

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO
MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA
LOCALIDAD DE MOCUPE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZALEZ

ASESOR

JOAQUIN HERNAN ROJAS OBLITAS

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

Chiclayo, 2021

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS
PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO
MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA
LOCALIDAD DE MOCUPE**

PRESENTADA POR:

JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZALEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Hector Augusto Gamarra Uceda
PRESIDENTE

Carlos Rafael Tafur Jiménez
SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas
VOCAL

DEDICATORIA

Con mucho respeto y cariño quiero ofrecer este trabajo en primera instancia a Dios y a María Santísima pilares en mi formación como persona y profesional; a mis seres queridos que siempre están presentes en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento en primera instancia a Dios por permitirme cada día superarme y poder lograr mis metas; a mis padres por apoyarme en mi formación profesional; a mis familiares y a mis docentes de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo quienes han contribuido de una y otra manera en mi formación profesional y finalmente quiero expresar también a mi agradecimiento a mis compañeros de clases por su apoyo emocional y académica durante mi etapa universitaria.

2.2.11.7.	Razón de soporte californiana (CBR).....	41
2.2.11.8.	Ensayo de permeabilidad	42
2.2.11.9.	Ensayo de durabilidad.....	43
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	44
3.1.	Tipo y nivel de investigación.....	44
3.2.	Diseño de investigación	44
3.2.1.	Hipótesis.....	44
3.2.2.	Diseño de contrastación de hipótesis	44
3.3.	Población, muestra, muestreo.....	45
3.3.1.	Población.....	45
3.3.2.	Muestra.....	45
3.3.3.	Muestreo.....	46
3.4.	Criterios de selección	47
3.5.	Operacionalización de variables	47
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.7.	Procedimientos.....	48
3.7.1.	Clasificación de suelos para uso en vías de transporte.....	49
3.7.2.	Contenido de humedad.....	49
3.7.3.	Límites líquidos, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.....	51
3.7.4.	Gravedad específica	55
3.7.5.	Análisis granulométrico de suelos por tamizado.....	57
3.7.6.	Granulometría por hidrometría.....	59
3.7.7.	Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m ³).....	62
3.7.8.	Método de ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio	65
3.7.9.	Ensayo de permeabilidad	69
3.7.10.	Ensayo de durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas).....	71
3.8.	Plan de procesamiento y análisis de datos	76
3.9.	Matriz de consistencia.....	78
3.10.	Consideraciones éticas	80
IV.	RESULTADOS	81
4.1.	Clasificación del terreno natural.....	81
4.2.	Análisis granulométrico.....	84

4.3.	Ensayo de compactación de proctor modificado a la muestra natural	86
4.4.	Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Almidón de papa	87
4.4.1.	Adición de almidón de papa 4%	87
4.4.2.	Adición de almidón de papa 6%	88
4.4.3.	Adición de almidón de papa 8%	89
4.4.4.	Adición de almidón de papa 10%	90
4.4.5.	Adición de almidón de papa 12%	91
4.4.6.	Ensayos de compactación de proctor modificado comparación de muestras totales con Almidón de papa vs Terreno Natural	93
4.5.	Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Terrasil	94
4.5.1.	Adición de Terrasil 0.50 kg/m ³	94
4.5.2.	Adición de terrasil 1.00 kg/m ³	95
4.5.3.	Adición de terrasil 1.50 kg/m ³	96
4.5.4.	Adición de terrasil 2.00 kg/m ³	97
4.5.5.	Ensayos de compactación de proctor modificado comparación de muestras totales con terrasil vs terreno natural	98
4.6.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural	99
4.7.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de almidón	101
4.7.1.	Adición de almidón de papa al 4%	101
4.7.2.	Adición de almidón de papa al 6%	103
4.7.3.	Adición de almidón de papa al 8%	105
4.7.4.	Adición de almidón de papa al 10%	107
4.7.5.	Adición de almidón de papa al 12%	109
4.7.6.	Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de almidón de papa 8.8% (óptimo)	112
4.7.7.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de almidón de papa 8.8% (óptimo)	113
4.8.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de Terrasil	114
4.8.1.	Adición de Terrasil 0.50 kg/m ³	114
4.8.2.	Adición de Terrasil 1.00 kg/m ³	116
4.8.3.	Adición de Terrasil 1.50 kg/m ³	118
4.8.4.	Adición de Terrasil 2.00 kg/m ³	120
4.8.5.	Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Terrasil 1.40 kg/m ³	123
4.8.6.	Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de Terrasil 1.40% (óptimo)	124

