporcional. Debido a que el límite líquido está relacionado al porcentaje de agua que tiene una muestra de suelo, significa que a medida que aumente el porcentaje de agua, la densidad del suelo disminuirá ya que el suelo se vuelve menos denso y pierde su resistencia.

- **Densidad seca in situ vs Porosidad**



**Ilustración 37:** Correlación Yd in situ vs n %

*Autor: Jhiny Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = -0,0247 n + 2,5756$$

**Coefficiente de correlación**

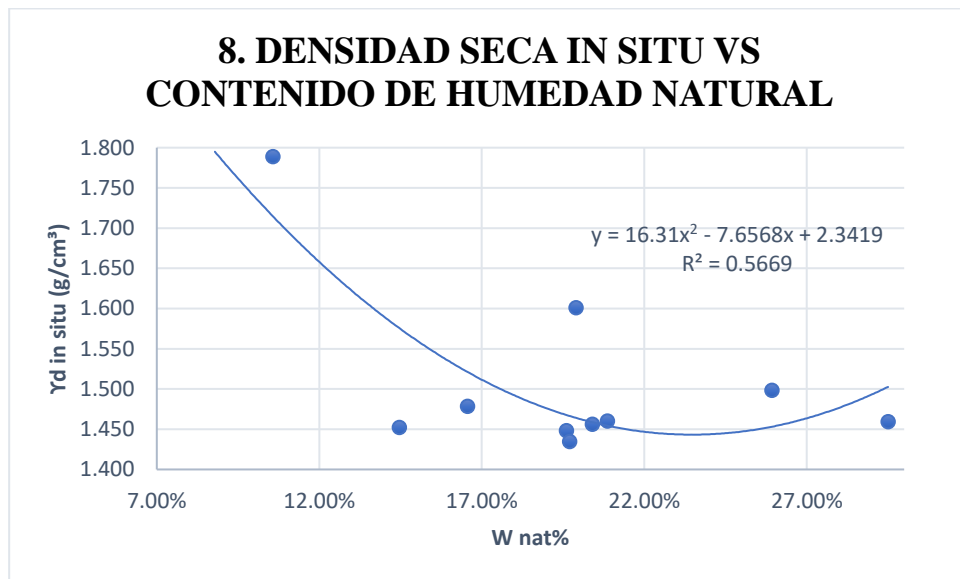
$$R^2 = 85,79 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes a la porosidad y la densidad seca in situ, se obtuvo un coeficiente de correlación de 85,79% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la porosidad y la densidad seca in situ es inversamente proporcional.

Ya que la porosidad corresponde al volumen de la masa de suelo que no está ocupado por partículas sólidas, a medida que aumenta su porosidad, disminuye la densidad de suelo ya que se va perdiendo resistencia.

- **Densidad seca in situ vs Contenido de humedad natural**



**Ilustración 38:** Correlación  $\gamma_d$  in situ vs W nat

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = 16,31 Wnat^2 - 7,6568 Wnat + 2,3419$$

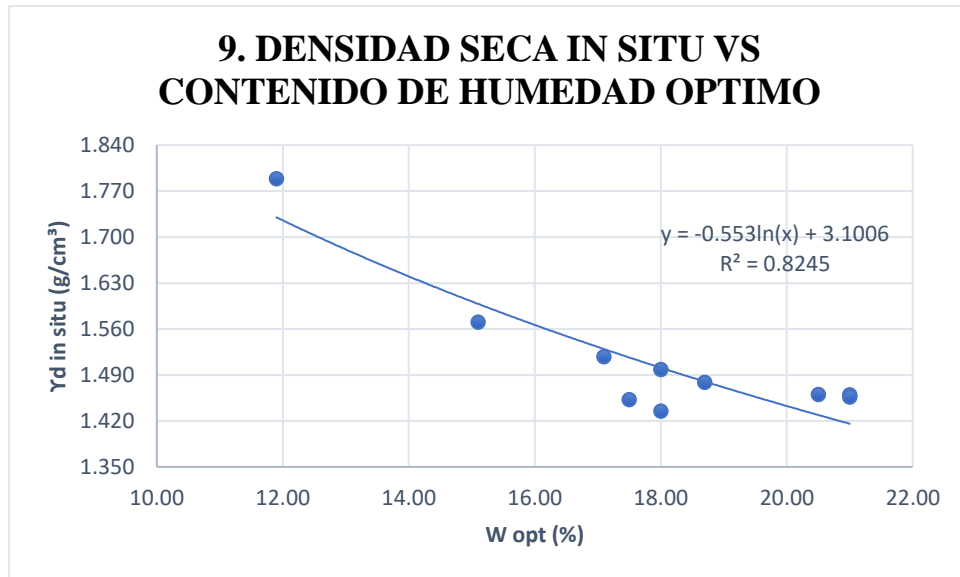
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 56,69 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca in situ con respecto al contenido de humedad natural, se obtuvo un coeficiente de correlación de 56,69% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca in situ y el contenido de humedad natural es inversamente proporcional, es decir, a medida que aumenta el porcentaje de agua, disminuye la densidad del suelo, se vuelve menos denso.

- **Densidad seca in situ vs Contenido de humedad optimo**



**Ilustración 39:**Correlación Yd in situ vs W opt  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$Yd\ in\ situ = -0,553\ ln\ (W\ opt) + 3,1006$$

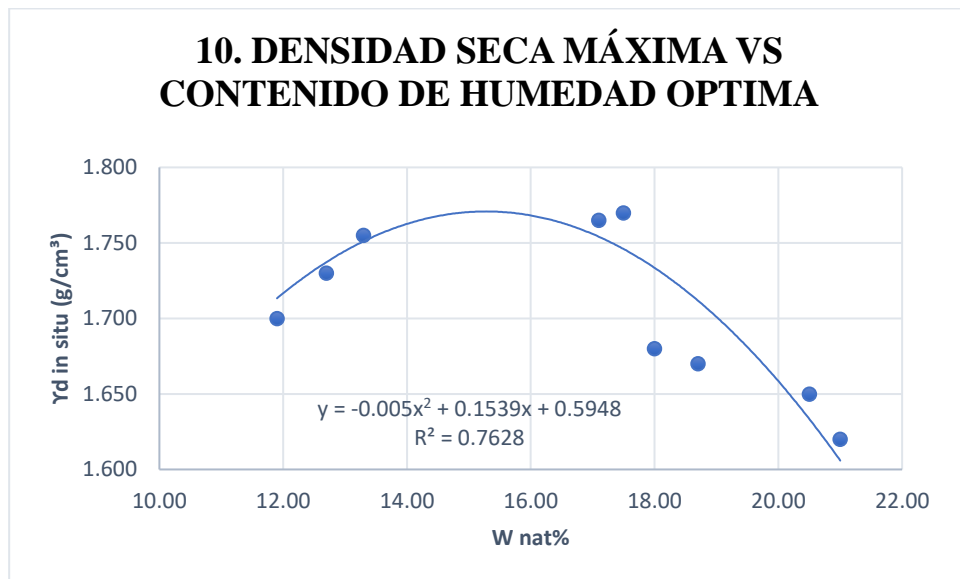
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 82,45\ \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca in situ con respecto al contenido de humedad optimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 80,82% mediante el análisis de una función logarítmica, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca in situ y el contenido de humedad optimo es inversamente proporcional ya que a medida que aumenta el contenido de agua, el suelo se vuelve menos denso.

- **Densidad seca máxima vs Contenido de humedad óptima**



**Ilustración 40:**Correlación Yd in situ vs W opt  
 Autor: Jhimy Gómez

**Ecuación:**

$$Yd\ in\ situ = -0,005\ Wnat^2 + 0,1539\ Wnat + 0,5948$$

**Coefficiente de correlación**

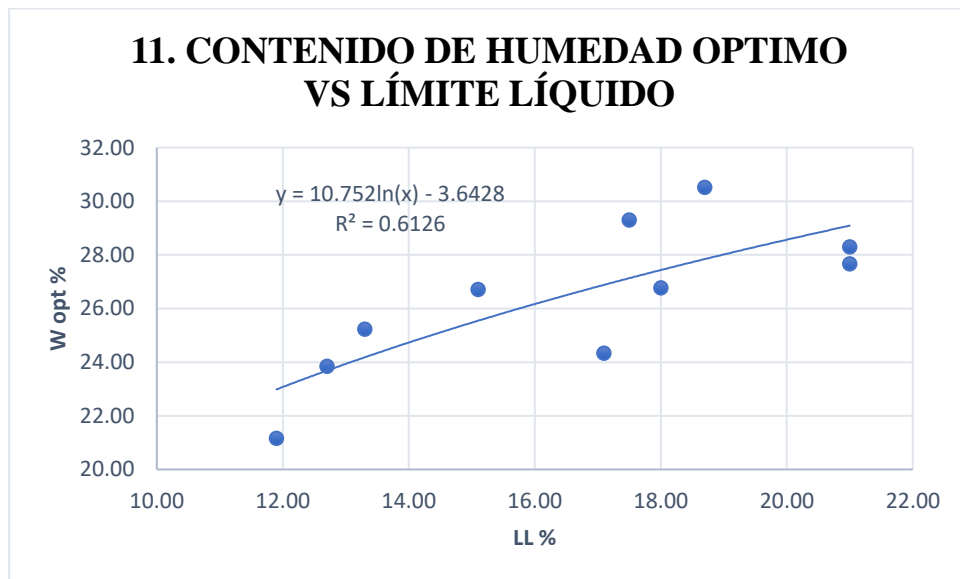
$$R^2 = 76,28\ \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca máxima con respecto al contenido de humedad óptimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 76,28% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca máxima y el contenido de humedad óptimo es directamente proporcional hasta que se alcanza la densidad máxima de 1,770 g/cm³, a partir de ese punto mientras la densidad máxima aumenta, el contenido de humedad disminuye.



- **Contenido de humedad optimo vs Límite Líquido**



**Ilustración 41:** Correlación  $Y_d$  in situ vs  $W_{opt}$   
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$Y_d \text{ in situ} = -0,553 \ln(W_{opt}) + 3,1006$$

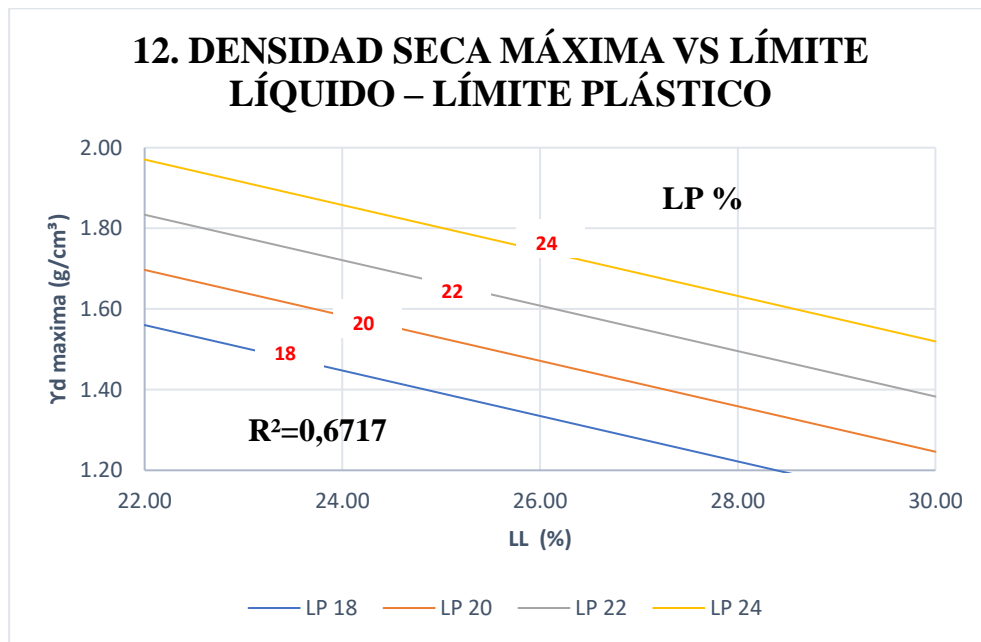
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 61,26 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: límite líquido con respecto al contenido de humedad optimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 61,26% mediante el análisis de una función logarítmica, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el límite líquido y el contenido de humedad optimo es directamente proporcional ya que a medida que existe mayor cantidad de agua en una muestra de suelo, la consistencia del suelo tiende a pasar de sólido a líquido.

- **Densidad seca máxima vs Límite Líquido – Límite Plástico**



**Ilustración 42:** Correlación  $\gamma_d$  seca máxima vs LL % - LP %

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ seca maxima} = 1,569 - 0,056 LL + 0,068 LP$$

**Coefficiente de correlación**

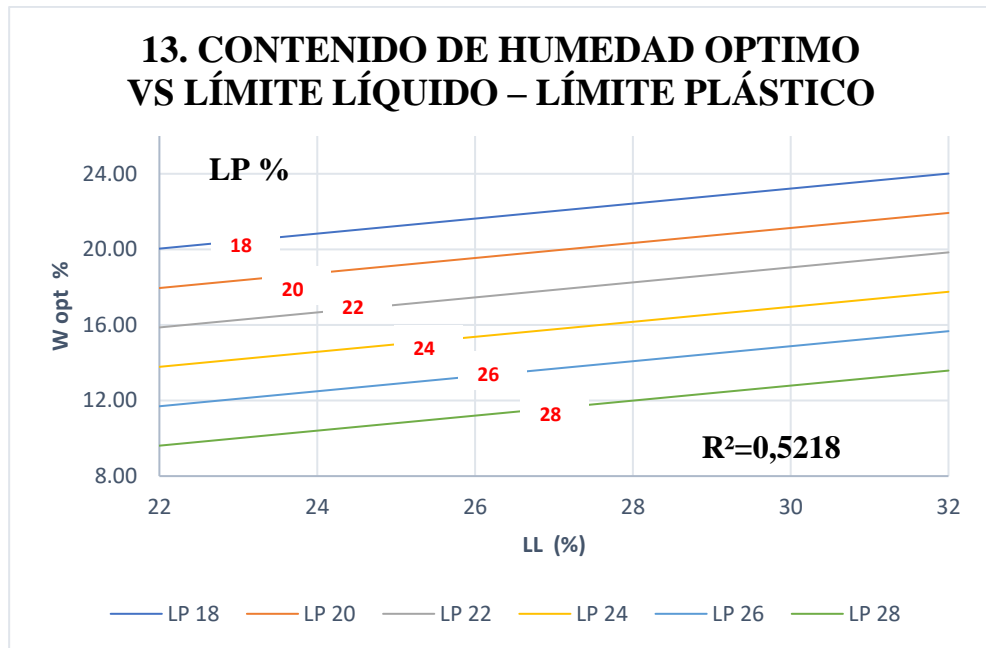
$$R^2 = 67,17 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes a: densidad seca máxima con respecto al límite líquido y límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación de 67,17% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca máxima y el límite líquido es inversamente proporcional, es decir, a medida que aumenta el límite líquido, disminuye la densidad ya que necesita un contenido de humedad óptimo para alcanzar su estado líquido. La densidad seca

máxima y el límite plástico mantienen una relación directamente proporcional, si el uno aumenta, el otro también aumentara su valor.

- **Contenido de humedad optimo vs Límite Líquido – Límite Plástico**



**Ilustración 43:**Correlación W<sub>opt</sub> vs LL - LP  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$W_{opt} = 30,072 + 0,397 LL - 1,043 LP$$

**Coefficiente de correlación**

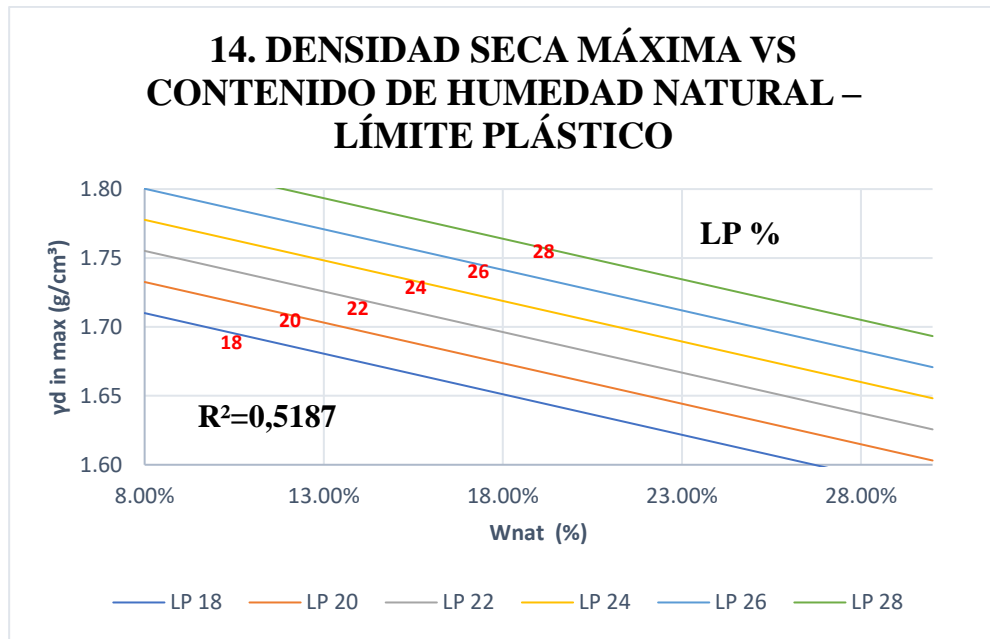
$$R^2 = 52,18 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice correspondientes a: contenido de humedad optima con respecto al límite líquido y al límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación de 52,18% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. De la gráfica se puede deducir que la relación existente entre el contenido de humedad optimo y el límite

líquido es directamente proporcional, mientras que con el límite plástico es inversamente proporcional.

- **Densidad seca máxima vs Contenido de humedad natural – Límite Plástico**



**Ilustración 44:** Correlación  $\gamma_d$  max vs  $W_{nat}$  % – LP%

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \max = 1,554 - 0,589 W_{nat} + 0,011 LP$$

**Coefficiente de correlación**

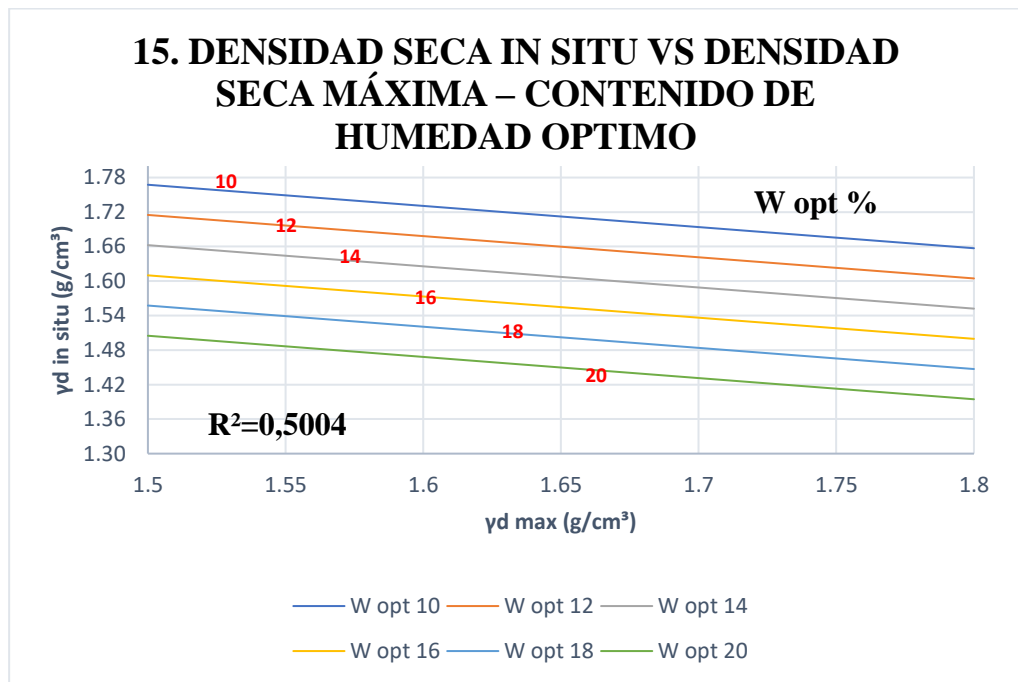
$$R^2 = 51,87 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca máxima con respecto al contenido de humedad natural y límite plástico, se obtuvo un coeficiente de correlación de 51,87% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca máxima y el contenido de

humedad natural es inversamente proporcional ya que el suelo va perdiendo su resistencia a medida que incrementa el grado de agua en una muestra de suelo. Con respecto a la densidad seca máxima y el límite plástico la relación es directamente proporcional.

- **Densidad seca in situ vs Densidad seca máxima – Contenido de humedad optimo**



**Ilustración 45:**Correlación Yd in situ vs Yd max – W opt %

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$Yd\ in\ situ = 2,582 - 0,368\ Yd\ max - 0,026\ W\ opt$$

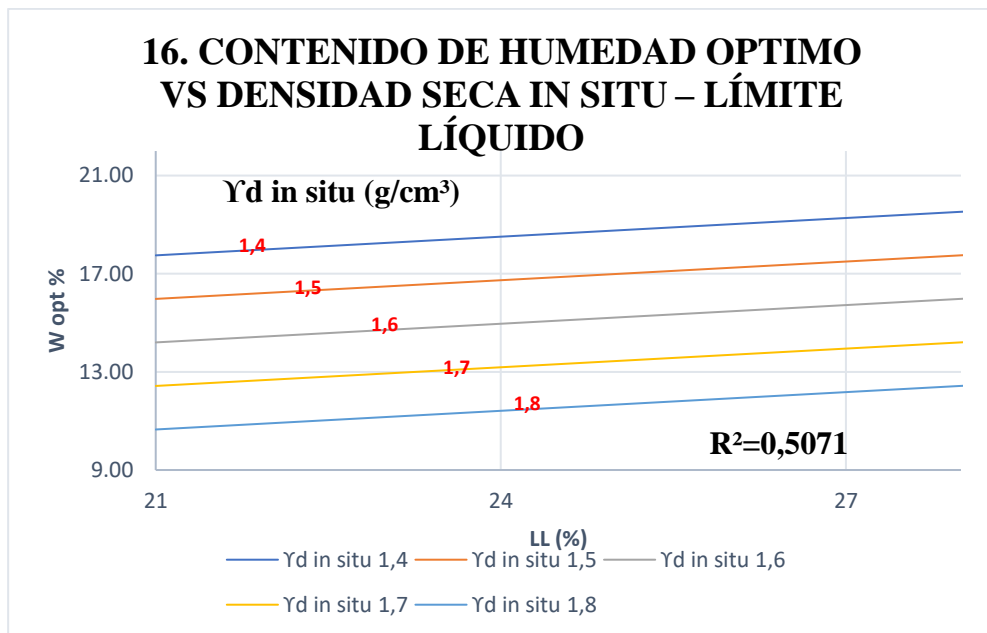
**Coefficiente de correlación**

$$R^2= 50,04\ \%$$

### Análisis e interpretación:

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca in situ con respecto a la densidad seca máxima y al contenido de humedad óptimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 50,04% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca máxima y la densidad seca in situ es inversamente proporcional ya que a medida que disminuye la densidad in situ, aumenta la densidad seca máxima. Con respecto al contenido de humedad óptimo y a la densidad seca in situ la relación es inversamente proporcional, a medida que aumenta el grado de agua de la muestra de suelo, la densidad tiende a bajar ya que va perdiendo resistencia.

- **Contenido de humedad óptimo vs Densidad seca in situ – Límite Líquido**



**Ilustración 46:** Correlación W opt % vs Yd in situ -LL %

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$W_{opt} = 37,258 + 0,254 LL - 17,741 Yd \text{ in situ}$$

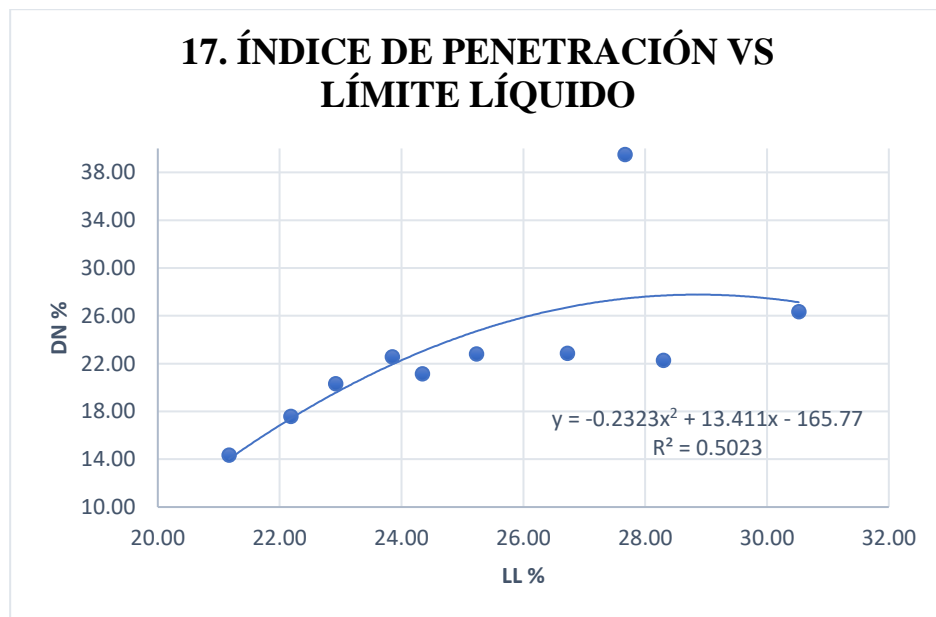
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 50,71 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: contenido de humedad óptimo con respecto a la densidad seca in situ y al límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación de 50,71% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el contenido de humedad óptimo y el límite líquido es directamente proporcional, mientras que con la densidad in situ es inversamente proporcional, a medida que aumenta la humedad óptima, disminuye la densidad.

- **Índice de penetración vs límite líquido**



**Ilustración 47:** Correlación DN % vs LL%

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$DN = -0,2323 LL^2 + 13,411LL - 165,77$$

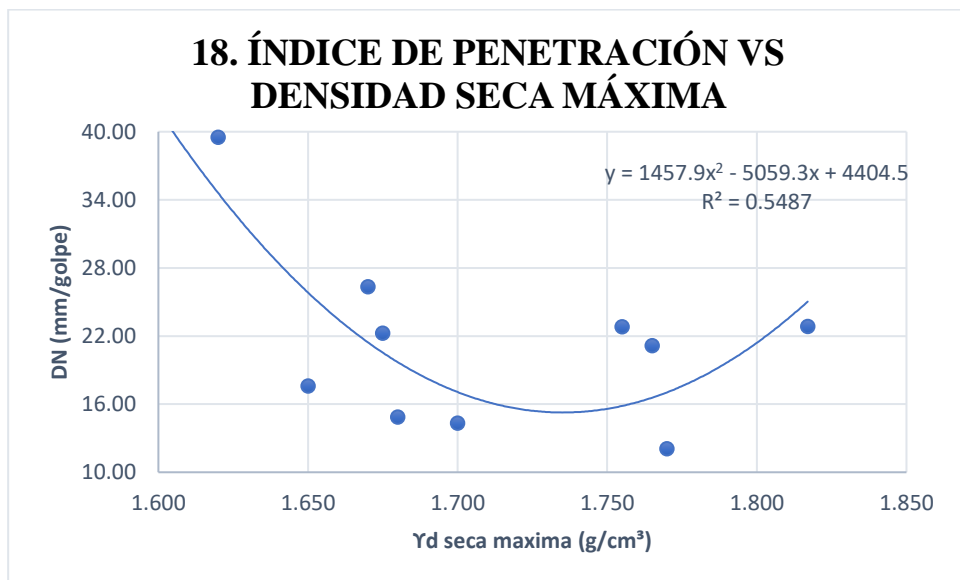
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 50,23\%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: límite líquido con respecto índice de penetración, se obtuvo un coeficiente de correlación de 50,23% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el límite líquido y el índice de penetración es inversamente proporcional ya que a medida que aumenta el contenido de agua del suelo, esta pierde su resistencia y se vuelve menos compacta.

- **Índice de penetración vs Densidad seca máxima**



**Ilustración 48:**Correlación DN vs Yd max

*Autor: Jhimy Gómez*



**Ecuación:**

$$DN = 1457,9 Yd \max^2 - 5059,3 Yd \max + 4404,5$$

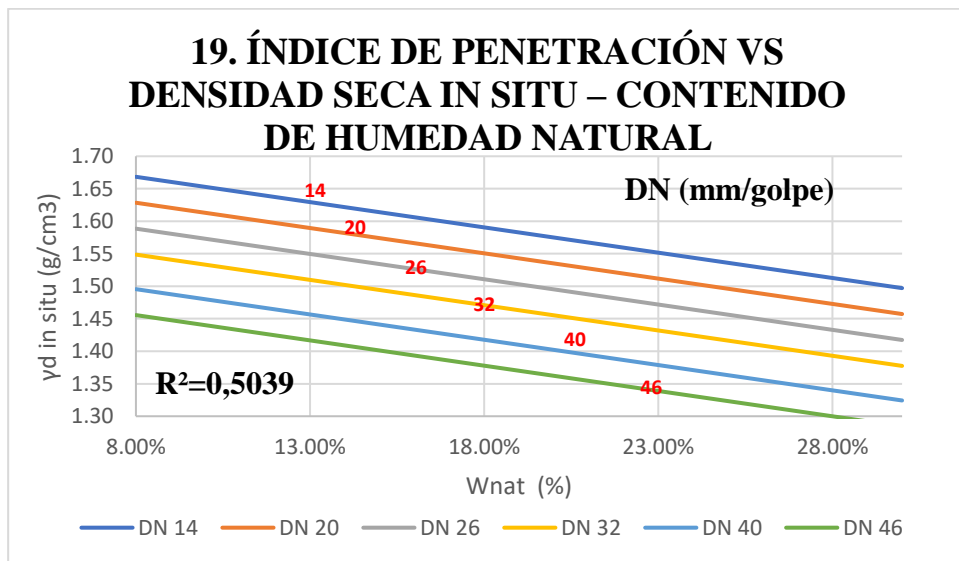
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 54,87 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca máxima con respecto índice de penetración, se obtuvo un coeficiente de correlación de 54,87% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca máxima y el índice de penetración es inversamente proporcional ya que mientras menor sea la resistencia del suelo, el índice de penetración será mayor.

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



**Ilustración 49:** Correlación DN vs Yd in situ- Wnat%

*Autor: Jimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = 1,824 - 0,778 W_{nat} - 0,007 DN$$

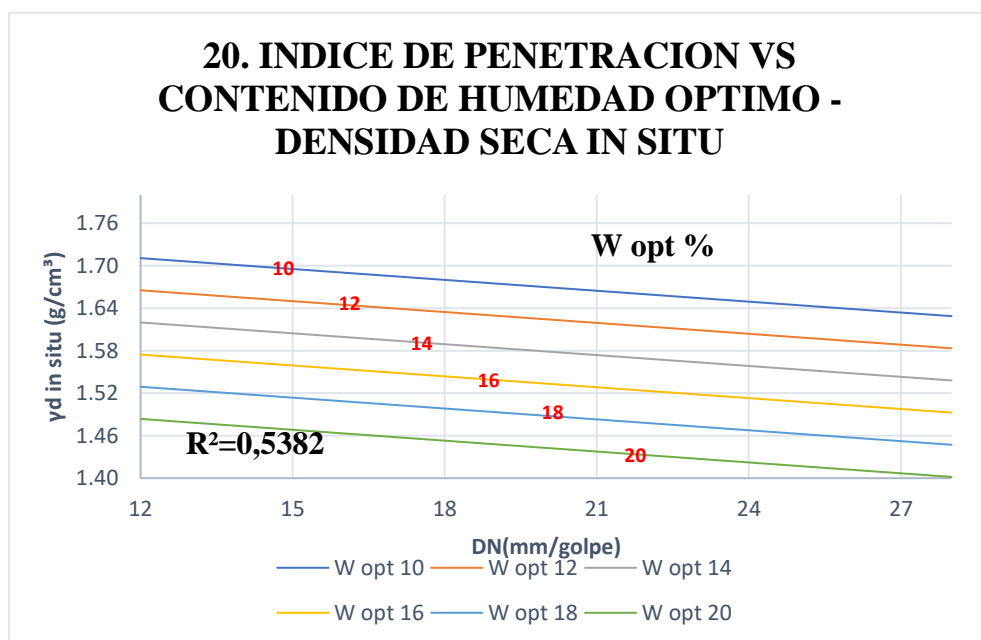
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 50,39 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca in situ con respecto índice de penetración y al contenido de humedad natural, se obtuvo un coeficiente de correlación de 50,39% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca in situ y el índice de penetración es inversamente proporcional ya que mientras menor sea la resistencia del suelo, el índice de penetración será mayor, mientras que la relación existente entre la densidad seca in situ y el contenido de humedad es inversamente proporcional ya que está relacionada con el porcentaje de agua del suelo.

- **Índice de penetración vs Densidad seca in situ – Contenido de humedad óptimo**



**Ilustración 50:**Correlación DN vs  $\gamma_d$  in situ-  $W_{opt}\%$

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$\gamma_d \text{ in situ} = 1,999 - 0,005 DN - 0,023 W_{opt}$$

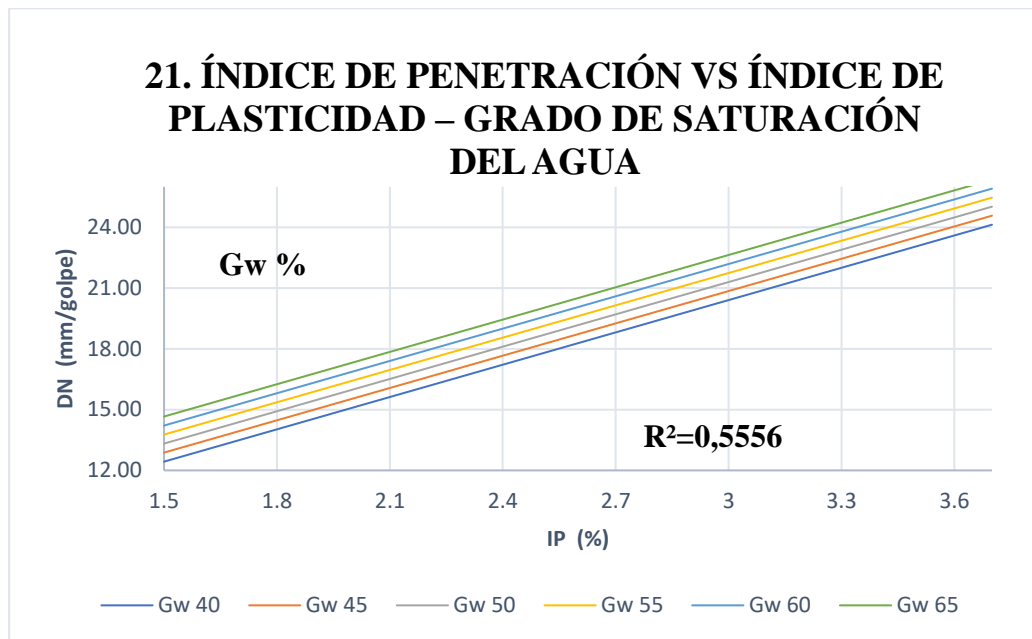
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 53,82 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: densidad seca in situ con respecto índice de penetración y al contenido de humedad óptimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 53,82% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre la densidad seca in situ y el índice de penetración es inversamente proporcional ya que mientras menor sea la resistencia del suelo, el índice de penetración será alto, mientras que la relación existente entre la densidad seca in situ y el contenido de humedad óptimo es inversamente proporcional, el suelo va perdiendo su resistencia bajo la presencia de agua.

- Índice de penetración vs índice de plasticidad – grado de saturación del agua



**Ilustración 51:** Correlación DN vs IP % - Gw %  
 Autor: Jhimy Gómez

**Ecuación:**

$$DN = 0,895 + 5,316 IP + 0,089 Gw$$

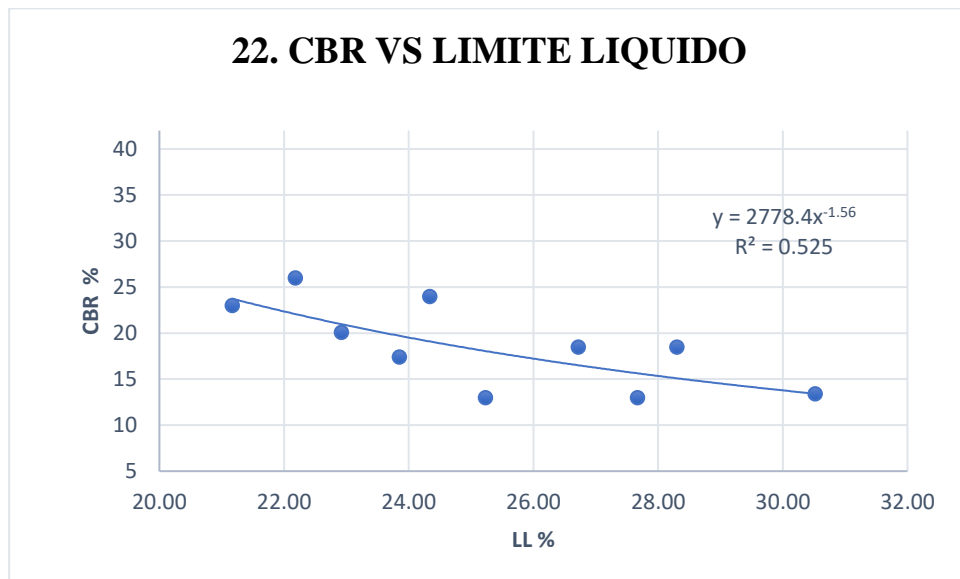
**Coefficiente de correlación**

$$R^2= 55,56 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: índice de penetración con respecto al índice de plasticidad y grado de saturación del agua, se obtuvo un coeficiente de correlación de 55,56% mediante el análisis de una función lineal, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el índice de penetración y el índice de plasticidad es directamente proporcional, es decir, mientras aumenta el índice de penetración, el índice de plasticidad y el grado de saturación del agua también aumentara.

- **CBR vs Límite Líquido**



**Ilustración 52:** Correlación CBR vs LL %  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$CBR = 2778,4 LL^{-1,56}$$

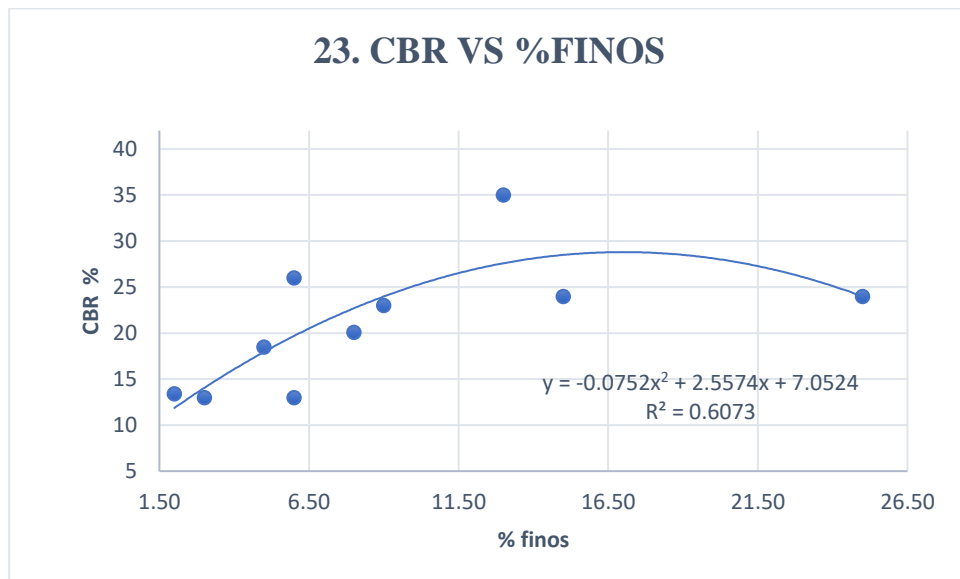
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 52,50 \%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: CBR con respecto al límite líquido, se obtuvo un coeficiente de correlación de 52,50% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el CBR y el límite líquido es inversamente proporcional, esto se traduce como, a menor límite líquido, mayor CBR ya que esta correlación depende netamente del contenido de gruesos y finos.

- **CBR vs % Finos**



**Ilustración 53:** Correlación CBR vs %Finos  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$CBR = -0,0752 \%Finos^2 + 2,5574 \%Finos + 7,0524$$

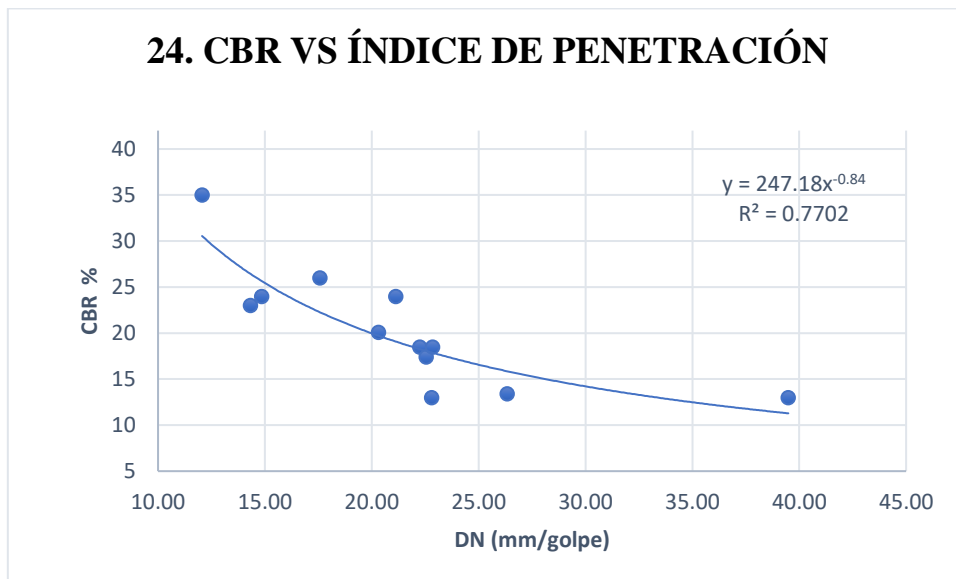
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 60,73\%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: CBR con respecto porcentaje de finos, se obtuvo un coeficiente de correlación de 60,73% mediante el análisis de una función polinómica de grado 2, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el CBR y el porcentaje de finos es inversamente proporcional, es decir, al disminuir el CBR, aumenta la cantidad de finos, este comportamiento se puede dar por el contenido de grava que contiene el suelo ya que el contenido de finos no discrimina si el suelo tiene alta o baja plasticidad.

- **CBR vs Índice de penetración**



**Ilustración 54:** Correlación CBR vs DN  
*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$CBR = 247,18 DN^{-0,84}$$

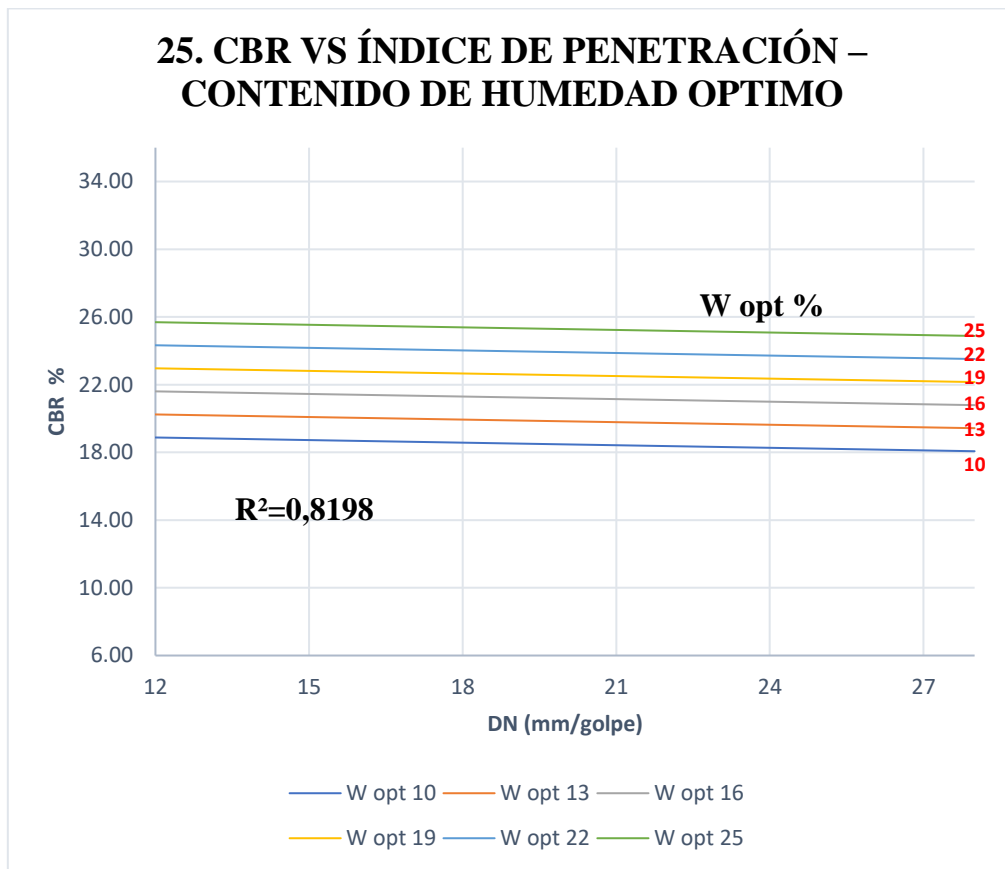
**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 77,02\%$$

**Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: CBR con respecto al índice de penetración, se obtuvo un coeficiente de correlación de 77,02% mediante el análisis de una función potencial, en la cual se utilizaron las 12 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el CBR y el índice de penetración es inversamente proporcional. A medida que aumenta el valor de CBR, el índice de penetración disminuirá ya que el suelo va perdiendo resistencia.

- CBR vs Índice de penetración – Contenido de humedad óptimo



**Ilustración 55:** Correlación CBR vs DN - W opt %

*Autor: Jhimy Gómez*

**Ecuación:**

$$CBR = 36,604 - 1,270 DN + 0,563 W opt$$

**Coefficiente de correlación**

$$R^2 = 81,98\%$$



### **Análisis e interpretación:**

Se realizó la correlación entre las propiedades índice y mecánicas correspondientes a: CBR con respecto al índice de penetración y al contenido de humedad óptimo, se obtuvo un coeficiente de correlación de 81,98% mediante el análisis de una función logarítmica, en la cual se utilizaron las 10 muestras representativas de suelo. En la gráfica se puede apreciar que la relación entre el CBR y el índice de penetración es inversamente proporcional, debido a que mientras el índice de penetración sea mayor, la resistencia del suelo será menor. Por otro lado, la relación entre el CBR y el contenido de humedad óptimo es directamente proporcional.

#### **3.1.1.2.2 Comparación de resultados.**

Los resultados de la correlación entre CBR y DN se muestran en una comparativa con distintos autores los cuales proponen ecuaciones que se muestran en la tabla 36.

**Tabla 36** :Ecuación de CBR según varios autores

<b>Autor</b>	<b>Correlación</b>
Kleyn y Van Heerden	$428.5*(DN^{-1.28})$
TRL Overseas Road Note	$302*(DN^{-1.057})$
USA Cuerpo Ingenieros	$292*(DN^{-1.12})$
MTOP Colombia	$567*(DN^{-1.14})$
F. Portila	$425.21*(DN^{-1.017})$
TRRL 1986	$208*(DN^{-0.86})$
Mercedes Troya /Cunchibamba	$269.27*(DN^{-0.892})$

*Autor: Jhimy Gómez*

La ecuación planteada por Kleyn y Van Heerden en su estudio comparativo entre las correlaciones existentes entre el DCP y CBR en comparación a la ecuación generada presente en la ilustración 54, presenta un error del 53.6 %.[54]

La ecuación que plantea TRL realizando un contraste con la ecuación generada en el presente trabajo experimental presenta un error del 36.4%. Esto puede suceder por ser distintas zonas de estudio, el lugar incide directamente en los resultados obtenidos.[55]

La norma para el diseño de vías en Colombia con su ecuación que correlaciona el CBR y el DCP, se realizó en suelos costeros por lo que influyó directamente en los resultados al momento de compararla con la ecuación presente en la ilustración 54, el error generado al comparar las ecuaciones es del 57.1%. [56]

Los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental muestran que el menor porcentaje de error existe entre ensayos que se realizaron con muestras de suelo aledañas a la zona de estudio, artículos científicos como el de Favio Portilla demostraron un error del 5% en la obtención del CBR, cabe destacar que las muestras de suelo de dicho artículo corresponden a las extraídas en la zona norte en la sierra ecuatoriana, lo que corresponde con la zona de estudio, a medida que se analizan los valores de CBR vs DCP se encontró que existe un mayor error en ecuaciones que fueron planteadas por países extranjeros como los de Estados Unidos.[57]

Sin embargo, se logró identificar que la ecuación TRRL de 1986 con su ecuación  $208 \cdot (DN - 0.86)$ , con muestra de suelo realizadas en Gran Bretaña se logró determinar un error del 20% siendo valores aceptables para el cálculo de una correlación, sin embargo, a comparación de los valores establecidos para CBR de zonas aledañas el error disminuye considerablemente encajándolos entre un 4% y un 7%. [58]

En la tabla 37, se muestran los valores de CBR y el respectivo valor de error para las ecuaciones planteadas en la tabla 36, dichos valores son considerados para el análisis del presente trabajo experimental.

**Tabla 37:** Resultados errores en comparación a distintas ecuaciones de CBR vs DN- Parte 1

CBR LAB	DN	CBR CORRELACION		Kleyn y Van Heerden	% ERROR	TRL Overseas Road Note	% ERROR	USA Cuerpo Ingenieros	% ERROR	
35.0	12.1	30.5	12.8	17.7	42.0	21.7	28.8	18.0	41.2	
13.0	22.8	17.9	37.5	7.8	56.2	11.1	38.0	8.8	50.8	
24.0	21.1	19.1	20.6	8.6	54.7	12.0	37.0	9.6	49.7	
18.5	22.3	18.2	1.4	8.1	55.7	11.4	37.7	9.0	50.4	
24.0	14.9	25.6	6.8	13.6	47.1	17.4	32.0	14.2	44.5	
23.0	14.3	26.4	14.8	14.2	46.3	18.1	31.4	14.8	43.9	
26.0	17.6	22.2	14.4	10.9	50.9	14.6	34.4	11.8	47.1	
13.4	26.3	15.8	18.2	6.5	58.9	9.5	39.9	7.5	52.7	
20.1	20.3	19.7	2.0	9.1	53.9	12.5	36.4	10.0	49.2	
17.4	22.6	18.0	3.7	7.9	56.0	11.2	37.9	8.9	50.6	
13.0	39.5	11.3	13.3	3.9	65.6	6.2	45.0	4.8	57.8	
18.5	22.8	17.9	3.5	7.8	56.2	11.1	38.0	8.8	50.8	
Error promedio						53.6		36.4		49.1

*Autor: Jhimy Gómez*

Se continúan analizando los errores en la tabla 38, en los que se identifican los valores que menos porcentaje de error tienen al realizar una comparación con los valores obtenidos en el presente trabajo experimental y los propuestos por otros autores.

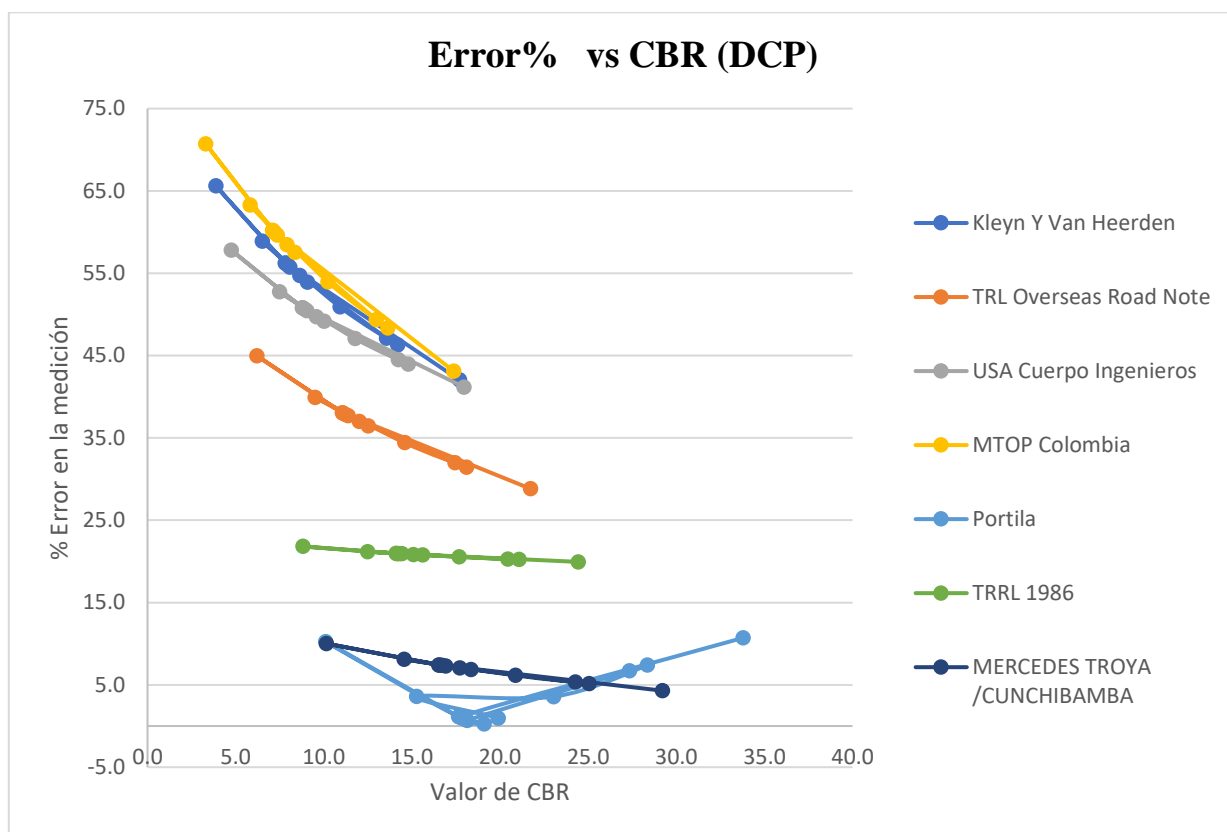
**Tabla 38** Resultados errores en comparación a distintas ecuaciones de CBR vs DN- Parte 2

MTOP Colombia	% ERROR	Portila	% ERROR	TRRL 1986	% ERROR	MERCEDES TROYA /CUNCHIBAMBA	% ERROR
17.4	43.1	33.8	10.7	24.4	19.9	29.2	4.3
7.1	60.2	17.7	1.1	14.1	21.0	16.6	7.4
7.9	58.4	19.1	0.2	15.1	20.8	17.7	7.0
7.4	59.6	18.1	0.7	14.4	20.9	16.9	7.3
13.0	49.4	27.4	6.7	20.4	20.3	24.3	5.3
13.6	48.3	28.4	7.4	21.1	20.2	25.1	5.1
10.2	53.9	23.0	3.6	17.7	20.5	20.9	6.2
5.8	63.3	15.3	3.6	12.5	21.2	14.6	8.1
8.4	57.5	19.9	1.0	15.6	20.8	18.4	6.9
7.2	59.9	17.9	0.9	14.3	20.9	16.7	7.4
3.3	70.7	10.1	10.3	8.8	21.8	10.1	10.0
7.1	60.2	17.7	1.1	14.1	21.0	16.5	7.4
	57.1		3.9		20.8		6.9

*Autor: Jhimy Gómez*

En la ilustración 56, se observan curvas las cuales demuestran que existe un menor en error en la comparación de datos con los autores Portilla, Mercedes Troya y TRRL 1986 los cuales están por debajo del 25% de error en la comparativa con el valor de CBR obtenido con las correlaciones entre CBR y DN.

**Ilustración 56:** % Error vs CBR obtenido con DCP



*Autor: Jhimy Gómez*

### 3.1.1.3 FASE 3: Diseño de pavimento.

#### 3.1.1.3.1 Diseño del pavimento flexible AASHTO 93

- **Trafico promedio diario anual**

Se realizo el conteo vehicular con una estación manual la cual recolecta un total de 1827 vehículos en una semana los cuales en su mayoría son vehículos livianos.

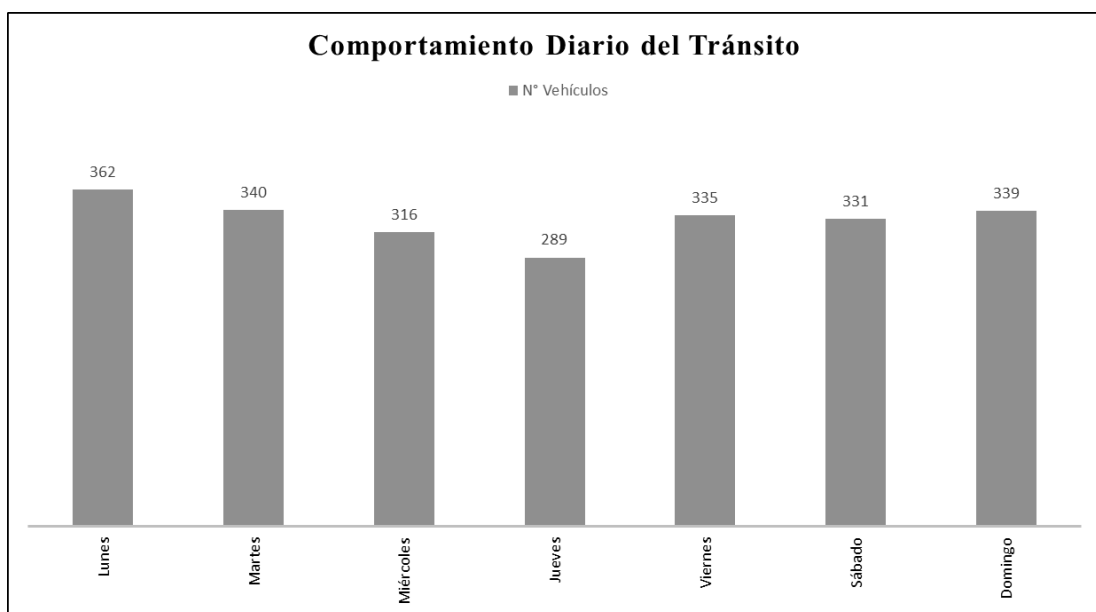
**Tabla 39:** Conteo vehicular.