4.9.	Ensayo de permeabilidad.....	126
4.9.1.	Terreno natural	126
4.9.2.	Adición de almidón de papa 8.8%	127
4.9.3.	Adición de terrasil 1.4 kg/m ³	128
4.10.	Ensayo de durabilidad.....	129
4.10.1.	Terreno natural	129
4.10.2.	Adición de almidón de papa 8.8%	131
4.10.3.	Adición de terrasil 1.4 kg/m ³	133
4.11.	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	137
4.11.1.	Precios unitarios con almidón de papa (8.8%)	137
4.11.2.	Precios unitarios con terrasil (1.4 kg/m ³)	139
V.	DISCUSIÓN.....	141
5.1.	Ensayo de compactación de proctor modificado.....	141
5.1.1.	Adición de Almidón de papa.....	141
5.1.1.1.	Adición 4%	141
5.1.1.2.	Adición 6%	141
5.1.1.3.	Adición 8%	141
5.1.1.4.	Adición 10%	142
5.1.1.5.	Adición 12%	142
5.1.1.6.	Adición 8.8% (óptimo).....	142
5.1.2.	Adición con Terrasil.....	142
5.1.2.1.	Adición 0.5 kg/m ³	142
5.1.2.2.	Adición 1.0 kg/m ³	142
5.1.2.3.	Adición 1.5 kg/m ³	143
5.1.2.4.	Adición 2.0 kg/m ³	143
5.1.2.5.	Adición 1.4 kg/m ³ (Óptimo).....	143
5.2.	California Bearing Ratio (CBR).....	144
5.2.1.1.	Adición 4%	144
5.2.1.2.	Adición 6%	145
5.2.1.3.	Adición 8%	146
5.2.1.4.	Adición 10%	147
5.2.1.5.	Adición 12%	148
5.2.1.6.	Adición 8.8% (óptimo).....	149
5.2.2.	Adición con terrasil.....	150

5.2.2.1.	Adición 0.5 kg/m ³	150
5.2.2.2.	Adición 1.0 kg/m ³	151
5.2.2.3.	Adición 1.5 kg/m ³	152
5.2.2.4.	Adición 2.0 kg/m ³	153
5.2.2.5.	Adición 1.4 kg/m ³ (óptimo).....	154
5.3.	Permeabilidad	156
5.4.	Durabilidad	157
5.5.	Comparación de resultados con los antecedentes.....	158
5.6.	Resultados de evaluación económica	159
VI.	CONCLUSIONES	160
VII.	RECOMENDACIONES	163
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	164
IX.	ANEXOS.....	167
	Anexo N° 01: Resolución de la autorización municipal del proyecto de investigación	167
	Anexo N° 02: Certificado de laboratorio	168
	Anexo N° 03: Perfil estratigráfico.....	169
	Anexo N° 04: Límites líquidos, plástico e índice de plasticidad	178
	Anexo N° 05: Análisis Granulométrico	187
	Anexo N° 06: Peso específico.....	223
	Anexo N° 07: Método capacidad de soporte (Proctor Y CBR) – Terreno natural.....	227
	Anexo N° 08: Método capacidad de soporte (Proctor y CBR) – almidón	236
	Anexo N° 09: Método capacidad de soporte (Proctor y CBR) – terrasil	254
	Anexo N° 10: Permeabilidad – Terreno natural.....	269
	Anexo N° 11: Permeabilidad – terreno natural + 8.8% Almidón de papa.....	270
	Anexo N° 12: Permeabilidad – terreno natural + Terrasil 1.4 kg/m ³	271
	Anexo N° 13: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – Terreno natural	272
	Anexo N° 14: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – terreno natural + 8.8% Almidón.....	274
	Anexo N° 15: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – Terreno natural + 1.4 kg/m ³ Terrasil	276
	Anexo N° 16: Mantenimiento con el polímero natural almidón de papa 8.8%	278
	Anexo N° 17: Mantenimiento con el polímero industrial Terrasil 1.4 kg/m ³	279

LISTA DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Composición de polímero.....	32
Imagen N° 2: Cadena de copolímero	32
Imagen N° 3: Polímero Terrasil	34
Imagen N° 4: Liofilización del chuño blanco	35
Imagen N° 5: Estructuras química de amilosa	36
Imagen N° 6: Estructura química de amilopectina.....	36
Imagen N° 7: Peso húmedo de la muestra C5-M2.....	38
Imagen N° 8: Cuchara de casagrande	38
Imagen N° 9: Juego de tamices.....	39
Imagen N° 10: Picnómetro.....	40
Imagen N° 11: Molde de proctor.....	41
Imagen N° 12: molde de CBR.....	42
Imagen N° 13: Equipo para el ensayo de permeabilidad	42
Imagen N° 14: Compactación de muestras	43
Imagen N° 15: Ubicación de calicatas en la localidad de Mocupe	45
Imagen N° 16: Excavación de Calicata.....	48
Imagen N° 17: Exploración de la calicata.....	48
Imagen N° 18: Obtención de la masa de la tara	50
Imagen N° 19: Obtención de la masa húmeda del suelo más tara	50
Imagen N° 20: Obtención de la masa seca del suelo más tara	51
Imagen N° 21: Cuchara de Casagrande.....	53
Imagen N° 22: Muestra obtenida de la cuchara de Casagrande.....	54
Imagen N° 23: Haciendo barritas cilíndricas	54
Imagen N° 24: peso de las barritas de suelo.....	54
Imagen N° 25: Picnómetro.....	56
Imagen N° 26: Picnómetro más muestra de suelo con agua destilada	56
Imagen N° 27: Muestra después de 24 horas	56
Imagen N° 28: Serie de tamices para análisis granulométrico.....	58
Imagen N° 29: Peso acumulativo.....	59
Imagen N° 30: Muestras retenidas por el tamizaje	59
Imagen N° 31: Ingreso del hidrómetro a la probeta.....	61
Imagen N° 32: Lectura del hidrómetro	61
Imagen N° 33: Tamizado de la muestra con el tamiz N°4.....	64
Imagen N° 34: Mezclado homogéneo agua más muestra de suelo	64
Imagen N° 35: Muestra para determinar la humedad	64
Imagen N° 36: Compactación con 25 golpes	65
Imagen N° 37: Peso de la muestra compactada	65
Imagen N° 38: Peso de molde para CBR	67
Imagen N° 39: Compactación de la muestra con el pisón.....	67
Imagen N° 40: Medir expansión	68
Imagen N° 41: Lectura final de expansión.....	68
Imagen N° 42: Lectura de penetración.....	68
Imagen N° 43: Permeámetro de laboratorio.....	70
Imagen N° 44: Compactación de la muestra con el pinzón	70
Imagen N° 45: Equipamiento final del permeámetro.....	71

Imagen N° 46: Mezclado homogéneo para la muestra de los especímenes.....	73
Imagen N° 47: Compactación de los especímenes.....	74
Imagen N° 48: Peso de especímenes.....	74
Imagen N° 49: Humedecimiento de los especímenes	74
Imagen N° 50: secado de los especímenes en el horno.....	75
Imagen N° 51: Raspado a los especímenes	75
Imagen N° 52: Rotura de los especímenes mediante el humedecimiento.....	75
Imagen N° 53: Desgaste de los especímenes por el raspado.....	76

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Curva granulométrica	85
Gráfico N° 2: Curva de densidad seca vs contenido de humedad - terreno natural	86
Gráfico N° 3: curva densidad seca vs curva de humedad - Almidón de papa 4%	88
Gráfico N° 4: curva densidad seca vs curva de humedad - 6% de almidón de papa	89
Gráfico N° 5: curva densidad seca vs curva de humedad – 8% de almidón de papa.....	90
Gráfico N° 6: curva densidad seca vs curva de humedad - 10% de almidón de papa	91
Gráfico N° 7: curva densidad seca vs curva de humedad - 12% de almidón de papa	92
Gráfico N° 8: Curva densidad máxima seca vs contenido de humedad – almidón de papa + Terreno natural	93
Gráfico N° 9: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 0.5 kg/m ³	94
Gráfico N° 10: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.0 kg/m ³	95
Gráfico N° 11: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.5 kg/m ³	96
Gráfico N° 12: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 2.0 kg/m ³	97
Gráfico N° 13: Curva densidad máxima seca vs contenido de humedad - Terrasil + Terreno natural.....	98
Gráfico N° 14: %CBR de las calicatas.....	99
Gráfico N° 15: CBR vs densidad seca - Terreno natural (C5).....	100
Gráfico N° 16: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 4% vs terreno natural	101
Gráfico N° 17: CBR vs densidad seca - Terreno Natural con almidón de papa 4%	102
Gráfico N° 18: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 6% vs terreno natural	103
Gráfico N° 19: CBR vs densidad seca - terreno natural con almidón de papa 6%	104
Gráfico N° 20: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 8% vs terreno natural	105
Gráfico N° 21: CBR vs densidad seca - terreno natural con almidón de papa 8%	106
Gráfico N° 22: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 10% vs terreno natural	107
Gráfico N° 23: CBR vs densidad seca- terreno natural con 10% almidón de papa	108
Gráfico N° 24: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 12% vs terreno natural	109
Gráfico N° 25: CBR vs densidad seca- terreno natural con 12% almidón de papa	110
Gráfico N° 26: Curva de CBR óptimo – Almidón de papa.....	111
Gráfico N° 27: Curva densidad seca vs curva de humedad - Almidón 8.8% (óptimo)	112
Gráfico N° 28: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 8.8% (óptimo) vs terreno natural	113
Gráfico N° 29: Comparación de CBR de la adición de terrasil 0.5 kg/m ³ con el terreno natural	114
Gráfico N° 30: CBR vs densidad seca- terreno natural con 0.5 kg/m ³ Terrasil.....	115
Gráfico N° 31: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1 kg/m ³ con el terreno natural	116
Gráfico N° 32: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.0 kg/m ³ Terrasil.....	117
Gráfico N° 33: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1.5 kg/m ³ con el terreno natural	118
Gráfico N° 34: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.5kg/m ³ Terrasil.....	119