RESUMEN DE VEHÍCULOS							
Día	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes		
Lunes	275	6	81	0	0	0	362
Martes	265	4	71	0	0	0	340
Miércoles	272	4	40	0	0	0	316
Jueves	218	4	68	0	0	0	289
Viernes	260	4	71	0	0	0	335
Sábado	265	4	62	0	0	0	331
Domingo	273	3	63	0	0	0	339
<b>Total</b>	<b>1827</b>	<b>29</b>	<b>456</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2311</b>

*Autor: Jhimy Gómez*

En la tabla 40, se muestra el día con un mayor número de vehículos es el lunes con un valor de 362 vehículos.

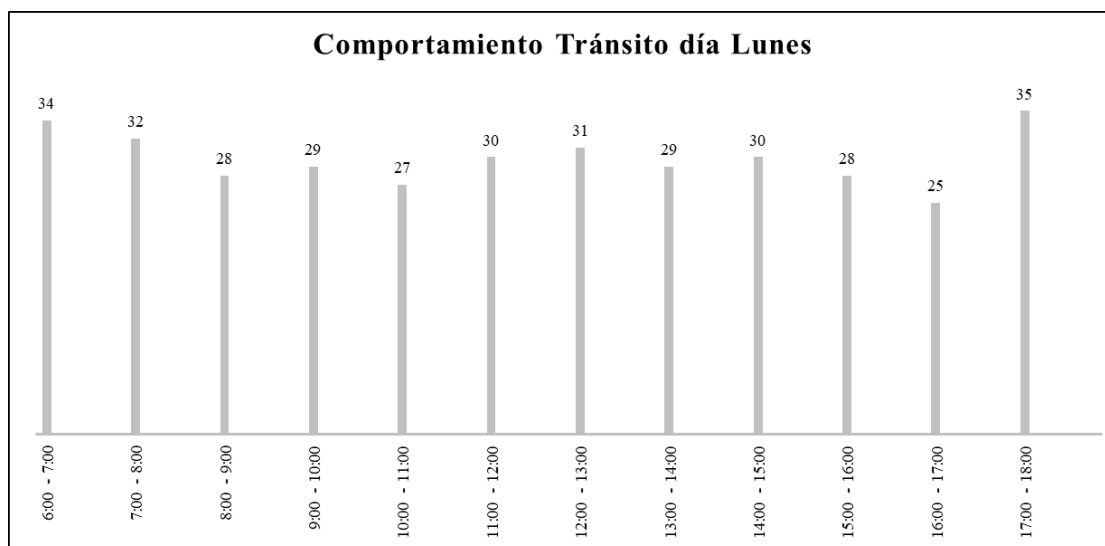
**Tabla 40:** Comportamiento diario del tránsito



*Autor: Jhimy Gómez*

Se muestra el comportamiento del tránsito del día con más incidencia de vehículo que es el día Lunes.

**Ilustración 57:** Comportamiento de tránsito el día lunes



*Autor: Jimy Gómez*

Tráfico en la hora de mayor presencia de vehículos:

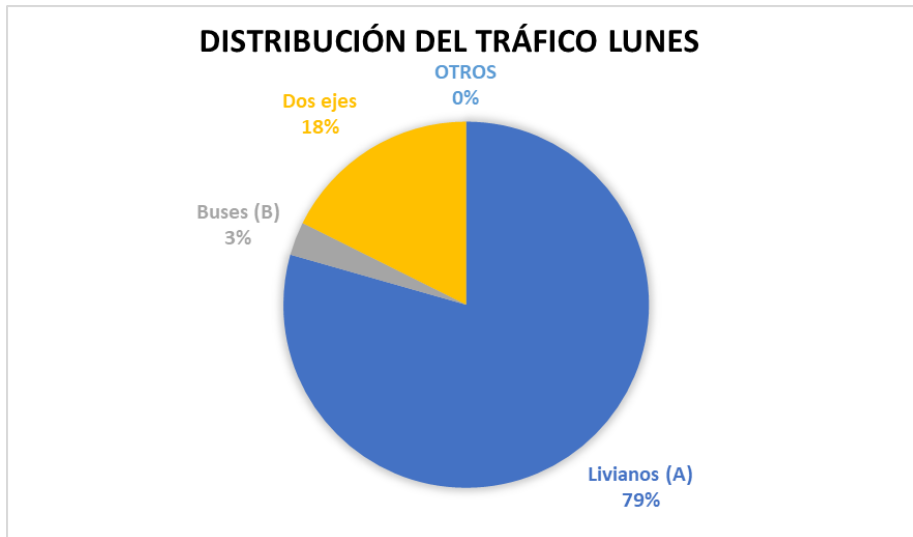
**Tabla 41:** Vehículos hora pico

VEHÍCULOS HORA PICO								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
00 – 6:145	7	0	2	0	0	0	9	34
14 – 6 :30	6	1	1	0	0	0	8	
:30 – 6:45	7	0	2	0	0	0	9	
:45 – 7:00	7	0	1	0	0	0	8	
<b>Total</b>	27	1	6	0	0	0	34	
<b>Total %</b>	79%	3%	18%	0%	0%	0%	100%	

*Autor: Jimy Gómez*

La distribución del tráfico se muestra en la ilustración 58, en la cual se determina que el 18% de los vehículos que transitan por la vía corresponden a vehículos con dos ejes, mientras que los buses o camiones son el 3%

**Ilustración 58:** Distribución de tráfico día lunes



*Autor: Jimy Gómez*

- **Factor de hora pico**

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

**Donde:**

**VHMD:** Volúmen horario de máxima demanda.

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

**N:** Numero de periodos durante la hora de máxima demanda.

$$FHP = \frac{34}{4 * 9}$$

$$FHP = 0.944$$

**Nota:** si FHP es inferior a 1, se considera 1.

$$FHP = 1$$

- **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

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

**Donde:**

**VHP:** Volúmen de vehículos durante la hora pico.

**FHP:** Factor de hora pico.

**k:** Porcentaje de la 30va hora de diseño, dependiendo de la zona.

Tabla 42: Valor de “k” para poblaciones.

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

*Autor: Jhiny Gómez*

Valor de k para vías rurales = 15%.

**Livianos:**

$$TPDA_{livianos} = \frac{27 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{livianos} = 180 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Buses:**

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

$$TPDA_{Buses} = 7 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$



**Camiones:**

$$TPDA_{Camiones} = \frac{6 * 1}{0.15}$$

$$TPDA_{Camiones} = 40 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **TPDA actual**

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

$$TPDA_{actual} = 180 + 7 + 40$$

$$TPDA_{actual} = 227 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tipo de veh\u00edculo	Hora Pico	TPDA Actual
Liviano	27	180
Buses	1	7
Camiones	6	40
<b>Total:</b>		227

Fuente: Jimmy G\u00f3mez

- **Tr\u00e1fico Atra\u00edo (Ta)**

$$Ta = 10\% TPDA$$

**Livianos:**

$$TPDA_{livianos} = 0.10 * 180$$

$$TPDA_{livianos} = 18 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Buses:**

$$TPDA_{Buses} = 0.10 * 7$$

$$TPDA_{Buses} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Camiones:**

$$TPDA_{Camiones} = 0.10 * 40$$

$$TPDA_{Camiones} = 4 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Tr\u00e1fico Generado (Tg)**

$$Tg = 20\% TPDA$$

**Livianos:**

$$TPDA_{livianos} = 0.20 * 180$$

$$TPDA_{livianos} = 36 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Buses:**

$$TPDA_{buses} = 0.20 * 7$$

$$TPDA_{buses} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Camiones:**

$$TPDA_{Camiones} = 0.20 * 40$$

$$TPDA_{Camiones} = 8 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- **Tr\u00e1fico Desarrollado (Td)**

$$Td = 5\% TPDA$$

**Livianos:**

$$TPDA_{livianos} = 0.05 * 180$$

$$TPDA_{livianos} = 9 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Buses:**

$$TPDA_{buses} = 0.05 * 7$$

$$TPDA_{buses} = 0 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Camiones:**

$$TPDA_{camiones} = 0.05 * 40$$

$$TPDA_{camiones} = 2 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

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

$$TPDA_{Total} = 227 + 45 + 23 + 11$$

$$TPDA_{Total} = 306 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Tabla 43:** Tr\u00e1fico actual del proyecto

<b>Tr\u00e1fico actual del proyecto</b>					
<b>Tipo de Veh\u00edculo</b>	<b>TPDA Actual</b>	<b>Tr\u00e1fico generado</b>	<b>Tr\u00e1fico atra\u00edo</b>	<b>Tr\u00e1fico desarrollado</b>	<b>TPDA Total</b>
<b>Liviano</b>	180	36	18	9	243
<b>Bus</b>	7	1	1	0	9
<b>Camion</b>	40	8	4	2	54
<b>Total</b>	227	45	23	11	306

*Autor: Jhimy G\u00f3mez*

- **Tráfico Futuro**

**Tabla 44:** Periodo de diseño para distintos tipos de carreteras

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

**Fuente:** Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

El periodo de diseño para esta vía será de 20 años.

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

**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:**

**Tabla 45:**Tasa 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:** MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.[59]

- **Determinación del Tráfico Futuro**

**Tráfico 2043**

**Livianos**

$$Tf = 243 * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20}$$

$$Tf = 461 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Buses**

$$Tf = 9 * \left(1 + \frac{1.62}{100}\right)^{20}$$

$$Tf = 12 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Camiones**

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

$$Tf = 74 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Tráfico Futuro Total 2043**

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

$$Tf_{Total} = 461 + 12 + 74$$

$$Tf_{Total} = 547 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

**Tabla 46:** Tabla de % de crecimiento y transito promedio diario vehicular.

AÑO	%CRECIAMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO			
	LIVIANO	BUS	CAMION	LIVIANO	BUS	CAMION	TPDA Total
2023	3.57	1.78	1.74	243	9	54	306
2024	3.57	1.78	1.74	252	9	55	316
2025	3.57	1.78	1.74	261	9	56	326
2026	3.57	1.78	1.74	270	9	57	336
2027	3.25	1.62	1.58	276	10	57	343
2028	3.25	1.62	1.58	285	10	58	353
2029	3.25	1.62	1.58	294	10	59	364
2030	3.25	1.62	1.58	304	10	60	374
2031	3.25	1.62	1.58	314	10	61	385
2032	3.25	1.62	1.58	324	10	62	397
2033	3.25	1.62	1.58	335	11	63	408
2034	3.25	1.62	1.58	345	11	64	420
2035	3.25	1.62	1.58	357	11	65	433
2036	3.25	1.62	1.58	368	11	66	446
2037	3.25	1.62	1.58	380	11	67	459
2038	3.25	1.62	1.58	393	11	68	472
2039	3.25	1.62	1.58	405	12	69	486
2040	3.25	1.62	1.58	419	12	70	501
2041	3.25	1.62	1.58	432	12	72	516
2042	3.25	1.62	1.58	446	12	73	531
2043	3.25	1.62	1.58	461	12	74	547

*Autor: Jimmy Gómez*

En base a la clasificación que realiza la MTOP el proyecto corresponde a una vía colectora de tercer grado.

**Tabla 47:** Tipo de carretera del proyecto.

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

**Fuente:** Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP-2003.[59]

- **Número de ejes equivalentes**

El factor de daño se determina en base al peso de los ejes que conforman el vehículo, para lo cual el método AASHTO nos proporciona fórmulas para determinar el factor de daño.

- **Factor de daño (FD)**

El vehículo de diseño que más incidencia tiene en el diseño del pavimento es el vehículo 2 DA, posee 2 ejes medianos

**Tabla 48:** Tipo de vehículo, numero de ejes y peso.

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

Fuente: NEVI-12, Norma para estudios y diseños viales.[60]

En la tabla 49, se encuentra el factor de daño que se puede realizar según los tipos de vehículos.

**Tabla 49:** Factor de daño según vehículo.

FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	P(Ton)	$(P/6.6)^4$	P(Ton)	$(P/8.2)^4$	P(Ton)	$(P/15)^4$	P(Ton)	$(P/23)^4$	
BUS	4	0.135	8	0.906	-	-	-	-	1.041
2DA	3	0.043	-	-	-	-	-	-	1.308
	7	1.265	-	-	-	-	-	-	
2DB	7	1.265	11	3.238	-	-	-	-	4.504
3 - A	7	1.265	-	-	20	3.160	-	-	4.426
4 - C	7	1.265	-	-	-	-	24	1.186	2.451

Fuente: MTOP-2016, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras.[59]

- **Número de ejes equivalentes acumulados  $W_{18}$**

La siguiente ecuación nos permitirá obtener el valor para el número de ejes equivalentes al finalizar el periodo de diseño, calculado para cada carril.

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

**Donde:**

$W_{18}$ : Ejes equivalentes.

$FD$ : Factor de daño.

$TPDA_{final}$ : Tráfico promedio diario anual.

$fd$ : Factor direccional.

**Nota:** Los vehículos cuyo peso acumulado de sus ejes resulte inferior a 8.2 toneladas, no se toman en cuenta para el cálculo.

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

$$W_{18} = (1.041 * 12 * 365) + (1.308 * 74 * 365)$$

$$W_{18} = 4.00E + 04$$

$$W_{18}Acum = (4.00E + 04) + (6.81E + 05)$$

$$W_{18}Acum = 7.21 + 05$$

**Por dirección**

$$W_{18} Total = W_{18}Acumulado * fd$$

$$W_{18} Total = (7.21E + 05) * 0.5 \rightarrow 3.61E + 05$$



El numero W18 para el diseño se muestra en la tabla 50.

Tabla 50: W18 para el diseño.

AÑO	%CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO				W18 parcial	W18 Acumulado	W18 Por dirección
	LIVIANO	BUS	CAMION	LIVIANO	BUS	CAMION	TPDA Total			
2023	3.57	1.78	1.74	243	9	54	306	2.92E+04	2.92E+04	1.46E+04
2024	3.57	1.78	1.74	252	9	55	316	2.97E+04	5.89E+04	2.95E+04
2025	3.57	1.78	1.74	261	9	56	326	3.02E+04	8.91E+04	4.46E+04
2026	3.57	1.78	1.74	270	9	57	336	3.08E+04	1.20E+05	5.99E+04
2027	3.25	1.62	1.58	276	10	57	343	3.11E+04	1.51E+05	7.55E+04
2028	3.25	1.62	1.58	285	10	58	353	3.16E+04	1.83E+05	9.13E+04
2029	3.25	1.62	1.58	294	10	59	364	3.21E+04	2.15E+05	1.07E+05
2030	3.25	1.62	1.58	304	10	60	374	3.26E+04	2.47E+05	1.24E+05
2031	3.25	1.62	1.58	314	10	61	385	3.31E+04	2.80E+05	1.40E+05
2032	3.25	1.62	1.58	324	10	62	397	3.36E+04	3.14E+05	1.57E+05
2033	3.25	1.62	1.58	335	11	63	408	3.42E+04	3.48E+05	1.74E+05
2034	3.25	1.62	1.58	345	11	64	420	3.47E+04	3.83E+05	1.91E+05
2035	3.25	1.62	1.58	357	11	65	433	3.53E+04	4.18E+05	2.09E+05
2036	3.25	1.62	1.58	368	11	66	446	3.58E+04	4.54E+05	2.27E+05
2037	3.25	1.62	1.58	380	11	67	459	3.64E+04	4.90E+05	2.45E+05
2038	3.25	1.62	1.58	393	11	68	472	3.70E+04	5.27E+05	2.64E+05
2039	3.25	1.62	1.58	405	12	69	486	3.76E+04	5.65E+05	2.82E+05
2040	3.25	1.62	1.58	419	12	70	501	3.81E+04	6.03E+05	3.02E+05
2041	3.25	1.62	1.58	432	12	72	516	3.88E+04	6.42E+05	3.21E+05
2042	3.25	1.62	1.58	446	12	73	531	3.94E+04	6.81E+05	3.41E+05
2043	3.25	1.62	1.58	461	12	74	547	4.00E+04	7.21E+05	3.61E+05

Autor: Jhimy Gómez

- **Confiabilidad (R)**

Se conoce a la confiabilidad (R) como la probabilidad de que la vía se comporte de una manera igual o mejor a la prevista durante el periodo de diseño adoptado.

La vía de estudio pertenece a una zona rural y en base a la MTOP se define que es una vía colectora de clase III, por lo tanto, se asume un nivel de confianza del 85% para calles colectoras, en base a la Guía AASHTO.

Tabla 51: Nivel de confianza del proyecto.

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

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

- **Desviación estándar normal ( $Z_r$ )**

El valor de la desviación estándar  $Z_r$  está en función del nivel de confianza, para lo cual, para una confiabilidad del 85%, se considera  $Z_r = -1.037$ .

**Tabla 52:** Confiabilidad (R) y la desviación estándar.

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

*Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]*

- **Desviación estándar global ( $S_o$ )**

La Guía AASHTO nos proporciona valores de desviación estándar global en base a los siguientes intervalos:

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

Se recomienda un valor de  $S_o = 0.45$ .

- **Índice de Serviciabilidad**

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

**Donde:**

$\Delta PSI$  = Perdida de serviciabilidad.

$PSI_{inicial}$ : serviciabilidad inicial.

$PSI_{final}$ : serviciabilidad final.

La guía AASHTO 93 brinda los siguientes valores:

Para pavimentos flexibles  $PSI_{inicial} = 4.2$ .

Para caminos secundarios de tránsito menor  $PSI = 2.0$ .

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.20$$

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

CBR de laboratorio = 13 %, perteneciente a la muestra 11, Shuyo Grande/Arrayan Pata

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

$$Mr (PSI) = 3000(13)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 15892.22 \text{ psi} \rightarrow 15.89 \text{ ksi}$$

- **Determinación de los coeficientes estructurales de cada capa que conforma el paquete estructural**

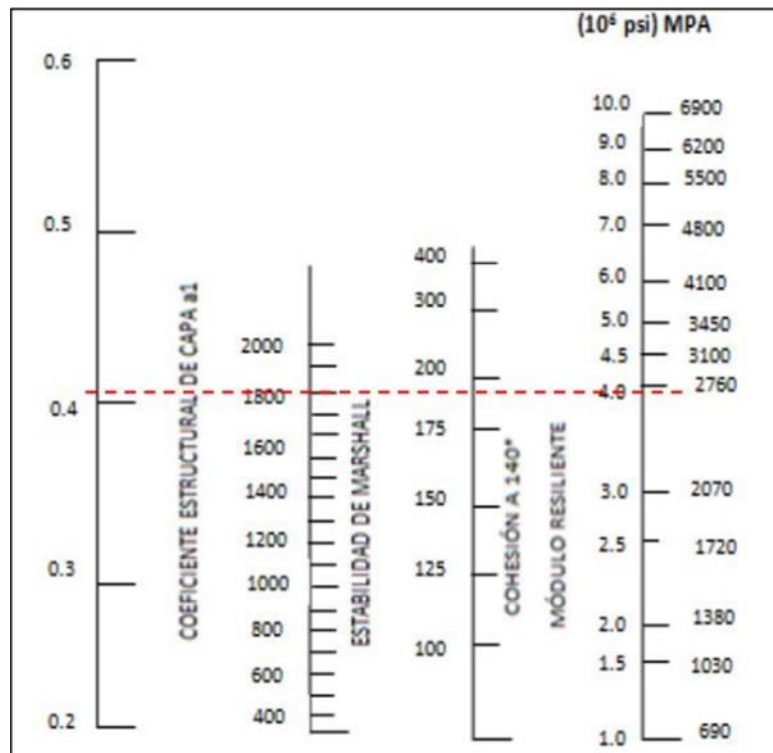
Para determinar los coeficientes estructurales, es necesario conocer los valores de CBR para base y subbase, al igual que la estabilidad Marshall para la carpeta asfáltica.

El valor de CBR mínimo para capa base es de 80% mientras que para capa subbase es de 30%, esto en base a las especificaciones técnicas del MTOP.

- **Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica ( $a_1$ )**

El método AASHTO proporciona un valor mínimo de 1800 lb para la estabilidad Marshall en vías diseñadas para vehículos pesados.

**Ilustración 59:** Coeficiente estructural  $a_1$



**Fuente:** Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

El valor de  $a_1$  de acuerdo la modulo elástico se muestra a continuación.

**Tabla 53:** Valores de “ $a_1$ ” para el diseño de pavimento

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:* Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

Al tener en cuenta un error de apreciación, se utiliza la siguiente tabla para determinar el valor del coeficiente estructural  $a_1$  mediante interpolación.

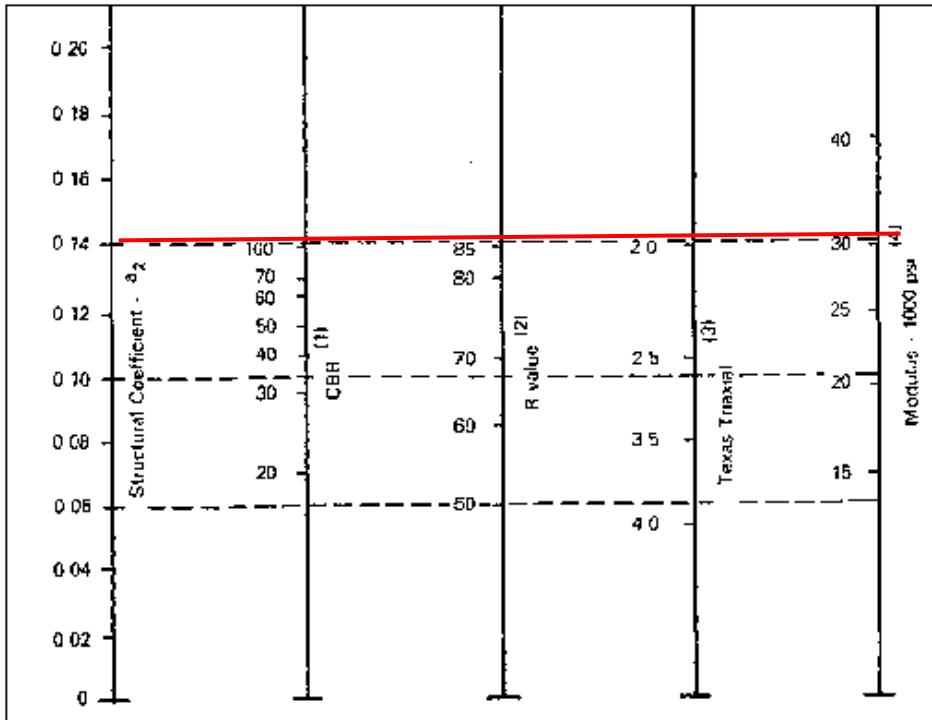
**Para una estabilidad Marshal de 1800 lb:**

- $M_r = 395000$  psi
- $a_1 = 0.417$

**Coficiente estructural de la base ( $a_2$ )**

El método AASHTO proporciona un valor mínimo de 1800 lb para la estabilidad Marshal en vías diseñadas para vehículos pesados  $a_2$ .

**Ilustración 60:** Coeficiente estructural a2



Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

En la tabla 54, se observa el coeficiente de base “a2” según el CBR

**Tabla 54** Valores de “a2” para el diseño de pavimento

Base de agregados	
CBR	a2
45	0.112
50	0.115
55	0.12
60	0.125
70	0.13
80	0.133
90	0.137
100	0.14

Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

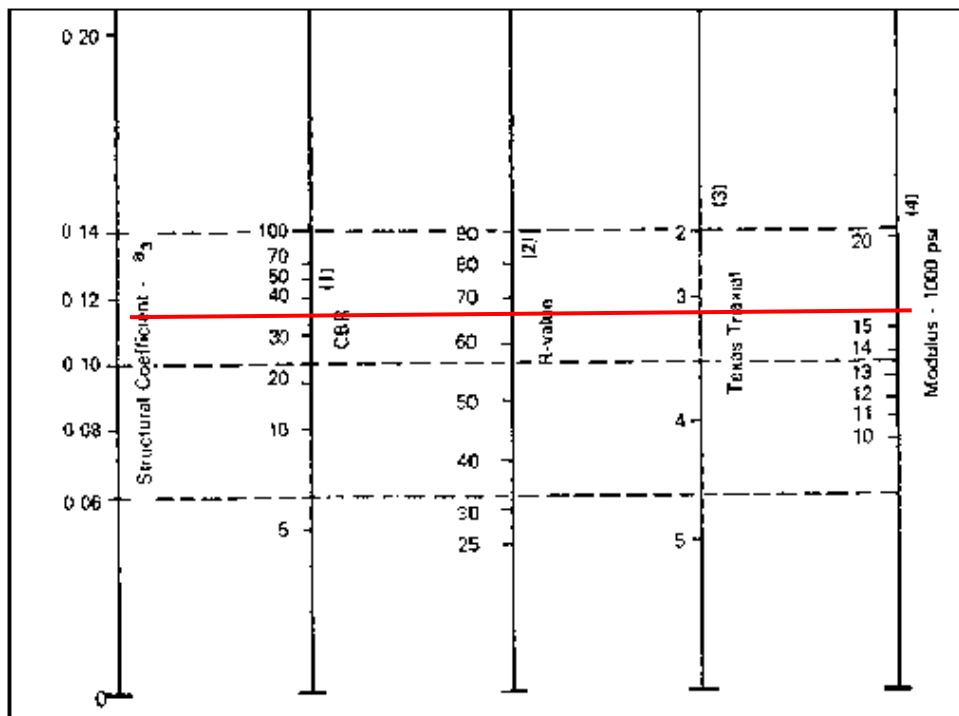
Para un CBR mínimo del 80%

- $M_r = 28\ 000$  psi
- $a_2 = 0.133$

**Coefficiente estructural de la subbase ( $a_3$ )**

El coeficiente estructural “a3” se observa en la ilustración 61.

**Ilustración 61:** Coeficiente estructural “a3”



Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]

El coeficiente “a3” se muestra también en la tabla 55.

**Tabla 55:** Valores de “a3” para el diseño de pavimento

Sub - base Granular	
CBR	a3
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.12
50	0.125
60	0.128
70	0.13
80	0.135
90	0.138
100	0.14

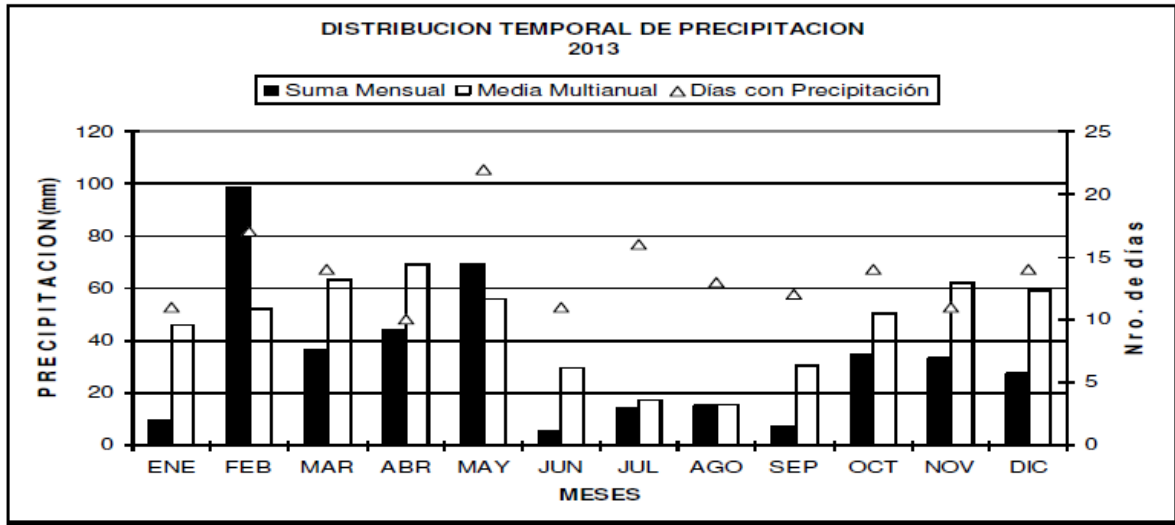
*Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]*

- **Para un CBR mínimo del 30%**
- $M_r = 14\ 900$  psi
- $a_3 = 0.108$
- **Coefficiente de drenaje (m2, m3)**

Los datos para determinar los coeficientes de drenaje son tomados de los anuarios meteorológicos del INAMI, la estación meteorológica más cercana a la parroquia Angamarca es la estación meteorológica M004.



**Ilustración 62:** Precipitación según INAMHI



*Fuente: INAMHI 2013, Anuario Meteorológico.[61]*

En base a datos del INAMI se observa que existen más días secos que días con presencia de precipitaciones, además de que existe presencia de precipitaciones durante todo el año.

Se estima que el tiempo en que el agua será eliminada será de un día, por lo cual la calidad del drenaje es buena.

**Tabla 56:** Calidad de drenaje para el diseño.

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

*Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]*

El porcentaje de drenaje es bueno y la cantidad de lluvia es mayor al 25% por lo que el coeficiente de drenaje es 1.

**Tabla 57:** Coeficiente de drenaje

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad			
	< 1%	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

*Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]*

- **Espesores mínimos**

La Guía AASHTO establece espesores mínimos en función de número de ejes equivalentes, para la vía en estudio, los espesores mínimos serán los siguientes:

**Tabla 58:** Valores de espesores mínimos

Eje W 8.2 Ton	Carpeta asfáltica D1 (cm)	Capa base D2 (cm)
Menos de 50 000	3.0	10.0
50 001 a 150 000	5.0	10.0
150 001 a 500 000	6.5	10.0
500 001 a 200 0000	7.5	15.0
2 000 001 a 7 000 000	9.0	15.0
>7 000 000	10.0	15.0

*Fuente: Manual para el diseño del Pavimento AASHTO 1993.[18]*

Para la vía del proyecto, el número de ejes equivalentes es igual a 360586.187.

- Espesor mínimo para carpeta asfáltica = 6.50 cm
- Espesor mínimo para capa base = 10 cm
- **Datos para determinar el número estructural SN**

**Tabla 59:**Datos para diseño de pavimento

<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 2043</b>		547
<b>Período de diseño</b>		20 años
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Valores</b>
W18 Diseño	W18	360586.187
CBR Laboratorio	CBR [%]	13
Confiabilidad	R [%]	85
Desviación estandar normal	Zr	-1.037
Desviación estandar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	15892.22
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [Psi]	395000
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coficiente estructural de la carpeta afáltica	a1	0.417
Coficiente estructural de la base	a2	0.133
Coficiente estructural de la sub-base	a3	0.108
Coficiente de drenaje	m2	1.00
	m3	1.00

*Autor: Jimmy Gómez*

- **Diseño de la estructura**

### **SN1 Carpeta Asfáltica**

El numero estructural se lo calcula con el software libre Ecuación AASHTO 93, para evitar los ábacos que proponen la metodología AASHTO 1993.

**Tabla 60:** Numero estructural carpera Asfáltica

Fuente: AASHTO 93.[18]

$$D_1 \geq SN_1/a_1$$

$$D_1 \geq 1.67/(0.417/2.54)$$

$$D_1 \geq 10.47$$

Asumo el espesor  $D_1 = 5.0 \text{ cm}$

$$SN_1 = a_1 * D_1$$

$$SN_1 = 5.0 * (0.417/2.54)$$

$$SN_1 = 0.82$$

El número estructural SN2 se lo calcula con el software libre Ecuación AASHTO 93, para evitar los ábacos que proponen la metodología AASHTO 1993.

**Ilustración 63:** Número estructural SN2

Fuente: AASHTO 93.[18]

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 * m_2}$$

$$D_2 = \frac{2.14 - 0.82}{(0.133/2.54) * 1.00}$$

$$D_2 = 25.19 \text{ cm}$$

**Asumo el espesor  $D_2 = 10 \text{ cm}$**

$$SN_2 = a_2 * D_2 * m_2$$

$$SN_2 = 10 * (0.133/2.54) * 1.00$$

$$SN_2 = 0.52$$

El número estructural SN3 se lo calcula con el software libre Ecuación AASHTO 93, para evitar los ábacos que proponen la metodología AASHTO 1993.

**Ilustración 64:** Número estructural SN3

Fuente: AASHTO 93.[18]

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

$$D_3 \geq \frac{2.08 - 0.52 - 0.82}{(0.108/2.54) * 1.00}$$

$$D_3 \geq 17.30 \text{ cm}$$

**Asumo un espesor  $D_3 = 17.40 \text{ cm}$**

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN_3 = 17.40 * (0.108/2.54) * 1.00$$

$$SN_3 = 0.74$$

### Comprobación

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

$$0.82 + 0.52 + 0.74 \geq 2.08$$

$$2.08 \geq 2.08 \text{ Si Cumple!}$$

Los espesores de cada capa con CBR de laboratorio son:

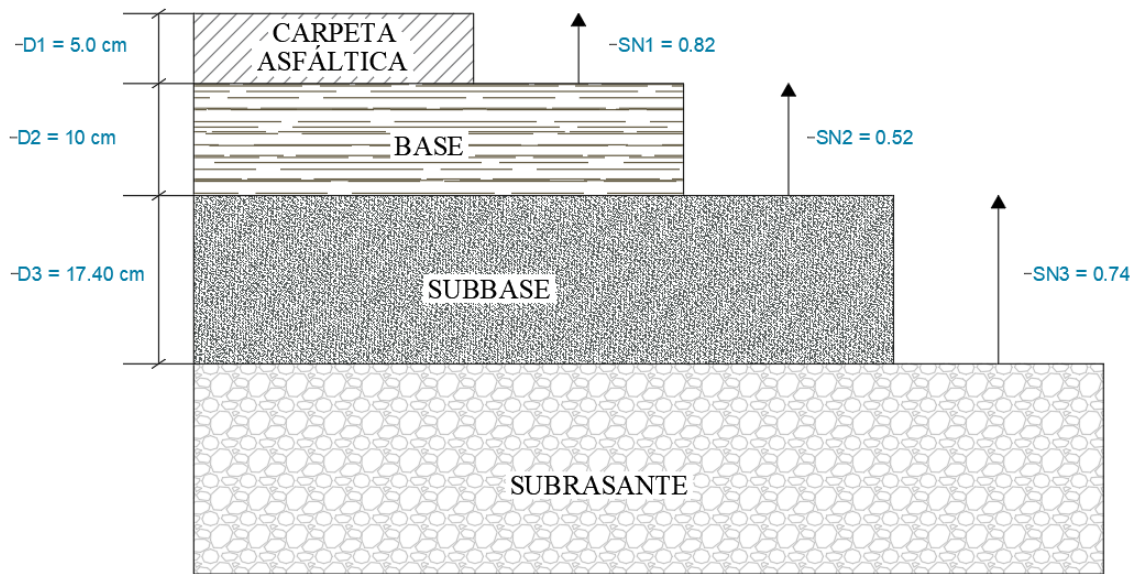
**Tabla 61:** Espesores del paquete estructural con CBR de laboratorio.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	10
Subbase	17.4

*Autor: Jhimy Gómez*

Los resultados del paquete estructural son los siguientes para el valor del CBR de laboratorio.

**Ilustración 65:** Espesores de paquete estructural con CBR de laboratorio.

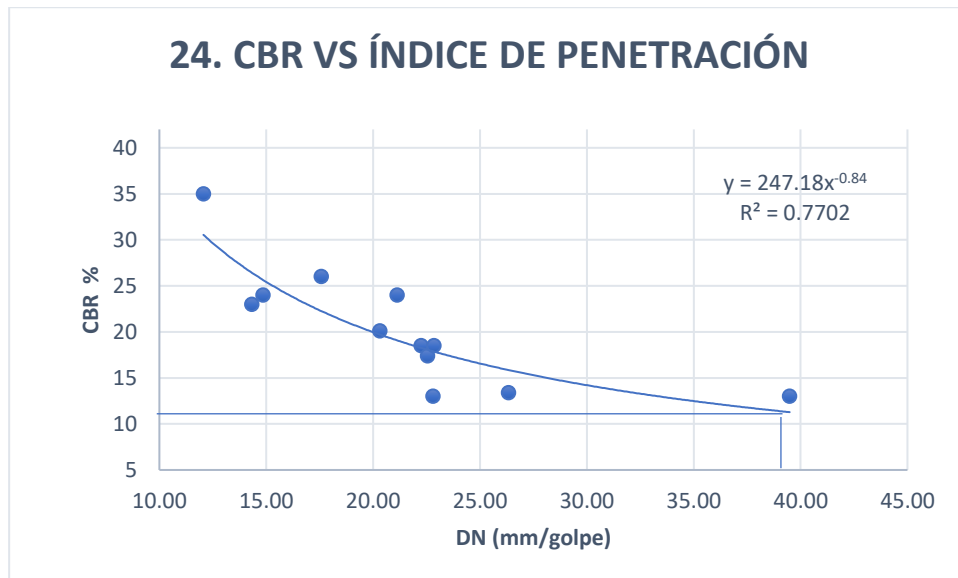


0

Autor: Jhimy Gómez

### Con CBR de la correlación

Vía Shuyo Grande/Arrayan Pata (DN=)39.49



$$CBR = 247,18 DN^{-0,84}$$

CBR correlación = 11.27 %

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



$$Mr (PSI) = 3000(11.27)^{0.65}$$

$$Mr (PSI) = 14483.44 \text{ psi} \rightarrow 14.48 \text{ ksi}$$

- SN1=0.82
- SN2 = 0.52

Para el diseño del pavimento flexible con el CBR de las correlaciones es el siguiente:

**Tabla 62:** Datos de diseño para pavimento con las correlaciones.

Datos para el diseño de pavimento		
Tipo de pavimento		Flexible
Clasificación de la vía		Vía Clase III
Tráfico promedio diario anual para 2043		547
Período de diseño		20 años
Descripción	Símbolo	Valores
W18 Diseño	W18	360586.187
CBR Laboratorio	CBR [%]	11.27
Confiabilidad	R [%]	85
Desviación estandar normal	Zr	-1.037
Desviación estandar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Módulo de resiliencia de la subrasante	Mr [Psi]	14483.44
Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr CA [Psi]	395000
Módulo de resiliencia de la base	Mr B [Psi]	28000
Módulo de resiliencia de la sub-base	Mr SB [Psi]	14900
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.417
Coefficiente estructural de la base	a2	0.133
Coefficiente estructural de la sub-base	a3	0.108
Coefficiente de drenaje	m2	1.00
	m3	1.00

*Autor: Jhimy Gómez*

El valor de SN3 para el CBR de las correlaciones se muestra en la ilustración 66.

**Ilustración 66:** SN3 para correlaciones.

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 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 14483.44 psi

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

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 360586.187**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.16**

Observaciones

Calcular Salir

Fuente: AASHTO 93.[18]

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

$$D_3 \geq \frac{2.16 - 0.52 - 0.82}{(0.108/2.54) * 1.00}$$

$$D_3 \geq 19.18 \text{ cm}$$

Asumo un espesor  $D_3 = 19.20 \text{ cm}$

$$SN_3 = a_3 * D_3 * m_3$$

$$SN_3 = 19.20 * (0.108/2.54) * 1.00$$

$$SN_3 = 0.82$$

**Comprobación**

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

$$0.82 + 0.52 + 0.82 \geq 2.16$$

**2.16 ≥ 2.16 Si Cumple!**

Los espesores de cada capa con CBR de la correlación son:

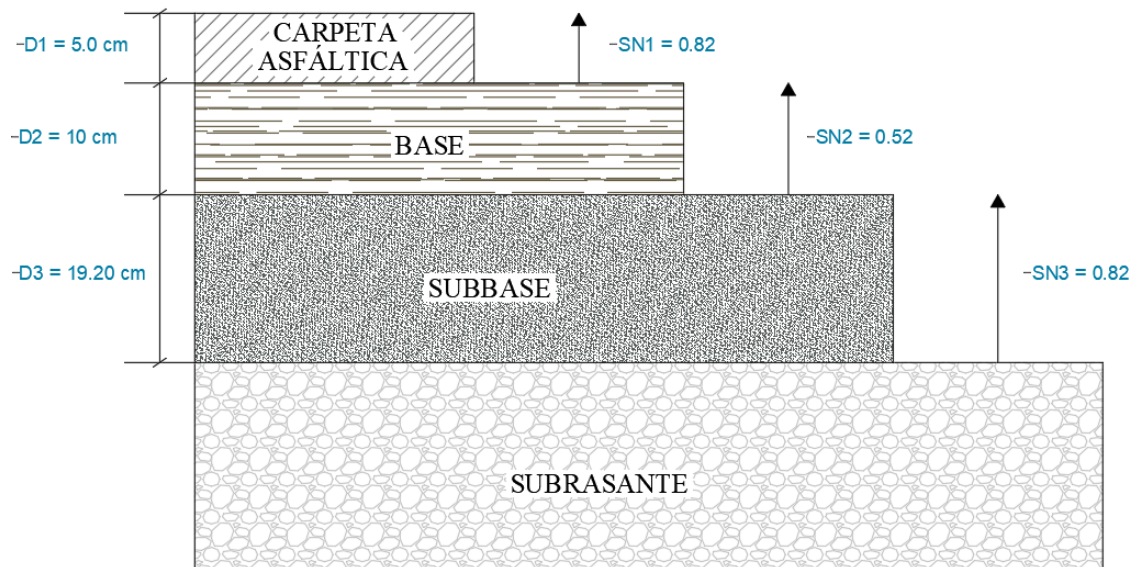
**Tabla 63:** Espesores del paquete estructural con CBR de correlaciones.

Estructura del pavimento	Espesor (cm)
Carpeta Asfáltica	5
Base	10
Subbase	19.2

*Autor: Jhimy Gómez*

Los resultados del paquete estructural se muestran a continuación.

**Ilustración 67:** Espesores de paquete estructural con CBR de correlaciones.



*Autor: Jhimy Gómez*

### 3.1.1.3.2 Resumen diseño de pavimento

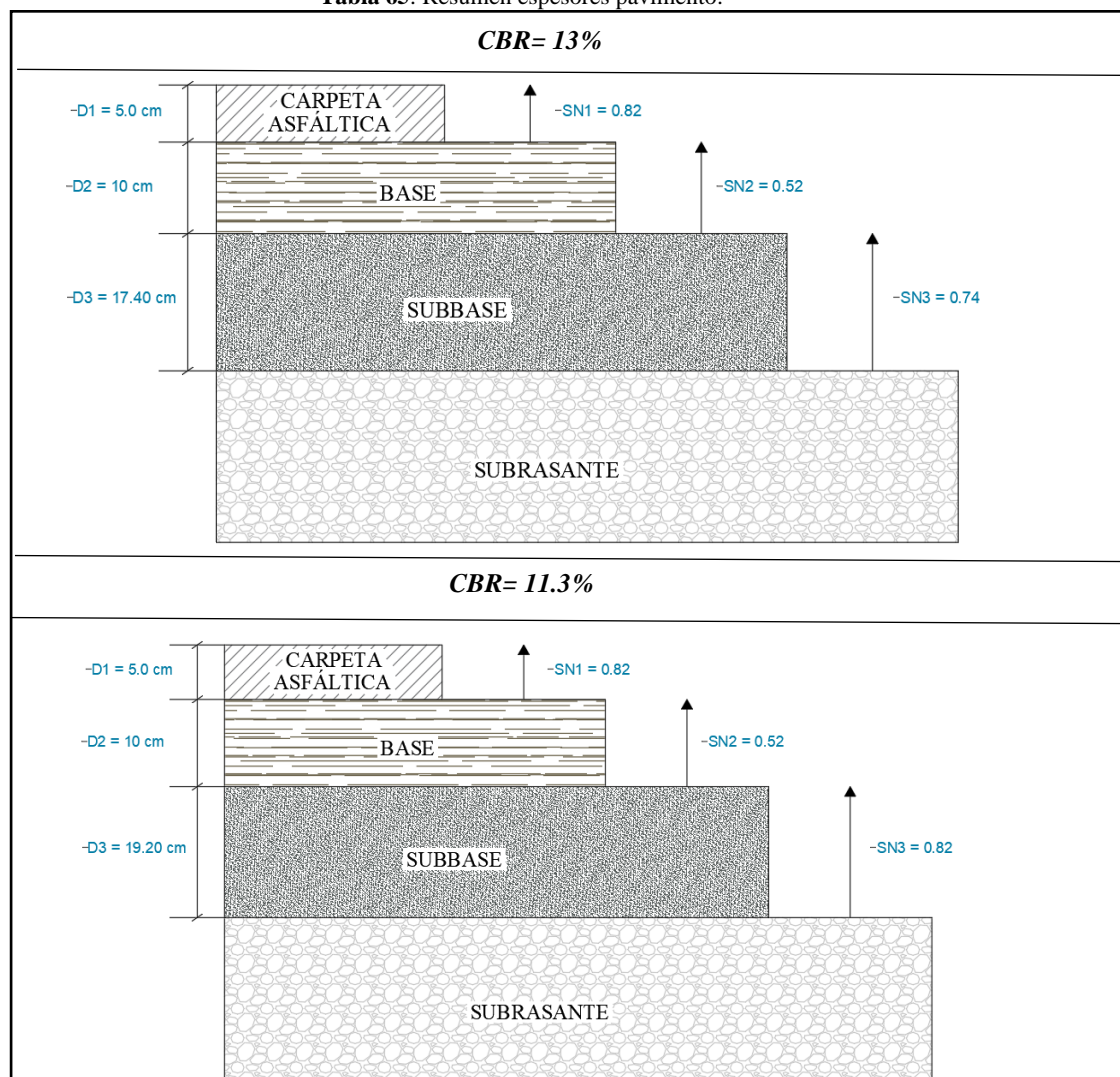
Los resultados obtenidos en el análisis de pavimentos con el CBR de laboratorio y el CBR obtenido en las correlaciones se muestran a continuación en la tabla 64.

**Tabla 64:** Resumen diseño de pavimento.

Estructura del pavimento	CBR= 13%	11.3
	Espesor CBR laboratorio (cm)	Espesor CBR correlación (cm)
Carpeta Asfáltica	5	5
Base	10	10
Subbase	17.4	19.2

A continuación, en la tabla 65, se encuentra el resumen grafico de espesores de pavimento.

**Tabla 65:** Resumen espesores pavimento.



*Autor: Jimy Gómez*

### 3.1.1.4 FASE 4: Zonificación de acuerdo a la clasificación de suelos SUCS y ASHTO.

En base a los datos de campo y laboratorio obtenidos, se realizó un mapa con el que se establece los datos obtenidos en el programa ArcGIS. La zonificación de datos forma parte de los objetivos planteados en el presente trabajo experimental.

Se obtuvo las propiedades índices y mecánicas de las 12 muestras de suelo de la parroquia Angamarca del cantón Pujilí. A continuación, se mostrará la clasificación según SUCS y AASHTO.

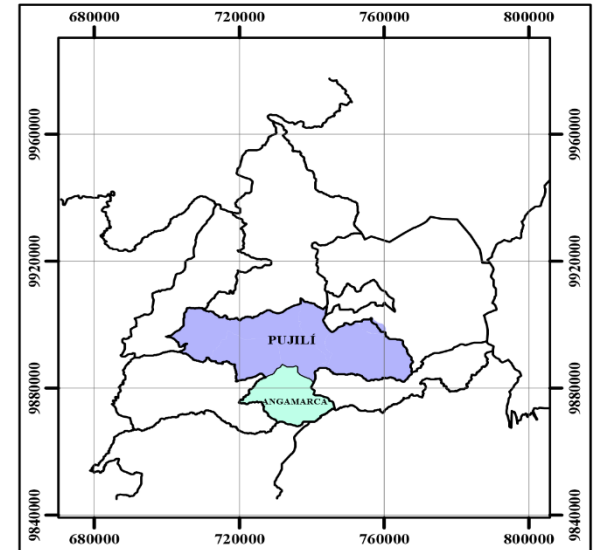
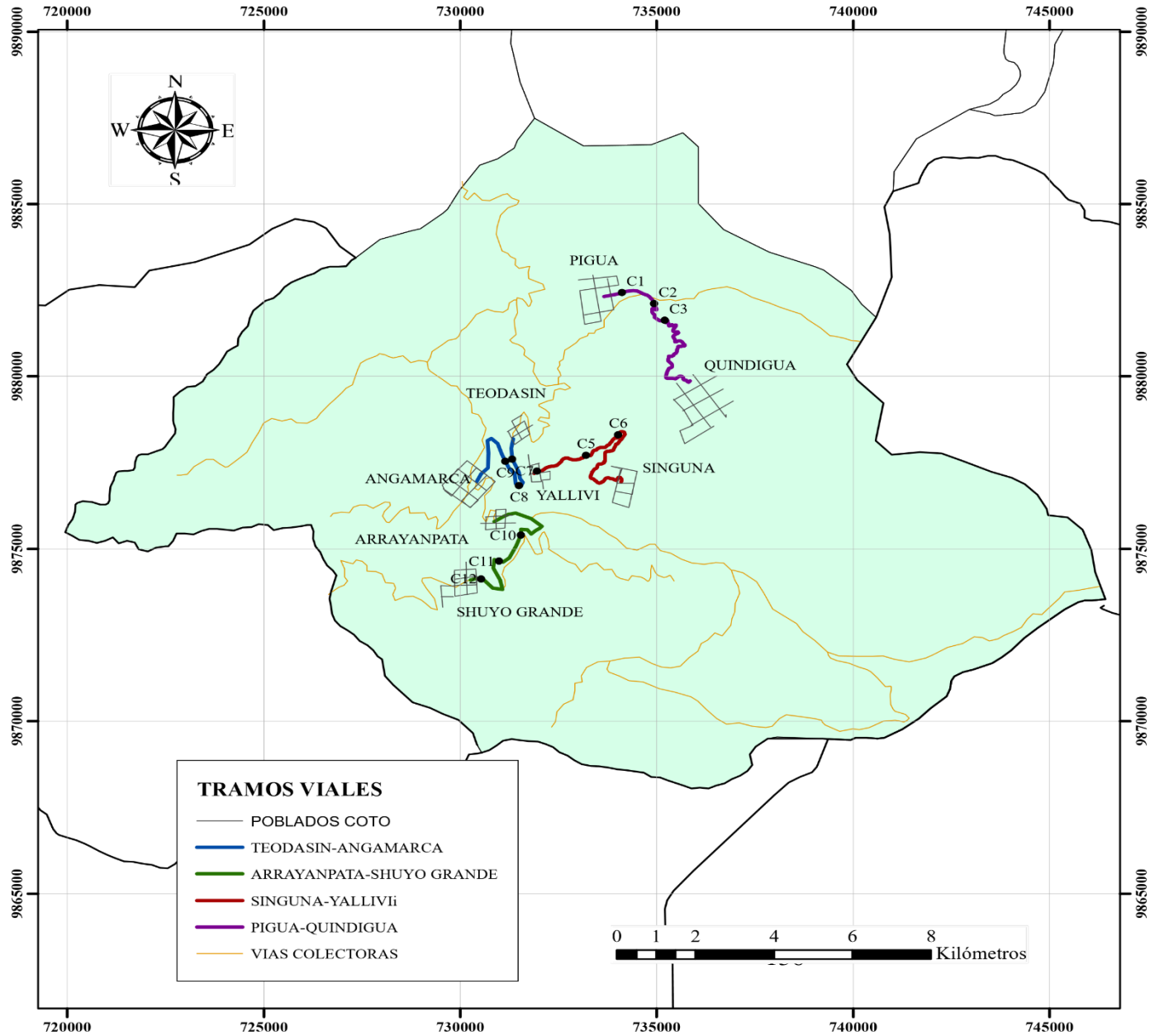
**Tabla 66:** Clasificación del suelo

UBICACIÓN Vía- Parroquia- Cantón	N.º Calicata	Norte	Este	CLASIFICACIÓN		Longitud vía
				SUCS	AASHTO	
Pingua Quindigua/Llanchachi- Angamarca-Pujilí	1	9882429	734127	SM	A-2-4	4.9 km
	2	9882052	734794	SP-SM	A-2-4	
	3	9881614	735210	SM	A-2-4	
Singua/Yallivi- Angamarca-Pujilí	4	9877198	731977	SM	A-2-4	5.1 km
	5	9877934	733072	SM	A-2-4	
	6	9878531	733631	SW-SM- SC	A-2-4	
Teodasin/Angamarca - Angamarca-Pujilí	7	9877233	731027	SP-SM-SC	A-2-4	4.87 km
	8	9876399	731164	SP-SM	A-2-4	
	9	9877155	730830	SP-SM-SC	A-2-4	
Shuyo Grande/Arrayan Pata-Angamarca-Pujilí	10	9875543	731388	SM-SC	A-2-4	4.7 km
	11	9874614	731112	SP-SM	A-2-4	
	12	9874312	730541	SP-SM	A-2-4	

*Autor: Jhimy Gómez*

Se ha realizado la zonificación de las vías con su correspondiente clasificación según la normativa SUCS y AASHTO

Ilustración 68: Mapa de clasificación



UBICACIÓN Via Parroquia Cantón	Nº Calicata	Norte	Este	CLASIFICACIÓN		Longitud via
				SUCS	AASHTO	
Pigua	1	9882429	734127	SM	A-2-1	4.9 km
Quindigua/Llanchachi	2	9882052	734794	SP-SM	A-2-4	
Angamarca-Pujilí	3	9881614	735210	SM	A-2-4	
Singuna/Yallivi- Angamarca-Pujilí	4	9877198	731977	SM	A-2-4	5.1 km
	5	9877934	733072	SM	A-2-4	
	6	9878531	733631	SW-SM-SC	A-2-4	
Teodasin/Angamarca- Angamarca-Pujilí	7	9877233	731027	SP-SM-SC	A-2-4	4.87 km
	8	9876399	731164	SP-SM	A-2-4	
Shuyo Grande/Arrayan Pata- Angamarca-Pujilí	9	9877155	730830	SP-SM-SC	A-2-4	4.7 km
	10	9875543	731388	SM-SC	A-2-1	
	11	9871614	731112	SP-SM	A-2-1	
	12	9874312	730541	SP-SM	A-2-4	



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



**TEMA:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."

**CONTIENE:** Mapa de Calicatas y Vías del Proyecto de Tesis

<b>Realizado por:</b> ..... Jhimy Gómez Morales	<b>Revisado por:</b> ..... Ing. MSc. Favio Portilla
<b>Fecha:</b> 13/12/2022	<b>Escala:</b> 1: 750 000
<b>Ubicación:</b> Angamarca - Pujilí - Cotopaxi - Ecuador	

Proyeccion Cartográfica UTM  
Datum WGS-84 Zona 17S

Autor: Jhimy Gómez

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Se determinó las propiedades índice y mecánicas que existe en la parroquia Angamarca, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi descritas en la Tabla 64, clasificando el suelo según la norma SUCS en arenas (SM, SP-SM, SW-SM-SC, SP-SP-SM-SC, SM-SC), Mientras que la clasificación según la norma AASHTO es Arenas A-2-4.
- Se determinó 25 correlaciones con coeficientes de correlación aceptables con coeficientes  $r^2$  que varían entre el 50% a 95% considerando como valores aceptables para la determinación de correlaciones siendo la correlación entre CBR y DCP la más importante por su incidencia directa en el diseño de pavimento, el coeficiente de correlación de dichas variables fue de 77%, valor favorable para una correlación de dos variables.
- Se estableció mediante la discusión de resultados los valores de CBR obtenidos con la ecuación  $CBR=247.18*(DN)^{-0.84}$ , al ser comparados con ecuaciones propuestas por distintos autores presentaron errores que están en el rango de 20.8% a 57.1% en el caso de normativa e investigaciones de otros países, sin embargo, para investigaciones aledañas a la zona de estudio del presente trabajo experimental se encontró errores comparativos que varían entre el 3.9% y 6.9%. Siendo el valor de 3.9% de error en la ecuación propuesta por el Ing. Favio Portilla en su investigación analizada a 30 muestras de suelo en la zona norte del país, lugar aledaño a la zona de estudio Angamarca.
- Se diseñó las dimensiones del paquete estructural de pavimento flexible a emplearse en la vía que conecta el caserío Shuyo Grade con el caserío Arrayan Pata, los espesores calculados para el CBR de laboratorio y el de correlaciones no vario siendo 6.5cm para la carpeta asfáltica, 10 cm para base y 15 cm para subbase.
- Se zonificó en área de estudio que comprende la parroquia Angamarca, mediante la herramienta ArcGIS se colocaron los puntos de los cuales se extrajo las muestras de suelo representativo, en la ilustración 68, se aprecia las vías objeto de estudio y la respectiva clasificación de suelo según las normas SUCS y AASHTO.

- Se determinó mediante las correlaciones presentes entre el DCP Y CBR de laboratorio la ecuación de  $CBR=247.18*(DN)^{-0.84}$ , en donde a valores altos de DN los resultados de CBR serán menores, mientras que a valores menores de DN el valor de CBR incrementara.
- Se identificó al realizar el diseño del paquete estructural del pavimento flexible que los valores de espesores no varían con el CBR de laboratorio versus el CBR obtenido de las correlaciones.
- Se determinó que las correlaciones resultantes del presente trabajo experimental únicamente podrán ser empleados para suelos que presenten las mismas características, a fin de evitar errores que puedan desencadenar en un diseño de pavimento erróneo.
- Se amplió la base de datos referente a correlaciones entre propiedades mecánicas e índices, sumando así 25 correlaciones a la base de datos en la provincia de Cotopaxi, aplicando el método de mínimos cuadrados se presentaron alternativas de correlacione lineales, polinómicas, exponenciales y logarítmicas.
- Se analizó 12 muestras de suelo representativo de los cuales mediante ensayos de laboratorio y campo se encontró valores de CBR de laboratorio en el rango de 13% a 35% mientras que los valores de DN están en el rango de 12.06 a 39.49 mm/golpe. Según la normativa MOP 2003 los valores están en un rango óptimo para ser parte de la subrasante, ya que no requiere material clasificado.



## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda ampliar la base de datos para el estudio estadístico a fin de disminuir la brecha de errores que pueda surgir al momento de realizar correlaciones entre propiedades índice y mecánicas, una mayor muestra permitirá determinar estadísticamente un valor que mejor represente la correlación entre DCP y CBR.
- Se recomienda emplear la ecuación  $CBR=247.18*(DN)^{-0.84}$  únicamente en suelos que presenten características parecidas en propiedades índice y mecánicas para la determinación del CBR.
- Se recomienda a la Universidad Técnica de Ambato la realización de macroproyectos que permitan ampliar la base de datos referente a correlaciones y características de suelo en poblaciones rurales que pueden ser beneficiadas con estudios preliminares diseñados por estudiantes de los últimos niveles de la carrera de Ingeniería Civil.
- Se recomienda comparar los resultados de correlaciones con normativa y artículos de investigación los cuales permitan saber si la investigación está cumpliendo los objetivos planteados.
- Se recomienda a los laboratorios de la Universidad Técnica de Ambato realizar mantenimiento a los instrumentos, a fin de evitar errores en la realización de ensayos de suelo.
- Se recomienda para futuros trabajos experimentales relacionados con el tema de correlaciones entre propiedades índice y mecánicas de los suelos, extraer y realizar los ensayos in situ el mismo día, a fin de no variar los resultados experimentales debido a condiciones climáticas que afecten el estado del suelo en la zona de estudio.
- Se recomienda que las muestras alteradas de suelo se mantengan en un lugar aislado, esto para ensayos de contenido de humedad, además para el ensayo de Proctor modificado secar la muestra para tener un mejor control de humedad, una alternativa para ahorrar tiempo es realizar el ensayo con la humedad natural y agregar cantidades de agua apropiadas que permita la trabajabilidad en el ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] T. Al-Refeai y A. Al-Suhaibani, «Prediction of CBR using dynamic cone penetrometer», *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, vol. 9, n.º 2, pp. 191-203, 1997.
- [2] J. Ordóñez-Ruiz, G. Auvinet-Guichard, y M. Juárez-Camarena, «Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos asociados a las arcillas expansivas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez», *Ingeniería, investigación y tecnología*, vol. 16, n.º 3, pp. 453-470, 2015.
- [3] W. S. Araujo Navarro, «Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura», 2015.
- [4] E. A. Sandoval Vallejo y W. A. Rivera Mena, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión inconfnada», *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 29, n.º 1, pp. 135-152, ago. 2019, doi: 10.18359/rcin.3478.
- [5] C. Florez, C. Torres, P. Torres, y S. Peña, «ESTIMACION DEL VALOR DE CBR USANDO PENETROMETRO DE CONO DINAMICO», *California: Publication*, 2010.
- [6] J. D. Barreno Proaño y others, «Estudio de la correlación entre los ensayos (DCP) penetrómetro dinámico de cono y (CBR) relación de soporte de california en vías rurales de bajo volumen de tránsito», Quito, 2021.
- [7] C. A. M. Vera, J. R. G. Delgado, E. H. O. Hernández, y J. J. G. V\`inces, «Análisis comparativo de suelo de campo y laboratorio para la medición de su capacidad portante con ensayos de Valor de Soporte de California (CBR) y Cono Dinámico de Penetración (DCP) en la Universidad Técnica de Manabí.», *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT ISSN: 2588-0721*, vol. 4, n.º 2, pp. 79-82, 2019.

- [8] Guato Recalde J., «“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS GRANULARES, DE LA PARROQUIA HUAMBALÓ DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [9] Troya Jurado M, «CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS GRANULARES, DE LAS PARROQUIAS CUNCHIBAMBA Y UNAMUNCHO, CANTÓN AMBATO. PROVINCIA DE TUNGURAHUA», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [10] Lozada Sánchez T., «CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LAS PARROQUIAS: PATATE (LA MATRIZ) Y EL TRIUNFO DEL CANTÓN PATATE, PROVINCIA DE TUNGURAHUA», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [11] W. S. Araujo Navarro, «Ecuaciones de correlación de CBR con propiedades índice de suelos para la ciudad de Piura», 2015.
- [12] A. Solano y A. Andres, «Determinación del CBR de Laboratorio y natural en suelos finos y su correlación con el DCP para la determinación de la capacidad portante de la sub-rasante, en el diseño de pavimentos flexibles de la Ciudad de Quito.», 2013.
- [13] I. A. Fernández-Coppel, «El Datum», *Notas de cartografía. Universidad de Valladolid, Valencia. España. 25pp*, 2001.
- [14] J. Chacón Montero, C. Irigaray Fernandez, F. Lamas Fernandez, y R. el Hamdouni Jenoui, «Mecanica de suelos y rocas: practicas y ensayos.», 2004.
- [15] G. Duque y C. Escobar, «Mecánica de los suelos», *Notas del curso Suelos I. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*, 2002.

- [16] J. E. Bowles, *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. McGraw-Hill, 1981.
- [17] M. das Braja, «Fundamentos de ingeniería geotécnica», *Thomson y Learning*, vol. 580, 2001.
- [18] T. Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*, AASHTO., vol. 1. 1993.
- [19] SUCS, *Sistema Unificado de clasificación de Suelos*, vol. 2. 2001.
- [20] ASTM, *Sociedad Americana de Ensayo de Materiales*, vol. 3. 2006.
- [21] C. C. Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa, 2005.
- [22] P. L. Berry y D. Reid, *Mecánica de suelos*. McGraw-Hill Colombia, 1993.
- [23] C. C. Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa, 2005.
- [24] 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.
- [25] G. Duque Escobar y C. E. Escobar Potes, «Mecánica de los suelos», *Ingeniería Civil*, 2002.
- [26] J. E. Bowles, *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. McGraw-Hill, 1981.
- [27] D. G. Zeta Eche, «Análisis comparativo de la utilización del método de cono de arena y densímetro nuclear para determinar densidades de campo en suelos

cohesivos para terraplenes procedente de la cantera Ramalvirez ubicada en el km 7+000 de la carretera Piura-Paita. Perú. 2019», 2019.

- [28] G. Aguilar, «Manual practico de Mecanica de Suelos», *Obtenido de: [https://issuu.com/itseebahoyo/docs/manual\\_pr\\_\\_ctico\\_de\\_mec\\_\\_nica\\_d\\_e\\_su](https://issuu.com/itseebahoyo/docs/manual_pr__ctico_de_mec__nica_d_e_su)*, 2012.
- [29] G. Duque y C. Escobar, «Mecánica de los suelos», *Notas del curso Suelos I. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales*, 2002.
- [30] S. LAZCANO, «Suelos compactados: suelos no-convencionales».
- [31] M. das Braja, «Fundamentos de ingeniería geotécnica», *Thomson y Learning*, vol. 580, 2001.
- [32] Guato J, «“CORRELACIÓN ENTRE EL CBR Y LAS PROPIEDADES ÍNDICE Y MECÁNICAS EN SUELOS GRANULARES, DE LA PARROQUIA HUAMBALÓ DEL CANTÓN SAN PEDRO DE PELILEO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.
- [33] R. C. Rosetti y H. F. Begliardo, «Generalidades sobre compactación de suelos», *Ingenieria Civil Laboratorio. Rafaela: Universidad Tecnologica Nacional. Facultad Regional Rafaela*, 2005.
- [34] G. López Maldonado, «Ensayos de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado», 2020.
- [35] J. S. Puentes Morales y others, «Correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de CBR de campo y el ensayo de resistencia a la penetración estándar SPT en condiciones normales, en suelos cohesivos localidad de suba ciudad de Bogotá DC», 2018.
- [36] L. C. Chang, «CBR».

- [37] A. H. Llanos Sanchez y S. K. Reyes Perez, «Estudio comparativo de los ensayos California Bearing Ratio (CBR) de laboratorio y penetración dinámica de cono (pdc) en la localidad de picasi», 2017.
- [38] J. A. Z. Duque y G. J. C. Londoño, «Aplicación de los sistemas de información geográfica para la gestión de la malla vial de la ciudad de Medellín», *Ingeniería USBMed*, vol. 3, n.º 2, pp. 70-84, 2012.
- [39] P. Haro y R. Soraya, «Estudio y Diseño de la vía que comunica el sector Cuatro Esquinas de la Parroquia Matus con la comunidad Santa Vela de la Parroquia San Antonio de Bayushig, del Cantón Penipe (L= 4.7 km).», Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016, 2016.
- [40] B. Castillo, «Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras», *Cuenca, Ecuador*, 2017.
- [41] D. R. Farinango Bilbao, «Análisis comparativo de costos entre el pavimento rígido y pavimento flexible.», 2014.
- [42] M. I. Z. Meza y E. T. Piusseaut, «Materiales granulares tratados con emulsión asfáltica para su empleo en bases o subbases de pavimentos flexibles.», *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. 13, n.º 3, pp. 1-11, 2019.
- [43] G. Villanueva y J. Jair, «Deflexión y la capa de rodadura del pavimento flexible, en la avenida Santa Rosa-San Juan de Lurigancho-Lima. 2016», 2017.
- [44] D. I. Batalla, «Caracterización estructural de materiales con ligantes hidráulicos en pavimentos flexibles», 2022.
- [45] B. J. Tiznado Aguilar y J. van Zavaleta Pejerrey, «Diseño de pavimento rígido aplicando los métodos AASHTO 93 y PCA en la carretera Matacoto, Yungay–Ancash-2020», 2021.

- [46] E. P. Luisa Llundu, «Características de la capa de rodadura del sector de Quillán Loma de la parroquia Izamba del cantón Ambato, provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio económico», Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica..., 2016.
- [47] J. Casia Boza, «Evaluación estructural de pavimentos flexibles usando el deflectómetro de impacto en la carretera Tarma-La Merced», 2015.
- [48] W. A. Arregui Romero, «Diseño de pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 en la vía del Cantón Montalvo–intersección Tres Bocas Provincia de los Ríos.», Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas..., 2016.
- [49] M. F. Triola, *Probabilidad y estadística*. Pearson educación, 2004.
- [50] M. R. Spiegel, J. J. Schiller, R. A. Srinivasan, y A. V. E. de los Monteros, *Probabilidad y estadística*, n.º QA39. 2. S644 1999. McGraw-Hill New York, US, 2013.
- [51] L. E. Rossi Casé, «Estadística», 2004.
- [52] I. M. Peláez, «Modelos de regresión: lineal simple y regresión logística», *Revista Seden*, vol. 14, pp. 195-214, 2016.
- [53] GADPR Angamarca, *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Angamarca*. GADPR Angamarca, 2015.
- [54] V. H. Kleyn, «Correlation equation between DCP and CBR», 1986.
- [55] TRL, *Overseas Road Note*, vol. 1. 2004.
- [56] MTOP Colombia, *Norma para el diseño de vías*. 2008.

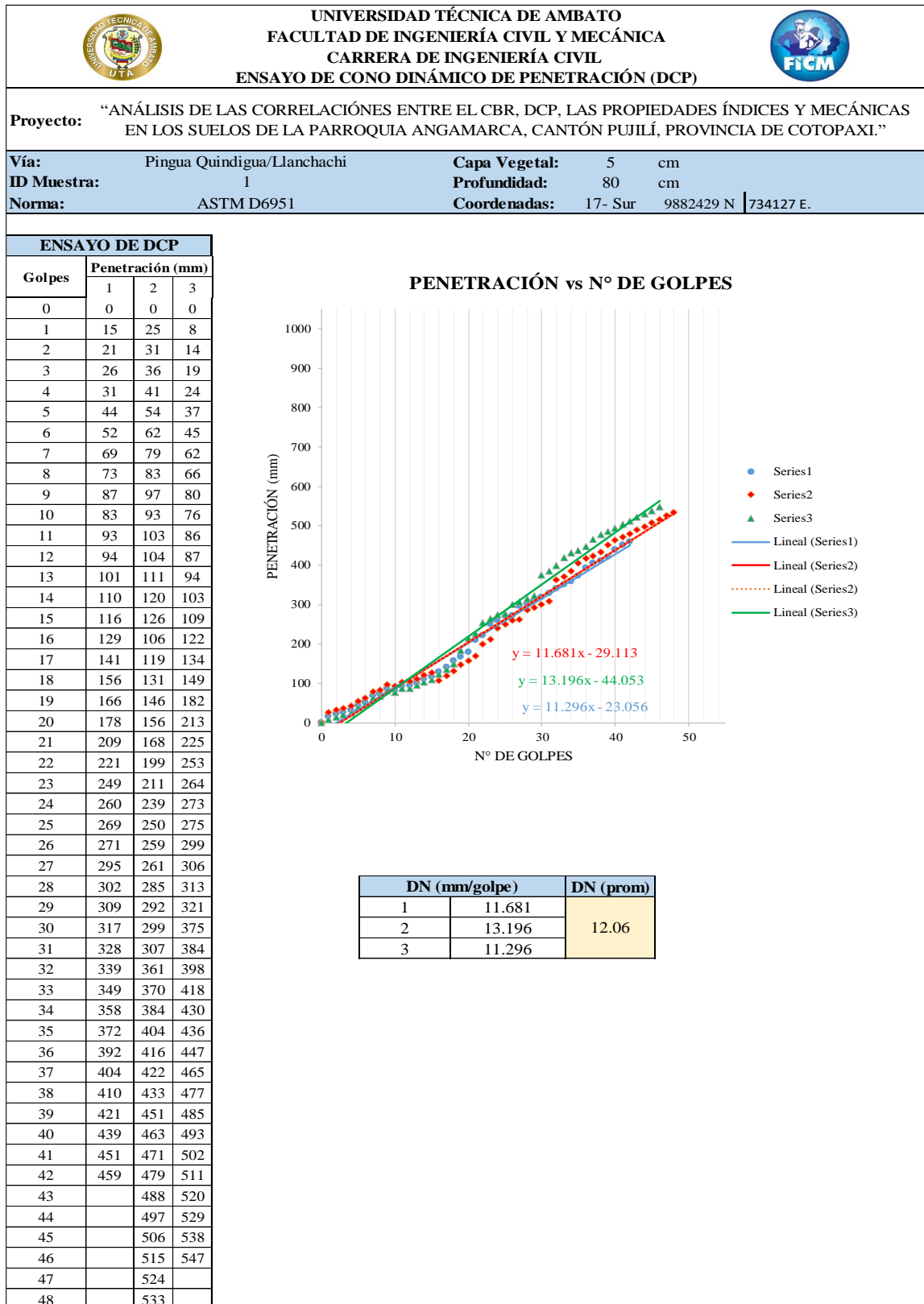
- [57] F. P. Portilla Yandún, «Correlación entre el CBR de laboratorio, el índice DCP y propiedades físicas y mecánicas de suelos granulares», *ConcienciaDigital*, vol. 5, n.º 4.1, pp. 45-59, nov. 2022, doi: 10.33262/concienciadigital.v5i4.1.2396.
- [58] Transport Road Research 1986, «Application of Dynamic Cone Penetration Test in evaluation», 1986.
- [59] MTOP-2003, *Norma de Diseño Geométrico de Carreteras*. 2003.
- [60] NEVI-12, *Norma para estudios y diseños viales.*, vol. 1. 2012.
- [61] INAMHI 2013, *Anuario Meteorológico*. 2013.



**ANEXOS**

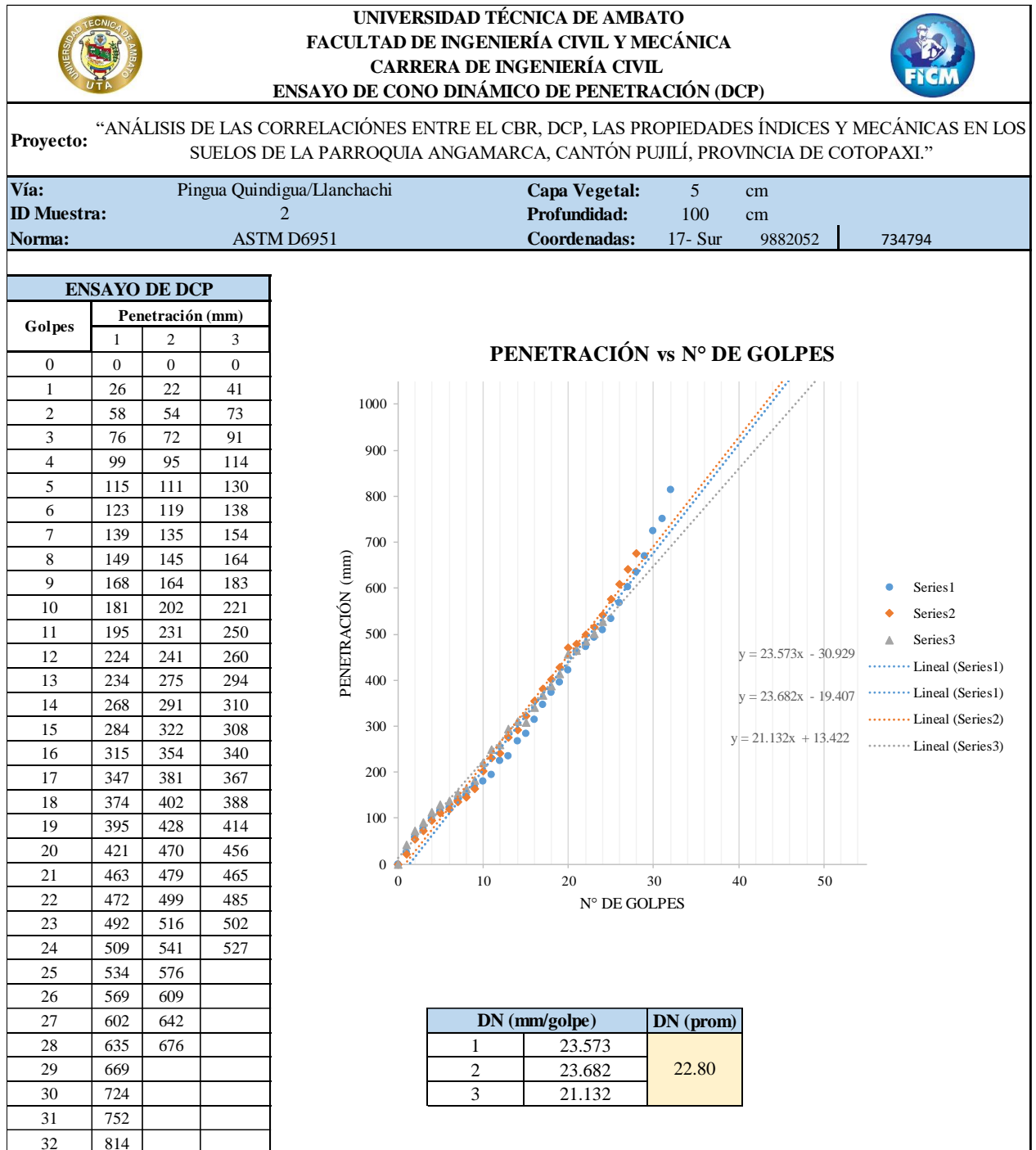
# **ENSAYO DCP**

Tabla 67: Ensayo DCP – Muestra 1



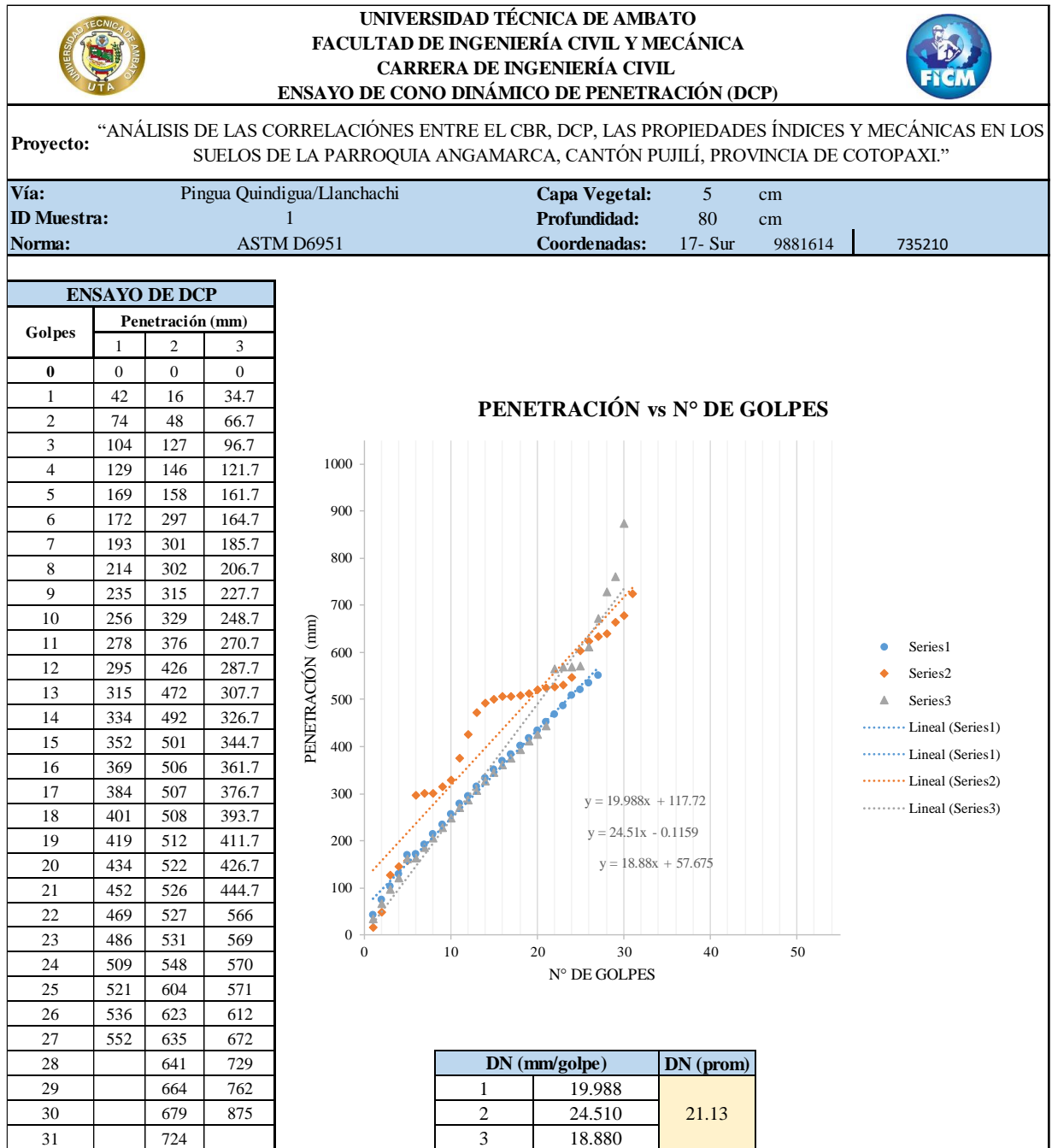
Autor: Jhimy Gómez

Tabla 68: Ensayo DCP – Muestra 2



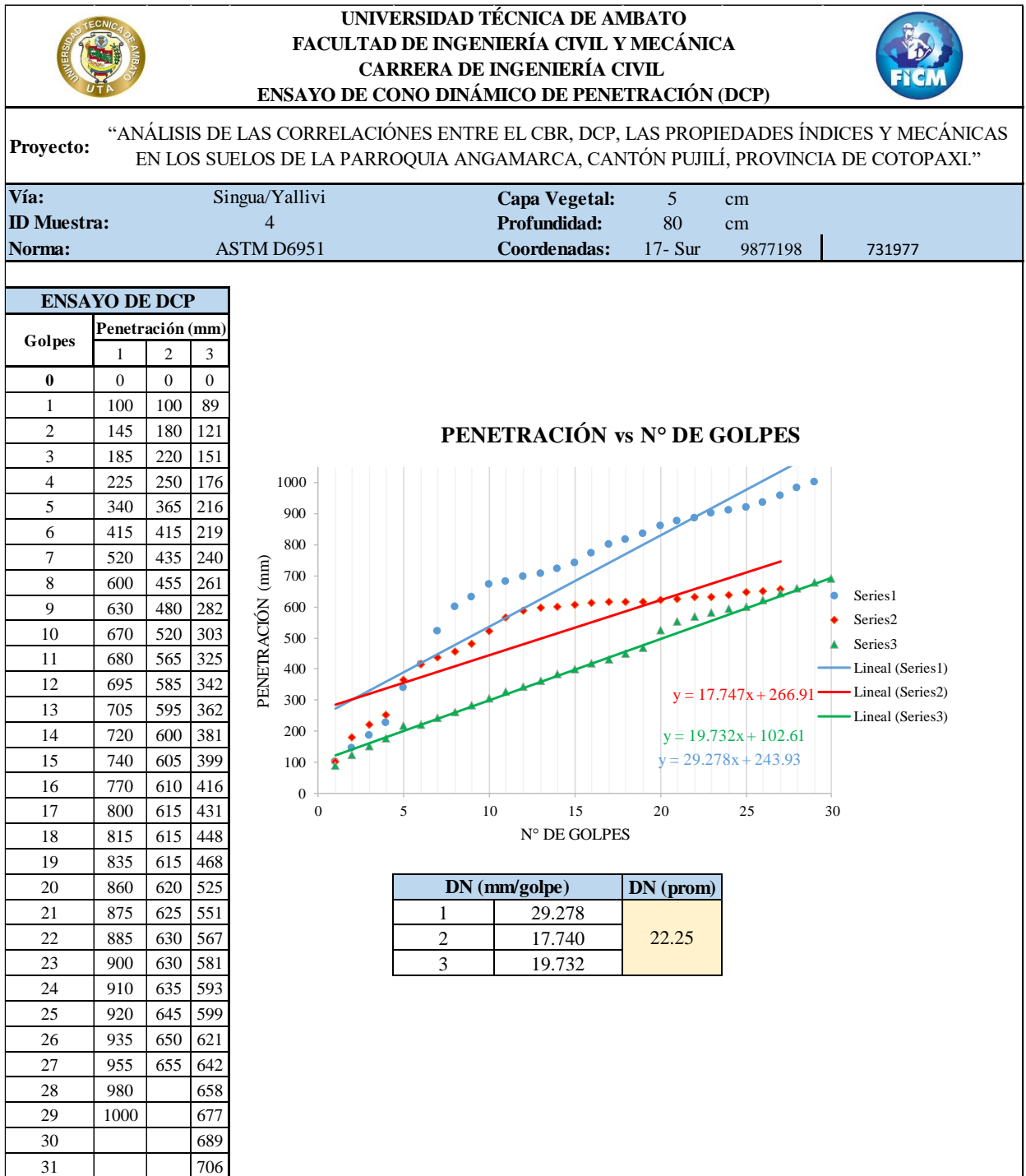
Autor: Jhimy Gómez

Tabla 69: Ensayo DCP – Muestra 3



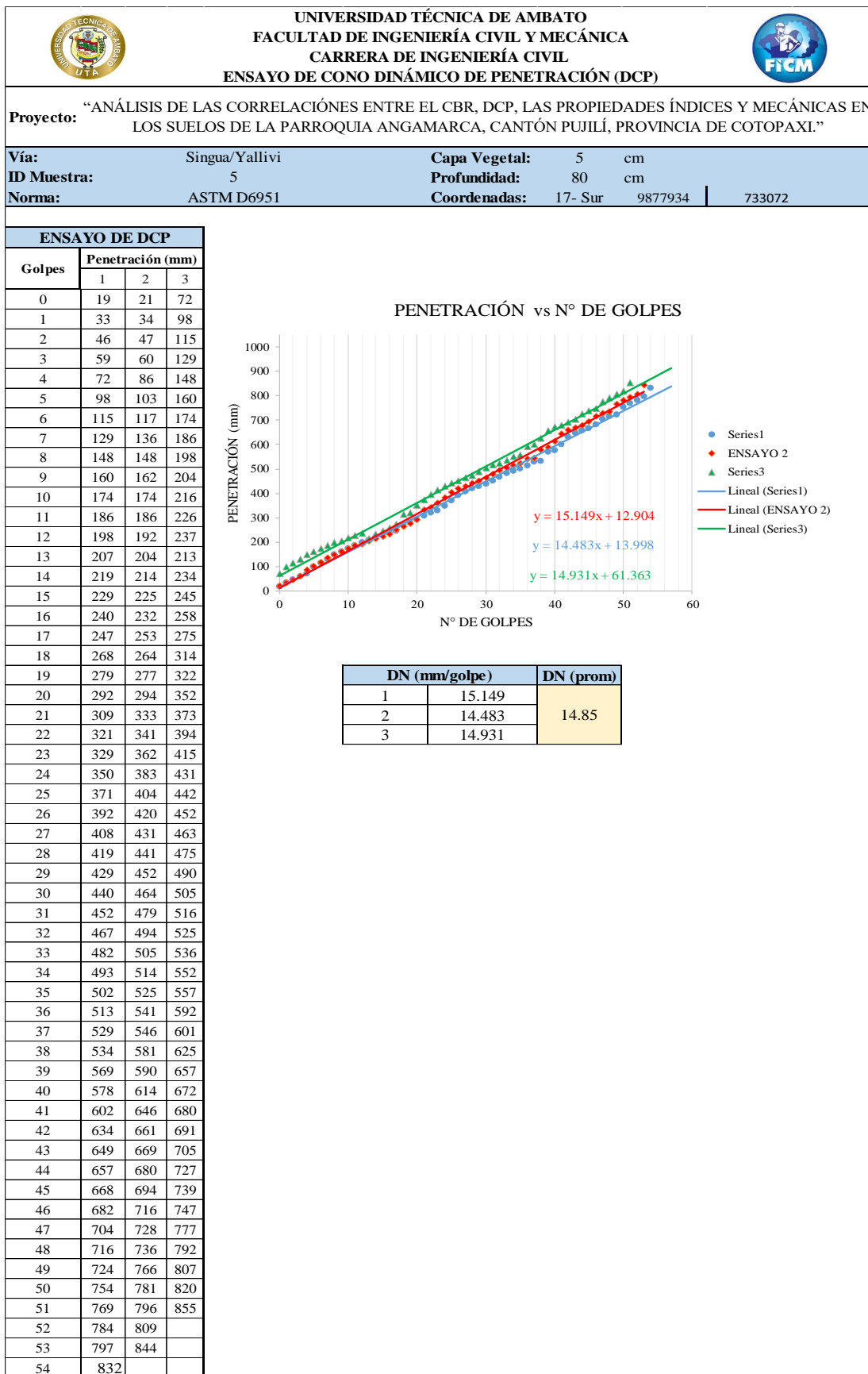
Autor: Jhimy Gómez

Tabla 70: Ensayo DCP – Muestra 4



Autor: Jhimy Gómez

Tabla 71: Ensayo DCP – Muestra 5



Autor: Jimmy Gómez

Tabla 72: Ensayo DCP – Muestra 6

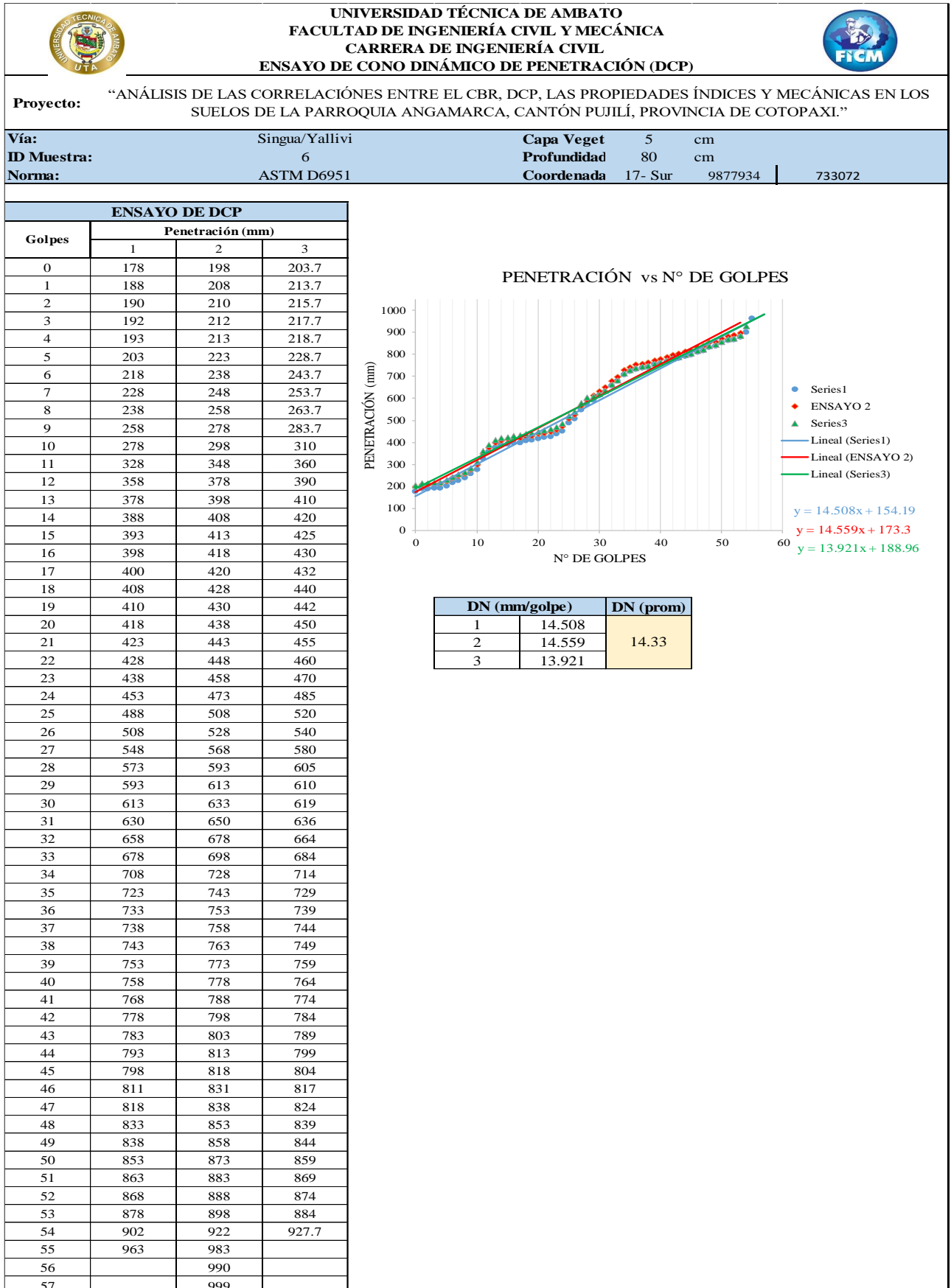
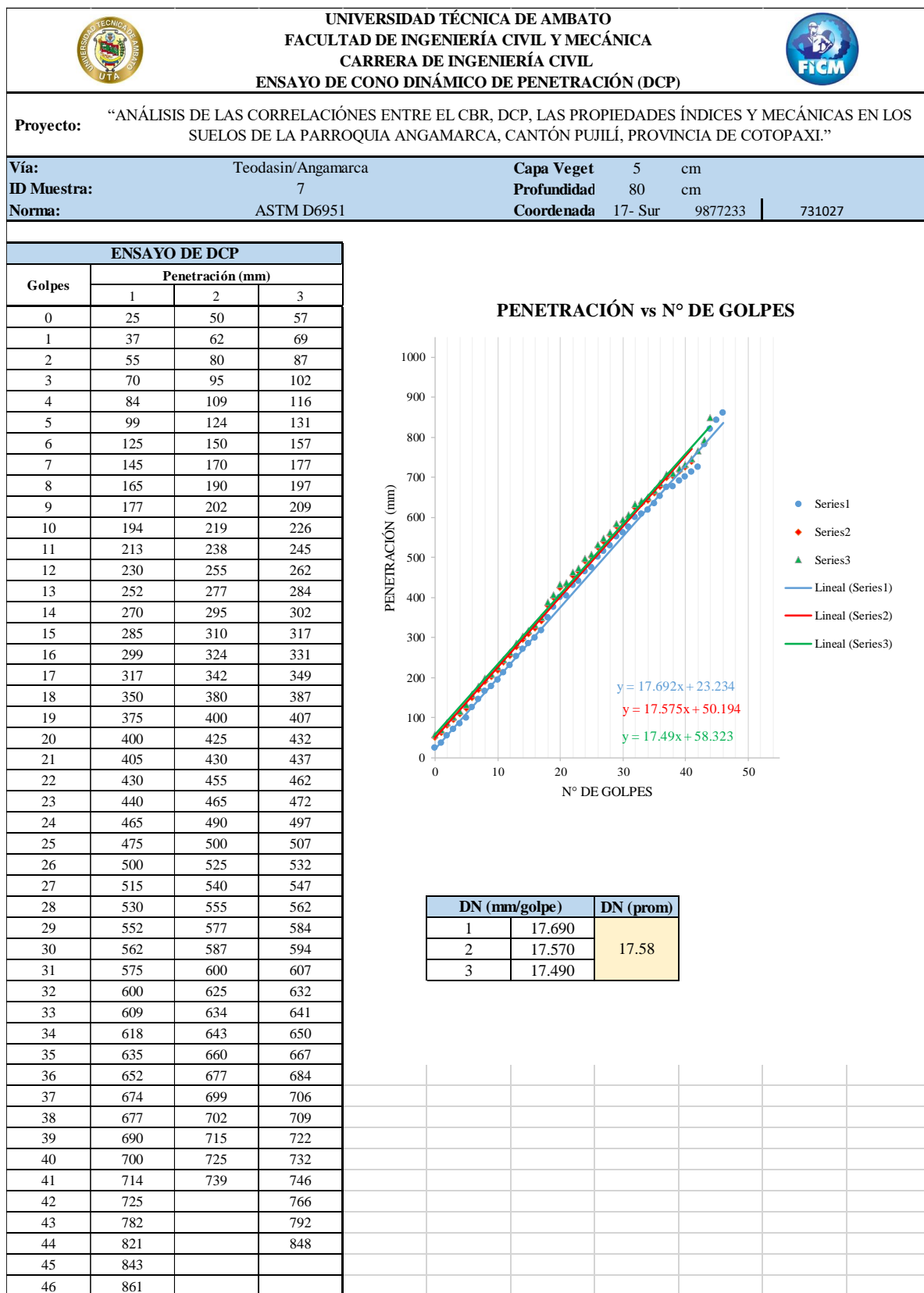


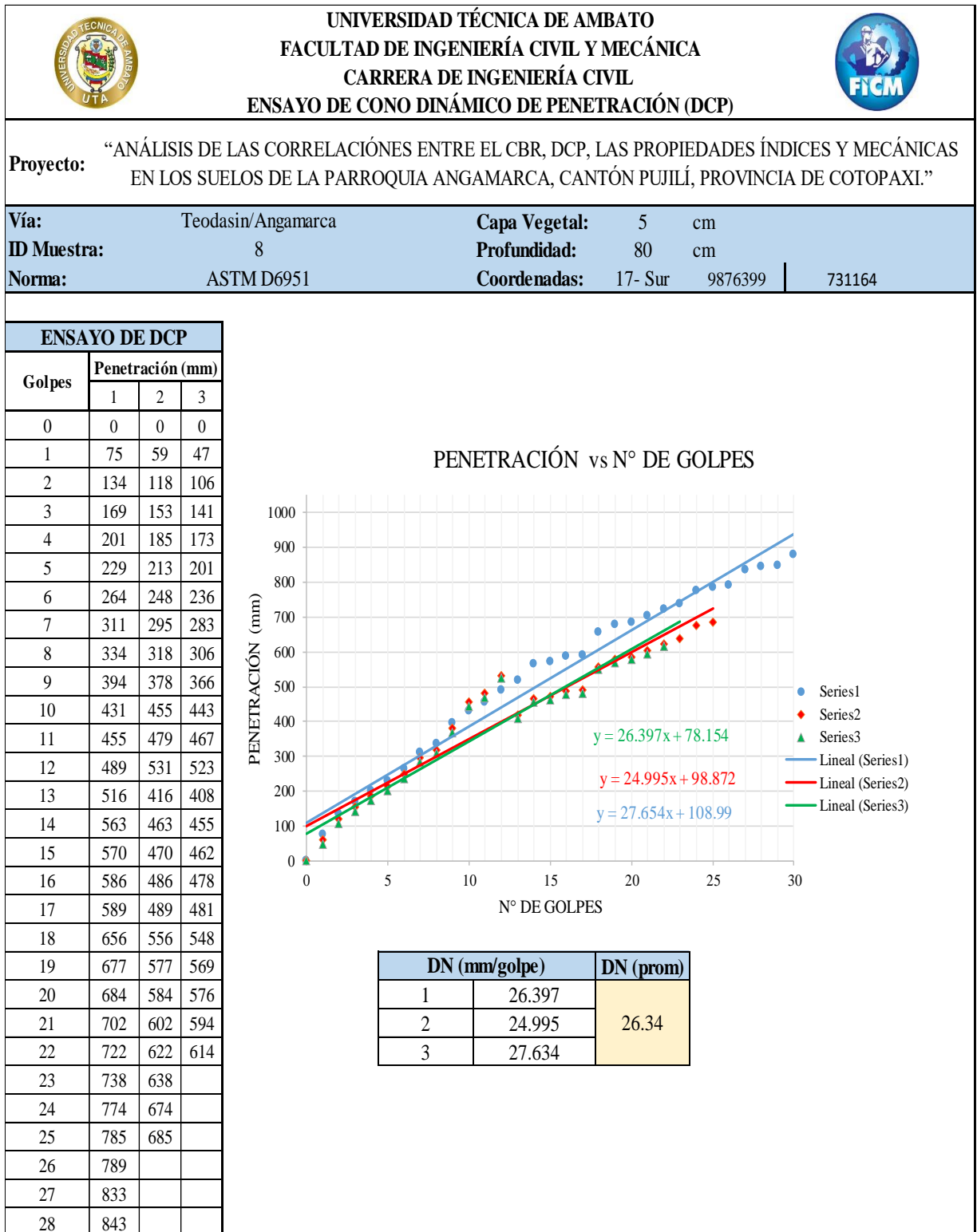
Tabla 73: Ensayo DCP – Muestra 7



Autor: Jhimy Gómez

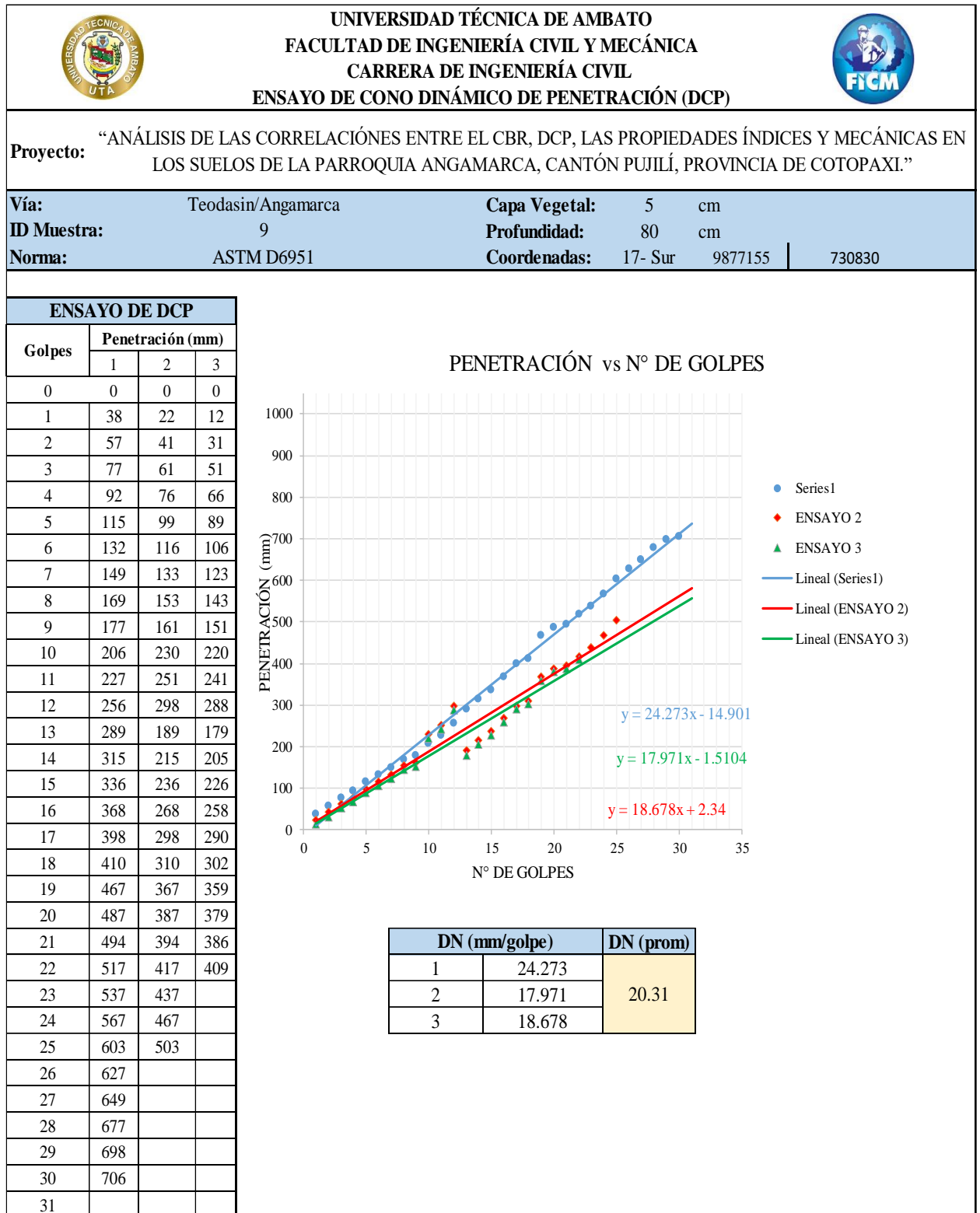


Tabla 74: Ensayo DCP – Muestra 8



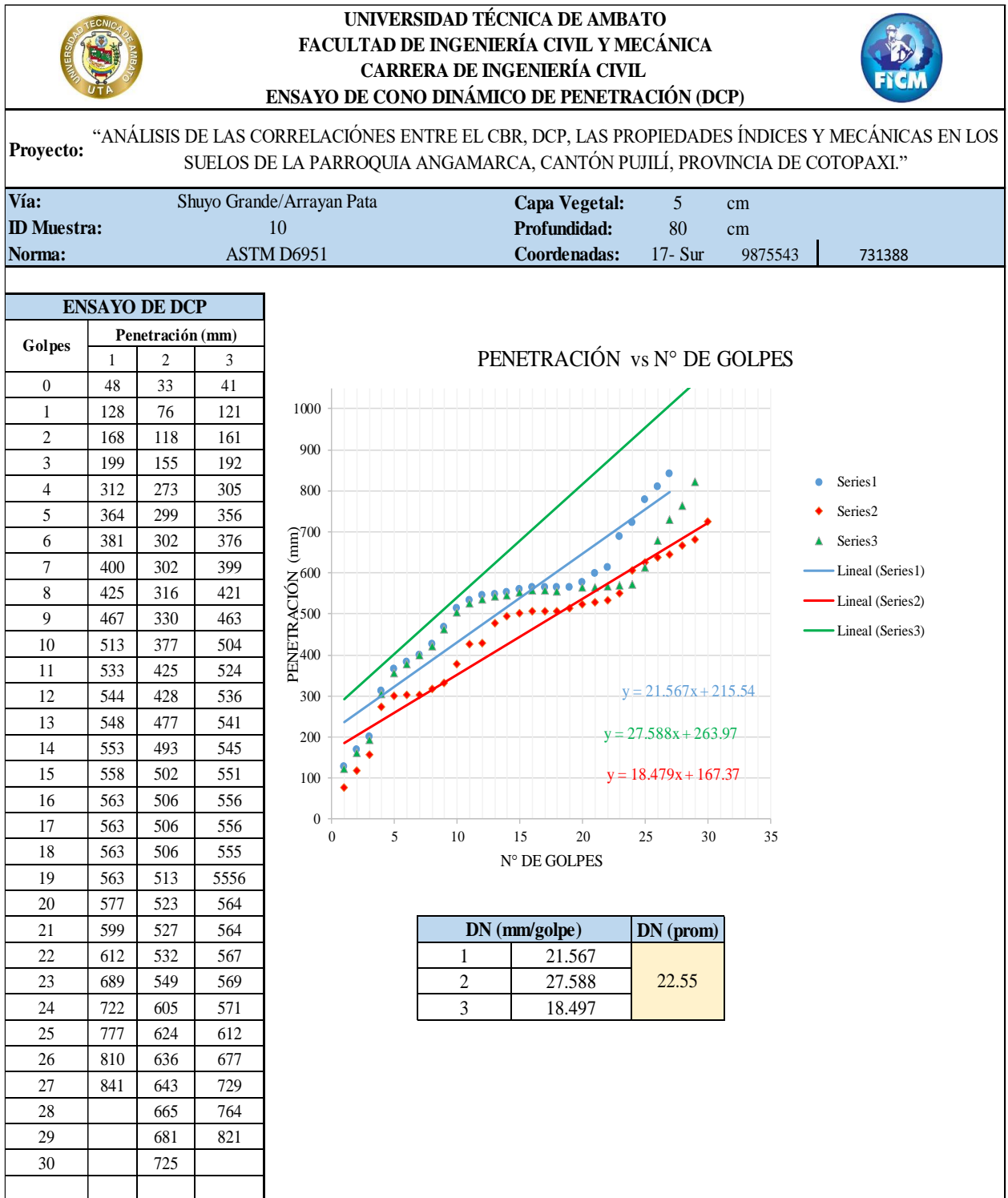
Autor: Jhimy Gómez

Tabla 75: Ensayo DCP – Muestra 9



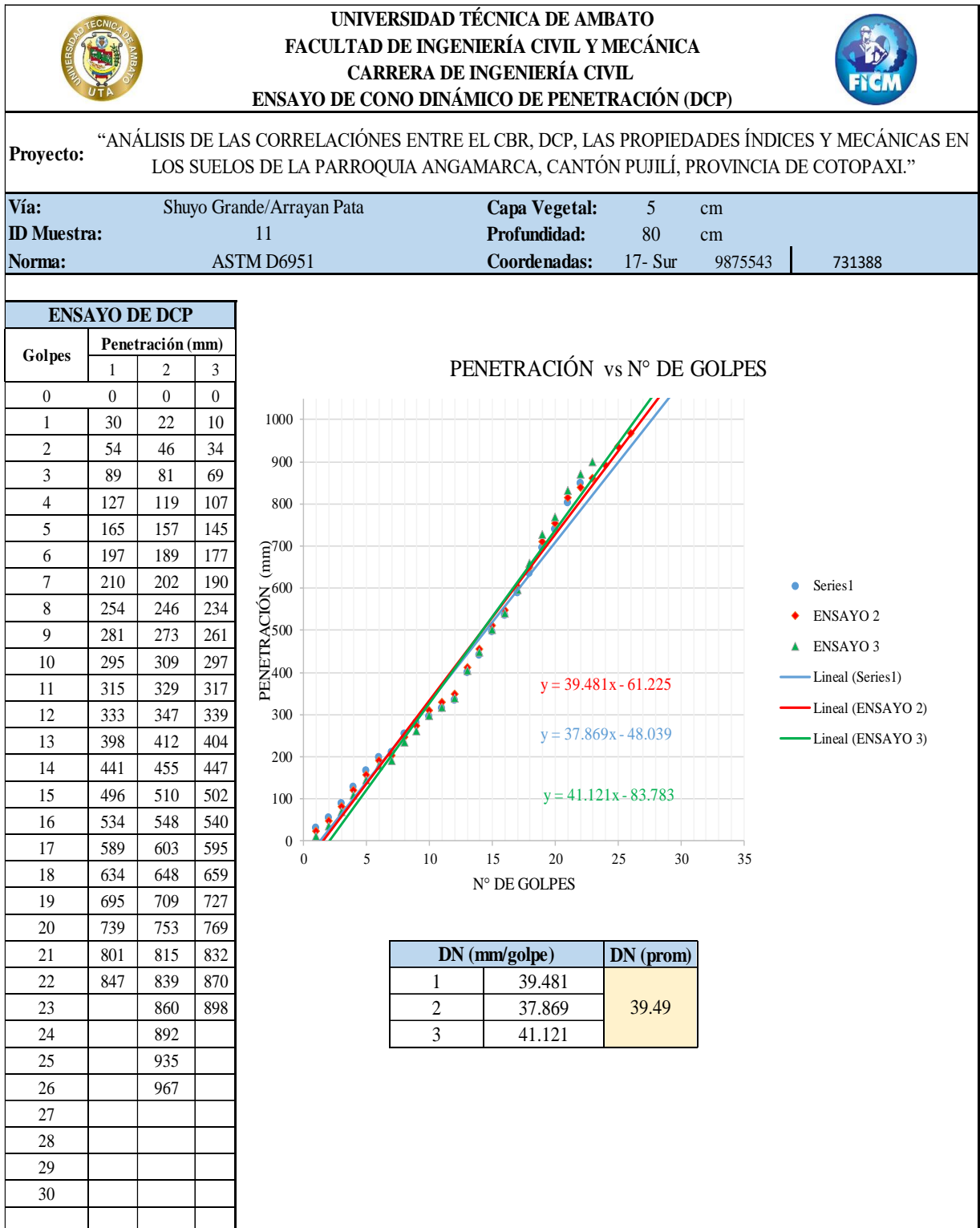
Autor: Jhimy Gómez

Tabla 76: Ensayo DCP – Muestra 10



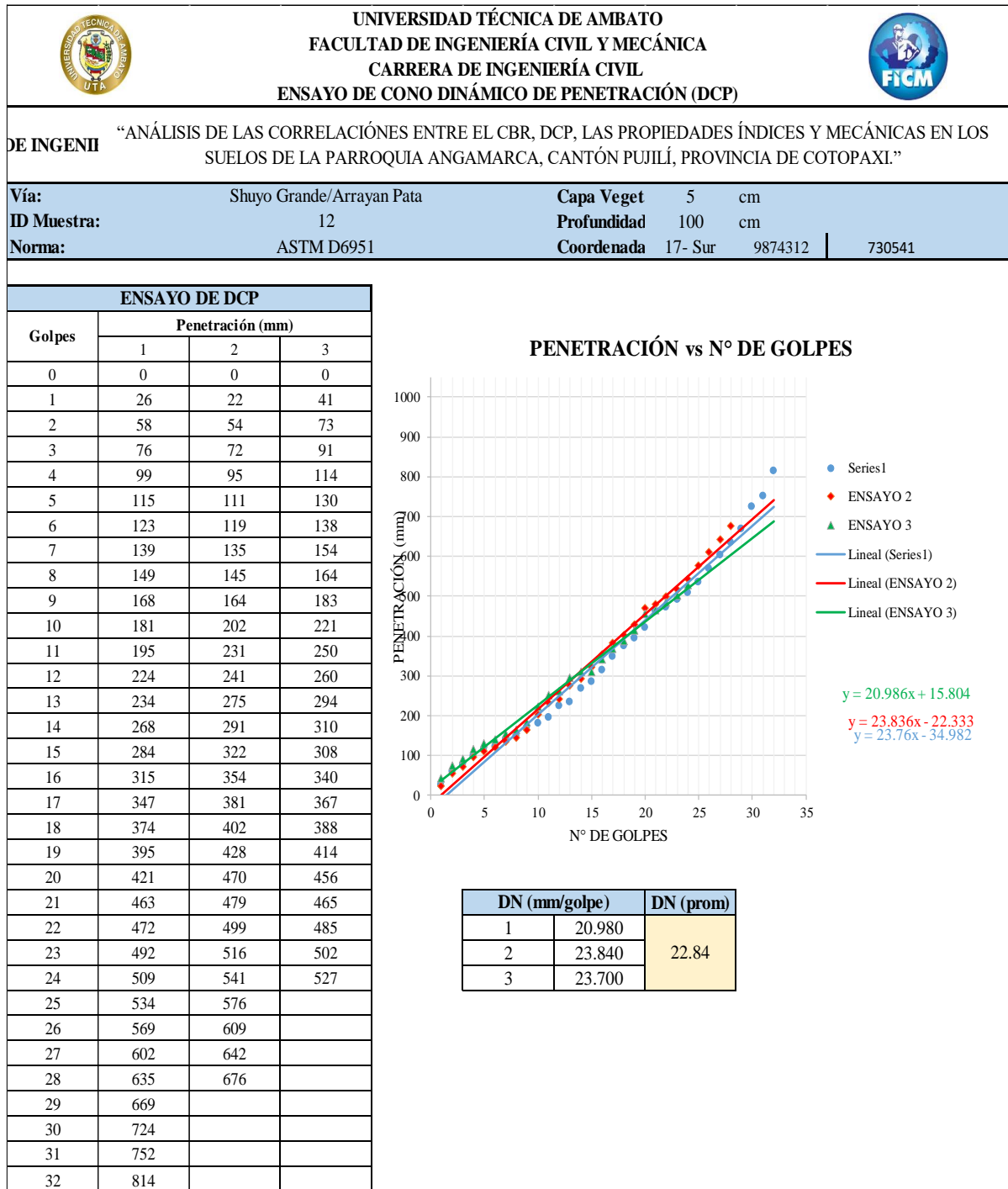
Autor: Jimmy Gómez

Tabla 77: Ensayo DCP – Muestra 11



Autor: Jhimy Gómez



Tabla 78: Ensayo DCP – Muestra 12



Autor: Jimy Gómez



# **ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD**

Tabla 79 : Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	1	<b>Coordenadas:</b>	9882429
			734127
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	40.17	48.74	36.12
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	151.06	146.87	122.65
Peso suelo seco + recipiente (gr)	136.79	134.87	111.57
Peso de agua <b>Ww</b> (gr)	14.27	12	11.08
Peso suelo seco <b>Ws</b> (gr)	96.62	86.13	75.45
Contenido de humedad (W%)	14.77%	13.93%	14.69%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>14.46%</b>		