Gráfico N° 35: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 2 kg/m ³ con el terreno natural	120
Gráfico N° 36: CBR vs densidad seca- terreno natural con 2.0kg/m ³ Terrasil	121
Gráfico N° 37: Curva de CBR óptimo - Terrasil	122
Gráfico N° 38: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.4 kg/m ³ (óptimo)	123
Gráfico N° 39: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1.4% vs terreno natural	124
Gráfico N° 40: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.4 kg/m ³ (Óptimo)-Terrasil.....	125
Gráfico N° 41: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural	129
Gráfico N° 42: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural	130
Gráfico N° 43: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 8.8% de almidón de papa.....	131
Gráfico N° 44: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 8.8% de almidón de papa.....	132
Gráfico N° 45: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 1.4 kg/ m ³ de almidón	134
Gráfico N° 46: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 1.4 kg/ m ³ de almidón.....	136
Gráfico N° 47: Comparación de densidad seca entre almidón vs Terrasil.....	143
Gráfico N° 48: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 4% Almidón de papa.	144
Gráfico N° 49: comparación de CBR: T.N vs T.N+ 6% Almidón de papa.	145
Gráfico N° 50: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 8% Almidón de papa.	146
Gráfico N° 51: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 10% Almidón de papa.	147
Gráfico N° 52: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 12% Almidón de papa.	148
Gráfico N° 53: Comparación de CBR: T.N vs T.N +8.8% Almidón de papa.	149
Gráfico N° 54: Comparación de CBR: T.N vs T.N +0.5 kg/m ³ Terrasil	150
Gráfico N° 55: Comparación de CBR: T.N vs T.N +1.0 kg/m ³ Terrasil	151
Gráfico N° 56: Comparación de CBR: T.N vs T.N +1.5 kg/m ³ Terrasil	152
Gráfico N° 57: Comparación de CBR: T.N vs T.N +2.0 kg/m ³ Terrasil	153
Gráfico N° 58: Comparación de CBR: T.N vs T.N +1.4 kg/m ³ Terrasil	154
Gráfico N° 59: Comparación de % CBR entre almidón vs terrasil.....	155
Gráfico N° 60: Comparación de la constante de permeabilidad K entre almidón vs Terrasil	156
Gráfico N° 61: Variación de volumen de los especímenes.....	157

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1: Categorías de la subrasante.....	24
Tabla N° 2: Clasificación de suelos	27
Tabla N° 3: Materiales de estabilización según el tipo de suelo.....	28
Tabla N° 4: Tablas de valores relativos de permeabilidad.....	30
Tabla N° 5: Número de puntos de investigación para pavimentos urbanos.....	46
Tabla N° 6: Delimitación de las avenidas exploradas en la localidad de Mocupe.....	46
Tabla N° 7: Operacionalización de variables	47
Tabla N° 8: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. Víctor Raúl	81
Tabla N° 9: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. Porvenir	82
Tabla N° 10: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. 28 Julio	82
Tabla N° 11: Tabla granulométrica de las calicatas de estudio.....	84
Tabla N° 12: Resultado de proctor modificado a muestra natural	86
Tabla N° 13: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 4% almidón de papa	87
Tabla N° 14: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 6% almidón de papa	88
Tabla N° 15: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 8% almidón de papa	89
Tabla N° 16: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 10% almidón de papa	90
Tabla N° 17: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 12% almidón de papa	91
Tabla N° 18: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N. con adición del 0.5 kg/m ³ de Terrasil.....	94
Tabla N° 19: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 1.0 kg/m ³ de Terrasil.....	95
Tabla N° 20: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 1.5 kg/m ³ de Terrasil.....	96
Tabla N° 21: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 2.0 kg/m ³ de Terrasil.....	97
Tabla N° 22: Resultados de CBR terreno natural	100
Tabla N° 23: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 4%	102
Tabla N° 24: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 6%	104
Tabla N° 25: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 8%	106
Tabla N° 26: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 10%	108
Tabla N° 27: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 12%	110
Tabla N° 28: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con almidón de papa 8.8 % (Óptimo)	112
Tabla N° 29: Resultados de CBR – terreno natural con 0.5 kg/m ³ Terrasil.....	115
Tabla N° 30: Resultados de CBR – terreno natural con 1.0 kg/m ³ Terrasil.....	117
Tabla N° 31: Resultados de CBR – terreno natural con 1.5 kg/m ³ Terrasil.....	119
Tabla N° 32: Resultados de CBR – terreno natural con 2.0 kg/m ³ Terrasil.....	121
Tabla N° 33: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con Terrasil 1.4 kg/m ³ (Óptimo)	123
Tabla N° 34: Resultados de CBR – terreno natural con 1.4kg/m ³ (óptimo) Terrasil.....	125
Tabla N° 35: Permeabilidad del terreno Natural	126