*Autor: Jhimy Gómez*



Tabla 80: Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	2	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	23.07	27.15	29.78
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	149	138	128.7
Peso suelo seco + recipiente (gr)	128.96	119.81	112.04
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	20.04	18.19	16.66
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	105.89	92.66	82.26
Contenido de humedad (W%)	18.93%	19.63%	20.25%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>19.60%</b>		

*Autor: Jhimy Gómez*





**Tabla 81:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	3	<b>Coordenadas:</b>	N: 9899355 E: 758917
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	31.79	33.13	31.42
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	149	138	128.7
Peso suelo seco + recipiente (gr)	139.58	129.78	120.57
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	9.42	8.22	8.13
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	107.79	96.65	89.15
Contenido de humedad (W%)	8.74%	8.50%	9.12%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>8.79%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

Tabla 82: Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	4	<b>Coordenadas:</b>	9877198
			731977
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	33.18	30.93	32.48
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	166.14	120.18	135.57
Peso suelo seco + recipiente (gr)	135.72	99.97	112.04
Peso de agua <b>Ww</b> (gr)	30.42	20.21	23.53
Peso suelo seco <b>Ws</b> (gr)	102.54	69.04	79.56
Contenido de humedad (W%)	29.67%	29.27%	29.58%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>29.50%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

**Tabla 83:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	5	<b>Coordenadas:</b>	9877934
			733072
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	19.87	18.77	24.57
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	134.25	119.57	135.14
Peso suelo seco + recipiente (gr)	111.46	98.46	112.04
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	22.79	21.11	23.1
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	91.59	79.69	87.47
Contenido de humedad (W%)	24.88%	26.49%	26.41%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>25.93%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

**Tabla 84:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	6	<b>Coordenadas:</b>	9878531
			733631
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	36.87	31.68	33.77
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	130.87	111.08	144.14
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.57	103.39	134.10
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	9.3	7.69	10.04
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	84.7	71.71	100.33
Contenido de humedad (W%)	10.98%	10.72%	10.01%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>10.57%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

Tabla 85: Ensayo Contenido de humedad – 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	7	<b>Coordenadas:</b>	9877233
			731027
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	62.74	30.71	30.15
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	134.87	184.87	164.00
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.57	158.74	142.14
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	13.34	26.13	21.86
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	58.83	128.03	111.99
Contenido de humedad (W%)	22.68%	20.41%	19.52%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>20.87%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

**Tabla 86:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	8	<b>Coordenadas:</b>	9876399
			731164
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	50.12	31.20	30.20
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	134.87	169.47	141.98
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.57	149.20	128.40
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	13.34	20.27	13.58
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	71.45	118	98.2
Contenido de humedad (W%)	18.67%	17.18%	13.83%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>16.56%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

**Tabla 87:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	9	<b>Coordenadas:</b>	9877155
			731388
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	51.7	30.20	30.50
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	134.87	197.84	201.50
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.57	170.50	172.40
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	13.37	27.34	29.1
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	69.87	140.3	141.9
Contenido de humedad (W%)	19.14%	19.49%	20.51%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>19.71%</b>		

*Autor: Jhimy Gómez*



Tabla 88: Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	10	<b>Coordenadas:</b>	9875543
			731388
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	52.4	33.00	32.10
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	135.47	154.80	154.98
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.57	135.00	134.70
Peso de agua <b>Ww</b> (gr)	14.2	19.8	20.28
Peso suelo seco <b>Ws</b> (gr)	69.17	102	102.6
Contenido de humedad (W%)	20.53%	19.41%	19.77%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>19.90%</b>		

*Autor: Jhimy Gómez*





Tabla 89: Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	11	<b>Coordenadas:</b>	9874614
			731112
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	53.1	33.20	33.50
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	136.01	201.87	207.65
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.4	173.10	178.80
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	14.2	28.77	28.85
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	68.3	139.9	145.3
Contenido de humedad (W%)	20.79%	20.56%	19.86%
W Promedio (%)	20.40%		

*Autor: Jhimy Gómez*




**Tabla 90:** Ensayo 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, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Parroquia:</b>	Angamarca	<b>Normas:</b>	AASHTO T 191 2014
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Ensayado por:</b>	Gomez Jhimy
<b>Fecha:</b>	12/11/2022	<b>Revisado por:</b>	Ing. Favio Portilla
<b>Muestra:</b>	12	<b>Coordenadas:</b>	9874312
			730541
<b>ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
N. Recipiente	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Peso Recipiente (gr)	53.1	32.40	33.50
Peso suelo húmedo + recipiente (gr)	127.4	183.70	187.54
Peso suelo seco + recipiente (gr)	121.4	169.20	175.20
Peso de agua <b>W<sub>w</sub></b> (gr)	6	14.5	12.34
Peso suelo seco <b>W<sub>s</sub></b> (gr)	68.3	136.8	141.7
Contenido de humedad (W%)	8.78%	10.60%	8.71%
<b>W Promedio (%)</b>	<b>9.36%</b>		



*Autor: Jhimy Gómez*

# **ENSAYO DENSIDAD DE CAMPO**

Tabla 91 : Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>						
<b>“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”</b>						
<b>Vía:</b> Pingua Quindigua/Llanchachi		<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm				
<b>ID Muestra:</b> 1		<b>Profundidad:</b> 80 cm				
<b>Norma:</b> AASHTO T191 2014		<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9882429 N		734127 E.		
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>						
Peso de la masa del suelo + recipiente		1024	g			
Peso de recipiente (funda plastica)		3	g			
Peso de la masa del suelo (Wm)		1021	g			
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>						
Peso inicial frasco + cono + arena		6134.87	g			
Peso final frasco + cono + arena		4812.94	g			
Peso de la arena en el hueco		969.93	g			
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma$ sand		1.589	g/cm <sup>3</sup>			
Volumen del hueco de la masa Vm		610.40	cm <sup>3</sup>			
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente Número		3	4	-		
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		320.47	315.47	g		
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		281.57	289.47	g		
Peso del agua (Ww)		39.14	42.14	g		
Peso del recipiente (Wr)		18.54	17.27	g		
Peso de la muestra seca (Ws)		263.03	272.20	g		
Contenido de humedad ( $\omega$ )		14.88	15.48	%		
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		15.18		%		
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>						
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>		
		Vv =	83.42			
		Va =	44.28	Wa =	0.00	
		Vw =	39.14	Ww =	39.14	
		Vs =	102.72	Ws =	272.20	
		Vm =	186.14	Wm =	311.34	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>						
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.673	g/cm <sup>3</sup>			
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.452	g/cm <sup>3</sup>			
Contenido de humedad ( $\omega$ )		15.18	%			
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )		0.81	-			
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )		44.82	%			
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )		46.92	%			
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )		53.08	%			

**Tabla 92:** Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	2	<b>Profundidad:</b>	100 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9882052   734794	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente	1061	g		
Peso de recipiente (funda plastica)	9	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)	1052	g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena	4823.14	g		
Peso final frasco + cono + arena	3511	g		
Peso de la arena en el hueco	961.47	g		
Calibración de la arena de Ottawa γsand	1.582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm	613.87	cm <sup>3</sup>		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	3MF	A	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	102.87	120.84	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.60	107.50	g	
Peso del agua (Ww)	11.27	13.34	g	
Peso del recipiente (Wr)	31.20	33.40	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	60.40	74.10	g	
Contenido de humedad (ω)	18.66	18.00	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	18.33		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$  \begin{array}{c}  \text{cm}^3 \\    \\  V_m \\    \\  V_v \\    \\  \begin{array}{c}  V_a \\  V_w \\  V_s  \end{array}  \end{array}  \begin{array}{c}  \begin{array}{c}  \text{Aire} \\  \text{Agua} \\  \text{Sólidos}  \end{array} \\  \\  \\  \end{array}  \begin{array}{c}  \text{g} \\    \\  W_m \\    \\  W_w \\    \\  W_s  \end{array}  $	Volúmenes		Masas	
	Vv =	21.85		
	Va =	10.58	Wa =	0.00
	Vw =	11.27	Ww =	11.27
	Vs =	27.96	Ws =	74.10
Vm =	49.82	Wm =	85.37	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo (γm)	1.714	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca (γd)	1.448	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad (ω)	18.33	%		
Relación de vacíos ( e = Vv / Vs )	0.78	-		
Porosidad ( n = Vv/Vm )	43.87	%		
Grado de saturación de agua (Gw = Vw/Vv )	51.57	%		
Grado de saturación de aire (Ga = Va/Vv )	48.43	%		

**Tabla 93:** Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b> 				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	4	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877198   731977	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente	1027		g	
Peso de recipiente (funda plastica)	9		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	1018		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena	7421		g	
Peso final frasco + cono + arena	6087.97		g	
Peso de la arena en el hueco	967.24		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$	1.582		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	611.40		cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	7	6A	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	221.75	184.25	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	204.57	169.87	g	
Peso del agua (Ww)	17.18	14.38	g	
Peso del recipiente (Wr)	24.87	23.94	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	179.70	145.93	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	9.56	9.85	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	9.71		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$\text{cm}^3$ Vm   Vv   Va      Ws     Vw     Ww     Vs     Ws g   Wm	Volúmenes		Masas	
	Vv =	42.89	Wa =	0.00
	Va =	25.71	Ww =	17.18
	Vw =	17.18	Ws =	145.93
	Vs =	55.07	Wm =	163.11
Vm =	97.96			
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.665		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.518		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	9.71		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )	0.78		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )	43.79		%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w/V_v$ )	40.05		%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a/V_v$ )	59.95		%	

Tabla 94: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	4	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877198	731977
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente			958.01	g	
Peso de recipiente (funda plastica)			7.63	g	
Peso de la masa del suelo (Wm)			950.38	g	
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			3600.18	g	
Peso final frasco + cono + arena			1190.14	g	
Peso de la arena en el hueco			812.04	g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma$ sand			1.582	g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm			513.30	cm <sup>3</sup>	
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		12	1A	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		194.58	227.41	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		160.30	185.40	g	
Peso del agua (Ww)		34.28	42.01	g	
Peso del recipiente (Wr)		31.40	30.40	g	
Peso de la muestra seca (Ws)		128.90	155.00	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		26.59	27.10	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		26.85		%	
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
$\text{cm}^3$ Vm   Vv   Va      Ws   Vw       Ww           Wm $\text{g}$		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	43.74		
		Va =	9.46	Wa =	0.00
		Vw =	34.28	Ww =	34.28
		Vs =	58.49	Ws =	155.00
		Vm =	102.23	Wm =	189.28
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.852	g/cm <sup>3</sup>		
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.460	g/cm <sup>3</sup>		
Contenido de humedad ( $\omega$ )		26.85	%		
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )		0.75	-		
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )		42.79	%		
Grado de saturación de agua ( $Gw = Vw/Vv$ )		78.37	%		
Grado de saturación de aire ( $Ga = Va/Vv$ )		21.63	%		

Tabla 95: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	5	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877934	733072
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente			1097.41		g
Peso de recipiente (funda plastica)			8.1		g
Peso de la masa del suelo (Wm)			1089.31		g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena			3804.92		g
Peso final frasco + cono + arena			1253.47		g
Peso de la arena en el hueco			943.98		g
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$			1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm			596.70		cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número		30	5B		-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		143.58	138.78		g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		123.30	120.20		g
Peso del agua (Ww)		20.28	18.58		g
Peso del recipiente (Wr)		33.40	32.20		g
Peso de la muestra seca (Ws)		89.90	88.00		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )		22.56	21.11		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		21.84			%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes		Masas	
		Vv =	25.17		
		Va =	6.59	Wa =	0.00
		Vw =	18.58	Ww =	18.58
		Vs =	33.21	Ws =	88.00
Vm =	58.38	Wm =	106.58		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )			1.826		g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d$ )			1.498		g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad ( $\omega$ )			21.84		%
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )			0.76		-
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )			43.12		%
Grado de saturación de agua ( $G_w = Vw/Vv$ )			73.80		%
Grado de saturación de aire ( $G_a = Va/Vv$ )			26.20		%



Tabla 96: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	6	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877934   733072	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente	937		g	
Peso de recipiente (funda plastica)	9.87		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	927.13		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena	5910.07		g	
Peso final frasco + cono + arena	1815.28		g	
Peso de la arena en el hueco	742.91		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$	1.582		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	469.60		cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	4B	13	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.08	144.14	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	103.39	134.10	g	
Peso del agua (Ww)	7.69	10.04	g	
Peso del recipiente (Wr)	31.68	33.77	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	71.71	100.33	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	10.72	10.01	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	10.37		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$\text{cm}^3$ Vm   Vv   Va      Ws     Vw     Ww     Vs     Ws g Wm	Volúmenes		Masas	
	Vv =	18.04		
	Va =	8.00	Wa =	0.00
	Vw =	10.04	Ww =	10.04
	Vs =	37.86	Ws =	100.33
Vm =	55.90	Wm =	110.37	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.974		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.789		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	10.37		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )	0.48		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )	32.28		%	
Grado de saturación de agua ( $Gw = Vw/Vv$ )	55.64		%	
Grado de saturación de aire ( $Ga = Va/Vv$ )	44.36		%	

Tabla 97 : Ensayo Contenido de humedad – Muestra 7




 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	7	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877233   731027	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente	1182	g		
Peso de recipiente (funda plastica)	11.4	g		
Peso de la masa del suelo (Wm)	1170.6	g		
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena	8771.69	g		
Peso final frasco + cono + arena	7364.58	g		
Peso de la arena en el hueco	1057.11	g		
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$	1.582	g/cm <sup>3</sup>		
Volumen del hueco de la masa Vm	668.21	cm <sup>3</sup>		
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	A	B	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	184.87	164.00	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	158.74	142.14	g	
Peso del agua (Ww)	26.13	21.86	g	
Peso del recipiente (Wr)	30.71	30.15	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	128.03	111.99	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20.41	19.52	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.96		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$\text{cm}^3$   Vm   Vv   Va      Vs   $\text{g}$   Wm   Ws	Volúmenes		Masas	
	Vv =	36.58		
	Va =	10.45	Wa =	0.00
	Vw =	26.13	Ww =	26.13
	Vs =	42.26	Ws =	111.99
Vm =	78.84	Wm =	138.12	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.752		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.460		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.33		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )	0.87		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )	46.40		%	
Grado de saturación de agua ( $Gw = Vw/Vv$ )	71.43		%	
Grado de saturación de aire ( $Ga = Va/Vv$ )	28.57		%	

Tabla 98: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	8	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9876399	731164
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente			911		g
Peso de recipiente (funda plastica)			12		g
Peso de la masa del suelo (Wm)			899		g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena			7321.49		g
Peso final frasco + cono + arena			6137.65		g
Peso de la arena en el hueco			832.84		g
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$			1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm			526.45		cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número		B	R		-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		169.47	141.98		g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		149.20	128.40		g
Peso del agua (Ww)		20.27	13.58		g
Peso del recipiente (Wr)		31.20	30.20		g
Peso de la muestra seca (Ws)		118.00	98.20		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )		17.18	13.83		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		15.50			%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes		Masas	
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$		$V_v =$	32.32	$W_a =$	0.00
		$V_a =$	12.05	$W_w =$	20.27
		$V_w =$	20.27	$W_s =$	98.20
		$V_s =$	37.06	$W_m =$	118.47
		$V_m =$	69.38		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )			1.708		g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d$ )			1.478		g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad ( $\omega$ )			20.64		%
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )			0.87		-
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )			46.59		%
Grado de saturación de agua ( $G_w = V_w / V_v$ )			62.72		%
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )			37.28		%

Tabla 99: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”				
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm	
<b>ID Muestra:</b>	9	<b>Profundidad:</b>	80 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877155   730830	
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO				
Peso de la masa del suelo + recipiente	912		g	
Peso de recipiente (funda plastica)	12		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)	900		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO				
Peso inicial frasco + cono + arena	6134.87		g	
Peso final frasco + cono + arena	4957.51		g	
Peso de la arena en el hueco	826.36		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$	1.582		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm	522.35		cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD				
Recipiente Número	A	B	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	197.84	201.50	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	170.50	172.40	g	
Peso del agua (Ww)	27.34	29.10	g	
Peso del recipiente (Wr)	30.20	30.50	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	140.30	141.90	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.49	20.67	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20.08		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO				
$\text{cm}^3$ Vm   Vv   Va      Ws     Vw     Ww     Vs     Ws g Wm	Volúmenes		Masas	
	Vv =	44.35		
	Va =	17.01	Wa =	0.00
	Vw =	27.34	Ww =	27.34
	Vs =	52.94	Ws =	140.30
Vm =	97.30	Wm =	167.64	
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO				
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )	1.723		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )	1.435		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.49		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )	0.84		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )	45.59		%	
Grado de saturación de agua ( $Gw = Vw/Vv$ )	61.64		%	
Grado de saturación de aire ( $Ga = Va/Vv$ )	38.36		%	

Tabla 100: Ensayo Contenido de humedad – Muestra 10



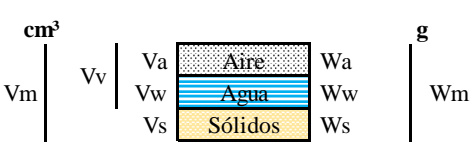
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	10	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9875543	731388
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente		1292		g	
Peso de recipiente (funda plastica)		9.5		g	
Peso de la masa del suelo (Wm)		1282.5		g	
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena		8872		g	
Peso final frasco + cono + arena		7412.5		g	
Peso de la arena en el hueco		1109.5		g	
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$		1.582		g/cm <sup>3</sup>	
Volumen del hueco de la masa Vm		701.33		cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número		A	B	-	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		154.80	154.98	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		135.00	134.70	g	
Peso del agua (Ww)		19.80	20.28	g	
Peso del recipiente (Wr)		33.00	32.10	g	
Peso de la muestra seca (Ws)		102.00	102.60	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		19.41	19.77	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		19.59		%	
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes		Masas	
		Vv =	28.12		
		Va =	8.32	Wa =	0.00
		Vw =	19.80	Ww =	19.80
		Vs =	38.49	Ws =	102.00
Vm =	66.61	Wm =	121.80		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )		1.829		g/cm <sup>3</sup>	
Densidad seca ( $\gamma_d$ )		1.529		g/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad ( $\omega$ )		19.41		%	
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )		0.73		-	
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )		42.21		%	
Grado de saturación de agua ( $G_w = Vw/Vv$ )		70.42		%	
Grado de saturación de aire ( $G_a = Va/Vv$ )		29.58		%	

Tabla 101: Ensayo 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>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	11	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9875543	731388
<b>DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO</b>					
Peso de la masa del suelo + recipiente			1275		g
Peso de recipiente (funda plastica)			2.5		g
Peso de la masa del suelo (Wm)			1272.5		g
<b>DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO</b>					
Peso inicial frasco + cono + arena			7411		g
Peso final frasco + cono + arena			5912		g
Peso de la arena en el hueco			1150		g
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$			1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm			726.93		cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
Recipiente Número		A	B		-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		201.87	207.65		g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		173.10	178.80		g
Peso del agua (Ww)		28.77	28.85		g
Peso del recipiente (Wr)		33.20	33.50		g
Peso de la muestra seca (Ws)		139.90	145.30		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )		20.56	19.86		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		20.21			%
<b>DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO</b>					
		<b>Volúmenes</b>		<b>Masas</b>	
		Vv =	44.65		
		Va =	15.80	Wa =	0.00
		Vw =	28.85	Ww =	28.85
		Vs =	54.83	Ws =	145.30
		Vm =	99.48	Wm =	174.15
					
<b>DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO</b>					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )				1.751	g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d$ )				1.456	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad ( $\omega$ )				19.86	%
Relación de vacíos ( $e = Vv / Vs$ )				0.81	-
Porosidad ( $n = Vv/Vm$ )				44.89	%
Grado de saturación de agua ( $Gw = Ww/Vv$ )				64.61	%
Grado de saturación de aire ( $Ga = Va/Vv$ )				35.39	%



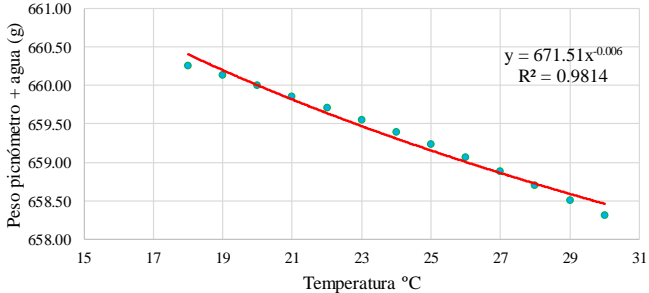
Tabla 102: Ensayo Contenido de humedad – Muestra 12

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE DETERMINACIÓN DE CAMPO</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”					
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	12	<b>Profundidad:</b>	100	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T191 2014	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9874312	730541
DETERMINACIÓN DEL SUELO EXTRAÍDO					
Peso de la masa del suelo + recipiente			927		g
Peso de recipiente (funda plastica)			9.8		g
Peso de la masa del suelo (Wm)			912		g
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LA PERFORACIÓN EN EL SUELO					
Peso inicial frasco + cono + arena			4274.5		g
Peso final frasco + cono + arena			3094.87		g
Peso de la arena en el hueco			837.89		g
Calibración de la arena de Ottawa $\gamma_{sand}$			1.582		g/cm <sup>3</sup>
Volumen del hueco de la masa Vm			529.64		cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Recipiente Número		B	C		-
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)		183.70	187.54		g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)		169.20	175.20		g
Peso del agua (Ww)		14.50	12.34		g
Peso del recipiente (Wr)		32.40	33.50		g
Peso de la muestra seca (Ws)		136.80	141.70		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )		10.60	8.71		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )		9.65			%
DETERMINACIÓN DE LAS FASES DEL SUELO					
		Volúmenes		Masas	
$V_m$   $V_v$   $V_a$   $V_w$   $V_s$		$V_v =$	35.99	$W_a =$	0.00
		$V_a =$	23.65	$W_w =$	12.34
		$V_w =$	12.34	$W_s =$	141.70
		$V_s =$	53.47	$W_m =$	154.04
		$V_m =$	89.46		
DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÍNDICE DEL SUELO					
Densidad húmeda o Peso Volumétrico del suelo ( $\gamma_m$ )			1.722		g/cm <sup>3</sup>
Densidad seca ( $\gamma_d$ )			1.570		g/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad ( $\omega$ )			8.71		%
Relación de vacíos ( $e = V_v / V_s$ )			0.67		-
Porosidad ( $n = V_v / V_m$ )			40.23		%
Grado de saturación de agua ( $G_w = W_w / V_v$ )			34.29		%
Grado de saturación de aire ( $G_a = V_a / V_v$ )			65.71		%



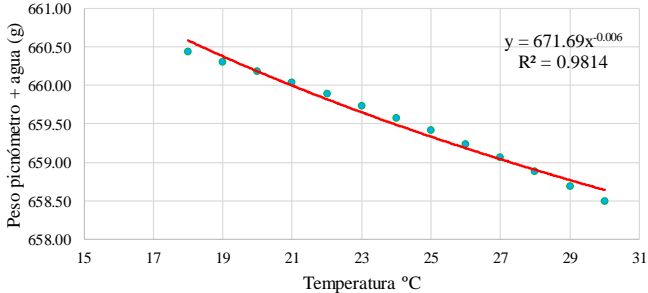
# **ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA**





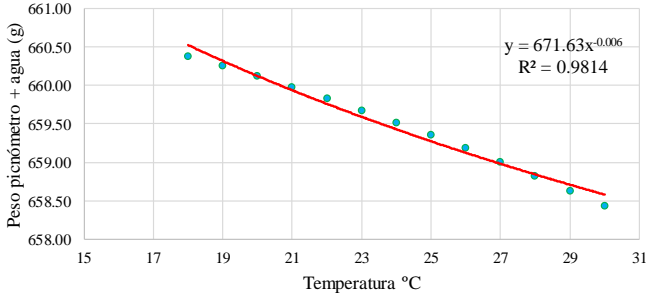
**Tabla 103** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	1	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9882429 N   734127 E.																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>72</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>19.10</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>103.57</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>63.48</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>40.09</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>660.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>700.09</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>685.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>15.09</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99840</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.652</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	72		Temperatura del agua + suelo	19.10	°C	Peso del recipiente + suelo seco	103.57	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.48	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	40.09	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.00	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	700.09	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	685.00	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	15.09	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.652	
Recipiente Número	72																																			
Temperatura del agua + suelo	19.10	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	103.57	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.48	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	40.09	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.00	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	700.09	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	685.00	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	15.09	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.652																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>660.26</td></tr> <tr><td>19</td><td>660.13</td></tr> <tr><td>20</td><td>660.00</td></tr> <tr><td>21</td><td>659.86</td></tr> <tr><td>22</td><td>659.72</td></tr> <tr><td>23</td><td>659.56</td></tr> <tr><td>24</td><td>659.40</td></tr> <tr><td>25</td><td>659.23</td></tr> <tr><td>26</td><td>659.06</td></tr> <tr><td>27</td><td>658.88</td></tr> <tr><td>28</td><td>658.70</td></tr> <tr><td>29</td><td>658.51</td></tr> <tr><td>30</td><td>658.31</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	660.26	19	660.13	20	660.00	21	659.86	22	659.72	23	659.56	24	659.40	25	659.23	26	659.06	27	658.88	28	658.70	29	658.51	30	658.31			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	660.26																																			
19	660.13																																			
20	660.00																																			
21	659.86																																			
22	659.72																																			
23	659.56																																			
24	659.40																																			
25	659.23																																			
26	659.06																																			
27	658.88																																			
28	658.70																																			
29	658.51																																			
30	658.31																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				



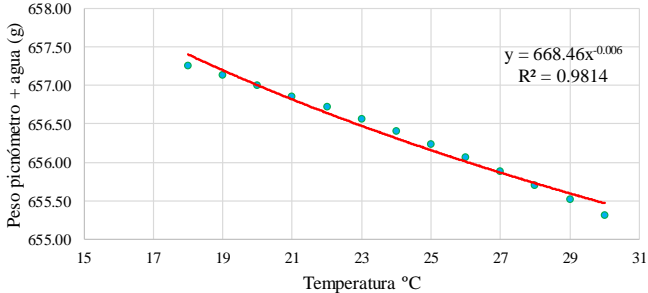
**Tabla 104:** Ensayo Gravedad específica – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	2	<b>Profundidad:</b> 100 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9882052   734794																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">75</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>23.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>105.60</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>63.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>42.60</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>660.18</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>702.78</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>686.78</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>16.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99760</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff9c4;">2.656</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	75		Temperatura del agua + suelo	23.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	105.60	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.00	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	42.60	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.18	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	702.78	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	686.78	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	16.00	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99760		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.656	
Recipiente Número	75																																		
Temperatura del agua + suelo	23.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	105.60	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.00	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	42.60	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.18	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	702.78	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	686.78	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	16.00	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99760																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.656																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1f5fe;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Temperatura °C</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>660.44</td></tr> <tr><td>19</td><td>660.31</td></tr> <tr><td>20</td><td>660.18</td></tr> <tr><td>21</td><td>660.04</td></tr> <tr><td>22</td><td>659.90</td></tr> <tr><td>23</td><td>659.74</td></tr> <tr><td>24</td><td>659.58</td></tr> <tr><td>25</td><td>659.41</td></tr> <tr><td>26</td><td>659.24</td></tr> <tr><td>27</td><td>659.06</td></tr> <tr><td>28</td><td>658.88</td></tr> <tr><td>29</td><td>658.69</td></tr> <tr><td>30</td><td>658.49</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	660.44	19	660.31	20	660.18	21	660.04	22	659.90	23	659.74	24	659.58	25	659.41	26	659.24	27	659.06	28	658.88	29	658.69	30	658.49			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	660.44																																		
19	660.31																																		
20	660.18																																		
21	660.04																																		
22	659.90																																		
23	659.74																																		
24	659.58																																		
25	659.41																																		
26	659.24																																		
27	659.06																																		
28	658.88																																		
29	658.69																																		
30	658.49																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			



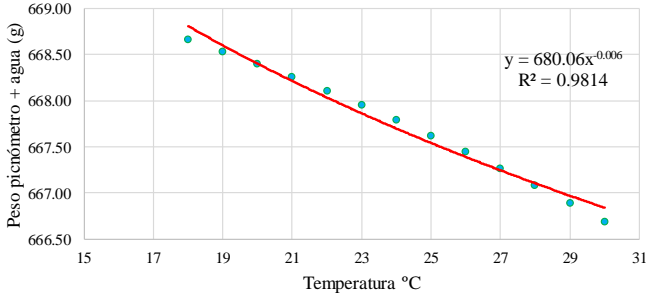
**Tabla 105 : Ensayo Gravedad específica – Muestra 3**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	3	<b>Profundidad:</b> 80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9881614   735210																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">75</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>16.90</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>107.51</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>63.14</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>44.97</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>660.12</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>705.09</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>688.16</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>16.93</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99820</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff9c4;">Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff9c4;">2.651</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	75		Temperatura del agua + suelo	16.90	°C	Peso del recipiente + suelo seco	107.51	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.14	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	44.97	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.12	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	705.09	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	688.16	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	16.93	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.651	
Recipiente Número	75																																		
Temperatura del agua + suelo	16.90	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	107.51	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	63.14	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	44.97	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	660.12	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	705.09	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	688.16	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	16.93	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.651																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1f5fe;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Temperatura °C</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>660.38</td></tr> <tr><td>19</td><td>660.25</td></tr> <tr><td>20</td><td>660.12</td></tr> <tr><td>21</td><td>659.98</td></tr> <tr><td>22</td><td>659.84</td></tr> <tr><td>23</td><td>659.68</td></tr> <tr><td>24</td><td>659.52</td></tr> <tr><td>25</td><td>659.35</td></tr> <tr><td>26</td><td>659.18</td></tr> <tr><td>27</td><td>659.00</td></tr> <tr><td>28</td><td>658.82</td></tr> <tr><td>29</td><td>658.63</td></tr> <tr><td>30</td><td>658.43</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	660.38	19	660.25	20	660.12	21	659.98	22	659.84	23	659.68	24	659.52	25	659.35	26	659.18	27	659.00	28	658.82	29	658.63	30	658.43			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	660.38																																		
19	660.25																																		
20	660.12																																		
21	659.98																																		
22	659.84																																		
23	659.68																																		
24	659.52																																		
25	659.35																																		
26	659.18																																		
27	659.00																																		
28	658.82																																		
29	658.63																																		
30	658.43																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			



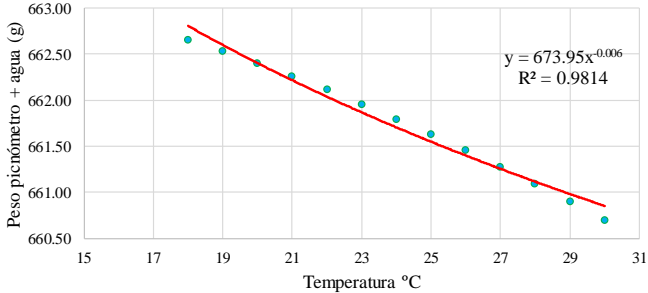
**Tabla 106:** Ensayo Gravedad específica – Muestra 4

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	4	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877198   731977																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>13a</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>178.01</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>128.01</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>50.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>657.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>707.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>688.17</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>18.83</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99820</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.651</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	13a		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	178.01	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	128.01	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	50.00	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	657.00	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	707.00	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	688.17	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.83	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.651	
Recipiente Número	13a																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	178.01	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	128.01	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	50.00	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	657.00	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	707.00	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	688.17	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.83	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.651																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>657.26</td></tr> <tr><td>19</td><td>657.13</td></tr> <tr><td>20</td><td>657.00</td></tr> <tr><td>21</td><td>656.86</td></tr> <tr><td>22</td><td>656.72</td></tr> <tr><td>23</td><td>656.56</td></tr> <tr><td>24</td><td>656.40</td></tr> <tr><td>25</td><td>656.24</td></tr> <tr><td>26</td><td>656.07</td></tr> <tr><td>27</td><td>655.89</td></tr> <tr><td>28</td><td>655.71</td></tr> <tr><td>29</td><td>655.52</td></tr> <tr><td>30</td><td>655.32</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	657.26	19	657.13	20	657.00	21	656.86	22	656.72	23	656.56	24	656.40	25	656.24	26	656.07	27	655.89	28	655.71	29	655.52	30	655.32			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	657.26																																			
19	657.13																																			
20	657.00																																			
21	656.86																																			
22	656.72																																			
23	656.56																																			
24	656.40																																			
25	656.24																																			
26	656.07																																			
27	655.89																																			
28	655.71																																			
29	655.52																																			
30	655.32																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				



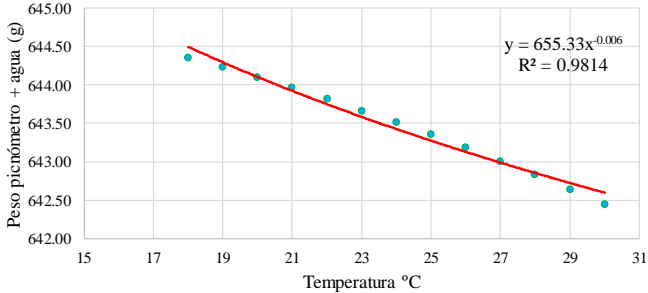
**Tabla 107** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 5

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	5	<b>Profundidad:</b> 80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9877934   733072																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1ecf4;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1ecf4;">73</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>22.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>303.62</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>257.20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>46.42</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>668.40</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>714.82</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>697.40</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>17.42</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99780</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #fff2cc;">Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff2cc;">2.659</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	73		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	303.62	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	257.20	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	46.42	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	668.40	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	714.82	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	697.40	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.42	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99780		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.659	
Recipiente Número	73																																		
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	303.62	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	257.20	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	46.42	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	668.40	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	714.82	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	697.40	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.42	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99780																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.659																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1ecf4;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1ecf4;">Temperatura °C</th> <th style="background-color: #e1ecf4;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>668.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>668.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>668.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>668.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>668.11</td></tr> <tr><td>23</td><td>667.95</td></tr> <tr><td>24</td><td>667.79</td></tr> <tr><td>25</td><td>667.62</td></tr> <tr><td>26</td><td>667.45</td></tr> <tr><td>27</td><td>667.27</td></tr> <tr><td>28</td><td>667.08</td></tr> <tr><td>29</td><td>666.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>666.69</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	668.66	19	668.53	20	668.40	21	668.26	22	668.11	23	667.95	24	667.79	25	667.62	26	667.45	27	667.27	28	667.08	29	666.89	30	666.69			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	668.66																																		
19	668.53																																		
20	668.40																																		
21	668.26																																		
22	668.11																																		
23	667.95																																		
24	667.79																																		
25	667.62																																		
26	667.45																																		
27	667.27																																		
28	667.08																																		
29	666.89																																		
30	666.69																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			



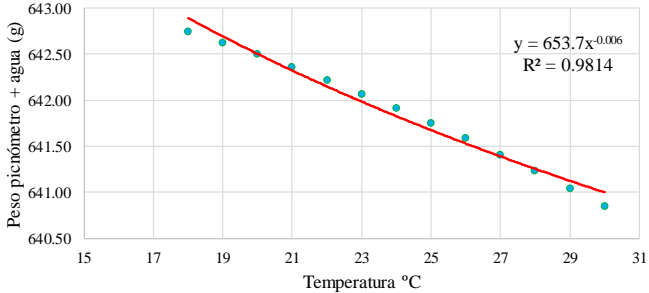
**Tabla 108** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 6

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	6	<b>Profundidad:</b> 80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9877934   733072																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">M</th> <th style="background-color: #e1f5fe;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>300.80</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>242.15</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>55.98</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>662.40</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>718.38</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>697.40</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>20.98</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff9c4;">2.668</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	M		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	300.80	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	242.15	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	55.98	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	662.40	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	718.38	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	697.40	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20.98	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.668	
Recipiente Número	M																																		
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	300.80	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	242.15	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	55.98	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	662.40	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	718.38	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	697.40	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20.98	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.668																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1f5fe;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Temperatura ° C</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>662.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>662.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>662.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>662.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>662.12</td></tr> <tr><td>23</td><td>661.96</td></tr> <tr><td>24</td><td>661.80</td></tr> <tr><td>25</td><td>661.63</td></tr> <tr><td>26</td><td>661.46</td></tr> <tr><td>27</td><td>661.28</td></tr> <tr><td>28</td><td>661.10</td></tr> <tr><td>29</td><td>660.90</td></tr> <tr><td>30</td><td>660.70</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura ° C	Masa (g)	18	662.66	19	662.53	20	662.40	21	662.26	22	662.12	23	661.96	24	661.80	25	661.63	26	661.46	27	661.28	28	661.10	29	660.90	30	660.70			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura ° C	Masa (g)																																		
18	662.66																																		
19	662.53																																		
20	662.40																																		
21	662.26																																		
22	662.12																																		
23	661.96																																		
24	661.80																																		
25	661.63																																		
26	661.46																																		
27	661.28																																		
28	661.10																																		
29	660.90																																		
30	660.70																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			

**Tabla 109** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 7



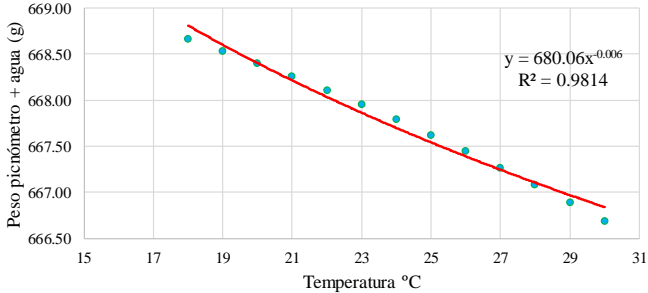
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	7	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877233   731027																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>F</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>25.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>302.00</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>270.14</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>57.89</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>644.10</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>701.99</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>671.20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>20.04</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99884</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.885</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	F		Temperatura del agua + suelo	25.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	302.00	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	270.14	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	57.89	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	644.10	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	701.99	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	671.20	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20.04	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99884		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.885	
Recipiente Número	F																																			
Temperatura del agua + suelo	25.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	302.00	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	270.14	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	57.89	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	644.10	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	701.99	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	671.20	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	20.04	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99884																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.885																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>644.35</td></tr> <tr><td>19</td><td>644.23</td></tr> <tr><td>20</td><td>644.10</td></tr> <tr><td>21</td><td>643.96</td></tr> <tr><td>22</td><td>643.82</td></tr> <tr><td>23</td><td>643.67</td></tr> <tr><td>24</td><td>643.51</td></tr> <tr><td>25</td><td>643.35</td></tr> <tr><td>26</td><td>643.19</td></tr> <tr><td>27</td><td>643.01</td></tr> <tr><td>28</td><td>642.83</td></tr> <tr><td>29</td><td>642.64</td></tr> <tr><td>30</td><td>642.45</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura ° C	Masa (g)	18	644.35	19	644.23	20	644.10	21	643.96	22	643.82	23	643.67	24	643.51	25	643.35	26	643.19	27	643.01	28	642.83	29	642.64	30	642.45			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura ° C	Masa (g)																																			
18	644.35																																			
19	644.23																																			
20	644.10																																			
21	643.96																																			
22	643.82																																			
23	643.67																																			
24	643.51																																			
25	643.35																																			
26	643.19																																			
27	643.01																																			
28	642.83																																			
29	642.64																																			
30	642.45																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				

**Tabla 110** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 8



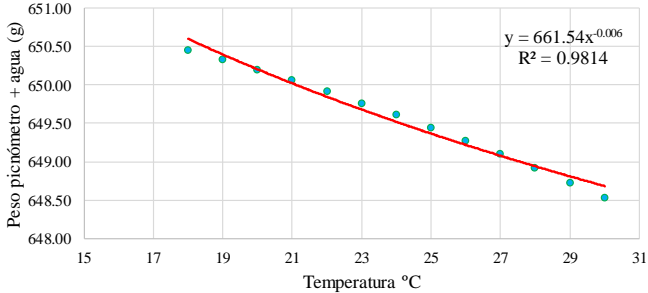
	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	8	<b>Profundidad:</b> 80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9876399   731164																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">88</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>22.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>305.80</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>260.03</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>45.78</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>642.50</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>688.28</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>671.20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>17.08</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99957</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff9c4;">2.680</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	88		Temperatura del agua + suelo	22.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	305.80	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	260.03	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	45.78	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	642.50	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	688.28	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	671.20	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.08	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.680	
Recipiente Número	88																																		
Temperatura del agua + suelo	22.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	305.80	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	260.03	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	45.78	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	642.50	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	688.28	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	671.20	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.08	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99957																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.680																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1f5fe;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Temperatura °C</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>642.75</td></tr> <tr><td>19</td><td>642.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>642.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>642.37</td></tr> <tr><td>22</td><td>642.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>642.07</td></tr> <tr><td>24</td><td>641.92</td></tr> <tr><td>25</td><td>641.75</td></tr> <tr><td>26</td><td>641.59</td></tr> <tr><td>27</td><td>641.41</td></tr> <tr><td>28</td><td>641.23</td></tr> <tr><td>29</td><td>641.05</td></tr> <tr><td>30</td><td>640.86</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	642.75	19	642.63	20	642.50	21	642.37	22	642.22	23	642.07	24	641.92	25	641.75	26	641.59	27	641.41	28	641.23	29	641.05	30	640.86			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura °C	Masa (g)																																		
18	642.75																																		
19	642.63																																		
20	642.50																																		
21	642.37																																		
22	642.22																																		
23	642.07																																		
24	641.92																																		
25	641.75																																		
26	641.59																																		
27	641.41																																		
28	641.23																																		
29	641.05																																		
30	640.86																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			





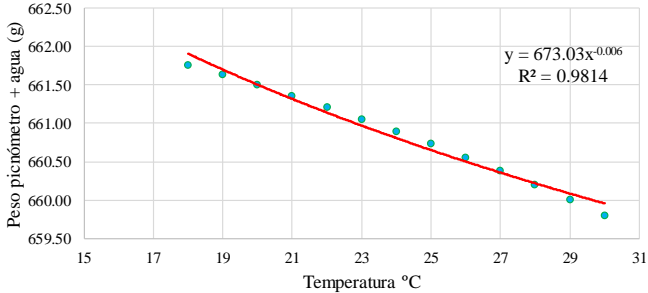
**Tabla 111 : Ensayo Gravedad específica – Muestra 9**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	9	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877155   730830																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <td>64</td> <td></td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>21.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>264.98</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>215.80</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>49.19</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>668.40</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>717.59</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>699.10</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>18.49</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99979</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.660</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	64		Temperatura del agua + suelo	21.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	264.98	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	215.80	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	49.19	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	668.40	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	717.59	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	699.10	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.49	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.660	
Recipiente Número	64																																			
Temperatura del agua + suelo	21.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	264.98	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	215.80	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	49.19	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	668.40	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	717.59	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	699.10	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.49	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99979																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.660																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>668.66</td></tr> <tr><td>19</td><td>668.53</td></tr> <tr><td>20</td><td>668.40</td></tr> <tr><td>21</td><td>668.26</td></tr> <tr><td>22</td><td>668.11</td></tr> <tr><td>23</td><td>667.95</td></tr> <tr><td>24</td><td>667.79</td></tr> <tr><td>25</td><td>667.62</td></tr> <tr><td>26</td><td>667.45</td></tr> <tr><td>27</td><td>667.27</td></tr> <tr><td>28</td><td>667.08</td></tr> <tr><td>29</td><td>666.89</td></tr> <tr><td>30</td><td>666.69</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	668.66	19	668.53	20	668.40	21	668.26	22	668.11	23	667.95	24	667.79	25	667.62	26	667.45	27	667.27	28	667.08	29	666.89	30	666.69			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	668.66																																			
19	668.53																																			
20	668.40																																			
21	668.26																																			
22	668.11																																			
23	667.95																																			
24	667.79																																			
25	667.62																																			
26	667.45																																			
27	667.27																																			
28	667.08																																			
29	666.89																																			
30	666.69																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				



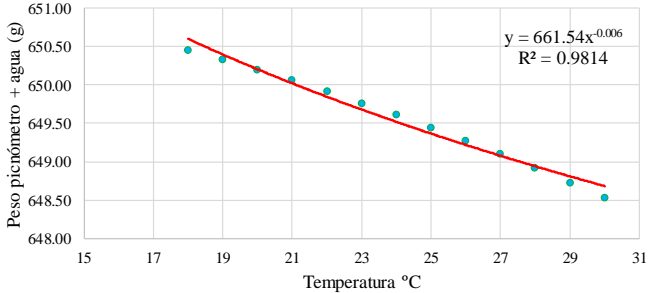
**Tabla 112** : Ensayo Gravedad específica – Muestra 10

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																			
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	10	<b>Profundidad:</b> 80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9875543   731388																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Recipiente Número</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">M</th> <th style="background-color: #e1f5fe;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>19.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>173.59</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>123.14</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>50.45</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>650.20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>700.65</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>681.70</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>18.95</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99840</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td style="background-color: #fff9c4;">2.658</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Recipiente Número	M		Temperatura del agua + suelo	19.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	173.59	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	123.14	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	50.45	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	650.20	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	700.65	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	681.70	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.95	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.658	
Recipiente Número	M																																		
Temperatura del agua + suelo	19.00	°C																																	
Peso del recipiente + suelo seco	173.59	mg																																	
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	123.14	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	50.45	mg																																	
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	650.20	mg																																	
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	700.65	mg																																	
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	681.70	mg																																	
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	18.95	mg																																	
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840																																		
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.658																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e1f5fe;">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th style="background-color: #e1f5fe;">Temperatura ° C</th> <th style="background-color: #e1f5fe;">Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>650.45</td></tr> <tr><td>19</td><td>650.33</td></tr> <tr><td>20</td><td>650.20</td></tr> <tr><td>21</td><td>650.06</td></tr> <tr><td>22</td><td>649.92</td></tr> <tr><td>23</td><td>649.76</td></tr> <tr><td>24</td><td>649.61</td></tr> <tr><td>25</td><td>649.45</td></tr> <tr><td>26</td><td>649.28</td></tr> <tr><td>27</td><td>649.10</td></tr> <tr><td>28</td><td>648.92</td></tr> <tr><td>29</td><td>648.73</td></tr> <tr><td>30</td><td>648.54</td></tr> </tbody> </table>			Calibración del Picnómetro		Temperatura ° C	Masa (g)	18	650.45	19	650.33	20	650.20	21	650.06	22	649.92	23	649.76	24	649.61	25	649.45	26	649.28	27	649.10	28	648.92	29	648.73	30	648.54			
Calibración del Picnómetro																																			
Temperatura ° C	Masa (g)																																		
18	650.45																																		
19	650.33																																		
20	650.20																																		
21	650.06																																		
22	649.92																																		
23	649.76																																		
24	649.61																																		
25	649.45																																		
26	649.28																																		
27	649.10																																		
28	648.92																																		
29	648.73																																		
30	648.54																																		
<p><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																			

**Tabla 113:** Ensayo Gravedad específica – Muestra 11

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	11	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9875543   731388																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>80</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>20.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>180.60</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>134.24</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>46.36</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>661.50</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>707.86</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>690.50</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>17.36</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99820</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.666</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	80		Temperatura del agua + suelo	20.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	180.60	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	134.24	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	46.36	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	661.50	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	707.86	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690.50	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.36	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.666	
Recipiente Número	80																																			
Temperatura del agua + suelo	20.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	180.60	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	134.24	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	46.36	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	661.50	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	707.86	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690.50	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	17.36	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99820																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.666																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura °C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>661.76</td></tr> <tr><td>19</td><td>661.63</td></tr> <tr><td>20</td><td>661.50</td></tr> <tr><td>21</td><td>661.36</td></tr> <tr><td>22</td><td>661.22</td></tr> <tr><td>23</td><td>661.06</td></tr> <tr><td>24</td><td>660.90</td></tr> <tr><td>25</td><td>660.73</td></tr> <tr><td>26</td><td>660.56</td></tr> <tr><td>27</td><td>660.38</td></tr> <tr><td>28</td><td>660.20</td></tr> <tr><td>29</td><td>660.01</td></tr> <tr><td>30</td><td>659.81</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura °C	Masa (g)	18	661.76	19	661.63	20	661.50	21	661.36	22	661.22	23	661.06	24	660.90	25	660.73	26	660.56	27	660.38	28	660.20	29	660.01	30	659.81			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura °C	Masa (g)																																			
18	661.76																																			
19	661.63																																			
20	661.50																																			
21	661.36																																			
22	661.22																																			
23	661.06																																			
24	660.90																																			
25	660.73																																			
26	660.56																																			
27	660.38																																			
28	660.20																																			
29	660.01																																			
30	659.81																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				

**Tabla 114 : Ensayo Gravedad específica – Muestra 12**

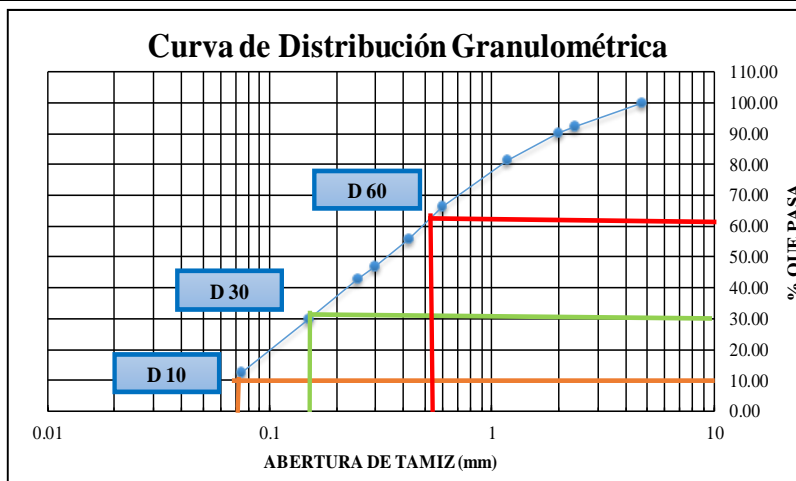
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>																																				
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																				
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																	
<b>ID Muestra:</b>	12	<b>Profundidad:</b>	100 cm																																	
<b>Norma:</b>	AASHTO T100 2015	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9874312   730541																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>79A</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del agua + suelo</td> <td>19.00</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente + suelo seco</td> <td>210.70</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente (<b>W<sub>r</sub></b>)</td> <td>146.25</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>)</td> <td>64.45</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>650.20</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del suelo seco (<b>W<sub>s</sub></b>) + picnómetro + agua (<b>W<sub>bw</sub></b>)</td> <td>714.65</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Peso del picnómetro + agua + suelo (<b>W<sub>bws</sub></b>)</td> <td>690.49</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Desplazamiento de agua (<b>D<sub>w</sub></b>)</td> <td>24.16</td> <td>mg</td> </tr> <tr> <td>Factor de corrección por temperatura (<b>K</b>)</td> <td>0.99840</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gravedad específica (<b>G<sub>s</sub></b>)</td> <td>2.663</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	79A		Temperatura del agua + suelo	19.00	°C	Peso del recipiente + suelo seco	210.70	mg	Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	146.25	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	64.45	mg	Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	650.20	mg	Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	714.65	mg	Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690.49	mg	Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	24.16	mg	Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840		Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.663	
Recipiente Número	79A																																			
Temperatura del agua + suelo	19.00	°C																																		
Peso del recipiente + suelo seco	210.70	mg																																		
Peso del recipiente ( <b>W<sub>r</sub></b> )	146.25	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> )	64.45	mg																																		
Peso picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	650.20	mg																																		
Peso del suelo seco ( <b>W<sub>s</sub></b> ) + picnómetro + agua ( <b>W<sub>bw</sub></b> )	714.65	mg																																		
Peso del picnómetro + agua + suelo ( <b>W<sub>bws</sub></b> )	690.49	mg																																		
Desplazamiento de agua ( <b>D<sub>w</sub></b> )	24.16	mg																																		
Factor de corrección por temperatura ( <b>K</b> )	0.99840																																			
Gravedad específica ( <b>G<sub>s</sub></b> )	2.663																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Calibración del Picnómetro</th> </tr> <tr> <th>Temperatura ° C</th> <th>Masa (g)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>650.45</td></tr> <tr><td>19</td><td>650.33</td></tr> <tr><td>20</td><td>650.20</td></tr> <tr><td>21</td><td>650.06</td></tr> <tr><td>22</td><td>649.92</td></tr> <tr><td>23</td><td>649.76</td></tr> <tr><td>24</td><td>649.61</td></tr> <tr><td>25</td><td>649.45</td></tr> <tr><td>26</td><td>649.28</td></tr> <tr><td>27</td><td>649.10</td></tr> <tr><td>28</td><td>648.92</td></tr> <tr><td>29</td><td>648.73</td></tr> <tr><td>30</td><td>648.54</td></tr> </tbody> </table>				Calibración del Picnómetro		Temperatura ° C	Masa (g)	18	650.45	19	650.33	20	650.20	21	650.06	22	649.92	23	649.76	24	649.61	25	649.45	26	649.28	27	649.10	28	648.92	29	648.73	30	648.54			
Calibración del Picnómetro																																				
Temperatura ° C	Masa (g)																																			
18	650.45																																			
19	650.33																																			
20	650.20																																			
21	650.06																																			
22	649.92																																			
23	649.76																																			
24	649.61																																			
25	649.45																																			
26	649.28																																			
27	649.10																																			
28	648.92																																			
29	648.73																																			
30	648.54																																			
<p align="center"><b>CURVA DE CALIBRACIÓN DE PICNÓMETRO</b></p> 																																				

# **ENSAYO GRANULOMETRÍA**

Tabla 115: Ensayo granulometría – Muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	1	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9882429 N   734127 E.
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		



# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	74.89	74.89	7.51	92.49
10	2	23.94	98.83	9.90	90.10
16	1.18	85.96	184.79	18.52	81.48
30	0.6	152.47	337.26	33.80	66.20
40	0.425	101.40	438.66	43.96	56.04
50	0.3	91.84	530.50	53.17	46.83
60	0.25	39.87	570.37	57.16	42.84
100	0.15	129.47	699.84	70.14	29.86
200	0.075	171.58	871.42	87.33	12.67
<b>BANDEJA</b>		126.40	997.82	100.00	



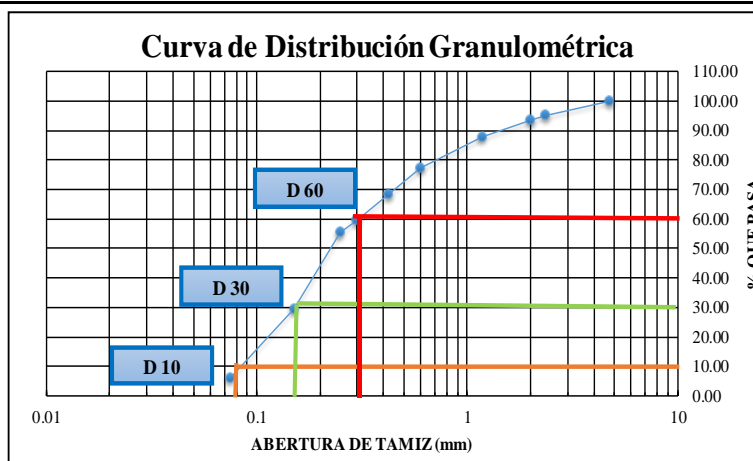
RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.18	<b>Cu = D60 / D10</b>	13.89
<b>D30 (mm)</b>	0.6	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	0.80
<b>D60 (mm)</b>	2.5	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	2
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.22%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00	87	13
<b>AASHTO</b>	8.00	79	13

Tabla 116: Ensayo granulometría – Muestra 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	2	<b>Profundidad:</b>	100 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9882052   734794
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	49.20	49.20	4.94	95.06
10	2	16.40	65.60	6.59	93.41
16	1.18	54.00	119.60	12.02	87.98
30	0.6	106.70	226.30	22.74	77.26
40	0.425	87.98	314.28	31.58	68.42
50	0.3	88.76	403.04	40.49	59.51
60	0.25	40.12	443.16	44.53	55.47
100	0.15	257.84	701.00	70.43	29.57
200	0.075	235.98	936.98	94.14	5.86
<b>BANDEJA</b>		58.32	995.30	100.00	



SP  
SM

RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.08	<b>Cu = D60 / D10</b>	3.75
<b>D30 (mm)</b>	0.18	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	1.35
<b>D60 (mm)</b>	0.3	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	1.18
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.47%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00	94	6
<b>AASHTO</b>	5.00	89	6

Tabla 117 :Ensayo granulometría – Muestra 3



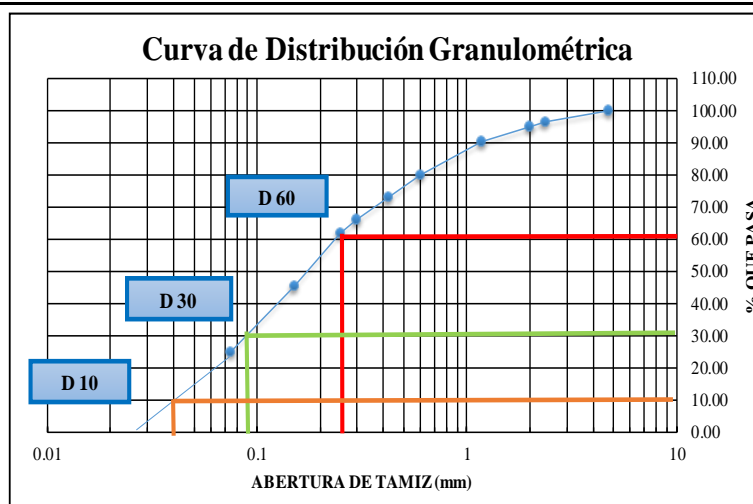
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	3	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9881614   735210
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	35.72	35.72	3.59	96.41
10	2	14.28	50.00	5.02	94.98
16	1.18	46.40	96.40	9.68	90.32
30	0.6	101.52	197.92	19.87	80.13
40	0.425	71.32	269.24	27.03	72.97
50	0.3	67.48	336.72	33.81	66.19
60	0.25	42.56	379.28	38.08	61.92
100	0.15	165.36	544.64	54.68	45.32
200	0.075	202.76	747.40	75.04	24.96
<b>BANDEJA</b>		248.56	995.96	100.00	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.04	Cu = D60 / D10	6.75
D30 (mm)	0.09	Cc = D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10)	0.75
D60 (mm)	0.27	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1.18
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.40%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0.00	75	25
AASHTO	4.00	71	25



Tabla 118 : Ensayo granulometría – Muestra 4



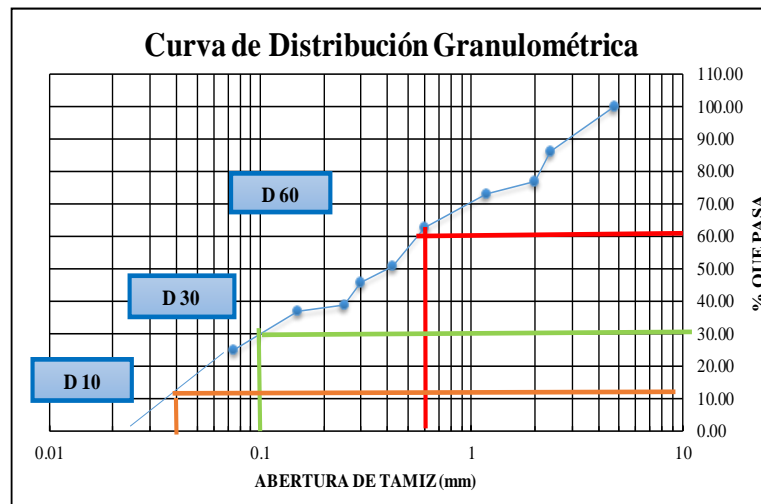
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	4	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877198   731977
<b>Peso Muestra Seca:</b>	360		g	

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	50.14	50.14	13.98	86.02
10	2	33.14	83.28	23.22	76.78
16	1.18	13.24	96.52	26.91	73.09
30	0.6	37.12	133.64	37.26	62.74
40	0.425	42.57	176.21	49.12	50.88
50	0.3	18.14	194.35	54.18	45.82
60	0.25	24.98	219.33	61.14	38.86
100	0.15	7.40	226.73	63.21	36.79
200	0.075	42.80	269.53	75.14	24.86
<b>BANDEJA</b>		89.18	358.71	100.00	



RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.04	<b><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math></b>	15.00
<b>D30 (mm)</b>	0.1	<b><math>C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})</math></b>	0.42
<b>D60 (mm)</b>	0.6	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	2.36
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.36%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00	75	25
<b>AASHTO</b>	14.00	61	25

Tabla 119 : Ensayo granulometría – Muestra 5



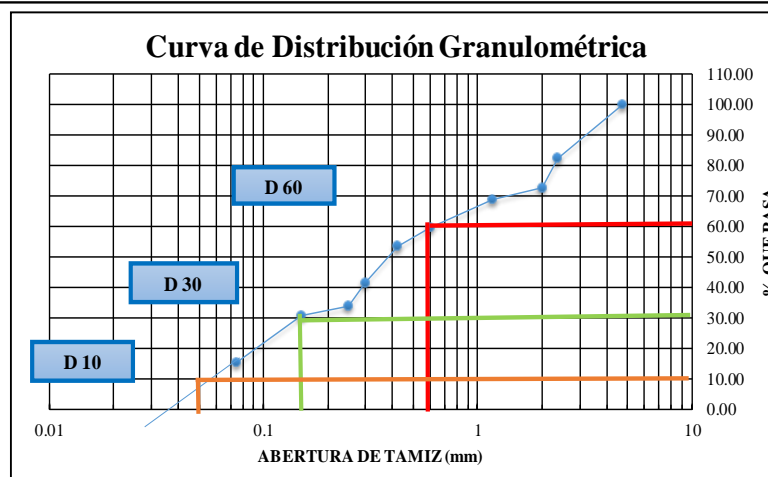
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	5	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877934   733072
<b>Peso Muestra Seca:</b>	278	g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	48.74	48.74	17.71	82.29
10	2	26.14	74.88	27.20	72.80
16	1.18	11.42	86.30	31.35	68.65
30	0.6	25.14	111.44	40.48	59.52
40	0.425	16.74	128.18	46.56	53.44
50	0.3	33.11	161.29	58.59	41.41
60	0.25	21.17	182.46	66.28	33.72
100	0.15	8.15	190.61	69.24	30.76
200	0.075	43.07	233.68	84.89	15.11
<b>BANDEJA</b>		41.60	275.28	100.00	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.05	Cu = D60 / D10	12.00
D30 (mm)	0.12	Cc = D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10)	0.48
D60 (mm)	0.6	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	4.76
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.98%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0.00	85	15
AASHTO	18.00	67	15

Tabla 120: Ensayo granulometría – Muestra 6



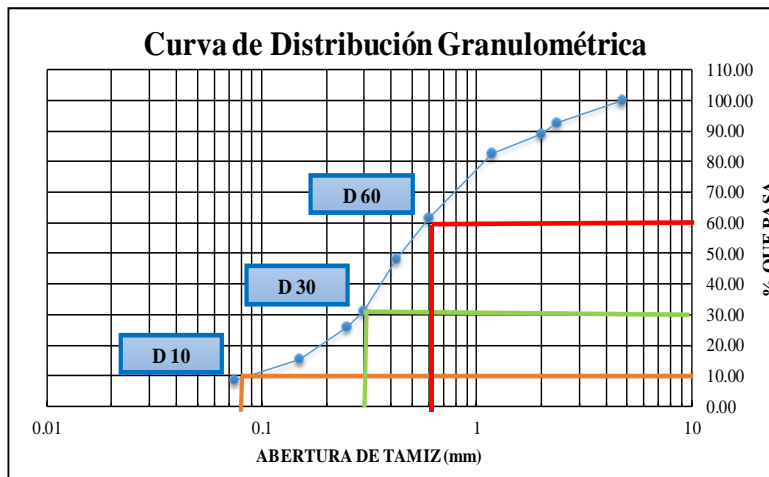
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

**Vía:** Singua/Yallivi **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** 6 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:** AASHTO T 88 2013 **Coordenadas:** 17- Sur 9877934 | 733072  
**Peso Muestra Seca:** 1000 g

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	74.28	74.28	7.50	92.50
10	2	34.16	108.44	10.94	89.06
16	1.18	66.16	174.60	17.62	82.38
30	0.6	206.28	380.88	38.43	61.57
40	0.425	133.80	514.68	51.93	48.07
50	0.3	168.40	683.08	68.92	31.08
60	0.25	49.87	732.95	73.96	26.04
100	0.15	104.04	836.99	84.45	15.55
200	0.075	68.47	905.46	91.36	8.64
<b>BANDEJA</b>		85.60	991.06	100.00	



SW-SM-SC

RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.08	<b>Cu = D60 / D10</b>	7.50
<b>D30 (mm)</b>	0.3	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	1.88
<b>D60 (mm)</b>	0.6	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	2
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.89%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0.00	91	9
AASHTO	7.00	84	9

Tabla 121 : Ensayo granulometría – Muestra 7



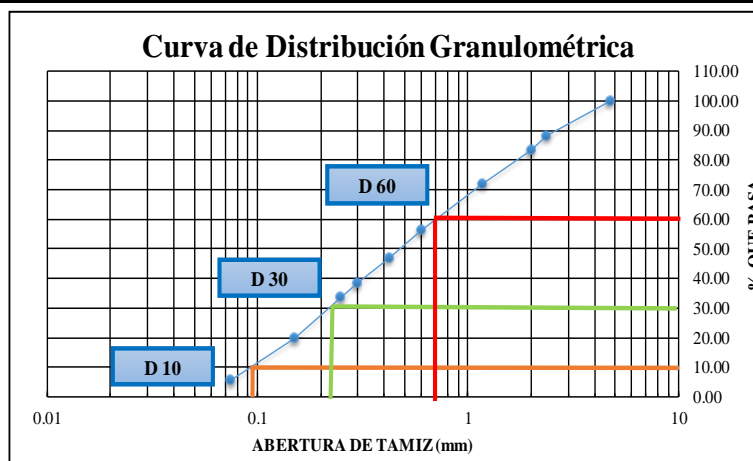
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	7	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877233   731027
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000	g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	118.57	118.57	11.91	88.09
10	2	48.56	167.13	16.78	83.22
16	1.18	110.32	277.45	27.86	72.14
30	0.6	160.24	437.69	43.95	56.05
40	0.425	91.02	528.71	53.09	46.91
50	0.3	84.39	613.10	61.56	38.44
60	0.25	48.75	661.85	66.46	33.54
100	0.15	138.00	799.85	80.31	19.69
200	0.075	140.50	940.35	94.42	5.58
BANDEJA		55.56	995.91	100.00	



RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.095	<b><math>C_u = D_{60} / D_{10}</math></b>	7.37
<b>D30 (mm)</b>	0.22	<b><math>C_c = D_{30}^2 / (D_{60} * D_{10})</math></b>	0.73
<b>D60 (mm)</b>	0.7	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	2.36
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.41%

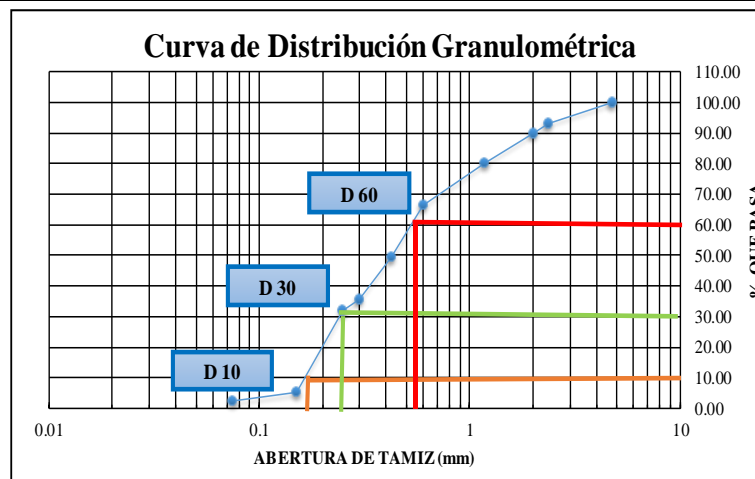
PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00	94	6
<b>AASHTO</b>	12.00	82	6

Tabla 122 : Ensayo granulometría – Muestra 8

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>	
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		

<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	8	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9876399   731164
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	69.68	69.68	6.99	93.01
10	2	32.56	102.24	10.25	89.75
16	1.18	96.48	198.72	19.92	80.08
30	0.6	135.48	334.20	33.50	66.50
40	0.425	171.76	505.96	50.72	49.28
50	0.3	136.84	642.80	64.44	35.56
60	0.25	34.96	677.76	67.94	32.06
100	0.15	267.74	945.50	94.78	5.22
200	0.075	27.48	972.98	97.54	2.46
<b>BANDEJA</b>		24.58	997.56	100.00	



RESULTADOS			
D10 (mm)	0.18	Cu = D60 / D10	3.06
D30 (mm)	0.25	Cc = D30 <sup>2</sup> / (D60 * D10)	0.63
D60 (mm)	0.55	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	2
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.24%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0.00	98	2
AASHTO	7.00	91	2

Tabla 123 : Ensayo granulometría – Muestra 9



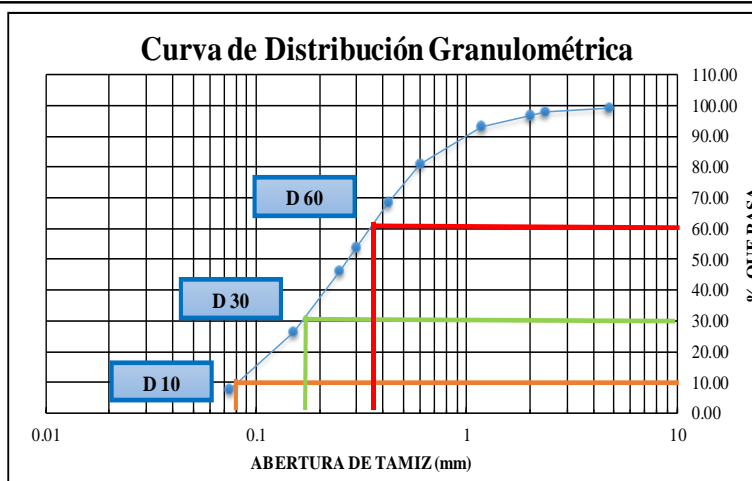
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	9	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877155	730830
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000	g			

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	7.45	7.45	0.75	99.25
8	2.36	14.87	22.32	2.24	97.76
10	2	8.96	31.28	3.14	96.86
16	1.18	39.20	70.48	7.07	92.93
30	0.6	119.48	189.96	19.05	80.95
40	0.425	124.80	314.76	31.57	68.43
50	0.3	145.87	460.63	46.20	53.80
60	0.25	77.00	537.63	53.92	46.08
100	0.15	196.87	734.50	73.66	26.34
200	0.075	184.28	918.78	92.15	7.85
<b>BANDEJA</b>		78.32	997.10	100.00	



RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.08	<b>Cu = D60 / D10</b>	4.38
<b>D30 (mm)</b>	0.19	<b>Cc = D30<sup>2</sup> / (D60 * D10)</b>	1.29
<b>D60 (mm)</b>	0.35	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	1.18
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.29%

PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.75	91	8
<b>AASHTO</b>	2.00	90	8

Tabla 124 : Ensayo granulometría – Muestra 10



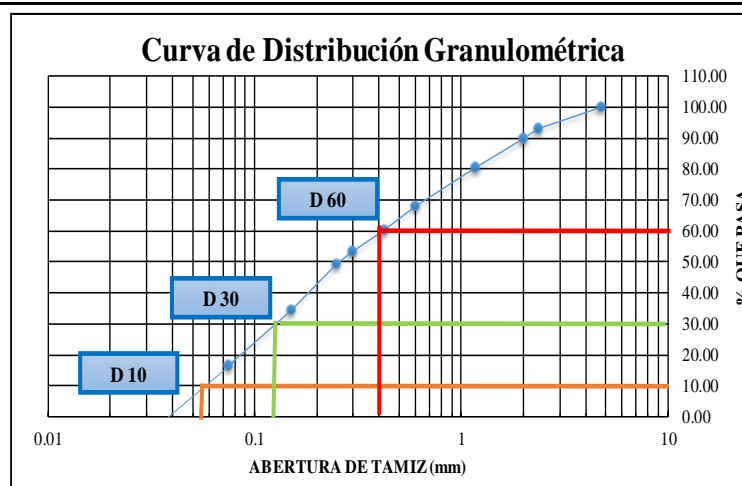
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	10	<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9875543   731388
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	68.84	68.84	6.94	93.06
10	2	30.16	99.00	9.97	90.03
16	1.18	94.16	193.16	19.46	80.54
30	0.6	125.87	319.03	32.14	67.86
40	0.425	74.16	393.19	39.61	60.39
50	0.3	70.36	463.55	46.70	53.30
60	0.25	40.80	504.35	50.81	49.19
100	0.15	147.58	651.93	65.68	34.32
200	0.075	174.28	826.21	83.24	16.76
<b>BANDEJA</b>		166.32	992.53	100.00	



<b>RESULTADOS</b>			
<b>D10 (mm)</b>	0.055	<b><math>Cu = D60 / D10</math></b>	2.55
<b>D30 (mm)</b>	0.12	<b><math>Cc = D30^2 / (D60 * D10)</math></b>	1.87
<b>D60 (mm)</b>	0.14	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	2
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.75%

<b>PORCENTAJE DE MATERIAL</b>			
	<b>Grava (G%)</b>	<b>Arena (S%)</b>	<b>Limo y Arcilla (Finos %)</b>
<b>SUCS</b>	0.00	83	17
<b>AASHTO</b>	7.00	76	17

**Tabla 125:** Ensayo granulometría – Muestra 11



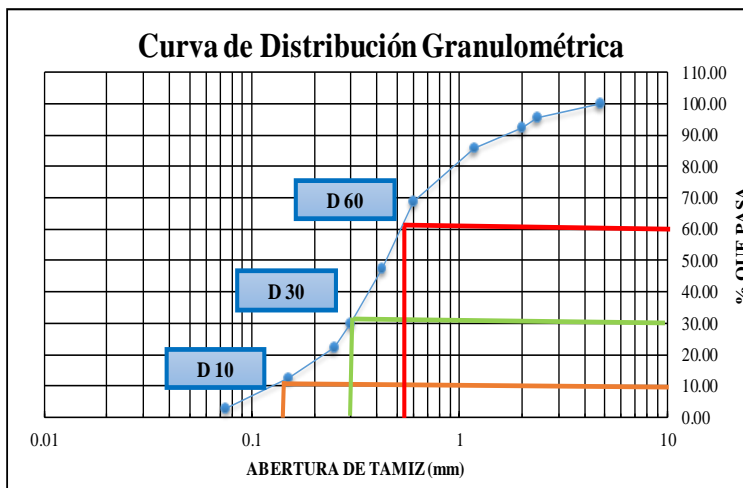
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE GRANULOMETRÍA**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	11	<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9875543	731388
<b>Peso Muestra Seca:</b>	1000				g

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	44.96	44.96	4.51	95.49
10	2	30.16	75.12	7.53	92.47
16	1.18	66.16	141.28	14.16	85.84
30	0.6	169.87	311.15	31.19	68.81
40	0.425	213.54	524.69	52.60	47.40
50	0.3	172.96	697.65	69.93	30.07
60	0.25	78.16	775.81	77.77	22.23
100	0.15	98.32	874.13	87.63	12.37
200	0.075	97.58	971.71	97.41	2.59
<b>BANDEJA</b>		25.87	997.58	100.00	





RESULTADOS			
<b>D10 (mm)</b>	0.15	$Cu = D60 / D10$	3.67
<b>D30 (mm)</b>	0.3	$Cc = D30^2 / (D60 * D10)$	1.09
<b>D60 (mm)</b>	0.55	<b>Tamaño Nominal Máximo (TNM)</b>	1.18
<b>Error Permitido</b>	1.00%	<b>Error Calculado</b>	0.24%

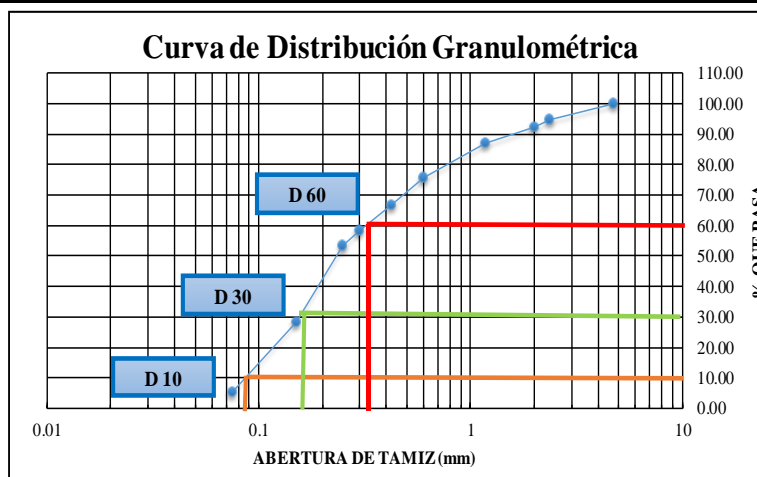
PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
<b>SUCS</b>	0.00	97	3
<b>AASHTO</b>	5.00	92	3



Tabla 126 : Ensayo granulometría – Muestra 12

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE GRANULOMETRÍA</b>	
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”		
<b>Vía:</b> Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm	
<b>ID Muestra:</b> 12	<b>Profundidad:</b> 100 cm	
<b>Norma:</b> AASHTO T 88 2013	<b>Coordenadas:</b> 17- Sur 9874312	730541
<b>Peso Muestra Seca:</b> 1000 g		

# TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO ACUMULADO (g)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	53.60	53.60	5.38	94.62
10	2	22.28	75.88	7.61	92.39
16	1.18	54.84	130.72	13.11	86.89
30	0.6	110.16	240.88	24.17	75.83
40	0.425	89.43	330.31	33.14	66.86
50	0.3	86.16	416.47	41.78	58.22
60	0.25	46.16	462.63	46.41	53.59
100	0.15	251.58	714.21	71.65	28.35
200	0.075	229.58	943.79	94.68	5.32
<b>BANDEJA</b>		53.00	996.79	100.00	



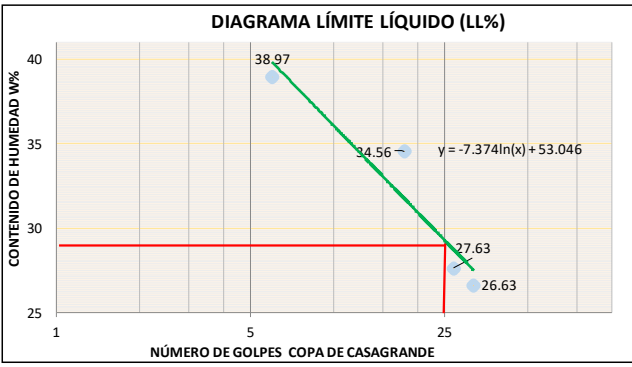


RESULTADOS			
D10 (mm)	0.09	$Cu = D60 / D10$	3.67
D30 (mm)	0.18	$Cc = D30^2 / (D60 * D10)$	1.09
D60 (mm)	0.33	Tamaño Nominal Máximo (TNM)	1.18
Error Permitido	1.00%	Error Calculado	0.32%



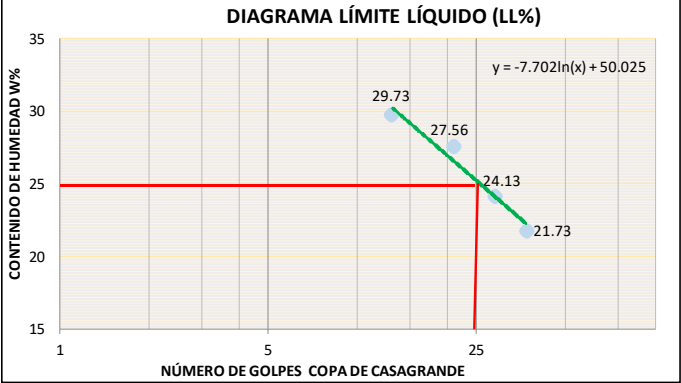
PORCENTAJE DE MATERIAL			
	Grava (G%)	Arena (S%)	Limo y Arcilla (Finos %)
SUCS	0.00	95	5
AASHTO	5.00	90	5

# **ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO**



**Tabla 127:** Ensayo Límite líquido – Muestra 1

 	
<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>	
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi
<b>ID Muestra:</b>	1
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013
<b>Capa Veget</b>	5 cm
<b>Profundidad</b>	80 cm
<b>Coordenada</b>	17- Sur 9882429 N   734127 E.
<b>Número de Golpes</b>	6                      18                      27                      32
<b>Identificación de Cápsula</b>	A      B      C      D      E      F      G      H
<b>Peso de Cápsula</b>	11.14    10.17    22.18    21.95    20.70    23.14    21.81    20.74    g
<b>Peso de muestra húmeda + cápsula</b>	33.14    35.97    52.87    52.78    43.40    44.87    42.14    41.97    g
<b>Peso de muestra seca + cápsula</b>	27.00    28.70    44.87    44.98    38.47    40.18    37.87    37.50    g
<b>Peso del agua</b>	6.14      7.27      8.00      7.80      4.93      4.69      4.27      4.47      g
<b>Peso de la muestra seca</b>	15.86    18.53    22.69    23.03    17.77    17.04    16.06    16.76    g
<b>Contenido de humedad (ω)</b>	38.71    39.23    35.26    33.87    27.74    27.52    26.59    26.67    %
<b>Promedio de contenido de humedad (ω)</b>	38.97                      34.56                      27.63                      26.63                      %
<b>Límite Líquido (LL)</b>	29.31                      %
	

**Tabla 128** :Ensayo Límite líquido – Muestra 2

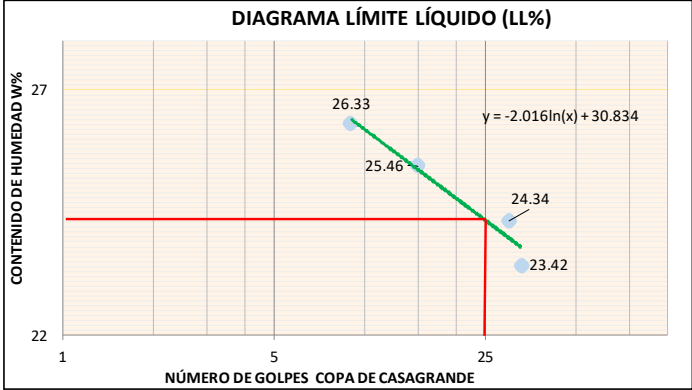
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>																																																																																																					
<b>Proyecto:</b> “CORRELACIÓN ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA RÍO NEGRO DEL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.”																																																																																																						
<b>Vía:</b> Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Veget</b> 5 cm																																																																																																					
<b>ID Muestra:</b> 2	<b>Profundidad</b> 80 cm																																																																																																					
<b>Norma:</b> AASHTO T 89 2013	<b>Coordenada</b> 17- Sur 9882429 N 734127 E.																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td colspan="2">13</td> <td colspan="2">21</td> <td colspan="2">29</td> <td colspan="2">37</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Identificación de Cápsula</td> <td>16</td> <td>42</td> <td>2</td> <td>31</td> <td>78</td> <td>15</td> <td>75</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>11.10</td> <td>11.80</td> <td>11.2</td> <td>13.2</td> <td>10.98</td> <td>10.40</td> <td>12.20</td> <td>12.41</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>30.80</td> <td>29.20</td> <td>21.3</td> <td>23</td> <td>26.40</td> <td>24.30</td> <td>23.90</td> <td>24.80</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>26.30</td> <td>25.20</td> <td>19.10</td> <td>20.90</td> <td>23.40</td> <td>21.60</td> <td>21.80</td> <td>22.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>4.50</td> <td>4.00</td> <td>2.20</td> <td>2.10</td> <td>3.00</td> <td>2.70</td> <td>2.10</td> <td>2.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>15.20</td> <td>13.40</td> <td>7.90</td> <td>7.70</td> <td>12.42</td> <td>11.20</td> <td>9.60</td> <td>10.19</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>29.61</td> <td>29.85</td> <td>27.85</td> <td>27.27</td> <td>24.15</td> <td>24.11</td> <td>21.88</td> <td>21.59</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">29.73</td> <td colspan="2">27.56</td> <td colspan="2">24.13</td> <td colspan="2">21.73</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="8">25.23</td> <td>%</td> </tr> </table>			Número de Golpes	13		21		29		37			Identificación de Cápsula	16	42	2	31	78	15	75	1		Peso de Cápsula	11.10	11.80	11.2	13.2	10.98	10.40	12.20	12.41	g	Peso de muestra húmeda + cápsula	30.80	29.20	21.3	23	26.40	24.30	23.90	24.80	g	Peso de muestra seca + cápsula	26.30	25.20	19.10	20.90	23.40	21.60	21.80	22.60	g	Peso del agua	4.50	4.00	2.20	2.10	3.00	2.70	2.10	2.20	g	Peso de la muestra seca	15.20	13.40	7.90	7.70	12.42	11.20	9.60	10.19	g	Contenido de humedad (ω)	29.61	29.85	27.85	27.27	24.15	24.11	21.88	21.59	%	Promedio de contenido de humedad (ω)	29.73		27.56		24.13		21.73		%	Límite Líquido (LL)	25.23								%
Número de Golpes	13		21		29		37																																																																																															
Identificación de Cápsula	16	42	2	31	78	15	75	1																																																																																														
Peso de Cápsula	11.10	11.80	11.2	13.2	10.98	10.40	12.20	12.41	g																																																																																													
Peso de muestra húmeda + cápsula	30.80	29.20	21.3	23	26.40	24.30	23.90	24.80	g																																																																																													
Peso de muestra seca + cápsula	26.30	25.20	19.10	20.90	23.40	21.60	21.80	22.60	g																																																																																													
Peso del agua	4.50	4.00	2.20	2.10	3.00	2.70	2.10	2.20	g																																																																																													
Peso de la muestra seca	15.20	13.40	7.90	7.70	12.42	11.20	9.60	10.19	g																																																																																													
Contenido de humedad (ω)	29.61	29.85	27.85	27.27	24.15	24.11	21.88	21.59	%																																																																																													
Promedio de contenido de humedad (ω)	29.73		27.56		24.13		21.73		%																																																																																													
Límite Líquido (LL)	25.23								%																																																																																													
																																																																																																						

**Tabla 129 : Ensayo Límite líquido – Muestra 3**



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>									
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”										
<b>Vía:</b> Pingua Quindigua/Llanchachi <b>ID Muestra:</b> 3 <b>Norma:</b> AASHTO T 89 2013	<b>Capa Veget</b> 5 cm <b>Profundidad</b> 80 cm <b>Coordenada</b> 17- Sur 9881614   735210									
Número de Golpes	9	15	30	33						
Identificación de Cápsula	T	Q	A	T	I	M	A	B		
Peso de Cápsula	11.14	11.27	21.47	21.57	20.20	23.14	21.81	20.74	g	
Peso de muestra húmeda + cápsula	29.70	36.14	49.21	50.98	42.87	44.37	41.59	41.37	g	
Peso de muestra seca + cápsula	25.80	31.00	43.61	44.98	38.47	40.18	37.87	37.42	g	
Peso del agua	3.90	5.14	5.60	6.00	4.40	4.19	3.72	3.95	g	
Peso de la muestra seca	14.66	19.73	22.14	23.41	18.27	17.04	16.06	16.68	g	
Contenido de humedad (ω)	26.60	26.05	25.29	25.63	24.08	24.59	23.16	23.68	%	
Promedio de contenido de humedad (ω)	26.33		25.46		24.34		23.42		%	
Límite Líquido (LL)									24.34	%

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**



**Tabla 130:** Ensayo Límite líquido – Muestra 4

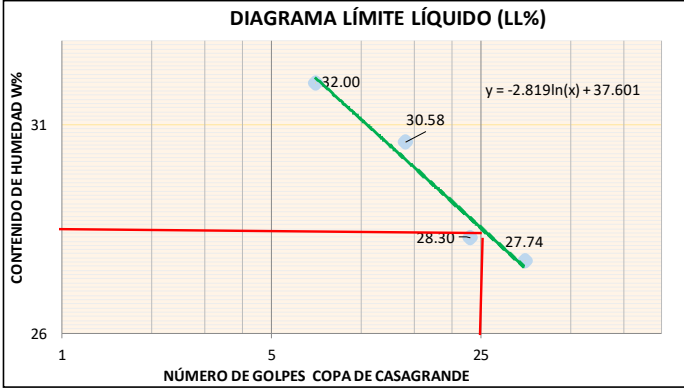
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>			
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”			
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Veget</b>	5 cm
<b>ID Muestra:</b>	4	<b>Profundidad</b>	80 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenada</b>	17- Sur 9877198   731977
Número de Golpes	35		23
Identificación de Cápsula	Q	B	M
Peso de Cápsula	11.20	12.80	11.40
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.54	21.62	21.01
Peso de muestra seca + cápsula	19.30	19.70	18.90
Peso del agua	2.24	1.92	2.11
Peso de la muestra seca	8.10	6.90	7.50
Contenido de humedad (ω)	27.65	27.83	28.13
Promedio de contenido de humedad (ω)	27.74		28.30
Límite Líquido (LL)	27.74		28.30



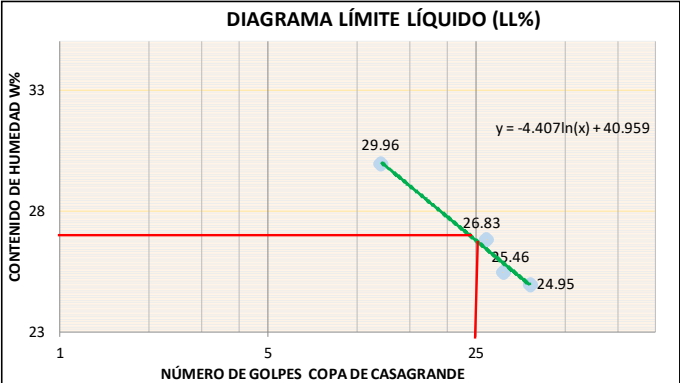
	35		23		14		7		
Identificación de Cápsula	Q	B	M	F	R	S	A	T	
Peso de Cápsula	11.20	12.80	11.40	11.80	11.50	11.30	11.10	11.10	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.54	21.62	21.01	20.15	19.72	20.84	16.52	17.69	g
Peso de muestra seca + cápsula	19.30	19.70	18.90	18.30	17.80	18.60	15.20	16.10	g
Peso del agua	2.24	1.92	2.11	1.85	1.92	2.24	1.32	1.59	g
Peso de la muestra seca	8.10	6.90	7.50	6.50	6.30	7.30	4.10	5.00	g
Contenido de humedad (ω)	27.65	27.83	28.13	28.46	30.48	30.68	32.20	31.80	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	27.74		28.30		30.58		32.00		%
Límite Líquido (LL)	27.74		28.30		30.58		32.00		%



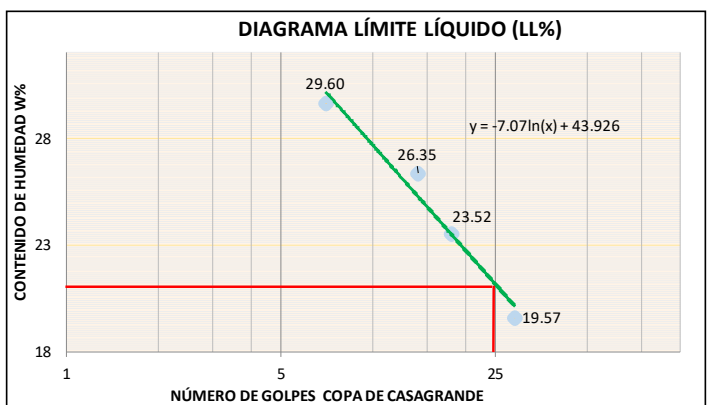
**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**



**Tabla 131 : Ensayo Límite líquido – Muestra 5**



	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>																																																																																																					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																																						
<b>Vía:</b> Singua/Yallivi <b>ID Muestra:</b> 5 <b>Norma:</b> AASHTO T 89 2013	<b>Capa Veget:</b> 5 cm <b>Profundidad:</b> 80 cm <b>Coordenada:</b> 17- Sur 9877934 733072																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Número de Golpes</th> <th colspan="2">12</th> <th colspan="2">27</th> <th colspan="2">31</th> <th colspan="2">38</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Identificación de Cápsula</th> <th>M</th> <th>F</th> <th>S</th> <th>A</th> <th>C</th> <th>V</th> <th>B</th> <th>T</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>11.23</td> <td>11.72</td> <td>11.1</td> <td>11.78</td> <td>12.49</td> <td>12.89</td> <td>13.07</td> <td>15.39</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>30.50</td> <td>30.20</td> <td>28.6</td> <td>28.3</td> <td>26.40</td> <td>25.60</td> <td>24.70</td> <td>26.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>26.10</td> <td>25.90</td> <td>24.80</td> <td>24.90</td> <td>23.60</td> <td>23.00</td> <td>22.40</td> <td>24.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>4.40</td> <td>4.30</td> <td>3.80</td> <td>3.40</td> <td>2.80</td> <td>2.60</td> <td>2.30</td> <td>2.20</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>14.87</td> <td>14.18</td> <td>13.70</td> <td>13.12</td> <td>11.11</td> <td>10.11</td> <td>9.33</td> <td>8.71</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>29.59</td> <td>30.32</td> <td>27.74</td> <td>25.91</td> <td>25.20</td> <td>25.72</td> <td>24.65</td> <td>25.26</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">29.96</td> <td colspan="2">26.83</td> <td colspan="2">25.46</td> <td colspan="2">24.95</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="8">26.77</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	Número de Golpes	12		27		31		38			Identificación de Cápsula	M	F	S	A	C	V	B	T		Peso de Cápsula	11.23	11.72	11.1	11.78	12.49	12.89	13.07	15.39	g	Peso de muestra húmeda + cápsula	30.50	30.20	28.6	28.3	26.40	25.60	24.70	26.30	g	Peso de muestra seca + cápsula	26.10	25.90	24.80	24.90	23.60	23.00	22.40	24.10	g	Peso del agua	4.40	4.30	3.80	3.40	2.80	2.60	2.30	2.20	g	Peso de la muestra seca	14.87	14.18	13.70	13.12	11.11	10.11	9.33	8.71	g	Contenido de humedad (ω)	29.59	30.32	27.74	25.91	25.20	25.72	24.65	25.26	%	Promedio de contenido de humedad (ω)	29.96		26.83		25.46		24.95		%	Límite Líquido (LL)	26.77								%		
Número de Golpes	12		27		31		38																																																																																															
Identificación de Cápsula	M	F	S	A	C	V	B	T																																																																																														
Peso de Cápsula	11.23	11.72	11.1	11.78	12.49	12.89	13.07	15.39	g																																																																																													
Peso de muestra húmeda + cápsula	30.50	30.20	28.6	28.3	26.40	25.60	24.70	26.30	g																																																																																													
Peso de muestra seca + cápsula	26.10	25.90	24.80	24.90	23.60	23.00	22.40	24.10	g																																																																																													
Peso del agua	4.40	4.30	3.80	3.40	2.80	2.60	2.30	2.20	g																																																																																													
Peso de la muestra seca	14.87	14.18	13.70	13.12	11.11	10.11	9.33	8.71	g																																																																																													
Contenido de humedad (ω)	29.59	30.32	27.74	25.91	25.20	25.72	24.65	25.26	%																																																																																													
Promedio de contenido de humedad (ω)	29.96		26.83		25.46		24.95		%																																																																																													
Límite Líquido (LL)	26.77								%																																																																																													
																																																																																																						

**Tabla 132 : Ensayo Límite líquido – Muestra 6**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>																																																																																																					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																																						
<b>Vía:</b> Singua/Yallivi <b>ID Muestra:</b> 6 <b>Norma:</b> AASHTO T 89 2013	<b>Capa Veget</b> 5 cm <b>Profundidad</b> 80 cm <b>Coordenada</b> 17- Sur 9877934   733072																																																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Número de Golpes</td> <td colspan="2">7</td> <td colspan="2">14</td> <td colspan="2">18</td> <td colspan="2">29</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Identificación de Cápsula</td> <td>M</td> <td>F</td> <td>S</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>9.57</td> <td>8.57</td> <td>10.54</td> <td>10.58</td> <td>10.24</td> <td>10.27</td> <td>9.57</td> <td>10.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>21.67</td> <td>23.12</td> <td>23.15</td> <td>21.45</td> <td>20.78</td> <td>22.45</td> <td>20.34</td> <td>20.29</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>18.92</td> <td>19.78</td> <td>20.50</td> <td>19.20</td> <td>18.80</td> <td>20.10</td> <td>18.60</td> <td>18.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>2.75</td> <td>3.34</td> <td>2.65</td> <td>2.25</td> <td>1.98</td> <td>2.35</td> <td>1.74</td> <td>1.59</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>9.35</td> <td>11.21</td> <td>9.96</td> <td>8.62</td> <td>8.56</td> <td>9.83</td> <td>9.03</td> <td>8.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>29.41</td> <td>29.79</td> <td>26.61</td> <td>26.10</td> <td>23.13</td> <td>23.91</td> <td>19.27</td> <td>19.88</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">29.60</td> <td colspan="2">26.35</td> <td colspan="2">23.52</td> <td colspan="2">19.57</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="9">21.17</td> </tr> </table>			Número de Golpes	7		14		18		29			Identificación de Cápsula	M	F	S	A	B	C	D	E		Peso de Cápsula	9.57	8.57	10.54	10.58	10.24	10.27	9.57	10.70	g	Peso de muestra húmeda + cápsula	21.67	23.12	23.15	21.45	20.78	22.45	20.34	20.29	g	Peso de muestra seca + cápsula	18.92	19.78	20.50	19.20	18.80	20.10	18.60	18.70	g	Peso del agua	2.75	3.34	2.65	2.25	1.98	2.35	1.74	1.59	g	Peso de la muestra seca	9.35	11.21	9.96	8.62	8.56	9.83	9.03	8.00	g	Contenido de humedad (ω)	29.41	29.79	26.61	26.10	23.13	23.91	19.27	19.88	%	Promedio de contenido de humedad (ω)	29.60		26.35		23.52		19.57		%	Límite Líquido (LL)	21.17								
Número de Golpes	7		14		18		29																																																																																															
Identificación de Cápsula	M	F	S	A	B	C	D	E																																																																																														
Peso de Cápsula	9.57	8.57	10.54	10.58	10.24	10.27	9.57	10.70	g																																																																																													
Peso de muestra húmeda + cápsula	21.67	23.12	23.15	21.45	20.78	22.45	20.34	20.29	g																																																																																													
Peso de muestra seca + cápsula	18.92	19.78	20.50	19.20	18.80	20.10	18.60	18.70	g																																																																																													
Peso del agua	2.75	3.34	2.65	2.25	1.98	2.35	1.74	1.59	g																																																																																													
Peso de la muestra seca	9.35	11.21	9.96	8.62	8.56	9.83	9.03	8.00	g																																																																																													
Contenido de humedad (ω)	29.41	29.79	26.61	26.10	23.13	23.91	19.27	19.88	%																																																																																													
Promedio de contenido de humedad (ω)	29.60		26.35		23.52		19.57		%																																																																																													
Límite Líquido (LL)	21.17																																																																																																					
																																																																																																						



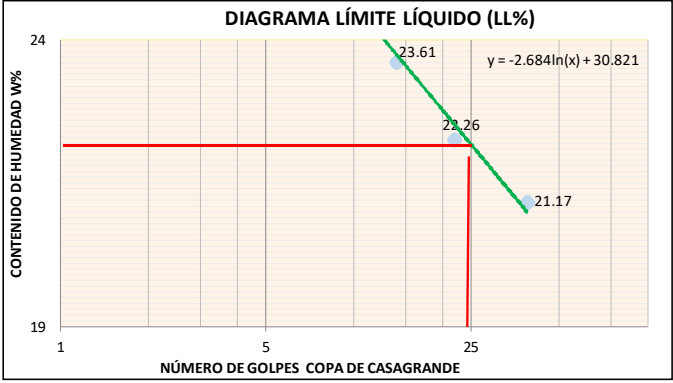
**Tabla 133 : Ensayo Límite líquido – Muestra 7**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b> 	
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”	
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca
<b>ID Muestra:</b>	7
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013
<b>Capa Veget:</b>	5 cm
<b>Profundidad:</b>	80 cm
<b>Coordenada:</b>	17- Sur 9877233 731027

Número de Golpes	10		14		22		39		
Identificación de Cápsula	M	F	S	A	B	C	D	E	
Peso de Cápsula	10.74	10.54	10.47	10.36	10.35	10.48	10.27	10.79	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	19.94	25.08	21.64	21.65	20.93	21.87	21.49	21.19	g
Peso de muestra seca + cápsula	18.10	22.20	19.50	19.50	19.00	19.80	19.50	19.40	g
Peso del agua	1.84	2.88	2.14	2.15	1.93	2.07	1.99	1.79	g
Peso de la muestra seca	7.36	11.66	9.03	9.14	8.65	9.32	9.23	8.61	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	25.00	24.70	23.70	23.52	22.31	22.21	21.56	20.79	%
Promedio de contenido de humedad ( $\omega$ )	24.85		23.61		22.26		21.17		%
Límite Líquido (LL)	22.18								%





**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**

CONTENIDO DE HUMEDAD W%

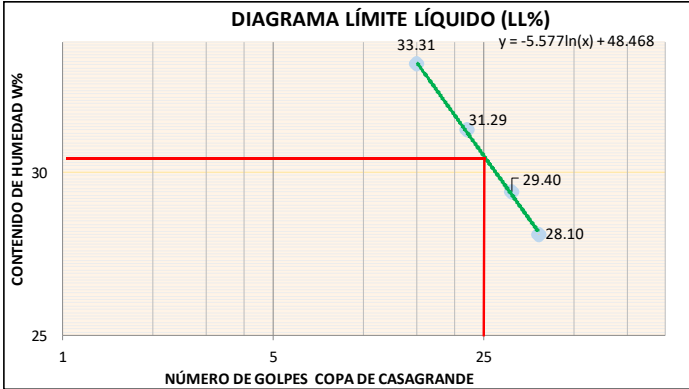
NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

$y = -2.684\ln(x) + 30.821$

**Tabla 134 :** Ensayo Límite líquido – Muestra 8

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>								
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”									
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca	<b>Capa Veget</b> 5 cm							
<b>ID Muestra:</b>	8	<b>Profundidad</b> 80 cm							
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenada</b> 17- Sur 9876399   731164							
Número de Golpes	15	22	31	38					
Identificación de Cápsula	45	4d	R5	2D	G5	71	1D	4F	
Peso de Cápsula	10.58	10.24	10.27	10.29	10.87	10.74	10.97	11.27	g
Peso de muestra húmeda + cápsula	20.87	20.72	21.98	21.74	20.64	21.27	20.82	22.64	g
Peso de muestra seca + cápsula	18.30	18.10	19.20	19.00	18.40	18.90	18.70	20.10	g
Peso del agua	2.57	2.62	2.78	2.74	2.24	2.37	2.12	2.54	g
Peso de la muestra seca	7.72	7.86	8.93	8.71	7.53	8.16	7.73	8.83	g
Contenido de humedad (ω)	33.29	33.33	31.13	31.46	29.75	29.04	27.43	28.77	%
Promedio de contenido de humedad (ω)	33.31		31.29		29.40		28.10		%
Límite Líquido (LL)	30.52								%



**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**

Y-axis: CONTENIDO DE HUMEDAD W% (25 to 35)



X-axis: NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE (1 to 25)

Equation:  $y = -5.577\ln(x) + 48.468$

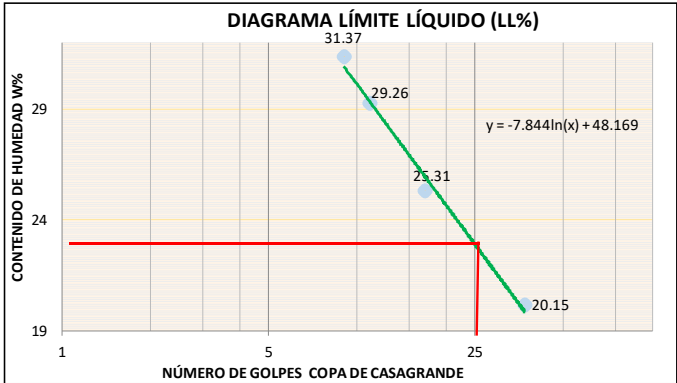
Data points: (15, 33.31), (22, 31.29), (31, 29.40), (38, 28.10)

Horizontal line: 30.52

**Tabla 135 : Ensayo Límite líquido – Muestra 9**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”									
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca			<b>Capa Veget</b>	5	cm			
<b>ID Muestra:</b>	9			<b>Profundidad</b>	80	cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013			<b>Coordenada</b>	17- Sur	9877155	730830		
<b>Número de Golpes</b>	9		11		17		37		
<b>Identificación de Cápsula</b>	W	D	F	M	F	S	A	R	
<b>Peso de Cápsula</b>	11.41	11.52	12.19	11.47	11.68	11.02	11.15	11.75	g
<b>Peso de muestra húmeda + cápsula</b>	18.49	19.64	23.98	22.74	20.84	22.54	23.48	24.05	g
<b>Peso de muestra seca + cápsula</b>	16.80	17.70	21.30	20.20	19.00	20.20	21.40	22.00	g
<b>Peso del agua</b>	1.69	1.94	2.68	2.54	1.84	2.34	2.08	2.05	g
<b>Peso de la muestra seca</b>	5.39	6.18	9.11	8.73	7.32	9.18	10.25	10.25	g
<b>Contenido de humedad (ω)</b>	31.35	31.39	29.42	29.10	25.14	25.49	20.29	20.00	%
<b>Promedio de contenido de humedad (ω)</b>	31.37		29.26		25.31		20.15		%
<b>Límite Líquido (LL)</b>	22.92								%





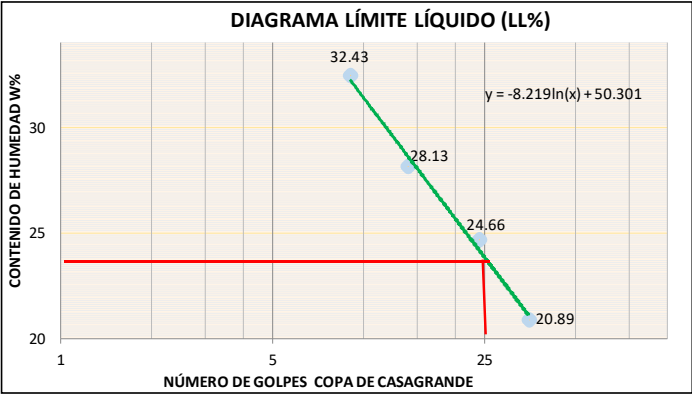
**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**

CONTENIDO DE HUMEDAD W%



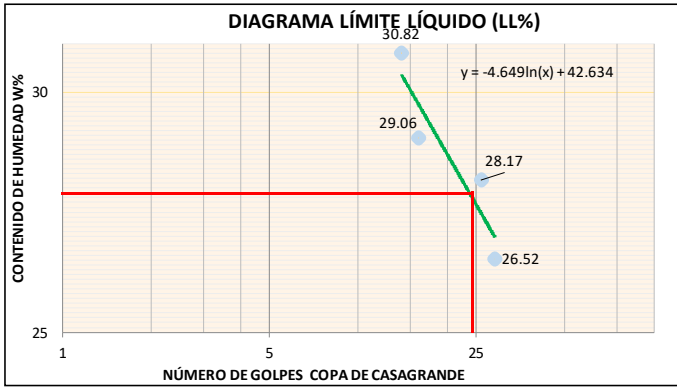
NÚMERO DE GOLPES COPA DE CASAGRANDE

$y = -7.844\ln(x) + 48.169$



**Tabla 136 : Ensayo Límite líquido – Muestra 10**

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>																																																																																																						
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																																							
<b>Vía:</b> Shuyo Grande/Arrayan Pata <b>ID Muestra:</b> 10 <b>Norma:</b> AASHTO T 89 2013	<b>Capa Veget</b> 5 cm <b>Profundidad</b> 80 cm <b>Coordenada</b> 17- Sur 9875543   731388																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Número de Golpes</th> <th colspan="2">9</th> <th colspan="2">14</th> <th colspan="2">24</th> <th colspan="2">35</th> <th></th> </tr> <tr> <th>Identificación de Cápsula</th> <th>M</th> <th>F</th> <th>S</th> <th>A</th> <th>V</th> <th>B</th> <th>CF</th> <th>C</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>11.18</td> <td>11.64</td> <td>10.62</td> <td>12.54</td> <td>11.24</td> <td>11.13</td> <td>11.37</td> <td>11.64</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>20.89</td> <td>21.90</td> <td>19.83</td> <td>23.24</td> <td>21.49</td> <td>20.86</td> <td>23.49</td> <td>24.17</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>18.50</td> <td>19.40</td> <td>17.80</td> <td>20.90</td> <td>19.50</td> <td>18.90</td> <td>21.40</td> <td>22.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>2.39</td> <td>2.50</td> <td>2.03</td> <td>2.34</td> <td>1.99</td> <td>1.96</td> <td>2.09</td> <td>2.17</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>7.32</td> <td>7.76</td> <td>7.18</td> <td>8.36</td> <td>8.26</td> <td>7.77</td> <td>10.03</td> <td>10.36</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>32.65</td> <td>32.22</td> <td>28.27</td> <td>27.99</td> <td>24.09</td> <td>25.23</td> <td>20.84</td> <td>20.95</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">32.43</td> <td colspan="2">28.13</td> <td colspan="2">24.66</td> <td colspan="2">20.89</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="8"></td> <td>23.85</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			Número de Golpes	9		14		24		35			Identificación de Cápsula	M	F	S	A	V	B	CF	C		Peso de Cápsula	11.18	11.64	10.62	12.54	11.24	11.13	11.37	11.64	g	Peso de muestra húmeda + cápsula	20.89	21.90	19.83	23.24	21.49	20.86	23.49	24.17	g	Peso de muestra seca + cápsula	18.50	19.40	17.80	20.90	19.50	18.90	21.40	22.00	g	Peso del agua	2.39	2.50	2.03	2.34	1.99	1.96	2.09	2.17	g	Peso de la muestra seca	7.32	7.76	7.18	8.36	8.26	7.77	10.03	10.36	g	Contenido de humedad (ω)	32.65	32.22	28.27	27.99	24.09	25.23	20.84	20.95	%	Promedio de contenido de humedad (ω)	32.43		28.13		24.66		20.89		%	Límite Líquido (LL)									23.85	%
Número de Golpes	9		14		24		35																																																																																																
Identificación de Cápsula	M	F	S	A	V	B	CF	C																																																																																															
Peso de Cápsula	11.18	11.64	10.62	12.54	11.24	11.13	11.37	11.64	g																																																																																														
Peso de muestra húmeda + cápsula	20.89	21.90	19.83	23.24	21.49	20.86	23.49	24.17	g																																																																																														
Peso de muestra seca + cápsula	18.50	19.40	17.80	20.90	19.50	18.90	21.40	22.00	g																																																																																														
Peso del agua	2.39	2.50	2.03	2.34	1.99	1.96	2.09	2.17	g																																																																																														
Peso de la muestra seca	7.32	7.76	7.18	8.36	8.26	7.77	10.03	10.36	g																																																																																														
Contenido de humedad (ω)	32.65	32.22	28.27	27.99	24.09	25.23	20.84	20.95	%																																																																																														
Promedio de contenido de humedad (ω)	32.43		28.13		24.66		20.89		%																																																																																														
Límite Líquido (LL)									23.85	%																																																																																													
																																																																																																							

**Tabla 137:** Ensayo Límite líquido – Muestra 11

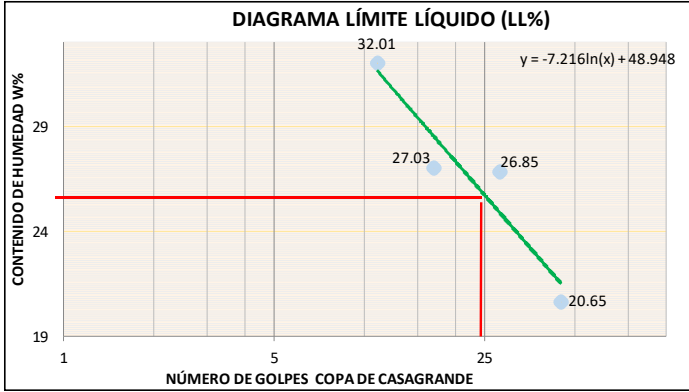
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>																																																																																																									
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																																											
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata			<b>Capa Veget</b>	5	cm																																																																																																					
<b>ID Muestra:</b>	11			<b>Profundidad</b>	80	cm																																																																																																					
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013			<b>Coordenada</b>	17- Sur	9875543	731388																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Número de Golpes</th> <th colspan="2">14</th> <th colspan="2">16</th> <th colspan="2">26</th> <th colspan="2">29</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de Cápsula</td> <td>75</td> <td>2</td> <td>25</td> <td>62</td> <td>16</td> <td>39</td> <td>19</td> <td>78</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de Cápsula</td> <td>10.87</td> <td>10.86</td> <td>10.89</td> <td>11.08</td> <td>11.07</td> <td>11.72</td> <td>11.53</td> <td>11.68</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda + cápsula</td> <td>19.87</td> <td>23.25</td> <td>20.84</td> <td>20.14</td> <td>26.74</td> <td>29.26</td> <td>24.35</td> <td>25.42</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca + cápsula</td> <td>17.70</td> <td>20.40</td> <td>18.60</td> <td>18.10</td> <td>23.30</td> <td>25.40</td> <td>21.70</td> <td>22.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>2.17</td> <td>2.85</td> <td>2.24</td> <td>2.04</td> <td>3.44</td> <td>3.86</td> <td>2.65</td> <td>2.92</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>6.83</td> <td>9.54</td> <td>7.71</td> <td>7.02</td> <td>12.23</td> <td>13.68</td> <td>10.17</td> <td>10.82</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (ω)</td> <td>31.77</td> <td>29.87</td> <td>29.05</td> <td>29.06</td> <td>28.13</td> <td>28.22</td> <td>26.06</td> <td>26.99</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio de contenido de humedad (ω)</td> <td colspan="2">30.82</td> <td colspan="2">29.06</td> <td colspan="2">28.17</td> <td colspan="2">26.52</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="7">27.67</td> <td></td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>								Número de Golpes	14		16		26		29			Identificación de Cápsula	75	2	25	62	16	39	19	78		Peso de Cápsula	10.87	10.86	10.89	11.08	11.07	11.72	11.53	11.68	g	Peso de muestra húmeda + cápsula	19.87	23.25	20.84	20.14	26.74	29.26	24.35	25.42	g	Peso de muestra seca + cápsula	17.70	20.40	18.60	18.10	23.30	25.40	21.70	22.50	g	Peso del agua	2.17	2.85	2.24	2.04	3.44	3.86	2.65	2.92	g	Peso de la muestra seca	6.83	9.54	7.71	7.02	12.23	13.68	10.17	10.82	g	Contenido de humedad (ω)	31.77	29.87	29.05	29.06	28.13	28.22	26.06	26.99	%	Promedio de contenido de humedad (ω)	30.82		29.06		28.17		26.52		%	Límite Líquido (LL)	27.67								%
Número de Golpes	14		16		26		29																																																																																																				
Identificación de Cápsula	75	2	25	62	16	39	19	78																																																																																																			
Peso de Cápsula	10.87	10.86	10.89	11.08	11.07	11.72	11.53	11.68	g																																																																																																		
Peso de muestra húmeda + cápsula	19.87	23.25	20.84	20.14	26.74	29.26	24.35	25.42	g																																																																																																		
Peso de muestra seca + cápsula	17.70	20.40	18.60	18.10	23.30	25.40	21.70	22.50	g																																																																																																		
Peso del agua	2.17	2.85	2.24	2.04	3.44	3.86	2.65	2.92	g																																																																																																		
Peso de la muestra seca	6.83	9.54	7.71	7.02	12.23	13.68	10.17	10.82	g																																																																																																		
Contenido de humedad (ω)	31.77	29.87	29.05	29.06	28.13	28.22	26.06	26.99	%																																																																																																		
Promedio de contenido de humedad (ω)	30.82		29.06		28.17		26.52		%																																																																																																		
Límite Líquido (LL)	27.67								%																																																																																																		
																																																																																																											