Tabla N° 36: Permeabilidad de T.N + 8.8% de almidón de papa	127
Tabla N° 37: Permeabilidad de T.N + 1.4 kg/m ³ de Terrasil	128
Tabla N° 38: Ensayo de durabilidad con terreno natural por medio de variación de volumen ..	129
Tabla N° 39: Ensayo de durabilidad con terreno natural por medio de variación de volumen y desgaste	130
Tabla N° 40: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 8.8% de almidón de papa por medio de variación de volumen	131
Tabla N° 41: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 8.8% de almidón de papa por medio de variación de volumen y desgaste	132
Tabla N° 42: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 1.4 kg/m ³ de Terrasil por variación de volumen	133
Tabla N° 43 Ensayo de durabilidad con terreno natural más 1.4 kg/m ³ de Terrasil por medio de variación de volumen y desgaste.....	135
Tabla N° 44: Precios unitarios con almidón de papa (8.8%)	137
Tabla N° 45: Resumen del presupuesto de la estabilización con almidón de papa al 8.8%	138
Tabla N° 46: Precios unitarios con terrasil 1.4 kg/m ³	139
Tabla N° 47: Resumen del presupuesto de la estabilización con terrasil de 1.4 kg/m ³	140
Tabla N° 48: Porcentaje de pérdidas de los especímenes	158
Tabla N° 49: Resultados de evaluación económica	159

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfoca principalmente en evaluar el efecto de la adición de los polímeros industrial Terrasil y polímero natural Almidón de papa en suelos finos, de las avenidas Víctor Raúl, 28 de Julio y El Porvenir de la localidad de Mocupe, distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo, región de Lambayeque; los cuales contienen más del 80% de material fino, 70% son limos y 10% son arcillas; también se analizará las propiedades mecánicas del suelo nativo y el efecto cuando se añade el polímero natural almidón de papa e industrial Terrasil con las dosificaciones estudiadas.

El polímero almidón de papa se trabajó con dosificaciones de 4%, 6%, 8%, 10% y 12%, en el cual el contenido óptimo nos dio 8.8%; con esta cantidad se mejoró las propiedades mecánicas como: capacidad de soporte (CBR) mejorando en un 169% y en permeabilidad se mejoró pasando de un suelo poco permeable a uno muy poco permeable, pero con la durabilidad se registró pérdidas de masa y variación de volumen.

Asimismo, con el polímero terrasil se trabajó con las dosificaciones propuestas por el proveedor que son 0.5, 1, 1.5 y 2 kg/m³, la dosis óptima es de 1.4 kg/m³, con esta cantidad se mejoró las propiedades mecánicas del suelo tales como: capacidad de soporte (CBR) en un 754.33%, la permeabilidad se convirtió de un suelo poco permeable a impermeable; la durabilidad se mejoró apreciándose escasa pérdida de masa y variación de volumen.

PALABRAS CLAVE: Limos, durabilidad, permeabilidad, Terrasil, Almidón de papa, capacidad de soporte, adición y subrasante

ABSTRACT

The research work is mainly focused on evaluating the effect of the addition of industrial polymers Terrasil and the natural polymer potato starch on fine soils, of the Victor Raul, 28 de Julio and El Porvenir avenues in the town of Mocupe, district of Lagunas, province of Chiclayo, region of Lambayeque; which contain more than 80% of fine material, 70% are silts and 10% are clays; the mechanical properties of the native soil and the effect when the natural polymer potato starch and industrial Terrasil are dosages studied will also be analyzed.

The potato starch polymer was worked with dosages of 4%, 6%, 8%, 8%, 10% and 12%, in which the optimum content gave us 8.8%; with this amount the mechanical properties were improved, such as: bearing capacity (CBR) improved by 169% and permeability was improved, going from a slightly permeable soil to a very slightly permeable one, but with the durability there were losses of mass and variation of volume.

Likewise, with the Terrasil polymer we worked with the dosages proposed by the supplier which are 0.5, 1, 1.5 and 2 kg/m³, the optimum dosage is 1.4 kg/m³, with this quantity the mechanical properties of the soil were improved such as: bearing capacity (CBR) by 754.33%, the permeability was converted from a low permeable soil to impermeable, the durability was improved with little loss of mass and variation in volume.

KEYWORDS: Slimes, Durability, Permeability, Terrasil, Potato Starch, Bearing Capacity, Addition and Subgrade

I. INTRODUCCIÓN

Según Lambe y Whitman [1], afirma que el suelo es el material de construcción más abundante en nuestro planeta, por lo que en la historia antigua se empleaba el suelo para las construcciones de ciudadelas, tumbas, caminos, entre otras obras ingenieriles; el uso más común de los suelos era la pavimentación tanto para una trocha carrozable de uso vecinal como también para vías de comunicación de otras ciudades.

Uno de los problemas de pavimentación que aquejan a los pobladores de una localidad es la calidad de la vía, esto se debe a que no se ha realizado un mejoramiento superficial del suelo, lo cual se conseguiría a través de métodos de estabilización los cuales podrían ser como: material de préstamo, estabilización mecánica, química, etc. Este problema es muy común en centros poblados costeros como ocurre en el centro poblado de Mocupe.