**Tabla 138:** Ensayo Límite líquido – Muestra 12

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA DE CASAGRANDE)</b>								
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”								
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata	<b>Capa Veget</b>	5 cm					
<b>ID Muestra:</b>	12	<b>Profundidad</b>	100 cm					
<b>Norma:</b>	AASHTO T 89 2013	<b>Coordenada</b>	17- Sur 9874312   730541					
Número de Golpes	11		17		28		45	
Identificación de Cápsula	12	SS	14A	2F	5G	6S	7J	1V
Peso de Cápsula	11.50	11.10	11.50	10.90	11.20	11.10	11.30	11.30
Peso de muestra húmeda + cápsula	24.35	25.57	23.82	26.78	23.75	21.00	21.65	21.58
Peso de muestra seca + cápsula	21.20	22.10	21.20	23.40	21.10	18.90	19.90	19.80
Peso del agua	3.15	3.47	2.62	3.38	2.65	2.10	1.75	1.78
Peso de la muestra seca	9.70	11.00	9.70	12.50	9.90	7.80	8.60	8.50
Contenido de humedad (ω)	32.47	31.55	27.01	27.04	26.77	26.92	20.35	20.94
Promedio de contenido de humedad (ω)	32.01		27.03		26.85		20.65	
Límite Líquido (LL)	26.72							



  

**DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO (LL%)**





# **ENSAYO LÍMITE PLÁSTICO**

**Tabla 139:** Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																				
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																																																														
<b>ID Muestra:</b>	1			<b>Profundidad:</b>	80	cm																																																																														
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9882429 N	734127 E.																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">P2</th> <th style="width: 10%;">3B</th> <th style="width: 10%;">104 - 4E</th> <th style="width: 10%;">80 - 3D</th> <th style="width: 10%;">2E</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>11.21</td> <td>11.87</td> <td>11.62</td> <td>11.92</td> <td>11.51</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>11.02</td> <td>11.71</td> <td>11.43</td> <td>11.79</td> <td>11.33</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.19</td> <td>0.16</td> <td>0.19</td> <td>0.13</td> <td>0.18</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.21</td> <td>11.03</td> <td>10.82</td> <td>10.87</td> <td>10.69</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>0.81</td> <td>0.68</td> <td>0.61</td> <td>0.92</td> <td>0.64</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>23.46</td> <td>23.53</td> <td>31.15</td> <td>26.70</td> <td>26.87</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">27.13</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">27.13</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">29.31</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">2.18</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>								Recipiente Número	P2	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E		Peso muestra húmeda + recipiente	11.21	11.87	11.62	11.92	11.51	g	Peso muestra seca + recipiente	11.02	11.71	11.43	11.79	11.33	g	Peso del agua	0.19	0.16	0.19	0.13	0.18	g	Peso del recipiente	10.21	11.03	10.82	10.87	10.69	g	Peso de la muestra seca	0.81	0.68	0.61	0.92	0.64	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.46	23.53	31.15	26.70	26.87	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	27.13					%	Límite Plástico (Lp)	27.13					%	Límite Líquido (LL)	29.31					%	Índice Plástico (IP)	2.18					%
Recipiente Número	P2	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E																																																																															
Peso muestra húmeda + recipiente	11.21	11.87	11.62	11.92	11.51	g																																																																														
Peso muestra seca + recipiente	11.02	11.71	11.43	11.79	11.33	g																																																																														
Peso del agua	0.19	0.16	0.19	0.13	0.18	g																																																																														
Peso del recipiente	10.21	11.03	10.82	10.87	10.69	g																																																																														
Peso de la muestra seca	0.81	0.68	0.61	0.92	0.64	g																																																																														
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.46	23.53	31.15	26.70	26.87	%																																																																														
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	27.13					%																																																																														
Límite Plástico (Lp)	27.13					%																																																																														
Límite Líquido (LL)	29.31					%																																																																														
Índice Plástico (IP)	2.18					%																																																																														





**Tabla 140 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																																																													
<b>ID Muestra:</b>	2	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																																																													
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9882429 N 734127 E.																																																																													
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Recipiente Número</td> <td>P2</td> <td>3B</td> <td>104 - 4E</td> <td>80 - 3D</td> <td>2E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>11.21</td> <td>11.87</td> <td>11.59</td> <td>11.82</td> <td>11.49</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>11.02</td> <td>11.72</td> <td>11.42</td> <td>11.62</td> <td>11.29</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.19</td> <td>0.15</td> <td>0.17</td> <td>0.20</td> <td>0.20</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.21</td> <td>11.06</td> <td>10.67</td> <td>10.75</td> <td>10.43</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>0.81</td> <td>0.66</td> <td>0.75</td> <td>0.87</td> <td>0.86</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>23.46</td> <td>22.73</td> <td>22.67</td> <td>22.99</td> <td>23.26</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5">22.79</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">22.79</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">25.23</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">2.44</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Recipiente Número	P2	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E		Peso muestra húmeda + recipiente	11.21	11.87	11.59	11.82	11.49	gr	Peso muestra seca + recipiente	11.02	11.72	11.42	11.62	11.29	gr	Peso del agua	0.19	0.15	0.17	0.20	0.20	gr	Peso del recipiente	10.21	11.06	10.67	10.75	10.43	gr	Peso de la muestra seca	0.81	0.66	0.75	0.87	0.86	gr	Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.46	22.73	22.67	22.99	23.26	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22.79					%	Límite Plástico (Lp)	22.79					%	Límite Líquido (LL)	25.23					%	Índice Plástico (IP)	2.44					%
Recipiente Número	P2	3B	104 - 4E	80 - 3D	2E																																																																											
Peso muestra húmeda + recipiente	11.21	11.87	11.59	11.82	11.49	gr																																																																										
Peso muestra seca + recipiente	11.02	11.72	11.42	11.62	11.29	gr																																																																										
Peso del agua	0.19	0.15	0.17	0.20	0.20	gr																																																																										
Peso del recipiente	10.21	11.06	10.67	10.75	10.43	gr																																																																										
Peso de la muestra seca	0.81	0.66	0.75	0.87	0.86	gr																																																																										
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.46	22.73	22.67	22.99	23.26	%																																																																										
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	22.79					%																																																																										
Límite Plástico (Lp)	22.79					%																																																																										
Límite Líquido (LL)	25.23					%																																																																										
Índice Plástico (IP)	2.44					%																																																																										



**Tabla 141:** Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																		
<b>Vía:</b>	Pingua Quindigua/Llanchachi		<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																																																													
<b>ID Muestra:</b>	3		<b>Profundidad:</b>	80	cm																																																																													
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016		<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9881614   735210																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">2B</th> <th style="width: 10%;">3B</th> <th style="width: 10%;">3E</th> <th style="width: 10%;">5C</th> <th style="width: 10%;">104</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>12.87</td> <td>13.70</td> <td>14.21</td> <td>12.50</td> <td>14.69</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.46</td> <td>13.14</td> <td>13.21</td> <td>12.17</td> <td>14.00</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.41</td> <td>0.56</td> <td>1.00</td> <td>0.33</td> <td>0.69</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.60</td> <td>10.70</td> <td>8.70</td> <td>10.60</td> <td>10.70</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.86</td> <td>2.44</td> <td>4.51</td> <td>1.57</td> <td>3.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>22.04</td> <td>22.95</td> <td>22.17</td> <td>21.02</td> <td>20.91</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">21.76</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">21.76</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">24.34</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">2.58</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>						Recipiente Número	2B	3B	3E	5C	104		Peso muestra húmeda + recipiente	12.87	13.70	14.21	12.50	14.69	g	Peso muestra seca + recipiente	12.46	13.14	13.21	12.17	14.00	g	Peso del agua	0.41	0.56	1.00	0.33	0.69	g	Peso del recipiente	10.60	10.70	8.70	10.60	10.70	g	Peso de la muestra seca	1.86	2.44	4.51	1.57	3.30	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.04	22.95	22.17	21.02	20.91	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.76					%	Límite Plástico (Lp)	21.76					%	Límite Líquido (LL)	24.34					%	Índice Plástico (IP)	2.58					%
Recipiente Número	2B	3B	3E	5C	104																																																																													
Peso muestra húmeda + recipiente	12.87	13.70	14.21	12.50	14.69	g																																																																												
Peso muestra seca + recipiente	12.46	13.14	13.21	12.17	14.00	g																																																																												
Peso del agua	0.41	0.56	1.00	0.33	0.69	g																																																																												
Peso del recipiente	10.60	10.70	8.70	10.60	10.70	g																																																																												
Peso de la muestra seca	1.86	2.44	4.51	1.57	3.30	g																																																																												
Contenido de humedad ( $\omega$ )	22.04	22.95	22.17	21.02	20.91	%																																																																												
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	21.76					%																																																																												
Límite Plástico (Lp)	21.76					%																																																																												
Límite Líquido (LL)	24.34					%																																																																												
Índice Plástico (IP)	2.58					%																																																																												



**Tabla 142** : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b> 						
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	4			<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877198	731977
Recipiente Número	106	1A	2B	7C	109	
Peso muestra húmeda + recipiente	12.70	13.50	13.80	12.70	13.70	g
Peso muestra seca + recipiente	12.27	12.89	13.12	12.27	13.09	g
Peso del agua	0.43	0.61	0.68	0.43	0.61	g
Peso del recipiente	10.70	10.60	10.60	10.60	10.70	g
Peso de la muestra seca	1.57	2.29	2.52	1.67	2.39	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	27.39	26.64	26.98	25.75	25.52	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	26.22					%
Límite Plástico (Lp)	26.22					%
Límite Líquido (LL)	28.30					%
Índice Plástico (IP)	2.08					%



**Tabla 143 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																																																													
<b>ID Muestra:</b>	5	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																																																													
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877934   733072																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>8.92</td> <td>7.51</td> <td>12.43</td> <td>12.67</td> <td>12.24</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>8.60</td> <td>7.20</td> <td>12.10</td> <td>12.30</td> <td>11.90</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.32</td> <td>0.31</td> <td>0.33</td> <td>0.37</td> <td>0.34</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>7.27</td> <td>6.00</td> <td>10.70</td> <td>10.80</td> <td>10.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.33</td> <td>1.20</td> <td>1.40</td> <td>1.50</td> <td>1.30</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>24.06</td> <td>25.83</td> <td>23.57</td> <td>24.67</td> <td>26.15</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5">24.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">24.86</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">26.77</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">1.91</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	A	B	C	D	E		Peso muestra húmeda + recipiente	8.92	7.51	12.43	12.67	12.24	g	Peso muestra seca + recipiente	8.60	7.20	12.10	12.30	11.90	g	Peso del agua	0.32	0.31	0.33	0.37	0.34	g	Peso del recipiente	7.27	6.00	10.70	10.80	10.60	g	Peso de la muestra seca	1.33	1.20	1.40	1.50	1.30	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.06	25.83	23.57	24.67	26.15	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.86					%	Límite Plástico (Lp)	24.86					%	Límite Líquido (LL)	26.77					%	Índice Plástico (IP)	1.91					%			
Recipiente Número	A	B	C	D	E																																																																											
Peso muestra húmeda + recipiente	8.92	7.51	12.43	12.67	12.24	g																																																																										
Peso muestra seca + recipiente	8.60	7.20	12.10	12.30	11.90	g																																																																										
Peso del agua	0.32	0.31	0.33	0.37	0.34	g																																																																										
Peso del recipiente	7.27	6.00	10.70	10.80	10.60	g																																																																										
Peso de la muestra seca	1.33	1.20	1.40	1.50	1.30	g																																																																										
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.06	25.83	23.57	24.67	26.15	%																																																																										
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.86					%																																																																										
Límite Plástico (Lp)	24.86					%																																																																										
Límite Líquido (LL)	26.77					%																																																																										
Índice Plástico (IP)	1.91					%																																																																										

**Tabla 144:** Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																
<b>Vía:</b>	Singua/Yallivi	<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm																																																																													
<b>ID Muestra:</b>	6	<b>Profundidad:</b>	80 cm																																																																													
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016	<b>Coordenadas:</b>	17- Sur 9877934   733072																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Recipiente Número</th> <th>M</th> <th>F</th> <th>S</th> <th>A</th> <th>B</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>9.17</td> <td>9.30</td> <td>12.36</td> <td>13.21</td> <td>13.61</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>8.90</td> <td>8.80</td> <td>12.10</td> <td>12.80</td> <td>13.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.27</td> <td>0.50</td> <td>0.26</td> <td>0.41</td> <td>0.51</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>7.50</td> <td>6.10</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.40</td> <td>2.70</td> <td>1.40</td> <td>2.10</td> <td>2.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>19.29</td> <td>18.52</td> <td>18.57</td> <td>19.52</td> <td>19.62</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5">19.24</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5">19.24</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5">21.17</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5">1.93</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>	Recipiente Número	M	F	S	A	B		Peso muestra húmeda + recipiente	9.17	9.30	12.36	13.21	13.61	g	Peso muestra seca + recipiente	8.90	8.80	12.10	12.80	13.10	g	Peso del agua	0.27	0.50	0.26	0.41	0.51	g	Peso del recipiente	7.50	6.10	10.70	10.70	10.50	g	Peso de la muestra seca	1.40	2.70	1.40	2.10	2.60	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.29	18.52	18.57	19.52	19.62	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.24					%	Límite Plástico (Lp)	19.24					%	Límite Líquido (LL)	21.17					%	Índice Plástico (IP)	1.93					%			
Recipiente Número	M	F	S	A	B																																																																											
Peso muestra húmeda + recipiente	9.17	9.30	12.36	13.21	13.61	g																																																																										
Peso muestra seca + recipiente	8.90	8.80	12.10	12.80	13.10	g																																																																										
Peso del agua	0.27	0.50	0.26	0.41	0.51	g																																																																										
Peso del recipiente	7.50	6.10	10.70	10.70	10.50	g																																																																										
Peso de la muestra seca	1.40	2.70	1.40	2.10	2.60	g																																																																										
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.29	18.52	18.57	19.52	19.62	%																																																																										
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.24					%																																																																										
Límite Plástico (Lp)	19.24					%																																																																										
Límite Líquido (LL)	21.17					%																																																																										
Índice Plástico (IP)	1.93					%																																																																										

**Tabla 145 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																		
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																				
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																																																														
<b>ID Muestra:</b>	7			<b>Profundidad:</b>	80	cm																																																																														
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877233	731027																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">MM</th> <th style="width: 10%;">AA</th> <th style="width: 10%;">VV</th> <th style="width: 10%;">II</th> <th style="width: 10%;">P2</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>12.78</td> <td>12.92</td> <td>12.84</td> <td>14.01</td> <td>12.87</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.30</td> <td>12.50</td> <td>12.50</td> <td>13.40</td> <td>12.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.48</td> <td>0.42</td> <td>0.34</td> <td>0.61</td> <td>0.37</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.10</td> <td>10.40</td> <td>10.90</td> <td>10.60</td> <td>10.50</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>2.20</td> <td>2.10</td> <td>1.60</td> <td>2.80</td> <td>2.00</td> <td style="text-align: center;">g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>21.82</td> <td>20.00</td> <td>21.25</td> <td>21.79</td> <td>18.50</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">20.51</td> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">20.51</td> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">22.18</td> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">1.67</td> <td></td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>								Recipiente Número	MM	AA	VV	II	P2		Peso muestra húmeda + recipiente	12.78	12.92	12.84	14.01	12.87	g	Peso muestra seca + recipiente	12.30	12.50	12.50	13.40	12.50	g	Peso del agua	0.48	0.42	0.34	0.61	0.37	g	Peso del recipiente	10.10	10.40	10.90	10.60	10.50	g	Peso de la muestra seca	2.20	2.10	1.60	2.80	2.00	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.82	20.00	21.25	21.79	18.50	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20.51					%	Límite Plástico (Lp)	20.51					%	Límite Líquido (LL)	22.18					%	Índice Plástico (IP)	1.67					%
Recipiente Número	MM	AA	VV	II	P2																																																																															
Peso muestra húmeda + recipiente	12.78	12.92	12.84	14.01	12.87	g																																																																														
Peso muestra seca + recipiente	12.30	12.50	12.50	13.40	12.50	g																																																																														
Peso del agua	0.48	0.42	0.34	0.61	0.37	g																																																																														
Peso del recipiente	10.10	10.40	10.90	10.60	10.50	g																																																																														
Peso de la muestra seca	2.20	2.10	1.60	2.80	2.00	g																																																																														
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.82	20.00	21.25	21.79	18.50	%																																																																														
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20.51					%																																																																														
Límite Plástico (Lp)	20.51					%																																																																														
Límite Líquido (LL)	22.18					%																																																																														
Índice Plástico (IP)	1.67					%																																																																														

**Tabla 146** : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	8			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9876399	731164
Recipiente Número	2A	P3B	P6A	P1	45C		
Peso muestra húmeda + recipiente	13.25	12.14	12.18	12.17	12.94	g	
Peso muestra seca + recipiente	12.68	11.85	11.85	11.86	12.46	g	
Peso del agua	0.57	0.29	0.33	0.31	0.48	g	
Peso del recipiente	10.60	10.80	10.60	10.70	10.70	g	
Peso de la muestra seca	2.08	1.05	1.25	1.16	1.76	g	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	27.26	27.62	26.40	26.72	27.27	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	26.91					%	
Límite Plástico (Lp)	26.91					%	
Límite Líquido (LL)	30.52					%	
Índice Plástico (IP)	3.61					%	

Tabla 147 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>	Teodasin/Angamarca			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	9			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9877155	730830
Recipiente Número	54	10	5F	71	56		
Peso muestra húmeda + recipiente	7.69	7.19	7.91	9.12	8.21		g
Peso muestra seca + recipiente	7.41	6.99	7.59	8.57	7.89		g
Peso del agua	0.28	0.20	0.32	0.55	0.32		g
Peso del recipiente	6.00	6.08	6.04	5.87	6.14		g
Peso de la muestra seca	1.41	0.91	1.55	2.70	1.75		g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.86	21.98	20.65	20.37	18.29		%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.79						%
Límite Plástico (Lp)	19.79						%
Límite Líquido (LL)	22.92						%
Índice Plástico (IP)	3.13						%



**Tabla 148:** Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b> 						
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	10			<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9875543   731388
Recipiente Número	53	42	41D	24	2C	
Peso muestra húmeda + recipiente	7.76	8.62	7.41	7.98	8.19	g
Peso muestra seca + recipiente	7.48	8.37	7.22	7.63	7.87	g
Peso del agua	0.28	0.25	0.19	0.35	0.32	g
Peso del recipiente	6.20	7.10	6.30	6.00	6.20	g
Peso de la muestra seca	1.28	1.27	0.92	1.63	1.67	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	21.87	19.69	20.65	21.47	19.16	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20.79					%
Límite Plástico (Lp)	20.79					%
Límite Líquido (LL)	23.85					%
Índice Plástico (IP)	3.06					%

Tabla 149 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>																																																																																
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”																																																																																	
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata		<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm																																																																													
<b>ID Muestra:</b>	11		<b>Profundidad:</b>	80	cm																																																																													
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016		<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9875543   731388																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Recipiente Número</th> <th style="width: 10%;">M</th> <th style="width: 10%;">F</th> <th style="width: 10%;">S</th> <th style="width: 10%;">R</th> <th style="width: 10%;">SS</th> <th style="width: 10%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso muestra húmeda + recipiente</td> <td>12.82</td> <td>13.42</td> <td>12.08</td> <td>12.12</td> <td>12.47</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso muestra seca + recipiente</td> <td>12.40</td> <td>12.90</td> <td>11.80</td> <td>11.80</td> <td>12.10</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del agua</td> <td>0.42</td> <td>0.52</td> <td>0.28</td> <td>0.32</td> <td>0.37</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso del recipiente</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.70</td> <td>10.50</td> <td>10.60</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca</td> <td>1.70</td> <td>2.20</td> <td>1.10</td> <td>1.30</td> <td>1.50</td> <td>g</td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td>24.71</td> <td>23.64</td> <td>25.45</td> <td>24.62</td> <td>24.67</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Promedio contenido de humedad (<math>\omega</math>)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">24.59</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>    Límite Plástico (Lp)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">24.59</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>    Límite Líquido (LL)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">27.67</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>    Índice Plástico (IP)</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">3.08</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>						Recipiente Número	M	F	S	R	SS		Peso muestra húmeda + recipiente	12.82	13.42	12.08	12.12	12.47	g	Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	11.80	11.80	12.10	g	Peso del agua	0.42	0.52	0.28	0.32	0.37	g	Peso del recipiente	10.70	10.70	10.70	10.50	10.60	g	Peso de la muestra seca	1.70	2.20	1.10	1.30	1.50	g	Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.71	23.64	25.45	24.62	24.67	%	Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.59					%	Límite Plástico (Lp)	24.59					%	Límite Líquido (LL)	27.67					%	Índice Plástico (IP)	3.08					%
Recipiente Número	M	F	S	R	SS																																																																													
Peso muestra húmeda + recipiente	12.82	13.42	12.08	12.12	12.47	g																																																																												
Peso muestra seca + recipiente	12.40	12.90	11.80	11.80	12.10	g																																																																												
Peso del agua	0.42	0.52	0.28	0.32	0.37	g																																																																												
Peso del recipiente	10.70	10.70	10.70	10.50	10.60	g																																																																												
Peso de la muestra seca	1.70	2.20	1.10	1.30	1.50	g																																																																												
Contenido de humedad ( $\omega$ )	24.71	23.64	25.45	24.62	24.67	%																																																																												
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.59					%																																																																												
Límite Plástico (Lp)	24.59					%																																																																												
Límite Líquido (LL)	27.67					%																																																																												
Índice Plástico (IP)	3.08					%																																																																												

Tabla 150 : Ensayo 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>ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO</b>					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>	Shuyo Grande/Arrayan Pata			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	12			<b>Profundidad:</b>	100	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T90 2016			<b>Coordenadas:</b>	17- Sur	9874312	730541
Recipiente Número	A	3	6G	M	F		
Peso muestra húmeda + recipiente	7.33	8.05	8.47	8.60	7.96	gr	
Peso muestra seca + recipiente	7.10	7.70	8.00	8.10	7.60	gr	
Peso del agua	0.23	0.35	0.47	0.50	0.36	gr	
Peso del recipiente	6.12	6.19	6.11	6.02	6.13	gr	
Peso de la muestra seca	0.98	1.51	1.89	2.08	1.47	gr	
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.47	23.18	24.87	24.04	24.49	%	
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	24.14					%	
Límite Plástico (Lp)	24.14					%	
Límite Líquido (LL)	26.72					%	
Índice Plástico (IP)	2.58					%	

# **ENSAYO PROCTOR**

Tabla 151 : Ensayo Proctor – Muestra 1

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm				
<b>ID Muestra:</b>	1			<b>Profundidad:</b>	100 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N 731027 E				
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez								
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14992 g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2297.29 cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15 h				
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	12%	15%	18%	21%	%				
P. molde+Suelo húmedo	19325	19572	19787	19512	g				
Peso suelo húmedo Wm	4333	4580	4795	4520	g				
Peso unitario húmedo γm	1.886	1.994	2.087	1.968	g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>									
Recipiente número	32J	27I	14M	58A	74F	26E	48	51	
Peso del recipiente Wr	18.57	36.91	45.87	27.14	29.28	37.35	29.06	36.48	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	101.47	121.25	117.00	104.58	161.05	187.21	87.12	164.57	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92.07	111.45	107.58	94.27	140.58	164.27	76.65	141.54	g
Peso de la muestra seca (Ws)	73.50	74.54	61.71	67.13	111.30	126.92	47.59	105.06	g
Peso del agua (Ww)	9.40	9.80	9.42	10.31	20.47	22.94	10.47	23.03	g
Contenido de humedad (ω)	12.79	13.15	15.26	15.36	18.39	18.07	22.00	21.92	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.97		15.31		18.23		21.96		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.670		1.729		1.765		1.613		g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad óptimo ω				17.50		%			
Densidad seca máx γd				1.770		g/cm <sup>3</sup>			

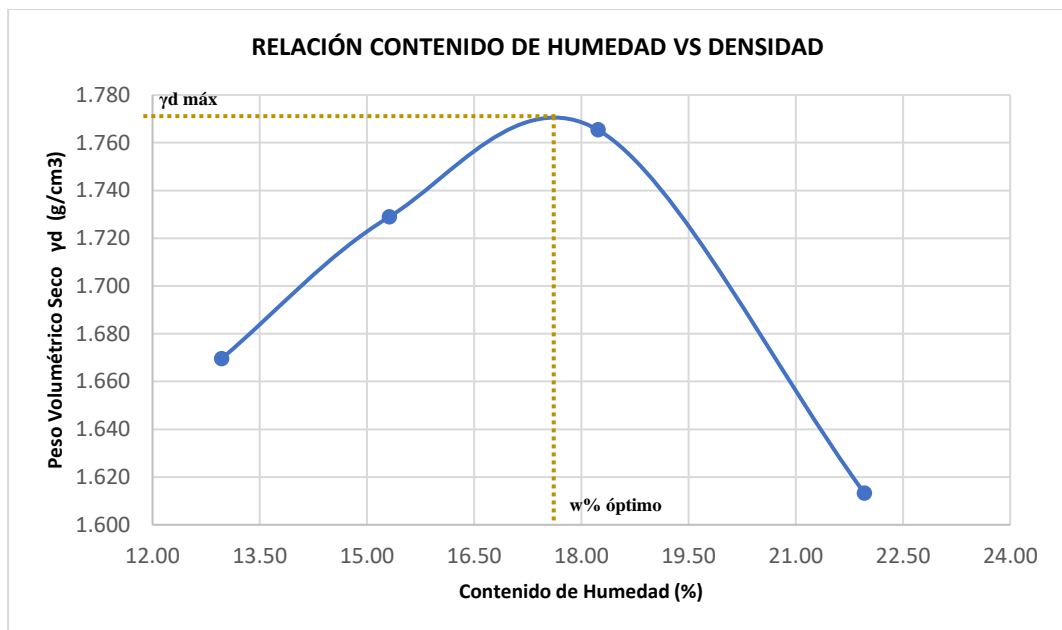



Tabla 152 :Ensayo Proctor – Muestra 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")						
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."						
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4	cm
<b>ID Muestra:</b>	2			<b>Profundidad:</b>	100	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur	9877233 N
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez				731027	E
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR						
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14953.68	g
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2279.62	cm <sup>3</sup>
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15	h
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Ensayo Número	1	2	3	4		
Humedad inicial añadida	9%	12%	14%	16%		%
P. molde+Suelo húmedo	19179.84	19449.82	19482.74	19429.31		g
Peso suelo húmedo Wm	4226.16	4496.14	4529.06	4475.63		g
Peso unitario húmedo γm	1.854	1.972	1.987	1.963		g/cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD						
Recipiente número	M	F	A	B	C	D
Peso del recipiente Wr	28.74	22.87	25.24	25.14	19.84	25.71
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	97.65	107.94	121.67	122.09	91.04	89.90
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92.12	101.27	110.95	111.04	82.07	82.07
Peso de la muestra seca (Ws)	63.38	78.40	85.71	85.90	62.23	56.36
Peso del agua (Ww)	5.53	6.67	10.72	11.05	8.97	7.83
Contenido de humedad (ω)	8.73	8.51	12.51	12.86	14.41	13.89
Promedio contenido de humedad (ω)	8.62		12.69		14.15	
					17.89	
Peso Volumétrico Seco γd	1.707	1.750	1.740	1.740	1.665	1.665
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA						
Cont. Humedad óptimo ω				13.30		%
Densidad seca máx γd				1.755		g/cm <sup>3</sup>

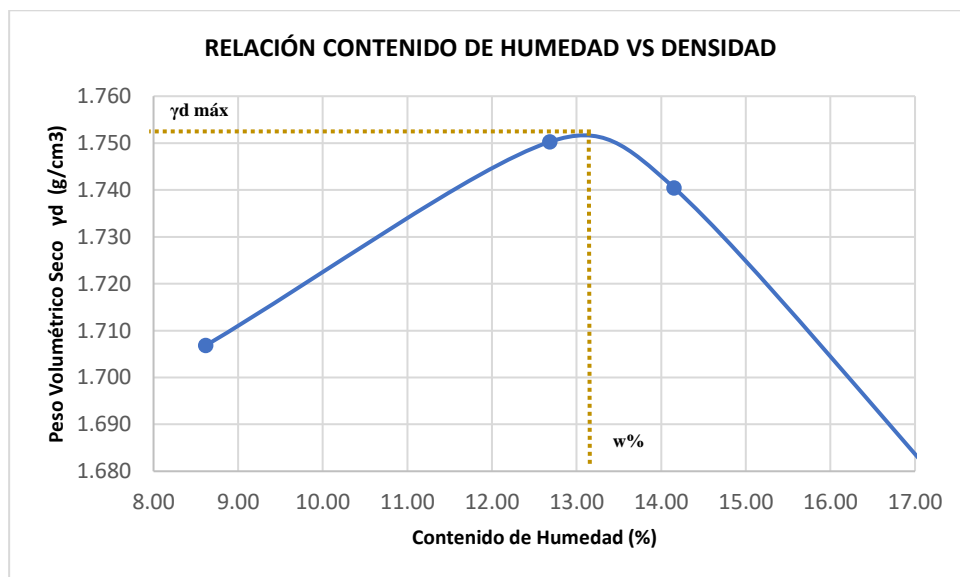




Tabla 153 : Ensayo Proctor – Muestra 3

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>			
<b>Proyecto:</b>			
<b>Vía:</b>		<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm
<b>ID Muestra:</b>	3	<b>Profundidad:</b>	100 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180	<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N 731027 E
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez		
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie³	Øint 15
Peso Inicial Deseado	7000		7000
			7000
PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	12%	16%	18%
P. molde+Suelo húmedo	19294	19508.54	19679.63
Peso suelo húmedo Wm	4341.33	4555.87	4726.96
Peso unitario húmedo γm	1.904	1.999	2.074
			1.974
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente número	M	F	S
Peso del recipiente Wr	36.00	37.80	23.89
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	99.48	97.57	122.58
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92.13	90.67	109.78
Peso de la muestra seca (Ws)	56.13	52.87	85.89
Peso del agua (Ww)	7.35	6.90	12.80
Contenido de humedad (ω)	13.09	13.05	14.90
Promedio contenido de humedad (ω)	13.07	15.10	17.94
Peso Volumétrico Seco γd	1.684	1.736	1.758
			1.632
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
Cont. Humedad óptimo ω			17.10
Densidad seca máx γd			1.765

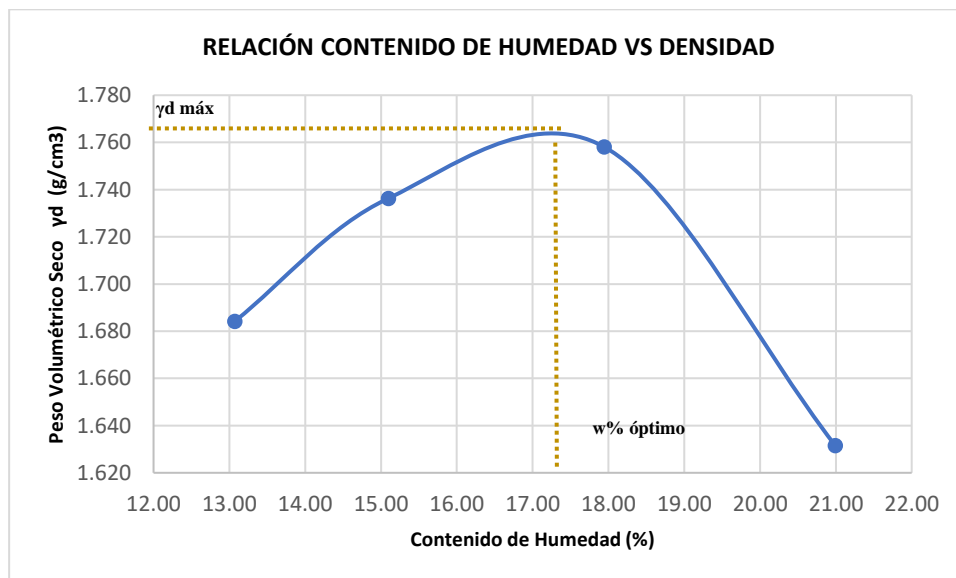




Tabla 154 : Ensayo Proctor – Muestra 4

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
<b>Vía:</b>	4		<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm					
<b>ID Muestra:</b>			<b>Profundidad:</b>	100 cm					
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180		<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N					
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez			731027 E					
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12752 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	7000	7000	7000	7000	g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	16%	20%	24%	26%	%				
P. molde+Suelo húmedo	16852	17203	17170	17162	g				
Peso suelo húmedo Wm	4100	4451	4418	4410	g				
Peso unitario húmedo γm	1.790	1.944	1.929	1.926	g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>									
Recipiente número	27J	39	78	19	34	25	65	28	
Peso del recipiente Wr	10.64	17.44	11.23	11.23	30.57	30.57	25.22	25.22	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	31.99	38.81	49.64	49.64	110.74	110.74	90.01	90.01	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	28.91	35.71	42.99	42.99	95.10	95.10	76.65	76.65	g
Peso de la muestra seca (Ws)	18.27	18.27	31.76	31.76	64.53	64.53	51.43	51.43	g
Peso del agua (Ww)	3.08	3.10	6.65	6.65	15.64	15.64	13.36	13.36	g
Contenido de humedad (ω)	16.86	16.97	20.94	20.94	24.24	24.24	25.98	25.98	%
Promedio contenido de humedad (ω)	16.91		20.94		24.24		25.98		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.531		1.607		1.553		1.529		g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad óptimo ω					21.00		%		
Densidad seca máx γd					1.675		g/cm <sup>3</sup>		

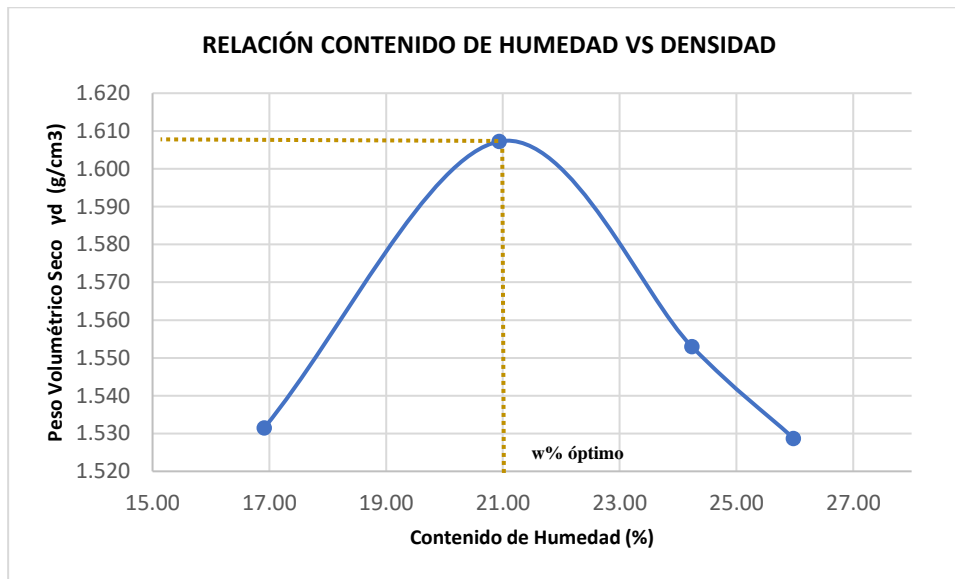






Tabla 155 : Ensayo Proctor – Muestra 5

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm				
<b>ID Muestra:</b>	5			<b>Profundidad:</b>	100 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N 731027 E				
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez								
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13741 g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2431.54 cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.11 h				
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	16%	20%	24%	26%	%				
P. molde+Suelo húmedo	18225	18409	18578	18578	g				
Peso suelo húmedo Wm	4484	4668	4837	4837	g				
Peso unitario húmedo γm	1.844	1.920	1.989	1.989	g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>									
Recipiente número	32J	27I	14M	58A	74F	26E	48	51	
Peso del recipiente Wr	10.47	10.44	21.60	18.86	19.25	27.30	25.93	18.54	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	82.73	93.21	130.85	121.64	155.80	182.64	90.50	173.84	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	75.00	84.13	117.76	106.54	134.56	159.87	79.00	145.67	g
Peso de la muestra seca (Ws)	64.53	73.69	96.16	87.68	115.31	132.57	53.07	127.13	g
Peso del agua (Ww)	7.73	9.08	13.09	15.10	21.24	22.77	11.50	28.17	g
Contenido de humedad (ω)	11.98	12.32	13.61	17.22	18.42	17.18	21.67	22.16	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.00		15.47		18.54		21.64		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.647		1.663		1.678		1.635		g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad óptimo ω				18.00		%			
Densidad seca máx γd				1.680		g/cm <sup>3</sup>			

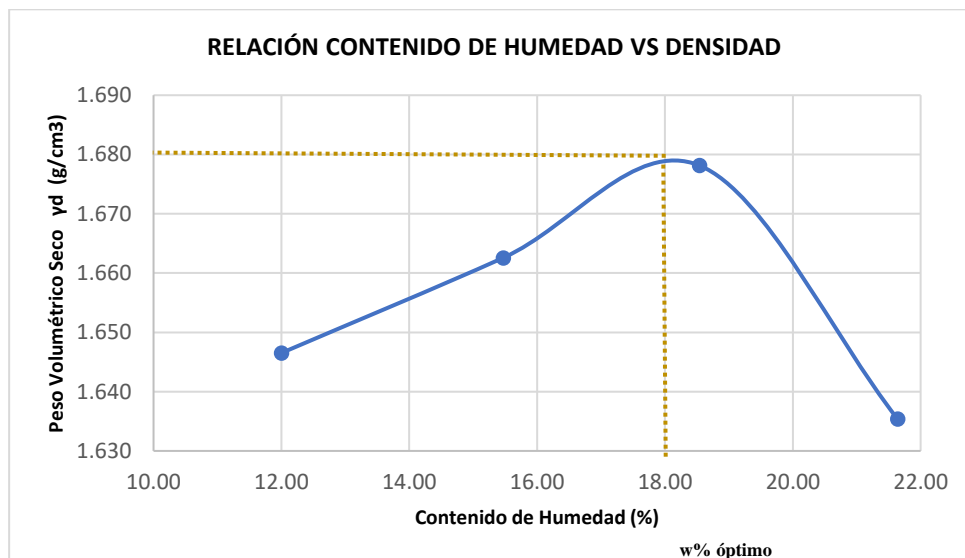




Tabla 156 : Ensayo Proctor – Muestra 6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm				
<b>ID Muestra:</b>	6			<b>Profundidad:</b>	100 cm				
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N				
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez				731027 E				
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14953.48 g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2279.62 cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15 h				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	8%	11%	14%	16%	%				
P. molde+Suelo húmedo	19173.21	19442.14	19491.885	19456.62	g				
Peso suelo húmedo Wm	4219.73	4488.66	4538.405	4503.14	g				
Peso unitario húmedo γm	1.851	1.969	1.991	1.975	g/cm <sup>3</sup>				
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	M	F	A	R	T	Y	U	I	
Peso del recipiente Wr	21.98	24.68	24.58	24.85	29.74	31.04	29.74	29.47	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	97.64	107.42	121.52	122.98	58.24	102.04	104.05	102.74	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92.40	101.33	111.32	113.50	54.90	93.47	93.75	92.14	g
Peso de la muestra seca (Ws)	70.42	76.65	86.74	88.65	25.16	62.43	64.01	62.67	g
Peso del agua (Ww)	5.24	6.09	10.20	9.48	3.34	8.57	10.30	10.60	g
Contenido de humedad (ω)	7.44	7.95	11.76	10.69	13.28	13.73	16.09	16.91	%
Promedio contenido de humedad (ω)	7.69		11.23		13.50		16.50		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.719		1.770		1.754		1.696		g/cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω				11.90		%			
Densidad seca máx γd				1.700		g/cm <sup>3</sup>			

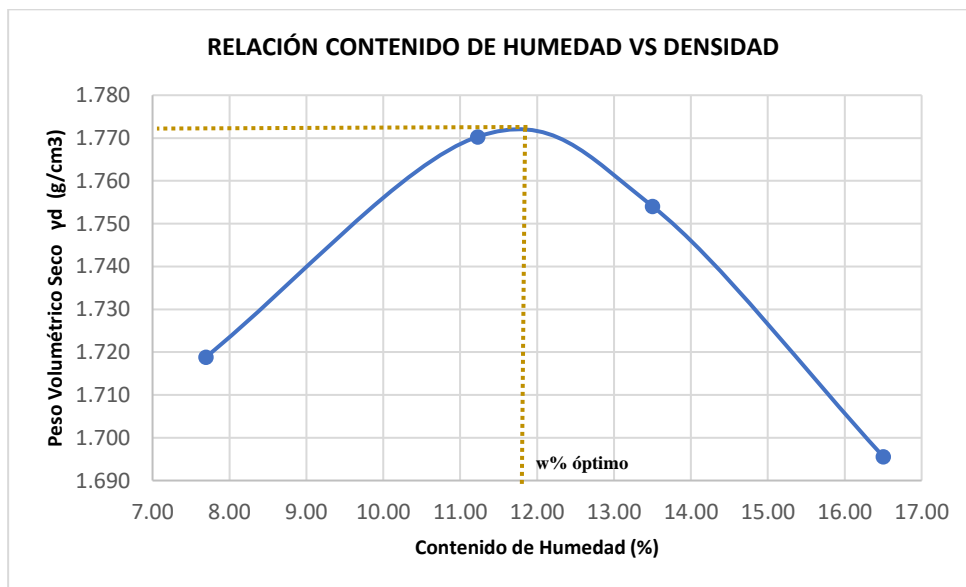




Tabla 157: Ensayo Proctor – Muestra 7

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICAD)</b>									
<b>Proyecto:</b>	“ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”								
<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 4 cm								
<b>ID Muestra:</b>	<b>Profundidad:</b> 100 cm								
<b>Norma:</b> AASHTO T 180	<b>Coordenadas:</b> 17 - Sur 9877233 N								
<b>Elaborado:</b> Jimmy Gomez	731027 E								
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	13991	g			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2431.54	cm <sup>3</sup>			
Energía de Compactación	55986		lb pie/ pie <sup>3</sup>	Øint	15	h	12.9	cm	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000				g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad esperada	16%	20%	24%	26%				%	
P. molde + Suelo húmedo	18192	18841	18525	18492				g	
Peso suelo húmedo Wm	4201	4850	4534	4501				g	
Peso unitario húmedo γm	1.728	1.995	1.865	1.851				g/cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Recipiente número	32J	27I	14M	58A	74F	26E	48	51	
Peso del recipiente Wr	16.87	20.34	22.54	24.58	25.50	27.30	25.93	18.54	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	82.60	93.11	130.85	121.64	152.98	182.64	89.00	173.54	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	72.51	81.97	112.61	104.87	130.15	154.67	76.65	142.65	g
Peso de la muestra seca (Ws)	55.64	61.63	90.07	80.29	104.65	127.37	50.72	124.11	g
Peso del agua (Ww)	10.09	11.14	18.24	16.77	22.83	27.97	12.35	30.89	g
Contenido de humedad (ω)	18.13	18.08	20.25	20.89	21.82	21.96	24.35	24.89	%
Promedio contenido de humedad (ω)	18.11		20.57	21.89		24.62			%
Peso Volumétrico Seco γd	1.463		1.654	1.530		1.485			g/cm <sup>3</sup>
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo ω			20.50						%
Densidad seca máx γd			1.650						g/cm <sup>3</sup>

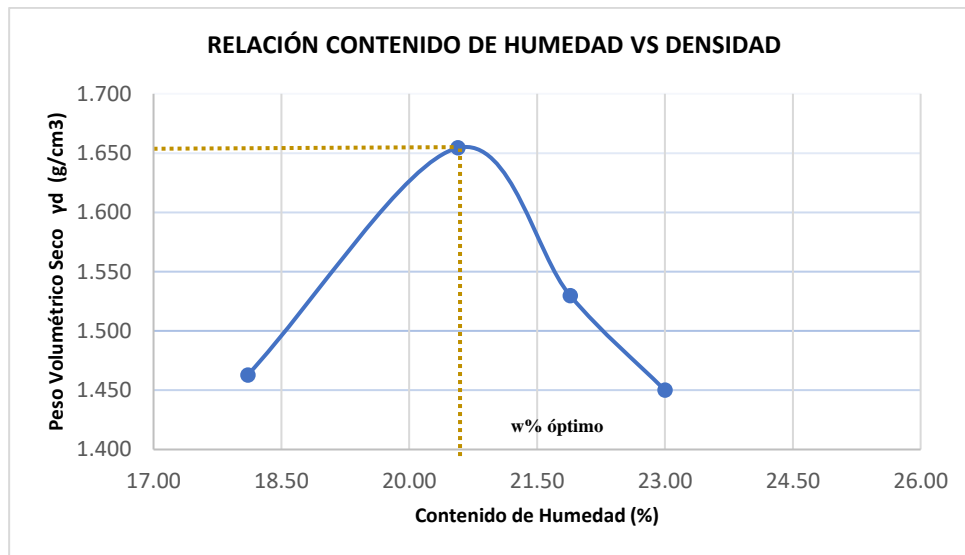




Tabla 158 : Ensayo Proctor – Muestra 8

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b> 										
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."										
<b>Vía:</b>		8		<b>Capa Vegetal:</b>		4 cm				
<b>ID Muestra:</b>		AASHTO T 180		<b>Profundidad:</b>		100 cm				
<b>Norma:</b>		Jhimy Gomez		<b>Coordenadas:</b>		17 - Sur 9877233 N		731027 E		
<b>Elaborado:</b>										
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR										
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14952.37	g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2279.62	cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.2	h	13.4	cm		
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	g				
PROCESO DE COMPACTACIÓN										
Ensayo Número	1	2	3	4						
Humedad inicial añadida	14%	18%	20%	26%						
P. molde+Suelo húmedo	19143.87	19451.58	19451.07	19274.28						
Peso suelo húmedo Wm	4191.5	4499.21	4498.7	4321.91						
Peso unitario húmedo γm	1.839	1.974	1.973	1.896	g/cm <sup>3</sup>					
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD										
Recipiente número	S	FR	C	V4	G2	F6	J9	G2		
Peso del recipiente Wr	16.54	31.57	21.42	22.54	19.04	28.69	16.54	17.00	g	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	46.24	55.60	45.55	56.71	46.41	56.31	44.20	46.25	g	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	42.54	52.51	41.76	51.45	41.67	51.70	38.57	40.25	g	
Peso de la muestra seca (Ws)	26.00	20.94	20.34	28.91	22.63	23.01	22.03	23.25	g	
Peso del agua (Ww)	3.70	3.09	3.79	5.26	4.74	4.61	5.63	6.00	g	
Contenido de humedad (ω)	14.23	14.76	18.63	18.19	20.95	20.03	25.56	25.81	%	
Promedio contenido de humedad (ω)	14.49		18.41		20.49		25.68			
Peso Volumétrico Seco γd	1.606	1.667	1.638	1.508	g/cm <sup>3</sup>					
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA										
Cont. Humedad óptimo ω				18.70						%
Densidad seca máx γd				1.670						g/cm <sup>3</sup>

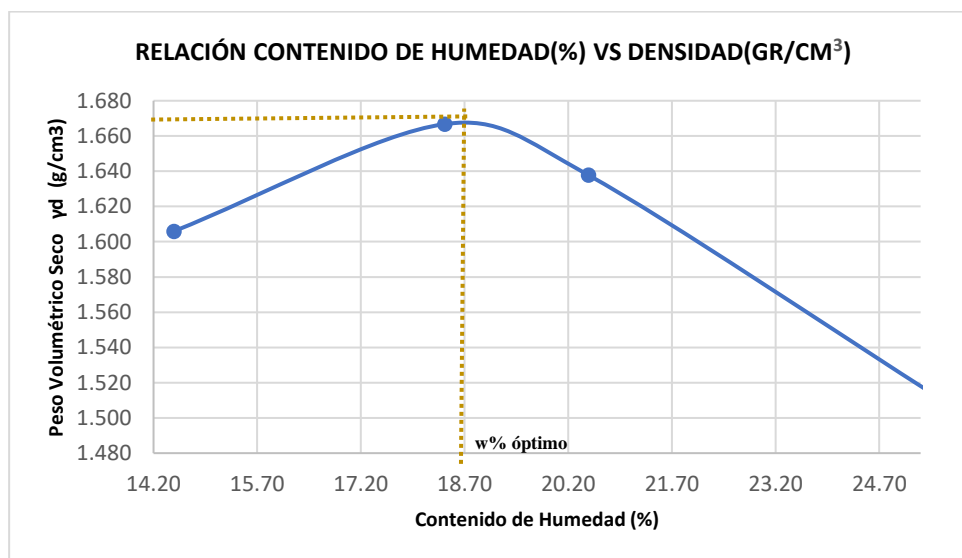


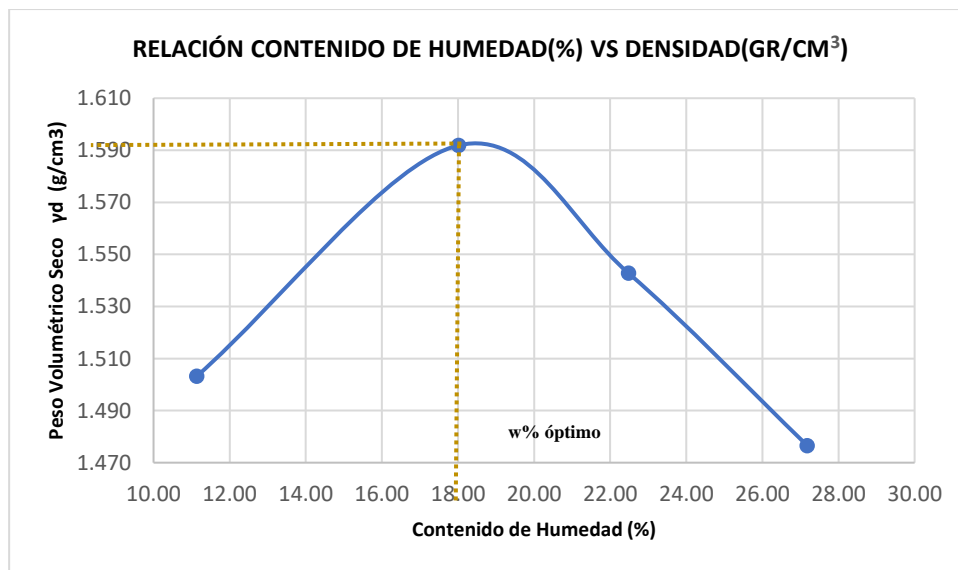




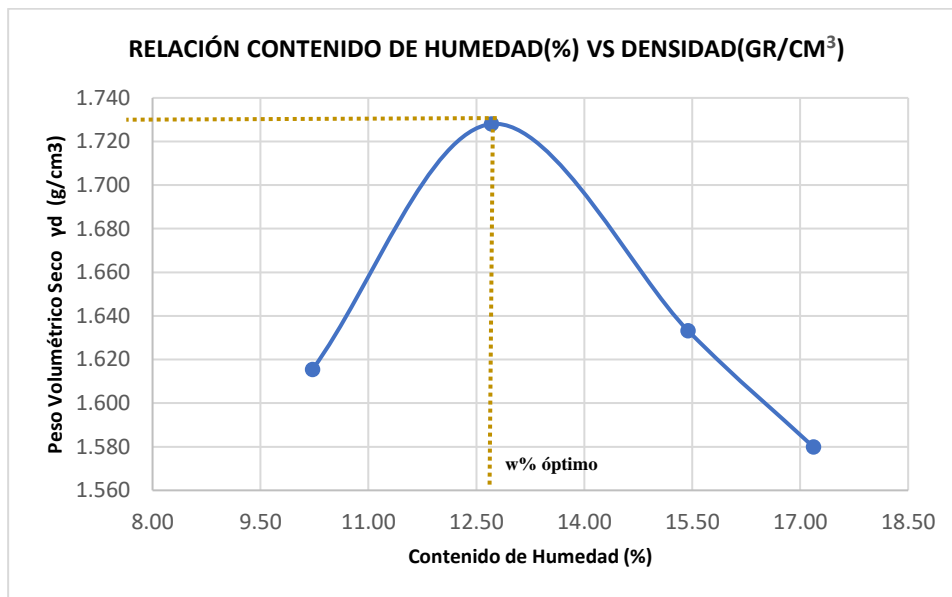
Tabla 159 :Ensayo Proctor – Muestra 9

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		 FICM	
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>			
<b>Proyecto:</b>	"ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."		
<b>Vía:</b>	9	<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm
<b>ID Muestra:</b>		<b>Profundidad:</b>	100 cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180	<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez		731027 E
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR			
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb
Energía de Compactación	55986	lb pie/pie³	Øint 15
Peso Inicial Deseado	7000		7000
			7000
PROCESO DE COMPACTACIÓN			
Ensayo Número	1	2	3
Humedad inicial añadida	14%	18%	22%
P. molde+Suelo húmedo	18836	19314	19339
Peso suelo húmedo Wm	3838	4316	4341
Peso unitario húmedo γm	1.671	1.879	1.890
			1.878
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD			
Recipiente número	32J	27I	14M
			58A
			74F
			26E
			48
			51
Peso del recipiente Wr	20.11	38.98	45.87
			27.14
			29.28
			37.35
			29.06
			36.48
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	101.47	119.25	118.54
			106.54
			165.84
			192.54
			88.50
			172.49
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	93.07	111.45	107.58
			94.27
			140.58
			164.27
			76.65
			141.54
Peso de la muestra seca (Ws)	72.96	72.47	61.71
			67.13
			111.30
			126.92
			47.59
			105.06
Peso del agua (Ww)	8.40	7.80	10.96
			12.27
			25.26
			28.27
			11.85
			30.95
Contenido de humedad (ω)	11.51	10.76	17.76
			18.28
			22.70
			22.27
			24.90
			29.46
Promedio contenido de humedad (ω)	11.14	18.02	22.48
			27.18
			1.543
			1.477
			g/cm³
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA			
Cont. Humedad óptimo ω			
	18.00		
Densidad seca máx γd			
	1.592		
	g/cm³		





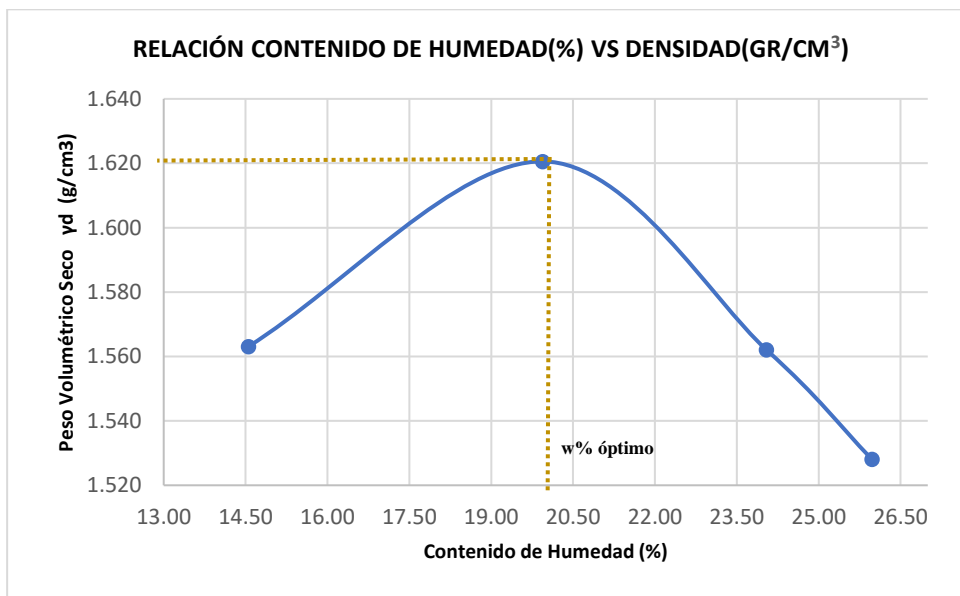
**Tabla 160** :Ensayo Proctor – Muestra 10

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>							
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>									
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."									
<b>Vía:</b>		<b>Capa Vegetal:</b> 4 cm							
<b>ID Muestra:</b> 10		<b>Profundidad:</b> 100 cm							
<b>Norma:</b> AASHTO T 180		<b>Coordenadas:</b> 17 - Sur 9877233 N							
<b>Elaborado:</b> Jhimy Gomez									
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	14951.54 g				
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2279.62 cm <sup>3</sup>				
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15 h				
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	g				
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>									
Ensayo Número	1	2	3	4					
Humedad inicial añadida	10%	12%	16%	18%	%				
P. molde+Suelo húmedo	19010.74	19391.48	19249.47	19172.04	g				
Peso suelo húmedo Wm	4059.2	4439.94	4297.93	4220.5	g				
Peso unitario húmedo γm	1.781	1.948	1.885	1.851	g/cm <sup>3</sup>				
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>									
Recipiente número	7	34	27	27	34	25	65	28	
Peso del recipiente Wr	29.54	34.87	25.74	23.58	10.89	10.47	30.12	30.12	g
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	98.47	107.89	122.47	121.54	94.14	93.40	103.70	104.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	92.14	101.05	111.32	110.74	83.12	82.19	93.38	93.38	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.60	66.18	85.58	87.16	72.23	71.72	63.26	63.26	g
Peso del agua (Ww)	6.33	6.84	11.15	10.80	11.02	11.21	10.32	11.42	g
Contenido de humedad (ω)	10.11	10.34	13.03	12.39	15.26	15.63	16.31	18.05	%
Promedio contenido de humedad (ω)	10.22		12.71		15.44		17.18		%
Peso Volumétrico Seco γd	1.615		1.728		1.633		1.580		g/cm <sup>3</sup>
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>									
Cont. Humedad óptimo ω				12.70		%			
Densidad seca máx γd				1.730		g/cm <sup>3</sup>			





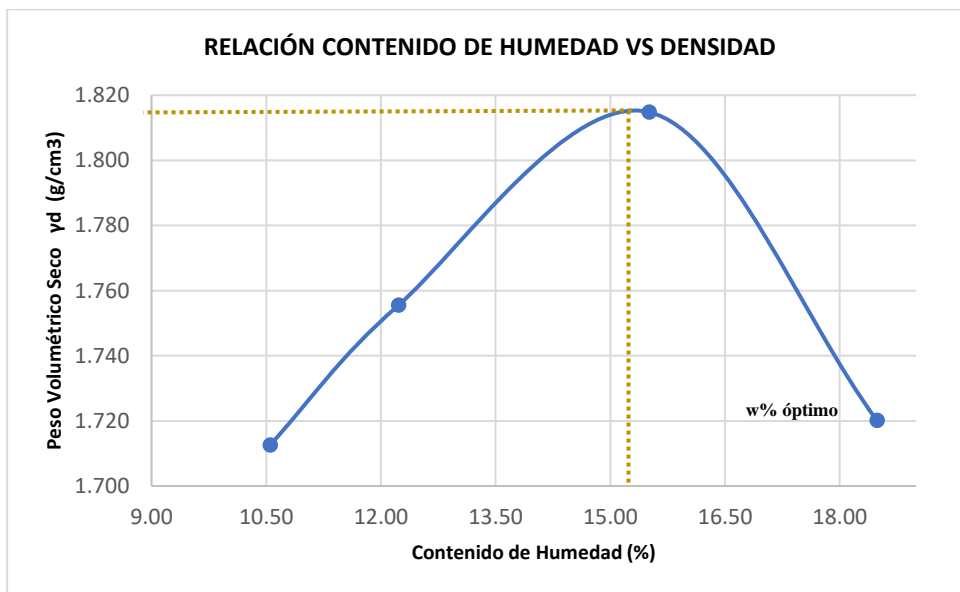
**Tabla 161:** Ensayo Proctor – Muestra 11

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")						
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."						
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4 cm	
<b>ID Muestra:</b>	11			<b>Profundidad:</b>	100 cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur 9877233 N	
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez				731027 E	
ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR						
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12752 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	7000	7000	7000	7000	g	
PROCESO DE COMPACTACIÓN						
Ensayo Número	1	2	3	4		
Humedad inicial añadida	16%	20%	24%	26%	%	
P. molde+Suelo húmedo	16852	17203	17189	17160	g	
Peso suelo húmedo Wm	4100	4451	4437	4408	g	
Peso unitario húmedo γm	1.791	1.944	1.938	1.925	g/cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD						
Recipiente número	27J	39	78	19	34	
Peso del recipiente Wr	10.64	17.44	11.23	11.23	30.57	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	31.81	38.71	49.44	49.34	110.61	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	29.06	36.07	43.10	42.99	95.10	
Peso de la muestra seca (Ws)	18.42	18.63	31.87	31.76	64.53	
Peso del agua (Ww)	2.75	2.64	6.34	6.35	15.51	
Contenido de humedad (ω)	14.93	14.17	19.89	19.99	24.04	
Promedio contenido de humedad (ω)	14.55		19.94		24.04	
Peso Volumétrico Seco γd	1.563		1.621		1.562	
					25.98	
					g/cm <sup>3</sup>	
DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA						
Cont. Humedad óptimo ω					20.00	%
Densidad seca máx γd					1.620	g/cm <sup>3</sup>



**Tabla 162:** Ensayo Proctor – Muestra 12



		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>						
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO "B")</b>								
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."								
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	4	cm		
<b>ID Muestra:</b>	12			<b>Profundidad:</b>	100	cm		
<b>Norma:</b>	AASHTO T 180			<b>Coordenadas:</b>	17 - Sur	9877233 N		
<b>Elaborado:</b>	Jhimy Gomez					731027 E		
<b>ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR</b>								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	12421	g		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2270.72	cm <sup>3</sup>		
Energía de Compactación	55986		lb pie/pie <sup>3</sup>	Øint	15.1	h	12.68	
Peso Inicial Deseado	7000	7000	7000	7000	7000	g		
<b>PROCESO DE COMPACTACIÓN</b>								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida	24%	28%	32%	36%	%			
P. molde+Suelo húmedo	16720	16895	17181	17049	g			
Peso suelo húmedo Wm	4299	4474	4760	4628	g			
Peso unitario húmedo γm	1.893	1.970	2.096	2.038	g/cm <sup>3</sup>			
<b>DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>								
Recipiente número	A	B	C	D	E	F	G	
Peso del recipiente Wr	11.20	21.30	10.86	15.75	11.35	12.37	11.42	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	35.67	45.67	27.78	32.78	38.67	39.87	36.54	
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	33.40	43.28	25.92	30.94	35.04	36.14	32.70	
Peso de la muestra seca (Ws)	22.20	21.98	15.06	15.19	23.69	23.77	21.28	
Peso del agua (Ww)	2.27	2.39	1.86	1.84	3.63	3.73	3.84	
Contenido de humedad (ω)	10.23	10.87	12.35	12.11	15.32	15.69	18.05	
Promedio contenido de humedad (ω)	10.55		12.23		15.51		18.49	
Peso Volumétrico Seco γd	1.713	1.756	1.756	1.815	1.720	g/cm <sup>3</sup>		
<b>DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA</b>								
Cont. Humedad óptimo ω				15.10				%
Densidad seca máx γd				1.817				g/cm <sup>3</sup>





# **ENSAYO CBR**

**Tabla 163 : Ensayo CBR – Muestra 1**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>	1			<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>				<b>Coordenadas:</b>	17	813756 m	9843409 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.770		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb					
Altura de Caída	18	in		W% Óptimo	17.50		%
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		9		
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.6	Altura	12.7	Altura	12.9	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14086		10857		11978		g
Peso Molde	9508		6461		7608		g
Peso de Muestra Húmeda	4569		4396		4370		g
Volumen Muestra	2286.37		2274.30		2340.81		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.998		1.933		1.867		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	56	81	45	42	89	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	149.00	131.98	113.50	185.95	147.80	110.98	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.70	116.90	99.50	162.30	129.30	98.80	g
Peso del agua (Ww)	18.30	15.08	14.00	23.65	18.50	12.18	g
Peso del recipiente (Wr)	30.50	30.70	23.40	31.70	31.80	30.60	g
Peso de la muestra seca (Ws)	100.20	86.20	76.10	130.60	97.50	68.20	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.26	17.49	18.40	18.11	18.97	17.86	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17.88		18.25		18.42		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.695		1.635		1.577		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	14134		11127		12347		g
Peso Molde	9508		6461		7608		g
Peso de Muestra Húmeda	4626		4666		4739		g
Volumen Muestra	2286.37		2274.30		2340.81		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.023		2.052		2.025		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	52	77	22	45	41	56	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	156.87	182.74	166.87	184.70	135.80	123.50	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	136.30	158.50	141.60	156.20	116.70	105.90	g
Peso del agua (Ww)	20.57	24.24	25.27	28.50	19.10	17.60	g
Peso del recipiente (Wr)	31.00	30.90	24.00	23.50	31.10	30.50	g
Peso de la muestra seca (Ws)	105.30	127.60	117.60	132.70	85.60	75.40	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	19.53	19.00	21.49	21.48	22.31	23.34	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.27		21.48		22.83		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



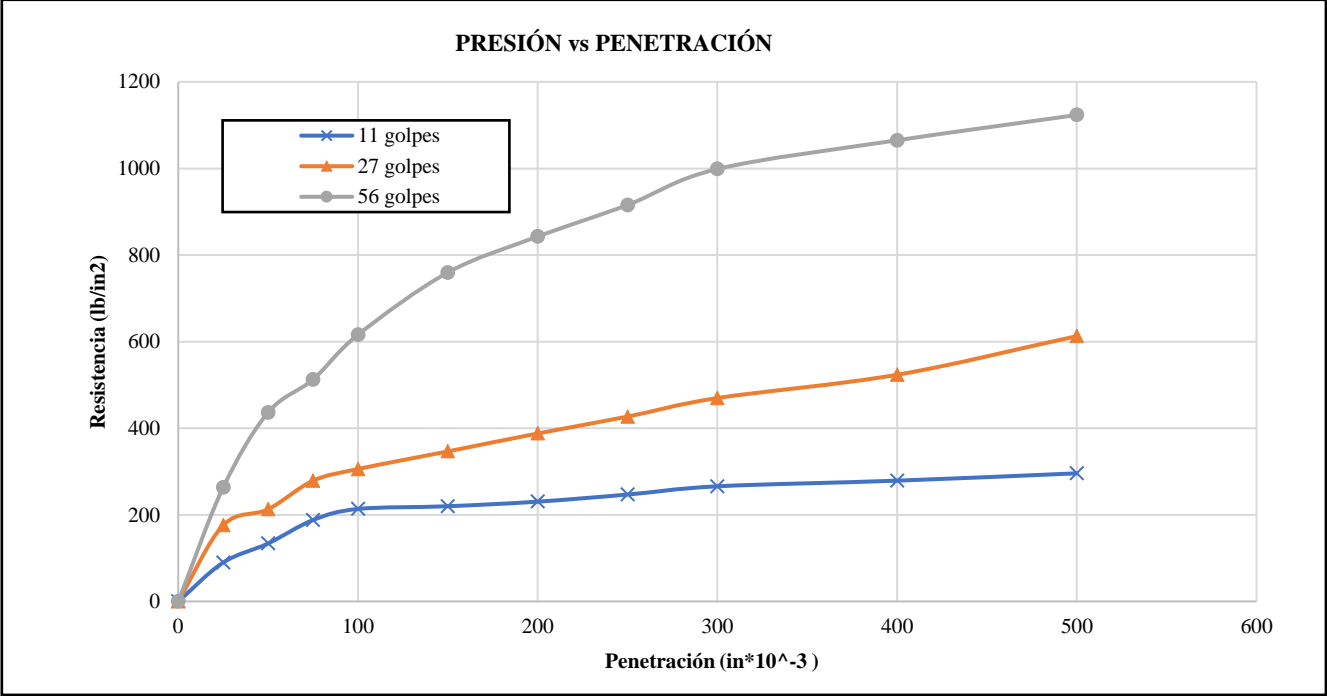
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

**Vía:** 12 **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** AASHTO T 193 - 2013 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:**  **Coordenadas:** 17 808775 m 9843698 m

**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 *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	205.27	20.53	0	0	101.90	10.19	0	0	71.17	7.12
0.64	25		263.1	87.7			175.8	58.6			89.7	29.9		
1.27	50		436.4	145.5			212.8	70.9			133.8	44.6		
1.91	75		512.6	170.9			278.7	92.9			187.9	62.6		
2.54	100		615.8	205.3			305.7	101.9			213.5	71.2		
3.81	150	1500	759.6	253.2	280.87	18.72	346.5	115.5	129.30	8.62	219.8	73.3	76.80	5.12
5.08	200		842.6	280.9			387.9	129.3			230.4	76.8		
6.35	250		915.6	305.2			426.8	142.3			246.8	82.3		
7.62	300		998.7	332.9			469.7	156.6			265.8	88.6		
10.16	400		1065.0	355.0			523.5	174.5			278.9	93.0		
12.7	500	1123.5	374.5	612.7	204.2	295.8	98.6							





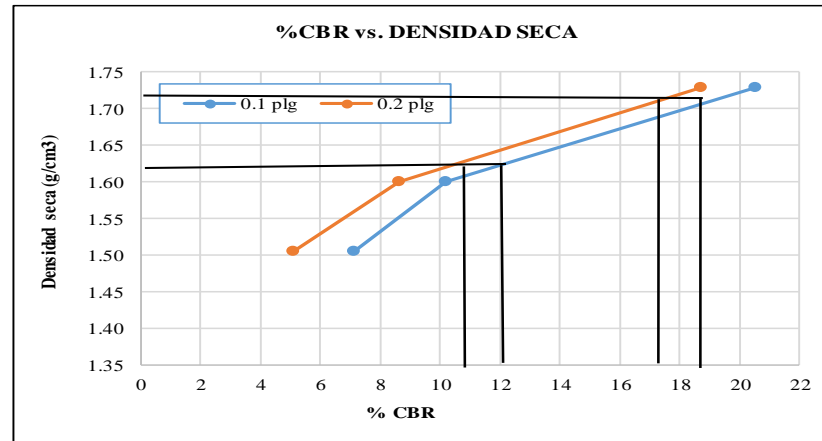
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”+

**Vía:** 12 **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** AASHTO T 193 - 2013 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:** **Coordenadas:** 17 808775 m 9843698 m

MOLDE	1	2	3	
<b>CBR %</b>	0.1"	20.53	10.19	7.12
	0.2"	18.72	8.62	5.12
<b>Densida Seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.729	1.600	1.505





<b>Densidad seca máx :</b>	1.817	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.635	12	11	12
95% DSM = 1.726	18.5	17.2	18.5

18.5

Tabla 164: Ensayo CBR – Muestra 2

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	2			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	814193 m	9841909 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.755	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	13.30	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	12		11		9		
DIMENSIONES	Diámetro	15.11	Diámetro	15.16	Diámetro	15.17	cm
	Altura	12.9	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	10389		12572		12625		g
Peso Molde	5840		8342		8615		g
Peso de Muestra Húmeda	4549		4230		4010		g
Volumen Muestra	2313.17		2310.46		2295.43		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.967		1.831		1.747		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	107.65	142.58	121.57	96.57	103.68	90.78	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.27	129.70	110.52	88.69	95.43	83.75	g
Peso del agua (Ww)	8.38	12.88	11.05	7.88	8.25	7.03	g
Peso del recipiente (Wr)	36.38	34.91	30.64	30.91	30.78	31.24	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.89	94.79	79.88	57.78	64.65	52.51	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	13.32	13.59	13.83	13.64	12.76	13.39	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	13.46		13.74		13.07		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.733		1.610		1.545		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	15592		14631		11684		g
Peso Molde	5840		8342		8615		g
Peso de Muestra Húmeda	9752		6289		3069		g
Volumen Muestra	2313.17		2310.46		2295.43		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	4.216		2.722		1.337		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	53	57	37	15	56	69	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	202.00	232.58	134.70	139.08	148.05	149.07	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	178.09	204.58	118.40	122.51	126.80	127.60	g
Peso del agua (Ww)	23.91	28.00	16.30	16.57	21.25	21.47	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.36	30.45	31.27	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	145.69	170.22	87.95	91.24	96.60	96.70	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.41	16.45	18.53	18.16	22.00	22.20	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.43		18.35		22.10		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



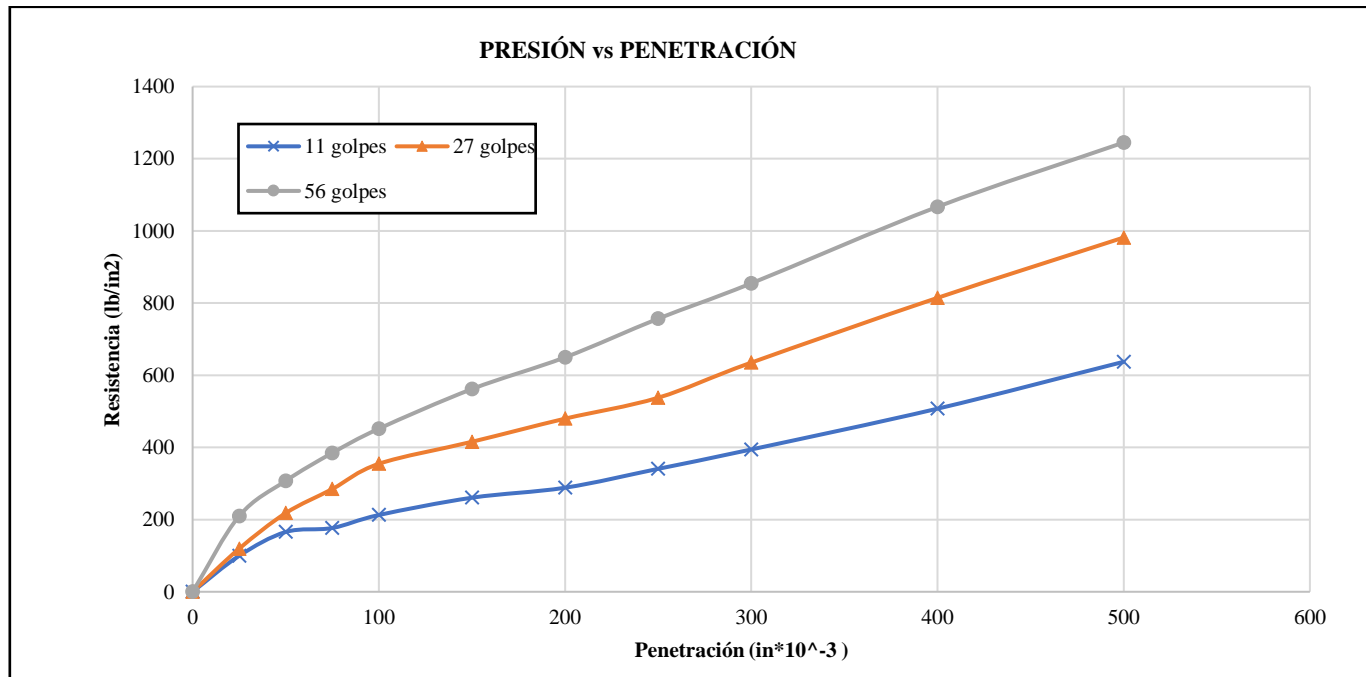
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> P2	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 814193 m 9841909 m

**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>		Velocida de carga	1.270	mm/min
					0.05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDEN <sup>o</sup> 1 (56 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 2 (27 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	150.60	15.06	0	0	118.20	11.82	0	0	70.90	7.09
0.64	25		209.8	69.9			119.4	39.8			99.7	33.2		
1.27	50		307.4	102.5			218.0	72.7			165.7	55.2		
1.91	75		384.7	128.2			284.7	94.9			176.8	58.9		
2.54	100		451.8	150.6			354.6	118.2			212.7	70.9		
3.81	150		561.8	187.3			415.7	138.6			260.7	86.9		
5.08	200		649.7	216.6			479.8	159.9			288.4	96.1		
6.35	250		756.8	252.3			537.8	179.3			340.7	113.6		
7.62	300		854.7	284.9			635.1	211.7			394.4	131.5		
10.16	400		1066.8	355.6			814.5	271.5			507.4	169.1		
12.7	500	1244.9	415.0	981.7	327.2	637.4	212.5	96.13	6.41					







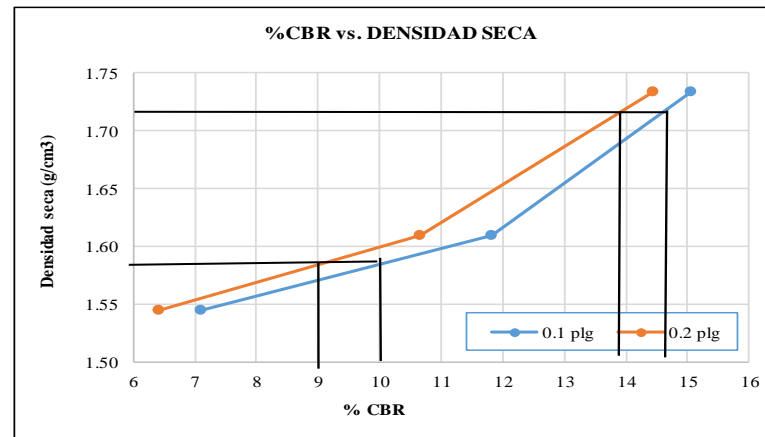
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> P2	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 814193 m 9841909 m



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	15.06	11.82	7.09
	0.2"	14.44	10.66	6.41
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.733	1.610	1.545



Densidad seca máx :	1.755	g/cm <sup>3</sup>
---------------------	-------	-------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
90% DSM = 1.580	10	9	10	13
95% DSM = 1.667	13	12	13	

**Tabla 165:** Ensayo CBR – Muestra 3

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	3			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	811690 m	9843711 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.765	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb					
Altura de Caída	18	in		W% Óptimo	17.10	%	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	10		11		12		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.7	Altura	12.9	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	13509		12629		11741		g
Peso Molde	8998		8089		7316		g
Peso de Muestra Húmeda	4511		4540		4425		g
Volumen Muestra	2274.30		2340.81		2304.52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.983		1.939		1.920		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	32	6	2	84	77	41	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	111.20	146.90	124.97	99.01	107.05	93.20	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.30	130.70	110.60	88.60	95.40	83.70	g
Peso del agua (Ww)	11.90	16.20	14.37	10.41	11.65	9.50	g
Peso del recipiente (Wr)	36.40	34.40	30.70	30.90	30.90	31.10	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.90	96.30	79.90	57.70	64.50	52.60	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.92	16.82	17.98	18.04	18.06	18.06	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	17.87		18.01		18.06		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.683		1.643		1.626		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13827		13221		12609		g
Peso Molde	8998		8089		7316		g
Peso de Muestra Húmeda	4829		5132		5293		g
Volumen Muestra	2274.30		2340.81		2304.52		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.123		2.192		2.297		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	10	16	19	25	35	98	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	134.80	135.60	189.78	147.02	122.47	179.08	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	116.28	116.10	161.50	126.50	106.30	151.90	g
Peso del agua (Ww)	23.87	28.00	16.30	16.57	21.25	21.47	g
Peso del recipiente (Wr)	26.47	24.70	31.10	33.20	32.20	31.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	145.69	170.22	87.95	91.24	96.60	96.70	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.38	16.45	18.53	18.16	22.00	22.20	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.42		18.35		22.10		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



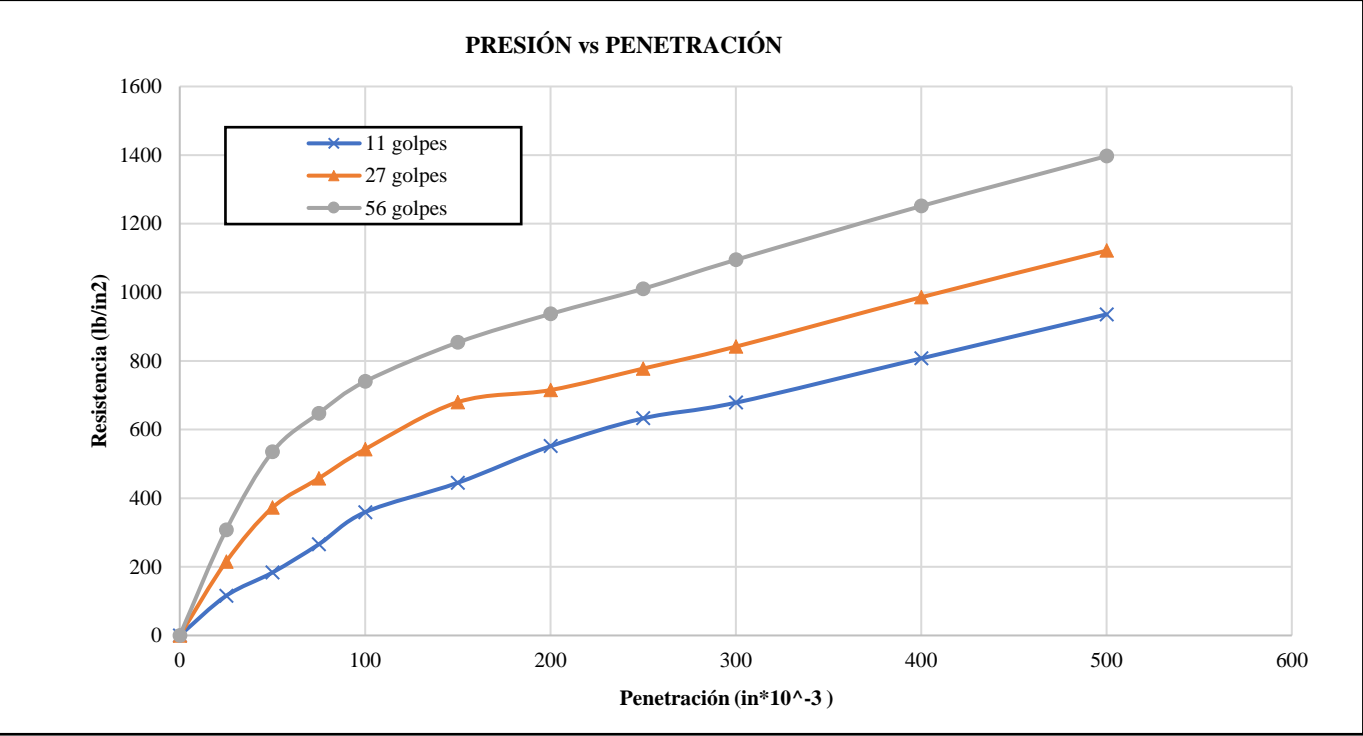
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 3	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 811690 m 9843711 m

**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> )	MOLDEN <sup>o</sup> 1 (56 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 2 (27 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	246.73	24.67	0	0	180.90	18.09	0	0	119.73	11.97
0.64	25		307.1	102.4			214.7	71.6			115.4	38.5		
1.27	50		535.0	178.3			372.4	124.1			183.4	61.1		
1.91	75		647.4	215.8			457.8	152.6			265.7	88.6		
2.54	100		740.2	246.7			542.7	180.9			359.2	119.7		
3.81	150	1500	854.0	284.7	312.37	20.82	680.0	226.7	238.39	15.89	445.0	148.3	183.90	12.26
5.08	200		937.1	312.4			715.2	238.4			551.7	183.9		
6.35	250		1010.4	336.8			777.8	259.3			632.7	210.9		
7.62	300		1094.8	364.9			841.7	280.6			678.4	226.1		
10.16	400		1251.4	417.1			985.7	328.6			807.4	269.1		
12.7	500	1397.1	465.7	1121.5	373.8	935.7	311.9							





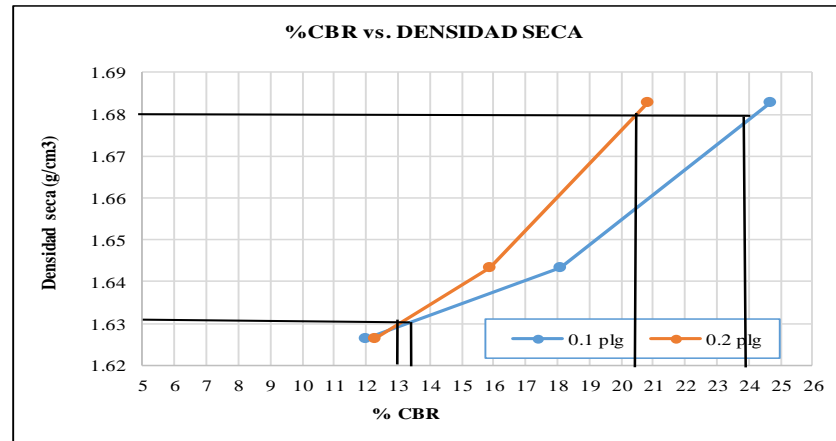
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 3	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 811690 m 9843711 m



MOLDE	1	2	3	
<b>CBR %</b>	0.1"	24.67	18.09	11.97
	0.2"	20.82	15.89	12.26
<b>Densida Seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.683	1.643	1.626



<b>Densidad seca máx :</b>	1.765	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
90% DSM = 1.630	13.5	13	13.5	24
95% DSM = 1.680	24	20.5	24	

Tabla 166: Ensayo CBR – Muestra 4

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	4			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	811690 m	9843711 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.675	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.00	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	10		11		12		
DIMENSIONES	Diámetro		Diámetro		Diámetro		cm
	Altura		Altura		Altura		cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12478		11864.41		10827		g
Peso Molde	6479.12		6487.4		6442.14		g
Peso de Muestra Húmeda	5998.88		5377.01		4384.86		g
Volumen Muestra	3229.47		3229.47		3211.81		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.858		1.665		1.365		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	107.65	142.58	121.57	96.57	103.68	90.78	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	99.27	129.70	110.52	88.69	95.43	83.75	g
Peso del agua (Ww)	8.38	12.88	11.05	7.88	8.25	7.03	g
Peso del recipiente (Wr)	36.38	34.91	30.64	30.91	30.78	31.24	g
Peso de la muestra seca (Ws)	62.89	94.79	79.88	57.78	64.65	52.51	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	13.32	13.59	13.83	13.64	12.76	13.39	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	13.46		13.74		13.07		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.637		1.464		1.207		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	13214		11103		10842		g
Peso Molde	6479.12		6487.4		6442.14		g
Peso de Muestra Húmeda	6734.88		4615.6		4399.86		g
Volumen Muestra	3229.47		3229.47		3211.81		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.085		1.429		1.370		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	203.00	232.58	134.70	139.08	148.05	149.07	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	178.09	204.58	118.40	122.51	126.80	127.60	g
Peso del agua (Ww)	23.87	28.00	16.30	16.57	21.25	21.47	g
Peso del recipiente (Wr)	32.40	34.36	30.45	31.27	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (Ws)	145.69	170.22	87.95	91.24	96.60	96.70	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	16.38	16.45	18.69	18.14	22.40	22.27	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	16.42		18.42		22.34		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



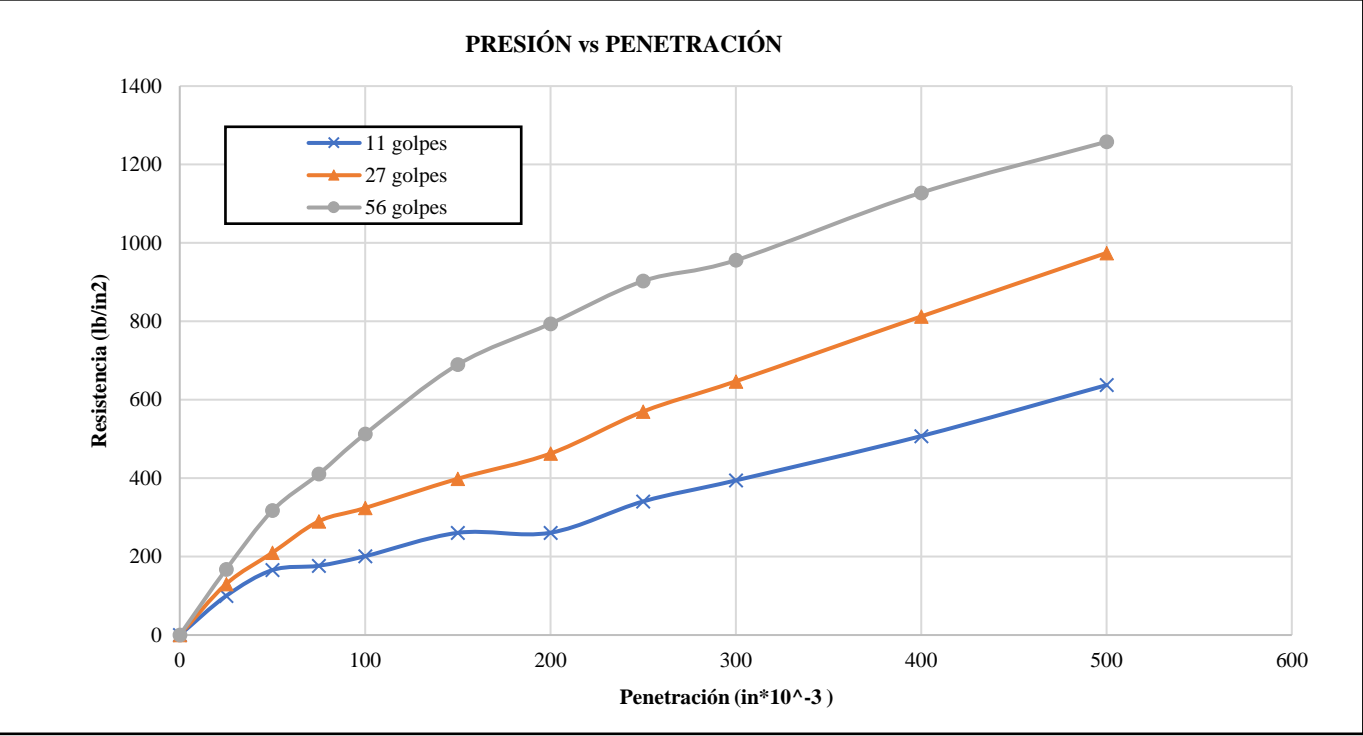
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 4	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 811690 m 9843711 m

**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 *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	173.47	17.35	0	0	108.00	10.80	0	0	67.00	6.70
0.64	25		167.4	57.7			130.0	43.3			99.7	33.2		
1.27	50		317.4	105.8			210.0	70.0			165.7	55.2		
1.91	75		410.5	136.8			290.0	96.7			176.8	58.9		
2.54	100		512.7	173.5			324.0	108.0			201.0	67.0		
3.81	150	1500	689.7	229.9	331.47	22.10	398.7	132.9	147.37	9.82	260.7	86.9	87.00	5.80
5.08	200		794.1	331.5			462.8	147.4			261.0	87.0		
6.35	250		902.8	300.9			570.0	190.0			340.7	113.6		
7.62	300		955.9	318.6			647.1	215.7			394.4	131.5		
10.16	400		1128.0	376.0			812.5	270.8			507.4	169.1		
12.7	500	1258.0	419.3	974.5	324.8	637.4	212.5							







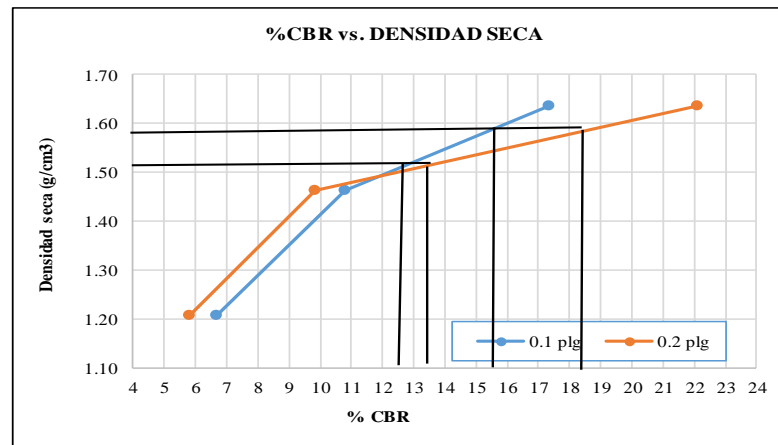
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 4	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 811690 m 9843711 m


MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	17.35	10.80	6.70
	0.2"	22.10	9.82	5.80
Densida Seca	g/cm3	1.637	1.464	1.207



<b>Densidad seca máx :</b>	1.675	gr/cm3
----------------------------	-------	--------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR	
90% DSM = 1.508	12.5	13.5	13.5	18.5
95% DSM = 1.591	15.5	18.5	18.5	

**Tabla 167:** Ensayo CBR – Muestra 5

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	5			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	812921 m	9843856 m
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.680		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	18.00		%
Altura de Caída	18	in					
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>							
MOLDE	10		11		12		
DIMENSIONES	Diámetro	15	Diámetro	15.2	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.5	Altura	12.9	Altura	12.72	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	10572		11345		10257		g
Peso Molde	6229		6931		6214		g
Peso de Muestra Húmeda	4343		4414		4043		g
Volumen Muestra	2208.93		2340.81		2308.15		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.966		1.886		1.752		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	G	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	166.87	145.12	157.98	155.74	92.98	107.24	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	145.30	127.10	138.30	136.90	83.50	95.40	g
Peso del agua (Ww)	21.57	18.02	19.68	18.84	9.48	11.84	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	114.20	96.00	106.10	103.70	52.60	64.40	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.89	18.77	18.55	18.17	18.02	18.39	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.83		18.36		18.20		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.655		1.593		1.482		g/cm <sup>3</sup>
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Peso Húmeda + Molde	14908		14973		11981		g
Peso Molde	6229		6931		6214		g
Peso de Muestra Húmeda	8679		8042		5767		g
Volumen Muestra	2208.93		2340.81		2308.15		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	3.929		3.436		2.499		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	42	35	69	78	84	81	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	174.90	145.00	133.40	109.30	110.10	135.90	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	131.10	113.90	100.40	86.20	84.30	100.80	g
Peso del agua (Ww)	43.80	31.10	33.00	23.10	25.80	35.10	g
Peso del recipiente (Wr)	31.70	31.10	30.60	30.80	31.00	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	99.40	82.80	69.80	55.40	53.30	70.00	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	44.06	37.56	47.28	41.70	48.41	50.14	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	40.81		44.49		49.27		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	2.790		2.378		1.674		g/cm <sup>3</sup>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



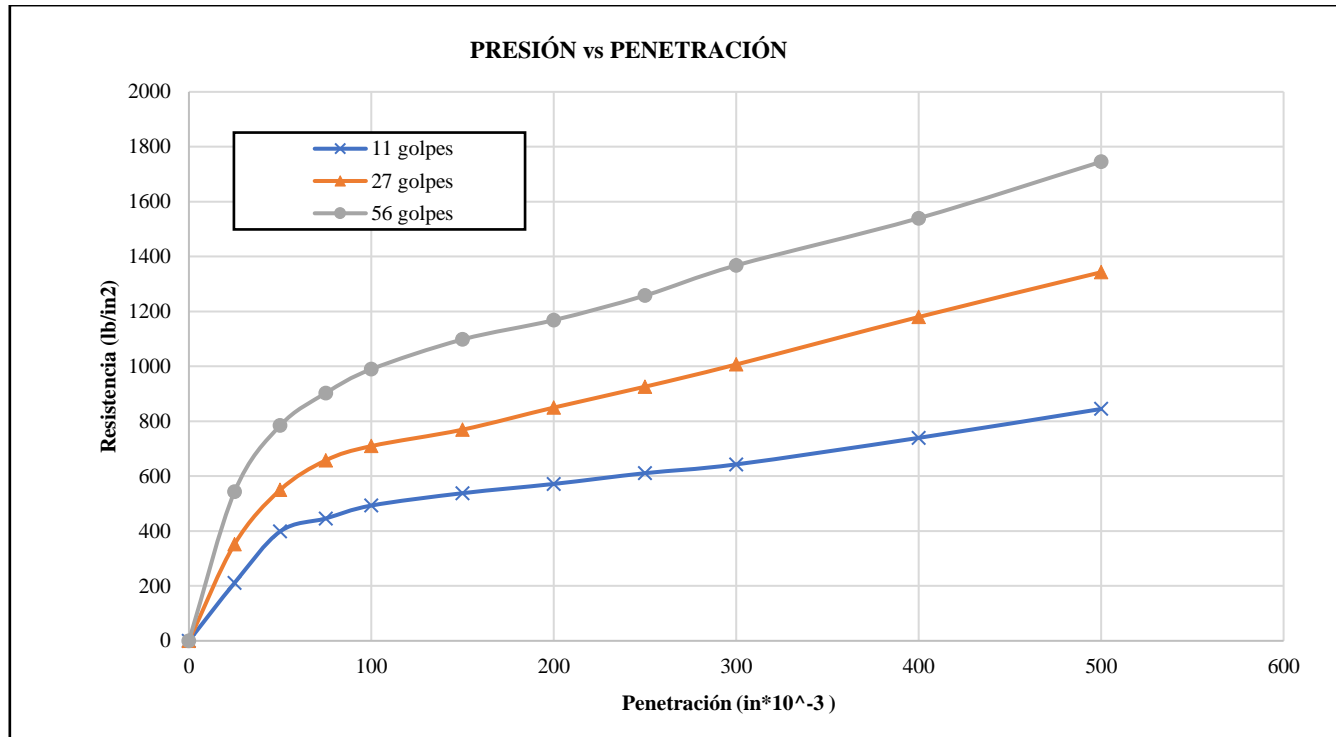
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 5	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 812921 m 9843856 m

**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 %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
mm	in *10-3													
0	0	1000	0	0	329.86	32.99	0	0	236.51	23.65	0	0	164.29	16.43
0.64	25		542.7	180.9			352.1	117.4			210.8	70.3		
1.27	50		784.2	261.4			549.7	183.2			398.4	132.8		
1.91	75		902.5	300.8			657.4	219.1			445.8	148.6		
2.54	100		989.6	329.9			709.5	236.5			492.9	164.3		
3.81	150	1500	1098.0	366.0	389.47	25.96	769.4	256.5	283.27	18.88	537.9	179.3	190.53	12.70
5.08	200		1168.4	389.5			849.8	283.3			571.6	190.5		
6.35	250		1258.0	419.3			925.8	308.6			610.8	203.6		
7.62	300		1367.8	455.9			1006.8	335.6			642.9	214.3		
10.16	400		1539.7	513.2			1179.8	393.3			739.4	246.5		
12.7	500	1745.4	581.8	1342.8	447.6	844.7	281.6							





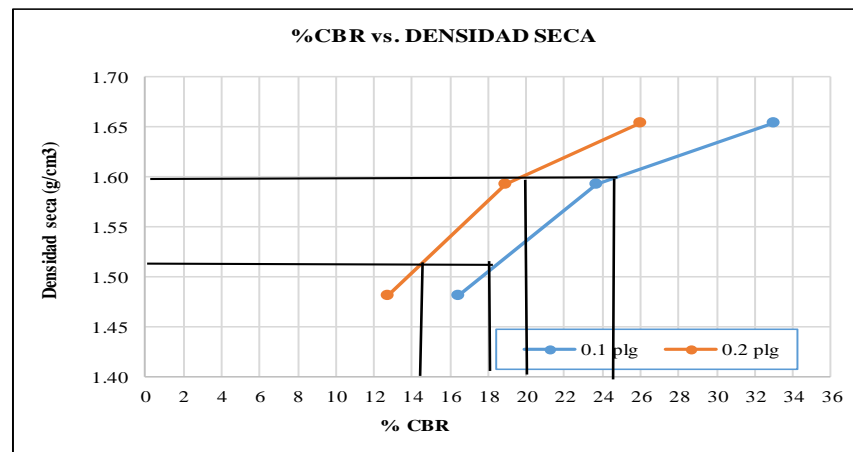
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

**Vía:** 5 **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** 5 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 812921 m 9843856 m

MOLDE		1	2	3
<b>CBR %</b>	0.1"	32.99	23.65	16.43
	0.2"	25.96	18.88	12.70
<b>Densida Seca</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.655	1.593	1.482





<b>Densidad seca máx :</b>	1.680	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.512	18	14	18
95% DSM= 1.596	24	20	24

24

**Tabla 168 : Ensayo CBR – Muestra 6**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b> 							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	6			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	812024 m	9849225 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.770	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	11.90	%	
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	3		2		1		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	cm
	Altura	12.9	Altura	12.8	Altura	12.8	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	12543		13251		10975		g
Peso Molde	8011		8867		7322		g
Peso de Muestra Húmeda	4532		4384		3653		g
Volumen Muestra	2310.11		2292.20		2292.21		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>	1.962		1.913		1.594		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	162.59	132.57	207.10	203.40	231.40	216.70	g
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	147.60	120.40	187.00	183.80	209.80	196.80	g
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	14.99	12.17	20.10	19.60	21.60	19.90	g
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	24.90	24.00	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	122.70	96.40	155.20	153.30	177.70	164.60	g
Contenido de humedad (ω)	12.21	12.62	12.95	12.79	12.16	12.09	%
Promedio contenido de humedad (ω)	12.42		12.87		12.12		%
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.745		1.695		1.421		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	12947		13784		12345		g
Peso Molde	8011		8867		7322		g
Peso de Muestra Húmeda	4936		4917		5023		g
Volumen Muestra	2310.11		2292.20		2292.20		cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	93	3	16	6	91	42	
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	153.40	144.80	175.90	137.80	182.68	135.76	g
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	135.80	128.30	151.20	120.50	156.69	117.23	g
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	17.60	16.50	24.70	17.30	25.99	18.53	g
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	33.50	33.40	30.60	34.30	32.40	31.70	g
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	102.30	94.90	120.60	86.20	124.29	85.53	g
Contenido de humedad (ω)	17.20	17.39	20.48	20.07	20.91	21.66	%
Promedio contenido de humedad (ω)	17.30		20.28		21.29		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



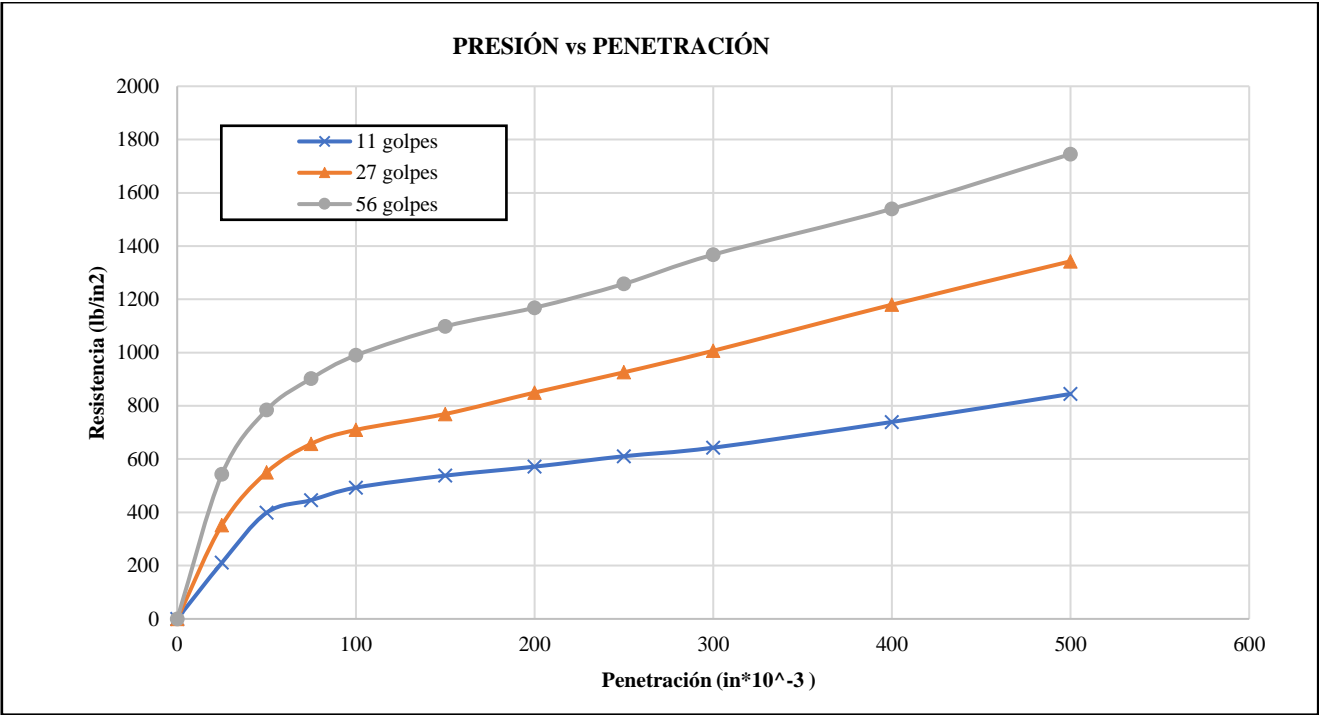
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

**Vía:** **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** 6 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:** AASHTO T 193 - 2013 **Coordenadas:** 17 812024 m 9849225 m

**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>		Velocida de carga	1.270	mm/min
					0.05	in/min

PENETRACIÓN		Q Estándar (lb/in <sup>2</sup> )	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	329.86	32.99	0	0	236.51	23.65	0	0	164.29	16.43
0.64	25		542.7	180.9			352.1	117.4			210.8	70.3		
1.27	50		784.2	261.4			549.7	183.2			398.4	132.8		
1.91	75		902.5	300.8			657.4	219.1			445.8	148.6		
2.54	100		989.6	329.9			709.5	236.5			492.9	164.3		
3.81	150	1500	1098.0	366.0	389.47	25.96	769.4	256.5	283.27	18.88	537.9	179.3	190.53	12.70
5.08	200		1168.4	389.5			849.8	283.3			571.6	190.5		
6.35	250		1258.0	419.3			925.8	308.6			610.8	203.6		
7.62	300		1367.8	455.9			1006.8	335.6			642.9	214.3		
10.16	400		1539.7	513.2			1179.8	393.3			739.4	246.5		
12.7	500		1745.4	581.8			1342.8	447.6			844.7	281.6		











**Tabla 169 : Ensayo CBR – Muestra 8**

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	7			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	811415 m	9853136 m
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.650	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	20.70	%	
Altura de Caída	18	in					
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>							
MOLDE	3			2		1	
DIMENSIONES	Diámetro	14.87	Diámetro	15.14	Diámetro	15.02	cm
	Altura	12.9	Altura	12.82	Altura	12.83	cm
Nº de Capas	5			5		5	
Nº de Golpes	56			27		11	
Peso Húmeda + Molde	10202			13325		12597	
Peso Molde	5841			9211		8758	
Peso de Muestra Húmeda	4361			4114		3839	
Volumen Muestra	2240.27			2307.97		2273.30	
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.947			1.783		1.689	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	G
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	138.41	162.57	231.40	208.47	200.47	250.14	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	119.26	139.57	196.98	178.40	172.35	210.80	g
Peso del agua (Ww)	19.15	23.00	34.42	30.07	28.12	39.34	g
Peso del recipiente (Wr)	26.67	25.81	31.13	33.42	33.64	31.02	g
Peso de la muestra seca (Ws)	92.59	113.76	165.85	144.98	138.71	179.78	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	20.68	20.22	20.75	20.74	20.27	21.88	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	20.45			20.75		21.08	
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.616			1.476		1.395	
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Peso Húmeda + Molde	11959			12917		14618	
Peso Molde	5841			9211		8758	
Peso de Muestra Húmeda	6118			3706		5860	
Volumen Muestra	2240.28			2307.97		2273.30	
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.731			1.606		2.578	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	G	H	I	J	K	L	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	110.00	119.40	118.30	129.90	109.70	95.00	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	91.30	98.60	97.30	106.00	90.30	79.30	g
Peso del agua (Ww)	18.70	20.80	21.00	23.90	19.40	15.70	g
Peso del recipiente (Wr)	30.40	31.00	31.20	31.30	30.80	30.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	60.90	67.60	66.10	74.70	59.50	48.60	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	30.71	30.77	31.77	31.99	32.61	32.30	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	30.74			31.88		32.45	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



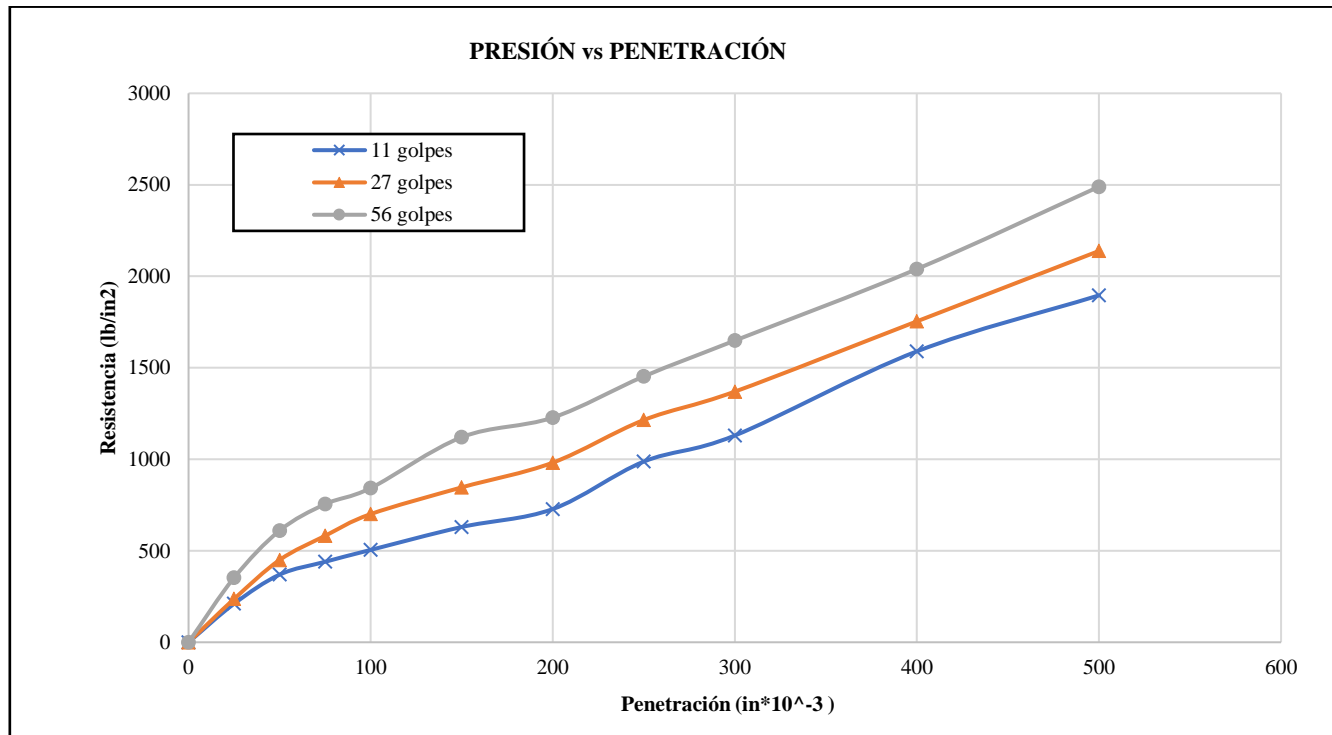
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 7	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO D 1883	<b>Coordenadas:</b> 17 811415 m 9853136 m

**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> )	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	280.83	28.08	0	0	233.50	23.35	0	0	168.23	16.82
0.64	25		352.7	117.6		236.7	78.9	210.5		70.2				
1.27	50		610.3	203.4		449.8	149.9	369.7		123.2				
1.91	75		754.8	251.6		581.7	193.9	439.8		146.6				
2.54	100		842.5	280.8		700.5	233.5	504.7		168.2				
3.81	150	1500	1120.7	373.6	409.27	27.28	846.5	282.2	327.17	21.81	630.0	210.0	242.63	16.18
5.08	200		1227.8	409.3		981.5	327.2	727.9		242.6				
6.35	250		1452.8	484.3		1214.5	404.8	987.4		329.1				
7.62	300		1648.7	549.6		1369.9	456.6	1129.9		376.6				
10.16	400		2039.7	679.9		1753.9	584.6	1589.8		529.9				
12.7	500	2489.7	829.9	2138.4	712.8	1895.8	631.9							





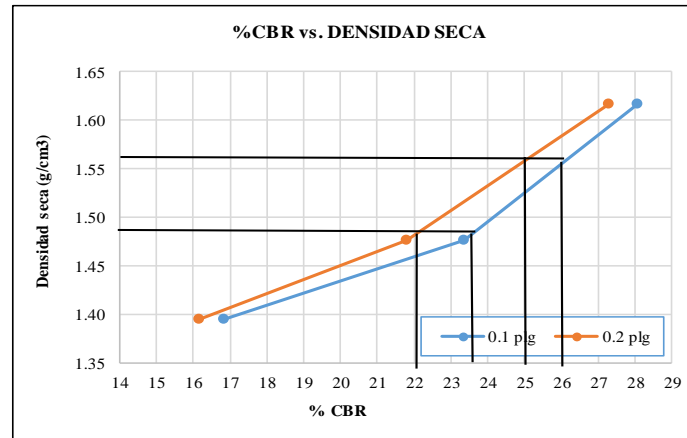
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 7	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 811415 m 9853136 m

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	28.08	23.35	16.82
	0.2"	27.28	21.81	16.18
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.616	1.476	1.395





<b>Densidad seca máx :</b>	1.650	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.485	23.2	22	23.2
95% DSM = 1.568	26	25	26

26

**Tabla 170 : Ensayo CBR – Muestra 8**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>							
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	8			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	812579 m	9844307 m
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.67		g/cm <sup>3</sup>
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	18.70		%
Altura de Caída	18	in					
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR							
MOLDE	9		8		7		
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15.1	Diámetro	15.22	cm
	Altura	12.9	Altura	12.9	Altura	12.81	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	10549		11514		10304		g
Peso Molde	5903		7094		6825		g
Peso de Muestra Húmeda	4646		4420		3479		g
Volumen Muestra	2340.81		2310.11		2330.60		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.985		1.913		1.493		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	145.62	158.49	172.60	163.80	178.90	198.30	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	126.47	136.82	149.50	140.60	154.80	171.80	g
Peso del agua (Ww)	19.15	21.67	23.10	23.20	24.10	26.50	g
Peso del recipiente (Wr)	24.92	24.02	31.80	30.50	32.10	32.20	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101.55	112.80	117.70	110.10	122.70	139.60	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.86	19.21	19.63	21.07	19.64	18.98	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	19.03		20.35		19.31		%
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.667		1.590		1.251		g/cm <sup>3</sup>
DESPÚES DE LA SATURACIÓN							
Peso Húmeda + Molde	10749		11972		10849		g
Peso Molde	5903		7094		6825		g
Peso de Muestra Húmeda	4846		4878		4024		g
Volumen Muestra	2340.81		2310.11		2330.60		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	2.070		2.112		1.727		g/cm <sup>3</sup>
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Recipiente Número	1	5	6	78	95	65	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	158.58	149.87	152.87	126.57	187.89	172.80	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	134.70	127.40	127.20	106.70	152.40	140.50	g
Peso del agua (Ww)	23.88	22.47	25.67	19.87	35.49	32.30	g
Peso del recipiente (Wr)	33.50	33.40	30.60	34.30	32.40	31.70	g
Peso de la muestra seca (Ws)	101.20	94.00	96.60	72.40	120.00	108.80	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	23.60	23.90	26.57	27.44	29.58	29.69	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	23.75		27.01		29.63		%