En las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir de la localidad de Mocupe, Distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, presentan suelos limosos ligeramente plásticos con arenas (ML), estas muestras de suelos se llevaron al laboratorio para determinar las propiedades físicas-mecánicas, la capacidad de soporte que se obtuvo fue baja ($3 < \text{CBR} < 4$), por lo tanto, en un proyecto de pavimentación la subrasante debe ser mínimo de 7%, es decir que se necesita mejorar las propiedades de esos suelos nativos, por lo que se planteó como una alternativa emplear dos polímeros como productos estabilizantes, los cuales el polímero natural el almidón de papa y el polímero industrial terrasil.

Se analizará el incremento de la capacidad de soporte (CBR) al aplicar dichos polímeros por cada dosificación analizada hasta lograr el contenido óptimo, que permitirá mejorar las propiedades físicos-mecánicas del suelo

Desde el punto de vista técnico el tema de investigación permitirá analizar la influencia de la adición del polímero natural almidón de papa y polímero industrial terrasil al suelo nativo analizando su incremento de la capacidad de soporte con la dosificación óptima; además se analizará la mejora de las propiedades de permeabilidad y durabilidad, este último consiste en que los especímenes se someterán a las acciones de humedecimiento, que provocará que sus dimensiones (diámetro y altura) incrementen y el secado en horno va permitir que se reduzcan sus dimensiones, además un espécimen se someterá a una acción de raspado, lo que va permitir determinar la cantidad del desprendimiento del material del suelo estabilizado.

El presente trabajo de investigación plantea como objetivo principal realizar un análisis comparativo entre el polímero industrial Terrasil y el polímero natural almidón de papa para mejorar las propiedades del suelo nativo de las avenidas, también se verán objetivos específicos

Anteriormente expuesto, se planteó como objetivo realizar una evaluación comparativa entre el polímero industrial terrasil y polímero natural almidón de papa, para mejorar las propiedades del suelo nativo en las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir de la localidad de Mocupe, también se verá objetivos específicos como: clasificar el suelo nativo de la avenida Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, mediante los sistemas SUCS y AASHTO, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo nativo de las avenidas: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, determinar la dosificación óptima de los polímeros a emplear: Terrasil y almidón de papa que permitirán mejorar las propiedades mecánicas del suelo nativo de las avenidas: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, analizar la durabilidad que tendrá el suelo estabilizado cuando se le adicione el contenido óptimo del polímero terrasil y almidón de papa y analizar los resultados de CBR y permeabilidad que se obtienen con el contenido óptimo al emplear el polímero terrasil y almidón de papa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Huancoillo Humpiri, Yúnior. 2017. Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza Volante y Cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvió Huancané – Chupa-Puno. Tesis de grado: Universidad Nacional del Altiplano.

El tema de investigación propone utilizar la ceniza volante que es un residuo que proviene de la planta termoeléctrica en Ilo- Moquegua, añadiendo cal, para emplearlo como medio estabilizante, para poder utilizarlo en el tramo que es trocha y mejorar las propiedades mecánicas de ese suelo, además se emplearía como un pavimento de bajo volumen de tránsito, concluyendo que existe viabilidad técnica y económica para la construcción de pavimentos cenizas volantes de carbón como material estabilizador de suelos. [2]

Ramos Hinojosa, Gabriel Paúl. 2014. Mejoramiento de Subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica. Tesis de grado: Universidad Nacional del Centro del Perú.

El objetivo de este tema de investigación determina la dosificación necesaria para que el suelo logre obtener las propiedades requeridas con la adición de polímero reciclado empleando a la subrasante, cumpliendo con las consideraciones técnicas de la norma de manual de carreteras 2013, obteniendo como resultado el incremento del CBR a un 26 % y reduciendo la expansión a 1.5%. [3]

De la cruz Gutiérrez, Lizeth Mercedes y Salcedo Rojas Kaite Karen. 2016. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en palian – Huancayo - Junín. Tesis de grado: Universidad Peruana los Andes.

El tema de investigación se enfoca en emplear polímeros industriales Eco Road 2000 para estabilizar el suelo de su localidad basándose en las normas: MTC, normas técnicas peruanas y el ASTM, con la finalidad de evaluar por medio de ensayos el incremento de la capacidad de soporte y finalmente ver la sostenibilidad del proyecto. [4]

Nesterenko Cortes Darko. 2018. Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Tesis de Postgrado Maestría: Universidad de Piura.

El tema de investigación propone realizar un procedimiento constructivo de una estabilización con distintos productos de polímeros, trabajando en paralelo a la realidad que afronta nuestro país, concluyendo finalmente que los polímeros industriales logran una gran mejora de las características físicas- mecánicas. [5]

2.1.2. Antecedentes Internacionales

Velandia Sanabria Cristhian Camilo y Parra Pérez Manuel Leonardo. 2016. Suelo A-2(6), Estabilizado con cemento sustituyendo la fracción pasa el tamiz N° 4 y retiene N° 10 del agregado por polímero de alta densidad (PEHD). Tesis de Grado: Universidad de La Salle

El tema de investigación que propusieron los autores es emplear el Polietileno de Alta Densidad (PEHD), con la finalidad de mezclar con el cemento para una estabilización del suelo, para así poder analizar el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo mediante los ensayos tales como la resistencia a la compresión, durabilidad, CBR.[6]

Calderón Ramírez Jahir Leonardo y Velosa Hernández María Alejandra. 2017. Análisis de resistencia a la compresión inconfiada y durabilidad de un suelo arcilloso estabilizado con cal adicionando fibras de material no biodegradable, polietileno de alta densidad (polisombra) reciclada. Tesis de Grado: Universidad de La Salle.

Los autores en esta investigación proponen analizar la influencia de las fibras de polietileno de alta densidad (polisombra), cuyo material es reciclado y tratado, en una estabilización de suelos arcillosos con cal, por lo cual pretenden analizar dos ensayos mecánicos que son la resistencia de la compresión inconfiada y la durabilidad, se realizaran en laboratorio los especímenes de los dos ensayos para analizar la influencia de esta polisombra con la cal.[7]

2.2. Bases Teórico Científicas

2.2.1. Norma CE. 0.10: Pavimentos Urbanos

La norma peruana CE 0.10: Pavimentos Urbanos (2010); nos detalla los requerimientos mínimos que se debe de realizar para una exploración a cielo abierto con la finalidad de una pavimentación; en la tabla N° 1, detalla los puntos de exploración (calicatas) que se realizará según el tipo de vía con respecto al metro cuadrado; como así también nos indica los tipos de ensayo de EMS que se debe realizar a los estratos que se obtendrá del suelo. [7]

2.2.2. Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos – Perú

En el manual de carreteras en la sección de suelos y pavimentación, nos brinda las consideraciones sobre estabilización de suelos, abarcando estudios realizados para el tratamiento de subrasantes, dando criterios básicos para una estabilización de suelos; como así también detalla los tipos de métodos de estabilización que se puede realizar como: combinación de suelos, sustitución de los suelos, estabilización mecánica, con incorporación de cal, cemento, cloruros, etc.

2.2.3. Normas ASTM

Las normas internacionales ASTM son requeridas a nivel mundial por el reconocimiento que tiene esta entidad.

Ensayo de permeabilidad (ASTM D 2434)

Norma publicada en el año 1994. La permeabilidad del suelo es la facilidad del agua a penetrar la estructura del mismo; la finalidad del ensayo de permeabilidad consiste en determinar el coeficiente de permeabilidad (K), mediante el teorema de Bernoulli. [8]

Ensayo de Durabilidad (Humedecimiento y secado de muestras cilíndricas (ASTM D 559)

Norma publicada en el año 2012. Este ensayo permitirá determinar la resistencia al desgaste que presentará los especímenes compactados, mediante ciclos de humedecimiento y secado. [9]

2.2.4. Normas Técnicas Peruanas

Las normas técnicas peruanas antes eran publicadas por INDECOPI, en la actualidad están siendo gestionados por INACAL, que estas se encargan de publicarlas.

Método de ensayo para determinar el contenido de humedad en el suelo (NTP 339.127)

Norma publicada en el 2014. El método consiste en determinar el peso del agua expresando en porcentaje (%), para obtener el porcentaje se obtiene: de la relación de la masa del agua entre la masa del suelo sueco [10].

Método de ensayo para el análisis granulométrico (NTP 339.128)

Norma publicada en el 2014. Este método consiste en determinar el diámetro de las partículas del suelo por medio de unos tamices y también por el método de sedimentación. [11]

Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad del suelo. (NTP 339.129)

Norma publicada en 2014. Este método consiste en determinar el índice de plasticidad por medio de los límites líquidos y plásticos, estos datos son muy útiles debido a que esos datos se podrá clasificar el suelo. [12]

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo (NTP 339.131)

Norma publicada en 2014. Este método consiste en determinar el peso específico relativo de las partículas del suelo a través del picnómetro. [13]

Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) (NTP 339.134)

Norma publicada en 2014. Este método consiste en determinar la tipología del suelo ya sea para granos gruesos y finos; clasificando según las características de la granulometría y los límites de Atteberg. [14]

Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)) (NTP 339.141)

Norma publicada en 2014. Este ensayo mecánico consiste en la compactación de la muestra del suelo con la finalidad de contener el contenido de humedad óptimo y su densidad máxima seca, que será de importancia para poder realizar el ensayo de CBR. [15]

California Bearing Ratio (CBR) de suelos (NTP 339.145)

Norma publicada en 2014. Este ensayo mecánico consiste en presentar un índice de resistencia, con la finalidad de evaluar el potencial que posee el suelo, material para base y subbase. [16]