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

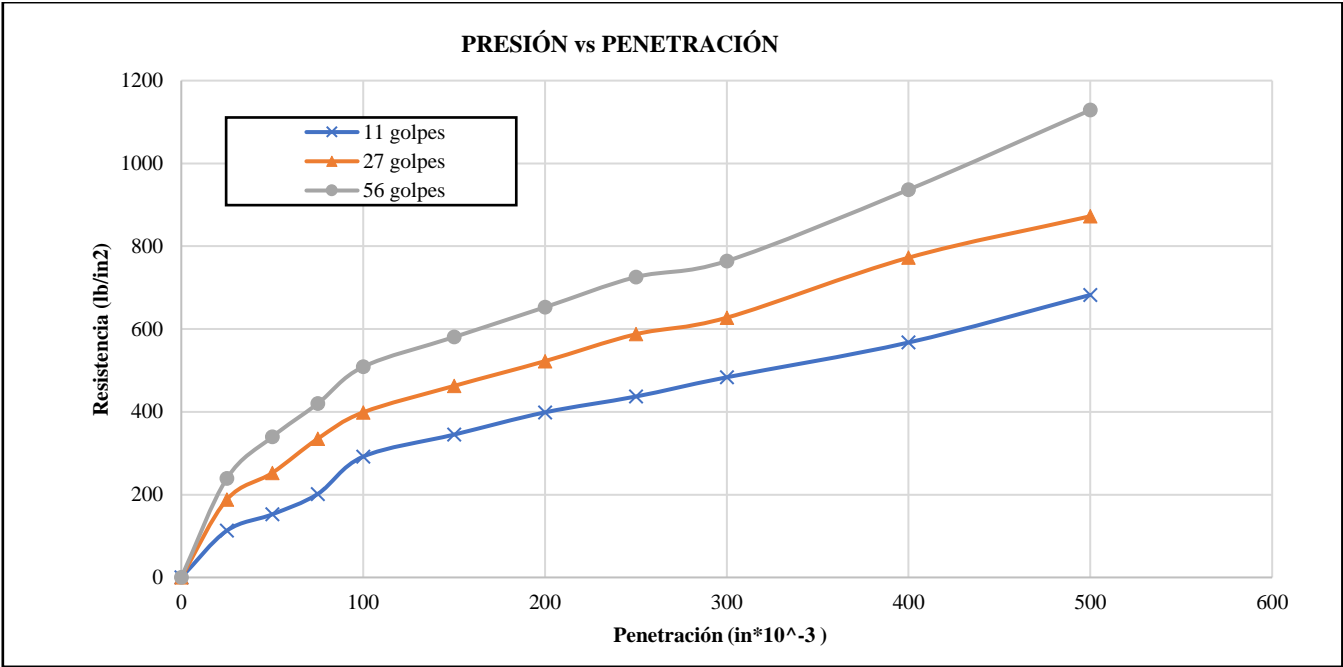
<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 8	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 812579 m 9844307 m

**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> )	MOLDEN <sup>o</sup> 1 (56 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 2 (27 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	169.57	16.96	0	0	132.90	13.29	0	0	97.27	9.73
0.64	25		238.7	79.6			187.7	62.6			112.8	37.6		
1.27	50		339.4	113.1			252.4	84.1			152.4	50.8		
1.91	75		419.8	139.9			334.8	111.6			201.5	67.2		
2.54	100		508.7	169.6			398.7	132.9			291.8	97.3		
3.81	150		580.5	193.5			462.6	154.2			345.0	115.0		
5.08	200		652.7	217.6			522.4	174.1			398.7	132.9		
6.35	250		725.5	241.8			587.4	195.8			437.0	145.7		
7.62	300		764.3	254.8			627.4	209.1			483.5	161.2		
10.16	400		936.7	312.2			772.4	257.5			567.5	189.2		
12.7	500	1128.8	376.3	872.4	290.8	682.4	227.5							
		1500			217.57	14.50			174.13	11.61			132.90	8.86







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

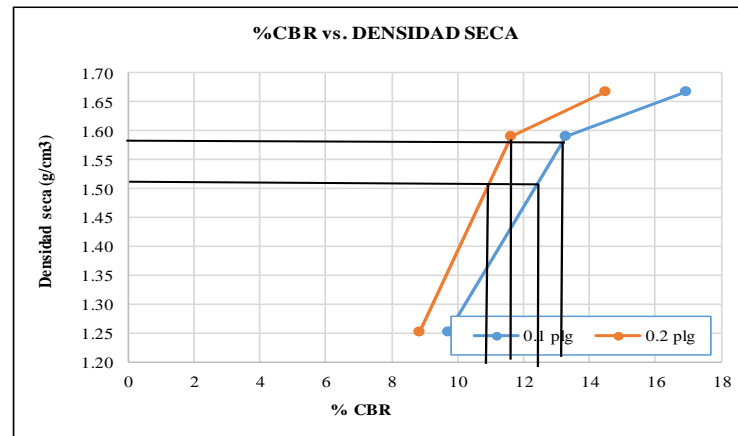


**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**

**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>		<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm
<b>ID Muestra:</b>	8	<b>Profundidad:</b>	80	cm
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b>	17	812579 m 9844307 m

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	16.96	13.29	9.73
	0.2"	14.50	11.61	8.86
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.667	1.590	1.251





<b>Densidad seca máx :</b>	1.670	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.503	12.5	11	12.5
95% DSM= 1.587	13.4	11.5	13.4

13.4

**Tabla 171 : Ensayo CBR – Muestra 9**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>						
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
<b>Vía:</b>		<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	9	<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b>	17 812294 m 9846955 m			
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>						
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.592	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb	W% Óptimo	18.20	%	
Altura de Caída	18	in				
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>						
MOLDE	9		8		7	
DIMENSIONES	Diámetro	15.2	Diámetro	15.2	Diámetro	15.1
	Altura	12.9	Altura	12.8	Altura	12.9
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Peso Húmeda + Molde	10982		11897		12185	
Peso Molde	6680		8027		8375	
Peso de Muestra Húmeda	4302		3870		3810	
Volumen Muestra	2340.81		2322.67		2310.11	
Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>	1.838		1.666		1.649	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	154.10	175.24	145.78	197.80	164.70	187.50
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	134.50	150.60	128.70	172.14	143.80	163.50
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	19.60	24.64	17.08	25.66	20.90	24.00
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	26.60	25.80	31.10	33.40	33.50	31.40
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	107.90	124.80	97.60	138.74	110.30	132.10
Contenido de humedad (ω)	18.16	19.74	17.50	18.50	18.95	18.17
Promedio contenido de humedad (ω)	18.95		18.00		18.56	
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.545		1.412		1.391	
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>						
Peso Húmeda + Molde	12455		12987		14289	
Peso Molde	6680		8027		8375	
Peso de Muestra Húmeda	5775		4960		5914	
Volumen Muestra	2340.81		2322.67		2310.11	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente Número	15	16	28	19	67	98
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	156.80	178.90	169.40	132.70	198.70	165.80
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	131.20	151.20	140.10	110.50	165.50	137.80
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	25.60	27.70	29.30	22.20	33.20	28.00
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	30.40	31.00	31.20	31.30	30.80	30.70
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	100.80	120.20	108.90	79.20	134.70	107.10
Contenido de humedad (ω)	25.40	23.04	26.91	28.03	24.65	26.14
Promedio contenido de humedad (ω)	24.22		27.47		25.40	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



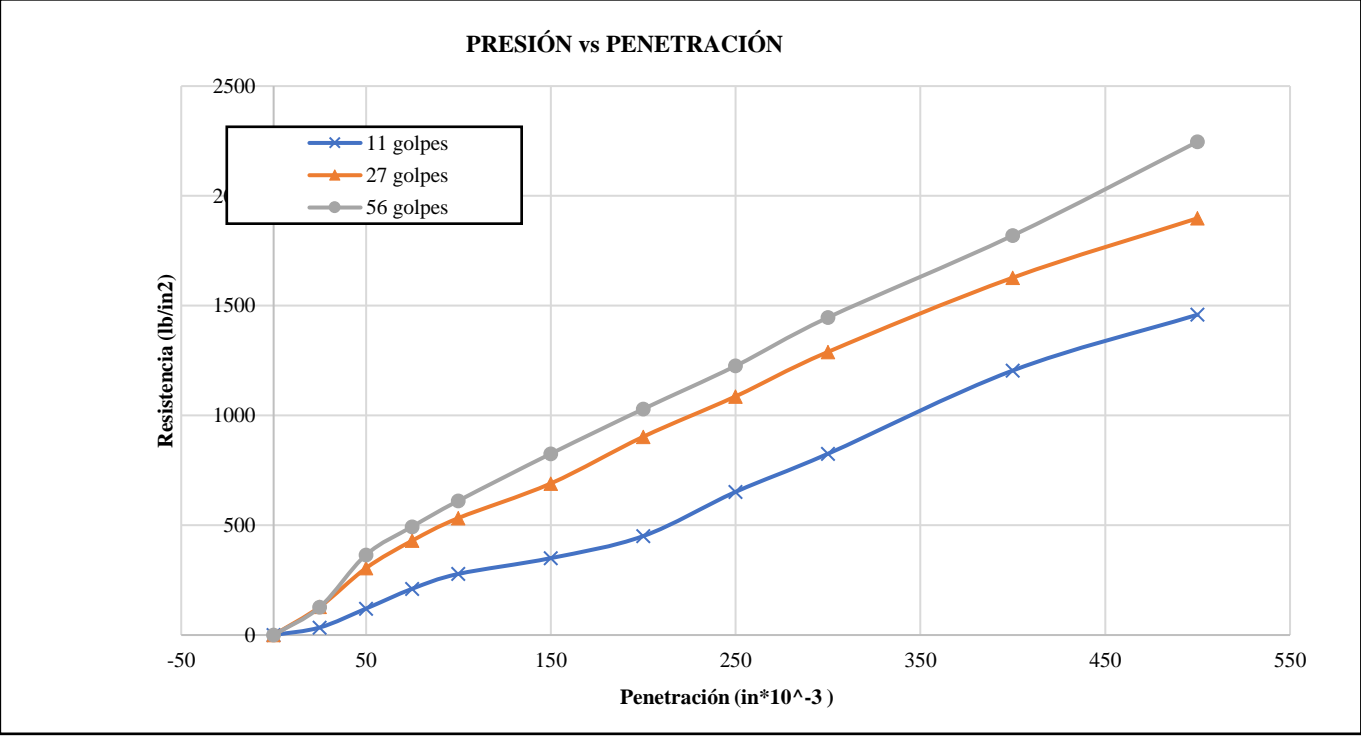
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 9	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 812294 m 9846955 m

**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> )	MOLDEN <sup>o</sup> 1 (56 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 2 (27 Golpes)				MOLDEN <sup>o</sup> 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	203.90	20.39	0	0	177.60	17.76	0	0	92.80	9.28
0.64	25		127.4	42.5			128.7	42.9			34.5	11.5		
1.27	50		365.4	121.8			304.8	101.6			120.5	40.2		
1.91	75		493.7	164.6			429.8	143.3			210.8	70.3		
2.54	100		611.7	203.9			532.8	177.6			278.4	92.8		
3.81	150	1500	825.7	275.2	343.13	21.01	690.4	230.1	301.30	18.74	350.4	116.8	150.23	13.70
5.08	200		1029.4	343.1			903.1	301.0			450.7	150.2		
6.35	250		1225.7	408.6			1087.0	362.3			652.0	217.3		
7.62	300		1446.2	482.1			1289.6	429.9			825.7	275.2		
10.16	400		1819.7	606.6			1627.6	542.5			1204.8	401.6		
12.7	500	2246.7	748.9	1898.1	632.7	1459.0	486.3							





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

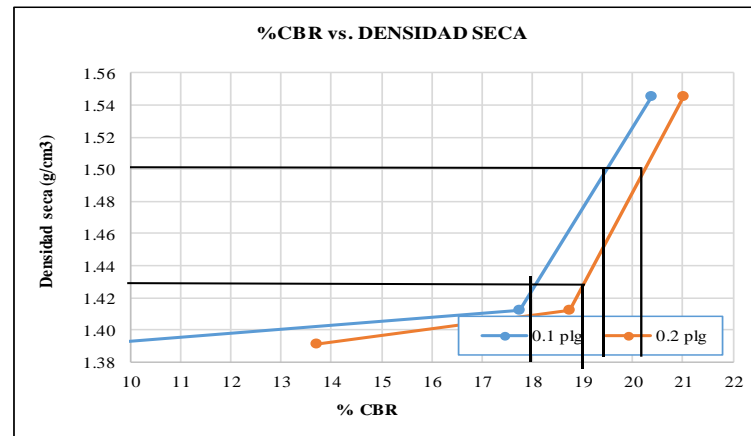


**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**

**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 9	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 812294 m 9846955 m

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20.39	17.76	9.28
	0.2"	21.01	18.74	13.70
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.545	1.412	1.391





<b>Densidad seca máx :</b>	1.592	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.433	18	19	19
95% DSM= 1.512	19.8	20.1	20.1

20.1

**Tabla 172 : Ensayo CBR – Muestra 10**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>						
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”						
<b>Vía:</b>		<b>Capa Vegetal:</b>	5 cm			
<b>ID Muestra:</b>	10	<b>Profundidad:</b>	80 cm			
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b>	17 808742 m 9840053 m			
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>						
Peso Muestra	5000	g	Densidad Máx. Seca	1.730	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb				
Altura de Caída	18	in	W% Óptimo	12.70	%	
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>						
MOLDE	2		4		1	
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	Diámetro	15.2
	Altura	12.7	Altura	12.9	Altura	15.7
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Peso Húmeda + Molde	10969		11761		11920	
Peso Molde	6610		7482		7882	
Peso de Muestra Húmeda	4359		4279		4038	
Volumen Muestra	2274.30		2340.81		2848.90	
Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>	1.917		1.828		1.417	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente Número	34I	58H	14	74	36	49
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	108.01	142.87	121.47	96.40	103.47	90.87
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	99.30	130.70	110.60	88.60	95.40	83.70
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	8.71	12.17	10.87	7.80	8.07	7.17
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	36.40	34.40	30.70	30.90	30.90	31.10
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	62.90	96.30	79.90	57.70	64.50	52.60
Contenido de humedad (ω)	13.85	12.64	13.60	13.52	12.51	13.63
Promedio contenido de humedad (ω)	13.24		13.56		13.07	
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.693		1.610		1.254	
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>						
Peso Húmeda + Molde	11249		12148		12443	
Peso Molde	6610		7482		7882	
Peso de Muestra Húmeda	4389		4394		4236	
Volumen Muestra	2274.30		2340.81		2848.90	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Recipiente Número	40	87F	24W	69T0	14A	14SD
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	111.24	137.43	176.98	166.74	174.58	169.10
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	100.50	122.70	155.40	147.30	152.40	146.80
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	10.74	14.73	21.58	19.44	22.18	22.30
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	26.50	24.70	31.10	33.20	32.20	31.80
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	74.00	98.00	124.30	114.10	120.20	115.00
Contenido de humedad (ω)	14.51	15.03	17.36	17.04	18.45	19.39
Promedio contenido de humedad (ω)	14.77		17.20		18.92	



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI"

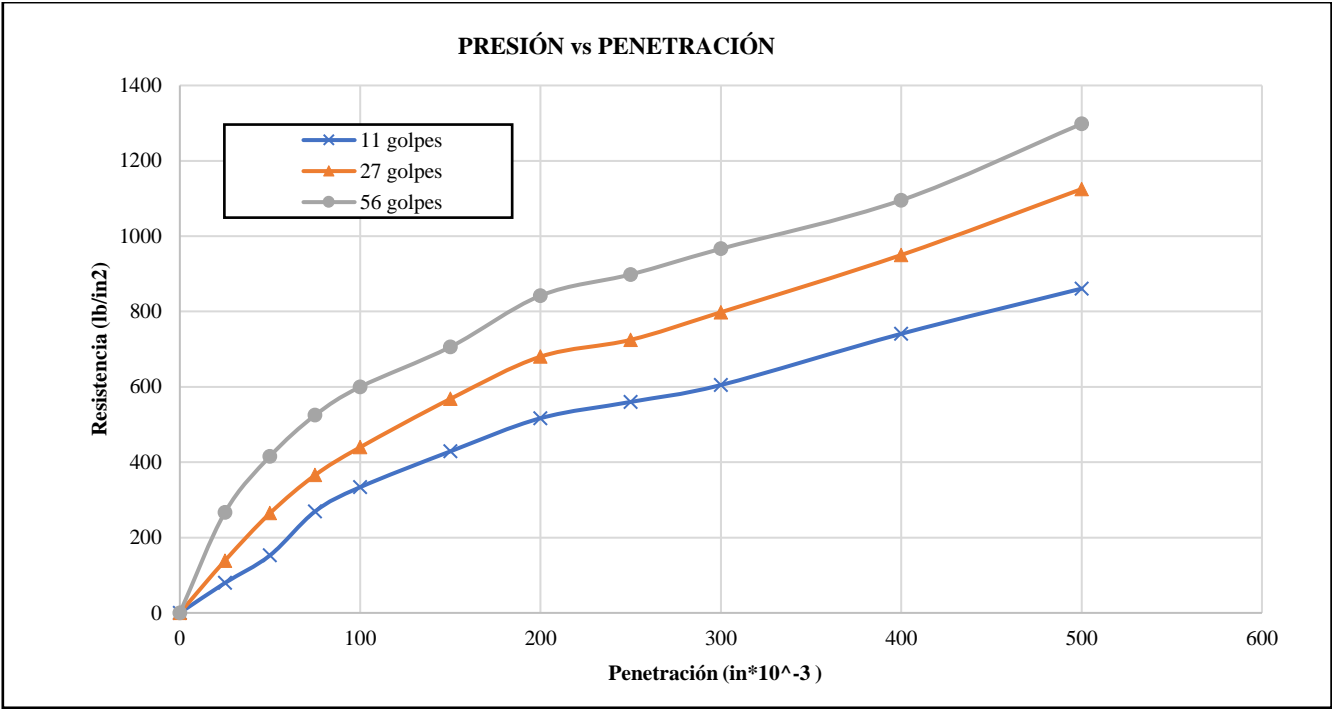
<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 10	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 808742 m 9840053 m

**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> )	MOLDEN° 1 (56 Golpes)				MOLDEN° 2 (27 Golpes)				MOLDEN° 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	200.00	20.00	0	0	14.66	0	0	11.12		
0.64	25		266.7	88.9		138.7	46.2	79.4		26.5				
1.27	50		415.7	138.6		264.7	88.2	152.8		50.9				
1.91	75		524.7	174.9		365.7	121.9	269.4		89.8				
2.54	100		600.0	200.0		439.7	146.6	333.7		111.2				
3.81	150		706.0	235.3		568.0	189.3	428.7		142.9				
5.08	200		842.1	280.7		680.1	226.7	516.7		172.2				
6.35	250		898.4	299.5		724.8	241.6	560.0		186.7				
7.62	300		966.5	322.2		798.0	266.0	604.8		201.6				
10.16	400		1095.4	365.1		950.0	316.7	740.8		246.9				
12.7	500	1298.0	432.7	1125.0	375.0	860.8	286.9							







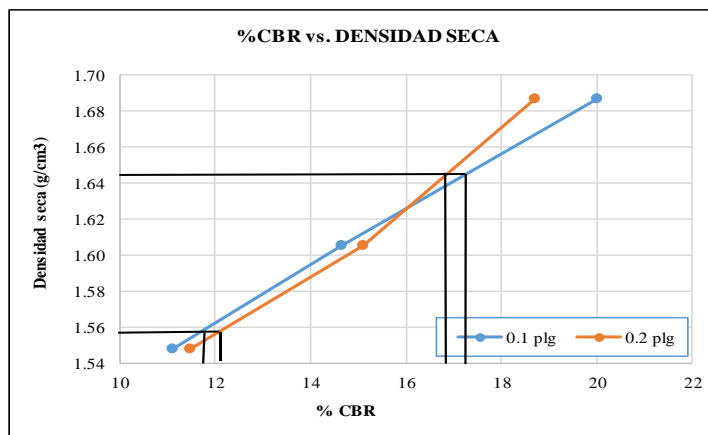
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 10	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 808742 m 9840053 m

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20.00	14.66	11.12
	0.2"	18.71	15.11	11.48
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.687	1.606	1.548





<b>Densidad seca máx :</b>	1.730	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.557	11.2	12.2	12.2
95% DSM = 1.644	17.4	16.8	17.4

17.4

Tabla 173 : Ensayo CBR – Muestra 11

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ENSAYO PARA DETERMINAR CBR</b>							
<b>Proyecto:</b> "ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI."							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	11			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	806387 m	9843876 m
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.620	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	21.00	%	
Altura de Caída	18	in					
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>							
MOLDE	56		27		11		
DIMENSIONES	Diámetro	15.11	Diámetro	15.16	Diámetro	15.17	cm
	Altura	17.8	Altura	17.7	Altura	17.6	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14443		14001		12879		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	6468		5956		5366		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>	2.026		1.864		1.687		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	91	6	56	86	61	53	
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	217.00	249.40	140.70	145.40	151.30	151.90	g
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	178.10	204.40	118.40	122.60	126.80	127.60	g
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	38.90	45.00	22.30	22.80	24.50	24.30	g
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	32.40	34.40	30.50	31.30	30.20	30.90	g
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	145.70	170.00	87.90	91.30	96.60	96.70	g
Contenido de humedad (ω)	26.70	26.47	25.37	24.97	25.36	25.13	%
Promedio contenido de humedad (ω)	26.58		25.17		25.25		%
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.601		1.489		1.347		g/cm <sup>3</sup>
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Peso Húmeda + Molde	14685		14456		12978		g
Peso Molde	7975		8045		7513		g
Peso de Muestra Húmeda	6710		6411		5465		g
Volumen Muestra	3191.82		3194.93		3181.07		cm <sup>3</sup>
Peso unitario Húmedo γ <sub>m</sub>	2.102		2.007		1.718		g/cm <sup>3</sup>
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	45	55	64	28	11	49	
Peso muestra húmeda + recipiente (W <sub>m</sub> + W <sub>r</sub> )	135.40	145.10	156.80	165.70	189.70	145.80	g
Peso muestra seca + recipiente (W <sub>s</sub> + W <sub>r</sub> )	115.50	122.70	131.60	138.50	157.80	123.80	g
Peso del agua (W <sub>w</sub> )	19.90	22.40	25.20	27.20	31.90	22.00	g
Peso del recipiente (W <sub>r</sub> )	30.90	31.10	26.00	25.60	30.60	30.70	g
Peso de la muestra seca (W <sub>s</sub> )	84.60	91.60	105.60	112.90	127.20	93.10	g
Contenido de humedad (ω)	23.52	24.45	23.86	24.09	25.08	23.63	%
Promedio contenido de humedad (ω)	23.99		23.98		24.35		%
Peso Volumétrico Seco γ <sub>d</sub>	1.696		1.619		1.382		g/cm <sup>3</sup>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



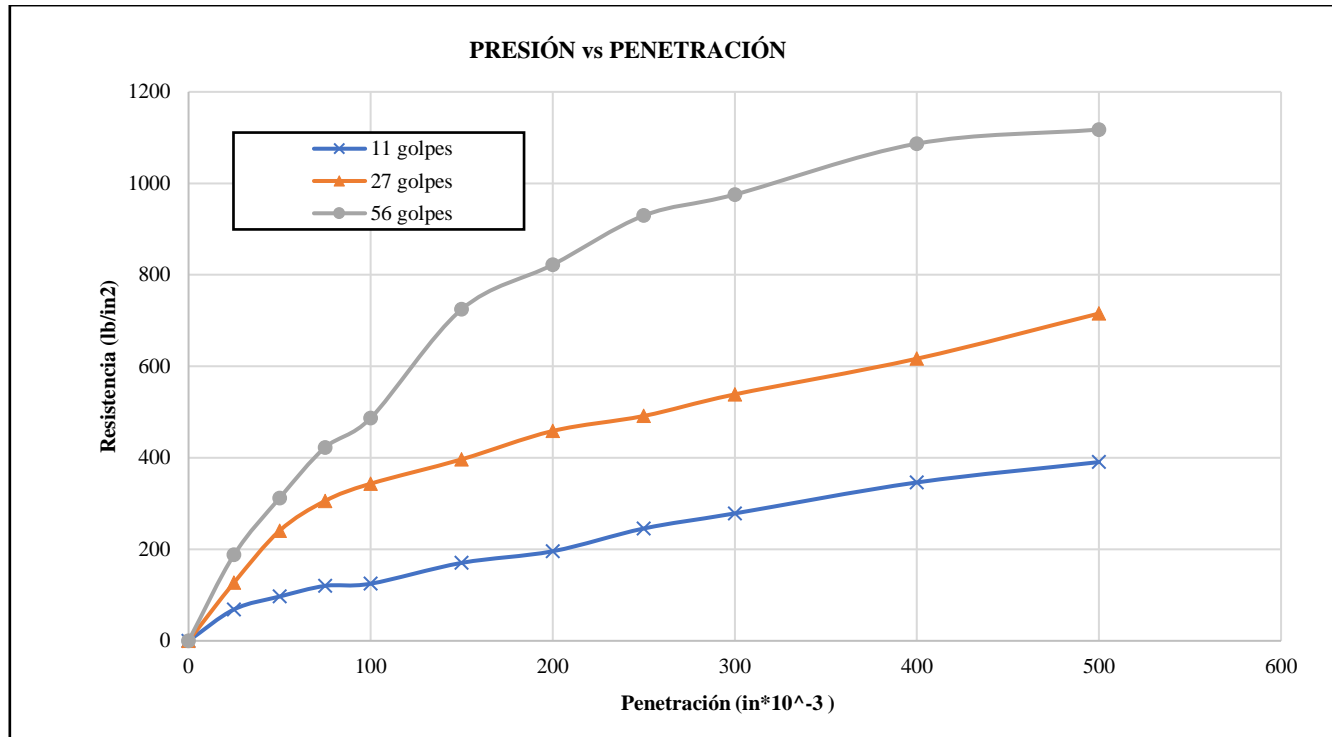
**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 11	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 806387 m 9843876 m

**MÁQUINA DE COMPRESIÓN SIMPLE (CONTROLS)**

Área de Pistón	3	in <sup>2</sup>		Velocida 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 %
				Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
0	0	1000	0	0	162.27	0	0	114.50	11.45	0	0	41.63	4.16	
0.64	25		188.2	62.7		127.4	42.5			68.7	22.9			
1.27	50		312.1	104.0		240.7	80.2			96.8	32.3			
1.91	75		422.8	140.9		305.8	101.9			120.1	40.0			
2.54	100		486.8	162.3		343.5	114.5			124.9	41.6			
3.81	150		724.7	241.6		396.8	132.3			170.4	56.8			
5.08	200		822.2	274.1		458.7	152.9			195.8	65.3			
6.35	250		929.5	309.8		491.5	163.8			245.5	81.8			
7.62	300		975.6	325.2		538.7	179.6			278.5	92.8			
10.16	400		1086.8	362.3		616.7	205.6			346.2	115.4			
12.7	500	1117.6	372.5	715.5	238.5	390.7	130.2							
		1500			274.07			152.90	10.19			65.27	4.35	





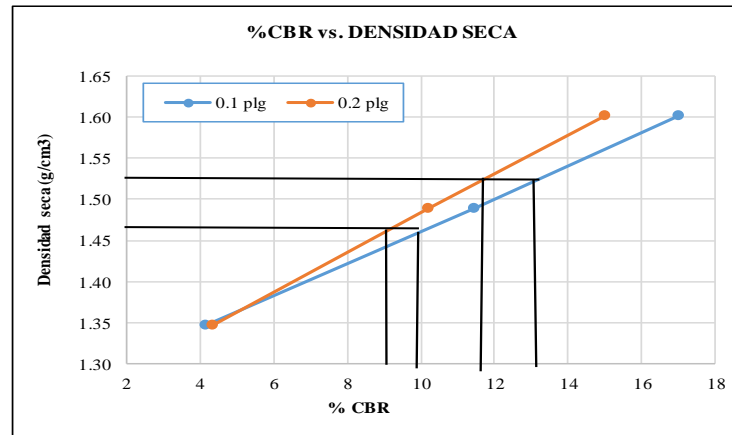
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 11	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 806387 m 9843876 m



MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	17.00	11.45	4.16
	0.2"	15.00	10.19	4.35
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.601	1.489	1.347



<b>Densidad seca máx :</b>	1.620	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.458	10	9	10
95% DSM = 1.539	13	12	13

**Tabla 174:** Ensayo CBR – Muestra 12

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYO PARA DETERMINAR CBR					
<b>Proyecto:</b> “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”							
<b>Vía:</b>				<b>Capa Vegetal:</b>	5	cm	
<b>ID Muestra:</b>	12			<b>Profundidad:</b>	80	cm	
<b>Norma:</b>	AASHTO T 193 - 2013			<b>Coordenadas:</b>	17	808775 m	9843698 m
<b>ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO</b>							
Peso Muestra	5000	g		Densidad Máx. Seca	1.817	g/cm <sup>3</sup>	
Peso Martillo	10	lb		W% Óptimo	15.10	%	
Altura de Caída	18	in					
<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR</b>							
MOLDE	7*		7		5		
DIMENSIONES	Diámetro	15.1	Diámetro	15.1	Diámetro	15.2	cm
	Altura	12.9	Altura	12.8	Altura	12.7	cm
Nº de Capas	5		5		5		
Nº de Golpes	56		27		11		
Peso Húmeda + Molde	14159		13000		11000		
Peso Molde	9551		8761		6991		
Peso de Muestra Húmeda	4608		4239		4009		
Volumen Muestra	2310.11		2292.20		2304.52		
Peso unitario Húmedo $\gamma_m$	1.995		1.849		1.740		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	A	B	C	D	E	F	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	169.24	153.57	173.50	182.98	156.58	147.58	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	150.60	137.50	154.70	162.50	139.80	131.70	g
Peso del agua (Ww)	18.64	16.07	18.80	20.48	16.78	15.88	g
Peso del recipiente (Wr)	31.10	31.10	32.20	33.20	30.90	31.00	g
Peso de la muestra seca (Ws)	119.50	106.40	122.50	129.30	108.90	100.70	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	15.60	15.10	15.35	15.84	15.41	15.77	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	15.35		15.59		15.59		
Peso Volumétrico Seco $\gamma_d$	1.729		1.600		1.505		
<b>DESPÚES DE LA SATURACIÓN</b>							
Peso Húmeda + Molde	14879		13876		12426		
Peso Molde	9551		8761		6991		
Peso de Muestra Húmeda	5328		5115		5435		
Volumen Muestra	2310.11		2292.20		2304.52		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>							
Recipiente Número	18	33	27	79	25	11	
Peso muestra húmeda + recipiente (Wm + Wr)	149.00	131.02	143.89	144.80	165.50	128.85	g
Peso muestra seca + recipiente (Ws + Wr)	130.50	115.40	124.50	125.60	140.80	110.80	g
Peso del agua (Ww)	18.50	15.62	19.39	19.20	24.70	18.05	g
Peso del recipiente (Wr)	31.70	31.10	30.60	30.80	31.00	30.80	g
Peso de la muestra seca (Ws)	98.80	84.30	93.90	94.80	109.80	80.00	g
Contenido de humedad ( $\omega$ )	18.72	18.53	20.65	20.25	22.50	22.56	%
Promedio contenido de humedad ( $\omega$ )	18.63		20.45		22.53		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”

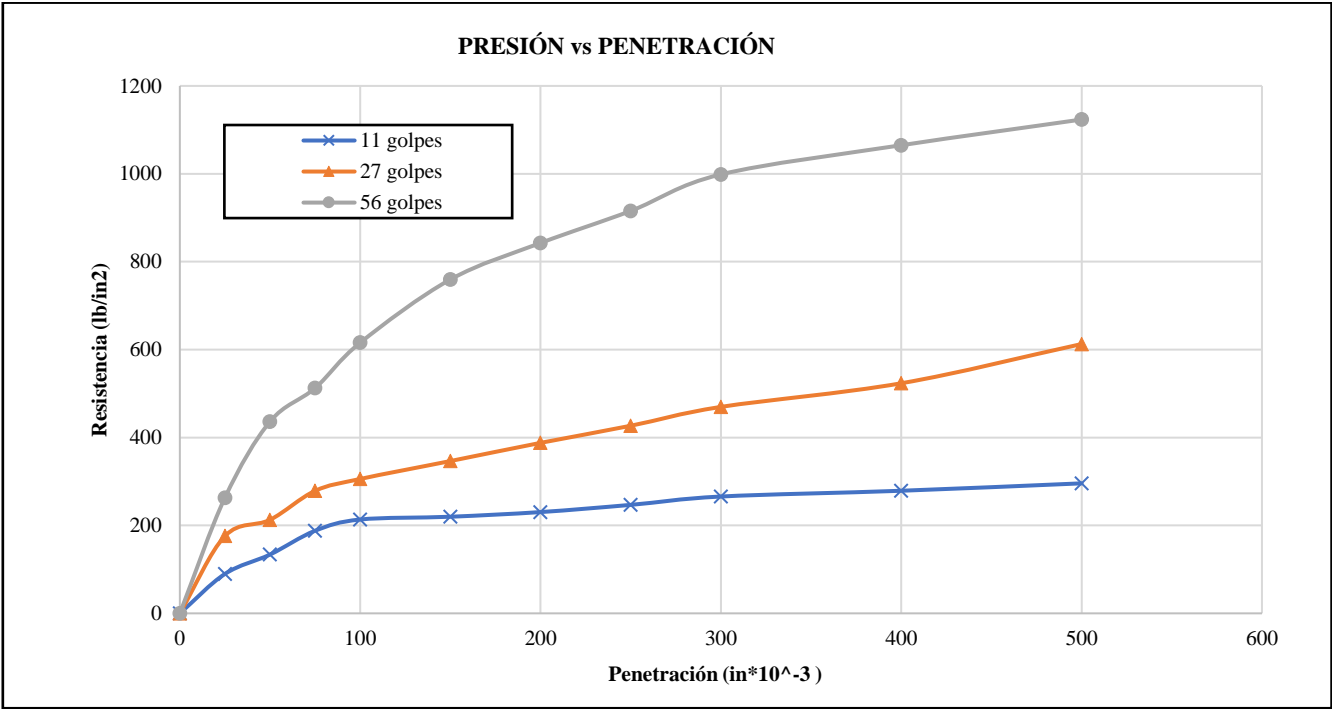
<b>Vía:</b>	<b>Capa Vegetal:</b> 5 cm
<b>ID Muestra:</b> 12	<b>Profundidad:</b> 80 cm
<b>Norma:</b> AASHTO T 193 - 2013	<b>Coordenadas:</b> 17 808775 m 9843698 m

**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 Nº 1 (56 Golpes)				MOLDE Nº 2 (27 Golpes)				MOLDE Nº 3 (11 Golpes)			
			Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %	Q Carga	Presiones		CBR %
mm	in *10-3	Leída		Correg.	Leída			Correg.	Leída			Correg.		
0	0	1000	0	0	205.27	20.53	0	0	101.90	10.19	0	0	71.17	7.12
0.64	25		263.1	87.7		175.8	58.6	89.7		29.9				
1.27	50		436.4	145.5		212.8	70.9	133.8		44.6				
1.91	75		512.6	170.9		278.7	92.9	187.9		62.6				
2.54	100		615.8	205.3		305.7	101.9	213.5		71.2				
3.81	150		759.6	253.2		346.5	115.5	219.8		73.3				
5.08	200		842.6	280.9		387.9	129.3	230.4		76.8				
6.35	250		915.6	305.2		426.8	142.3	246.8		82.3				
7.62	300		998.7	332.9		469.7	156.6	265.8		88.6				
10.16	400		1065.0	355.0		523.5	174.5	278.9		93.0				
12.7	500	1123.5	374.5	612.7	204.2	295.8	98.6	76.80	5.12					







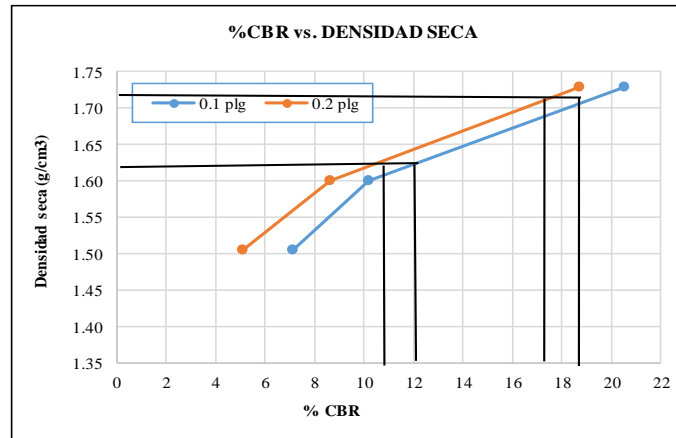
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO PARA DETERMINAR CBR**



**Proyecto:** “ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES ENTRE EL CBR, DCP, LAS PROPIEDADES ÍNDICES Y MECÁNICAS EN LOS SUELOS DE LA PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI.”+

**Vía:** 12 **Capa Vegetal:** 5 cm  
**ID Muestra:** AASHTO T 193 - 2013 **Profundidad:** 80 cm  
**Norma:**  **Coordenadas:** 17 808775 m 9843698 m

MOLDE		1	2	3
CBR %	0.1"	20.53	10.19	7.12
	0.2"	18.72	8.62	5.12
Densida Seca	g/cm <sup>3</sup>	1.729	1.600	1.505



<b>Densidad seca máx :</b>	1.817	gr/cm <sup>3</sup>
----------------------------	-------	--------------------

Densidad seca máx	% CBR-0,1 in	% CBR-0,2 in	MAYOR % CBR
90% DSM = 1.635	12	11	12
95% DSM= 1.726	18.5	17.2	18.5

18.5

# **CONTEO VEHICULAR**

CONTEO VEHICULAR DÍA 1								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:15	7	0	2	0	0	0	9	34
6:14 – 6:30	6	1	1	0	0	0	8	
6:30 – 6:45	7	0	2	0	0	0	9	
6:45 – 7:00	7	0	1	0	0	0	8	
7:00 – 7:145	6	0	2	0	0	0	8	32
7:14 – 7:30	7	1	1	0	0	0	9	
7:30 – 7:45	5	0	2	0	0	0	7	
7:45 – 8:00	6	0	2	0	0	0	8	
8:00 – 8:15	5	0	1	0	0	0	6	28
8:14 – 8:30	6	0	2	0	0	0	8	
8:30 – 8:45	4	0	1	0	0	0	5	
8:45 – 9:00	6	0	3	0	0	0	9	
9:00 – 9:145	5	0	1	0	0	0	6	29
9:14 – 9:30	7	0	3	0	0	0	10	
9:30 – 9:45	4	1	1	0	0	0	6	
9:45 – 10:00	5	0	2	0	0	0	7	
10:00 – 10:145	6	0	1	0	0	0	7	27
10:14 – 10:30	3	0	1	0	0	0	4	
10:30 – 10:45	5	0	2	0	0	0	7	
10:45 – 11:00	7	0	2	0	0	0	9	
11:00 – 11:15	7	0	1	0	0	0	8	30
11:14 – 11:30	5	1	2	0	0	0	8	
11:30 – 11:45	6	0	1	0	0	0	7	
11:45 – 12:00	6	0	1	0	0	0	7	
12:00 – 12:15	6	0	2	0	0	0	8	31
12:14 – 12:30	7	0	2	0	0	0	9	
12:30 – 12:45	5	0	2	0	0	0	7	
12:45 – 13:00	6	0	1	0	0	0	7	
13:00 – 13:15	8	0	2	0	0	0	10	29
13:14 – 13:30	5	1	2	0	0	0	8	
13:30 – 13:45	6	0	0	0	0	0	6	
13:45 – 14:00	4	0	1	0	0	0	5	
14:00 – 14:15	7	0	2	0	0	0	9	30
14:14 – 14:30	6	0	2	0	0	0	8	
14:30 – 14:45	4	0	3	0	0	0	7	
14:45 – 15:00	4	0	2	0	0	0	6	
15:00 – 15:15	6	0	2	0	0	0	8	28
15:14 – 15:30	4	0	1	0	0	0	5	
15:30 – 15:45	5	0	1	0	0	0	6	
15:45 – 16:00	6	0	3	0	0	0	9	
16:00 – 16:15	5	0	1	0	0	0	6	25
16:14 – 16:30	6	0	3	0	0	0	9	
16:30 – 16:45	3	0	2	0	0	0	5	
16:45 – 17:00	4	0	1	0	0	0	5	
17:00 – 17:15	7	0	2	0	0	0	9	35
17:14 – 17:30	7	0	2	0	0	0	9	
17:30 – 17:45	6	1	2	0	0	0	9	
17:45 – 18:00	6	0	2	0	0	0	8	
<b>Total</b>	271	6	81	302	0	0	358	358

CONTEO VEHICULAR DÍA 2								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	7	1	2	0	0	0	10	32
6:14 – 6 :30	5		2	0	0	0	6.5	
6:30 – 6:45	7		1	0	0	0	8	
6:45 – 7:00	5		3	0	0	0	7.5	
7:00 – 7:145	7		1	0	0	0	8	34
7:14 – 7 :30	6		2	0	0	0	7.5	
7:30 – 7:45	7		2	0	0	0	8	
7:45 – 8:00	9		2	0	0	0	10.5	
8:00 – 8:15	5		1	0	0	0	5.5	25
8:14 – 8 :30	4	1	1	0	0	0	5.5	
8:30 – 8:45	6		2	0	0	0	7	
8:45 – 9:00	6		2	0	0	0	7	
9:00 – 9:145	4		1	0	0	0	4	19
9:14 – 9 :30	4		2	0	0	0	5	
9:30 – 9:45	4		1	0	0	0	4.5	
9:45 – 10:00	4		2	0	0	0	5.5	
10:00 – 10:145	5		2	0	0	0	6	25
10:14 – 10 :30	6		1	0	0	0	7	
10:30 – 10:45	5		2	0	0	0	7	
10:45 – 11:00	3		2	0	0	0	4.5	
11:00 – 11:15	6		1	0	0	0	7	31
11:14 – 11 :30	7		2	0	0	0	8	
11:30 – 11:45	7	1	1	0	0	0	9	
11:45 – 12:00	5		2	0	0	0	7	
12:00 – 12:15	7		3	0	0	0	9	32
12:14 – 12 :30	7		1	0	0	0	7.5	
12:30 – 12:45	7		2	0	0	0	8.5	
12:45 – 13:00	5		2	0	0	0	7	
13:00 – 13:15	6		2	0	0	0	8	31
13:14 – 13 :30	7		1	0	0	0	7.5	
13:30 – 13:45	8		1	0	0	0	8.5	
13:45 – 14:00	5		2	0	0	0	6.5	
14:00 – 14:15	4	1	2	0	0	0	6	29
14:14 – 14 :30	6		2	0	0	0	8	
14:30 – 14:45	7		2	0	0	0	8.5	
14:45 – 15:00	5		1	0	0	0	6	
15:00 – 15:15	6		2	0	0	0	7	25
15:14 – 15 :30	4		1	0	0	0	4.5	
15:30 – 15:45	5		1	0	0	0	6	
15:45 – 16:00	5		3	0	0	0	7.5	
16:00 – 16:15	5		2	0	0	0	7	20
16:14 – 16 :30	5		3	0	0	0	7	
16:30 – 16:45	5		3	0	0	0	6	
16:45 – 17:00	7		1	0	0	0	8	
17:00 – 17:15	6		2	0	0	0	7.5	39
17:14 – 17 :30	7		3	0	0	0	9	
17:30 – 17:45	7		1	0	0	0	7.5	
17:45 – 18:00	6		1	0	0	0	6.5	

CONTEO VEHICULAR DÍA 3								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	6	1	1	0	0	0	7	27
6:14 – 6 :30	7		2	0	0	0	8.5	
6:30 – 6:45	4		1	0	0	0	4.5	
6:45 – 7:00	6		1	0	0	0	7	
7:00 – 7:145	5		1	0	0	0	5.5	25
7:14 – 7 :30	6		0	0	0	0	6	
7:30 – 7:45	6		2	0	0	0	7	
7:45 – 8:00	6		1	0	0	0	6.5	
8:00 – 8:15	5		1	0	0	0	5.5	22
8:14 – 8 :30	4		1	0	0	0	4.5	
8:30 – 8:45	5		1	0	0	0	5.5	
8:45 – 9:00	6		1	0	0	0	6.5	
9:00 – 9:145	7	1	1	0	0	0	8	27
9:14 – 9 :30	5		2	0	0	0	6.5	
9:30 – 9:45	4		1	0	0	0	4.5	
9:45 – 10:00	7		1	0	0	0	7.5	
10:00 – 10:145	5		1	0	0	0	6	23
10:14 – 10 :30	5		1	0	0	0	5.5	
10:30 – 10:45	6		1	0	0	0	6	
10:45 – 11:00	5		1	0	0	0	5.5	
11:00 – 11:15	8		0	0	0	0	8	30
11:14 – 11 :30	8		2	0	0	0	9	
11:30 – 11:45	6	1	1	0	0	0	7	
11:45 – 12:00	6		0	0	0	0	5.5	
12:00 – 12:15	8		1	0	0	0	8.5	31
12:14 – 12 :30	6		2	0	0	0	7.5	
12:30 – 12:45	8		1	0	0	0	8	
12:45 – 13:00	6		1	0	0	0	7	
13:00 – 13:15	8		2	0	0	0	9.5	25
13:14 – 13 :30	3		1	0	0	0	4	
13:30 – 13:45	6		1	0	0	0	6.5	
13:45 – 14:00	5		1	0	0	0	5	
14:00 – 14:15	7	1	1	0	0	0	8	27
14:14 – 14 :30	8		0	0	0	0	7.5	
14:30 – 14:45	5		1	0	0	0	5.5	
14:45 – 15:00	5		1	0	0	0	6	
15:00 – 15:15	6		1	0	0	0	6.5	25
15:14 – 15 :30	6		2	0	0	0	8	
15:30 – 15:45	4		1	0	0	0	4	
15:45 – 16:00	7		0	0	0	0	6.5	
16:00 – 16:15	6		1	0	0	0	7	29
16:14 – 16 :30	7		1	0	0	0	8	
16:30 – 16:45	6		1	0	0	0	7	
16:45 – 17:00	6		1	0	0	0	6.5	
17:00 – 17:15	4		2	0	0	0	6	27
17:14 – 17 :30	4		1	0	0	0	4.5	
17:30 – 17:45	7		1	0	0	0	8	
17:45 – 18:00	8		1	0	0	0	8	
<b>Total</b>	272	4	40	0	0	0	316	316

CONTEO VEHICULAR DÍA 4								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	6	1	1	0	0		7.5	32
6:14 – 6 :30	7		2	0	0	0	8	
6:30 – 6:45	7		2	0	0	0	8	
6:45 – 7:00	6		2	0	0	0	8	
7:00 – 7:145	6		3	0	0	0	8	28
7:14 – 7 :30	6		3	0	0	0	9	
7:30 – 7:45	5		2	0	0	0	7	
7:45 – 8:00	3		2	0	0	0	4	
8:00 – 8:15	4		1	0	0	0	4.5	23
8:14 – 8 :30	5		2	0	0	0	7	
8:30 – 8:45	5		2	0	0	0	6	
8:45 – 9:00	4		1	0	0	0	5	
9:00 – 9:145	4		2	0	0	0	5	23
9:14 – 9 :30	5		2	0	0	0	7	
9:30 – 9:45	4	1	1	0	0	0	5.5	
9:45 – 10:00	4		1	0	0	0	5	
10:00 – 10:145	4		2	0	0	0	5.5	22
10:14 – 10 :30	4		1	0	0	0	4.5	
10:30 – 10:45	4		2	0	0	0	5.5	
10:45 – 11:00	6		1	0	0	0	6.5	
11:00 – 11:15	4		2	0	0	0	5	21
11:14 – 11 :30	4		2	0	0	0	5	
11:30 – 11:45	6	1	1	0	0	0	7	
11:45 – 12:00	3		2	0	0	0	4	
12:00 – 12:15	3		2	0	0	0	4.5	24
12:14 – 12 :30	5		2	0	0	0	6	
12:30 – 12:45	6		2	0	0	0	7	
12:45 – 13:00	6		1	0	0	0	6.5	
13:00 – 13:15	5		2	0	0	0	7	24
13:14 – 13 :30	4		1	0	0	0	5	
13:30 – 13:45	6		1	0	0	0	6.5	
13:45 – 14:00	4		2	0	0	0	5	
14:00 – 14:15	5	1	1	0	0	0	6	24
14:14 – 14 :30	6		1	0	0	0	7	
14:30 – 14:45	3		2	0	0	0	4.5	
14:45 – 15:00	4		2	0	0	0	6	
15:00 – 15:15	4		2	0	0	0	5.5	26
15:14 – 15 :30	5		1	0	0	0	5	
15:30 – 15:45	7		2	0	0	0	8.5	
15:45 – 16:00	6		2	0	0	0	7	
16:00 – 16:15	5		2	0	0	0	6	20
16:14 – 16 :30	5		1	0	0	0	6	
16:30 – 16:45	4		2	0	0	0	5	
16:45 – 17:00	2		1	0	0	0	3	
17:00 – 17:15	4		2	0	0	0	5.5	25
17:14 – 17 :30	4		3	0	0	0	6.5	
17:30 – 17:45	5		1	0	0	0	5	
17:45 – 18:00	6		2	0	0	0	7.5	
<b>Total</b>	218	4	68	0	0	0	289	289

CONTEO VEHICULAR DÍA 5								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	7	1	2	0	0	0	9.5	35
6:14 – 6 :30	6		3	0	0	0	8.5	
6:30 – 6:45	7		2	0	0	0	8	
6:45 – 7:00	7		2	0	0	0	8.5	
7:00 – 7:145	6		3	0	0	0	8	30
7:14 – 7 :30	6		1	0	0	0	7	
7:30 – 7:45	5		3	0	0	0	7.5	
7:45 – 8:00	7		1	0	0	0	7.5	
8:00 – 8:15	6		2	0	0	0	7.5	28
8:14 – 8 :30	5		1	0	0	0	6	
8:30 – 8:45	6		2	0	0	0	7.5	
8:45 – 9:00	5		2	0	0	0	7	
9:00 – 9:145	4		1	0	0	0	5	25
9:14 – 9 :30	5	1	2	0	0	0	7.5	
9:30 – 9:45	5		1	0	0	0	6	
9:45 – 10:00	5		2	0	0	0	6.5	
10:00 – 10:145	4		1	0	0	0	5	24
10:14 – 10 :30	6		1	0	0	0	7	
10:30 – 10:45	5		1	0	0	0	6	
10:45 – 11:00	5		1	0	0	0	6	
11:00 – 11:15	6		2	0	0	0	7	29
11:14 – 11 :30	7		2	0	0	0	8	
11:30 – 11:45	6	1	2	0	0	0	8	
11:45 – 12:00	5		1	0	0	0	5.5	
12:00 – 12:15	6		3	0	0	0	8	30
12:14 – 12 :30	6		2	0	0	0	7	
12:30 – 12:45	6		1	0	0	0	6.5	
12:45 – 13:00	7		2	0	0	0	8	
13:00 – 13:15	7		2	0	0	0	8.5	28
13:14 – 13 :30	5		2	0	0	0	6.5	
13:30 – 13:45	6		1	0	0	0	7	
13:45 – 14:00	5		1	0	0	0	6	
14:00 – 14:15	5	1	1	0	0	0	7	27
14:14 – 14 :30	6		2	0	0	0	7.5	
14:30 – 14:45	5		2	0	0	0	6	
14:45 – 15:00	5		2	0	0	0	6.5	
15:00 – 15:15	5		2	0	0	0	6	25
15:14 – 15 :30	4		1	0	0	0	4.5	
15:30 – 15:45	6		2	0	0	0	7.5	
15:45 – 16:00	5		2	0	0	0	7	
16:00 – 16:15	6		1	0	0	0	6.5	26
16:14 – 16 :30	6		2	0	0	0	7.5	
16:30 – 16:45	6		1	0	0	0	7	
16:45 – 17:00	4		1	0	0	0	5	
17:00 – 17:15	5		306	0	0	0	7	29
17:14 – 17 :30	5		2	0	0	0	6	
17:30 – 17:45	7		2	0	0	0	8	
17:45 – 18:00	7		1	0	0	0	8	
<b>Total</b>	260	4	71	0	0	0	335	335



CONTEO VEHICULAR DÍA 6								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULAD O
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	7	1	2	0	0	0	9	32
6:14 – 6 :30	6		1	0	0	0	6.5	
6:30 – 6:45	6		2	0	0	0	8	
6:45 – 7:00	6		3	0	0	0	8	
7:00 – 7:145	5		1	0	0	0	5.5	28
7:14 – 7 :30	6		2	0	0	0	7.5	
7:30 – 7:45	6		2	0	0	0	7.5	
7:45 – 8:00	6		2	0	0	0	7	
8:00 – 8:15	6		1	0	0	0	6.5	28
8:14 – 8 :30	5	1	1	0	0	0	7	
8:30 – 8:45	6		1	0	0	0	6.5	
8:45 – 9:00	6		3	0	0	0	8	
9:00 – 9:145	6		1	0	0	0	6.5	23
9:14 – 9 :30	5		2	0	0	0	6.5	
9:30 – 9:45	4		1	0	0	0	4.5	
9:45 – 10:00	4		2	0	0	0	5	
10:00 – 10:145	7		1	0	0	0	8	28
10:14 – 10 :30	7		1	0	0	0	7.5	
10:30 – 10:45	6		2	0	0	0	7	
10:45 – 11:00	5		1	0	0	0	5.5	
11:00 – 11:15	7		2	0	0	0	8.5	29
11:14 – 11 :30	5		2	0	0	0	6.5	
11:30 – 11:45	6	1	2	0	0	0	8	
11:45 – 12:00	5		1	0	0	0	5.5	
12:00 – 12:15	6		2	0	0	0	7.5	29
12:14 – 12 :30	6		1	0	0	0	6	
12:30 – 12:45	6		1	0	0	0	7	
12:45 – 13:00	7		2	0	0	0	8.5	
13:00 – 13:15	6		1	0	0	0	7	29
13:14 – 13 :30	7		2	0	0	0	8.5	
13:30 – 13:45	6		2	0	0	0	8	
13:45 – 14:00	5		1	0	0	0	5.5	
14:00 – 14:15	5	1	1	0	0	0	6.5	27
14:14 – 14 :30	6		2	0	0	0	7	
14:30 – 14:45	5		2	0	0	0	6.5	
14:45 – 15:00	6		2	0	0	0	7	
15:00 – 15:15	5		2	0	0	0	6.5	26
15:14 – 15 :30	5		1	0	0	0	6	
15:30 – 15:45	5		1	0	0	0	6	
15:45 – 16:00	7		1	0	0	0	7	
16:00 – 16:15	5		1	0	0	0	6	26
16:14 – 16 :30	6		2	0	0	0	7.5	
16:30 – 16:45	6		1	0	0	0	6	
16:45 – 17:00	6		1	0	0	0	6.5	
17:00 – 17:15	5		2	0	0	0	7	28
17:14 – 17 :30	5		1	0	0	0	5.5	
17:30 – 17:45	7		1	0	0	0	8	
17:45 – 18:00	6		2	0	0	0	7.5	
<b>Total</b>	265	4	62	0	0	0	331	331

CONTEO VEHICULAR DÍA 7								
Hora	Livianos (A)	Buses (B)	Camiones			OTROS	TOTAL	ACUMULADO
			Dos ejes	Tres ejes	>Tres ejes			
6:00 – 6:145	8	1	1	0	0	0	10	35
6:14 – 6 :30	8		3	0	0	0	10	
6:30 – 6:45	6		2	0	0	0	7.5	
6:45 – 7:00	6		2	0	0	0	7.5	
7:00 – 7:145	4		2	0	0	0	6	26
7:14 – 7 :30	5		1	0	0	0	5.5	
7:30 – 7:45	5		2	0	0	0	7	
7:45 – 8:00	6		2	0	0	0	7	
8:00 – 8:15	7		1	0	0	0	8	28
8:14 – 8 :30	5		2	0	0	0	6	
8:30 – 8:45	6		1	0	0	0	7	
8:45 – 9:00	5		2	0	0	0	6.5	
9:00 – 9:145	4		2	0	0	0	5.5	23
9:14 – 9 :30	6		2	0	0	0	7.5	
9:30 – 9:45	4		1	0	0	0	4.5	
9:45 – 10:00	4		1	0	0	0	5	
10:00 – 10:145	7		1	0	0	0	8	27
10:14 – 10 :30	5		2	0	0	0	7	
10:30 – 10:45	5		1	0	0	0	6	
10:45 – 11:00	5		1	0	0	0	6	
11:00 – 11:15	8		1	0	0	0	9	31
11:14 – 11 :30	5		2	0	0	0	6.5	
11:30 – 11:45	7	1	1	0	0	0	8.5	
11:45 – 12:00	6		2	0	0	0	7	
12:00 – 12:15	5		2	0	0	0	6.5	30
12:14 – 12 :30	6		2	0	0	0	7.5	
12:30 – 12:45	7		1	0	0	0	7.5	
12:45 – 13:00	7		2	0	0	0	8	
13:00 – 13:15	7		2	0	0	0	8	31
13:14 – 13 :30	7		1	0	0	0	7.5	
13:30 – 13:45	7		1	0	0	0	7.5	
13:45 – 14:00	7		1	0	0	0	7.5	
14:00 – 14:15	6	1	1	0	0	0	7.5	26
14:14 – 14 :30	5		1	0	0	0	5.5	
14:30 – 14:45	7		2	0	0	0	8	
14:45 – 15:00	4		2	0	0	0	5	
15:00 – 15:15	6		2	0	0	0	7	28
15:14 – 15 :30	5		2	0	0	0	6.5	
15:30 – 15:45	6		1	0	0	0	7	
15:45 – 16:00	6		2	0	0	0	7	
16:00 – 16:15	7		2	0	0	0	8.5	27
16:14 – 16 :30	6		1	0	0	0	6.5	
16:30 – 16:45	5		1	0	0	0	5.5	
16:45 – 17:00	6		1	0	0	0	6.5	
17:00 – 17:15	8		2	0	0	0	9	30
17:14 – 17 :30	7		1	0	0	0	7.5	
17:30 – 17:45	6		1	0	0	0	6.5	
17:45 – 18:00	6		1	0	0	0	7	
<b>Total</b>	273	3	63	0	0	0	339	339