2.2.5. Suelos

El suelo tiene diversas definiciones, según la rama de quien lo fundamenta, para los geólogos lo definen como: “todo material que se encuentra en contacto con la intemperie y con contenido de materia orgánico cerca de la superficie”, para los agrónomos lo definen como “la corteza de sustento de la vida vegetal”. [17]

El suelo está conformado por distinta granulometría y variedad mineralógica, debido a que el suelo se origina por la alteración de las rocas (meteorización) por fenómenos atmosféricos en un tiempo prolongado o apreciable. La meteorización es la desintegración de las rocas por acción del viento, calor y agua. [18]. Otras definiciones como el ingeniero Crespo Villalaz lo define al suelo como la desintegración y/o alteración de la parte superior de la corteza terrestre mediante acciones físicas y/o químicas, en los efectos químicos se produce a la composición mineralógica del estrato superior con la roca madre, en cambio por los efectos físicos se produce por medio del desgaste de la roca por agentes climáticos: sol, agua, viento. [19], teniendo una definición más concreta sobre el suelo se puede decir que el suelo es el producto de la meteorización de las rocas producidos por agentes externos, a producto de ese fenómeno estén conformado por diámetros y su composición mineralógica.

2.2.5.1. Subrasante

La subrasante es la capa superior del terraplén que va a soportar la estructura del pavimento de tal manera que no se vea afectada por la carga de tránsito [20]. Asimismo el autor Ramos Hinojosa [3], afirma que para el diseño de pavimento se considerará cuatro factores fundamentales: tránsito, clima, materiales disponibles y capacidad de la subrasante. El factor del tránsito es muy importante debido a que nos permitirá determinar un dimensionamiento de los pavimentos debido a las cargas puntuales que ejerce el móvil hacia el carril. El factor del clima es muy importante, ya que se tiene que considerar la acción de las lluvias y como esta influye en las propiedades de la subrasante, como así también es fundamental la disposición de los materiales que será utilizados para la estructura del pavimento sea de buena calidad con el fin de que el pavimento dure el tiempo proyectado, y por último mejorar la capacidad de la subrasante, ya que de este depende el espesor que tendrá el pavimento tanto para un pavimento flexible o rígido.

Tabla N° 1: Categorías de la subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
<i>S₀: Subrasante Inadecuada</i>	<i>CBR <3%</i>
<i>S₁: Subrasante Insuficiente</i>	<i>De CBR ≥ 3% a CBR <6%</i>
<i>S₂: Subrasante Regular</i>	<i>De CBR ≥ 6% a CBR <10%</i>
<i>S₃: Subrasante Buena</i>	<i>De CBR ≥ 10% a CBR <20%</i>
<i>S₄: Subrasante Muy buena</i>	<i>De CBR ≥ 20% a CBR <30%</i>
<i>S₅: Subrasante Excelente</i>	<i>De CBR ≥ 30%</i>

Fuente MTC 2013, 2019.

En la tabla N°1, se categoriza las subrasantes por medio de los resultados de la capacidad de soporte, ya sea desde inadecuadas estas tienen que ver a su calidad de los cuales unas de las características de estos suelos son muy finos en cambio de subrasante de buena hasta excelente que estos poseen suelos granulares con poca presencia de finos.

2.2.5.2. Propiedades físicas de los suelos

a) Plasticidad

Para el ingeniero Crespo Villalaz [19] define que la plasticidad es la propiedad que presenta el suelo a la deformación sin poder romperse, sin embargo en las arcillas presenta una peculiaridad ya que su grado de plasticidad son variables. Para poder medir esta propiedad es mediante límite de Atterberg, que se realiza en laboratorio obteniendo límite líquido, límite plástico, la diferencia los dos se obtiene el índice de plasticidad.

- Límite Líquido

El límite líquido es el contenido de agua (expresado en porcentaje (%)) que tiene el espécimen, para poder cerrar la ranura que se hace en una copa de bronce llamada cuchara de Casagrande, este procedimiento está respaldado por la norma internacional ASTM D-4318. [21]

- Límite Plástico

El límite plástico es la etapa inferior de la etapa plástica; esto quiere decir que el espécimen tiene la propiedad de formar barritas con un diámetro de 3.2 mm, este procedimiento está respaldado por la norma internacional ASTM D-4318. [21]

- Índice de Plasticidad

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y plástico; los valores anteriormente obtenidos son de mayor utilidad ya que se empleará para la clasificación de suelos por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). [21]

b) Granulometría

El análisis granulométrico del suelo es la cuantificación en porcentaje de los diámetros en que está compuesto el suelo, para realizar la clasificación de los diámetros se realiza a través del tamizado.

2.2.5.3. Tipos de suelos

a) Gravas

Las gravas son fragmentos de roca, se puede encontrar de forma natural en los lechos de los ríos producto que son arrastradas por el agua, estos en el traslado sufren el desgaste de sus aristas; estas gravas se obtienen de los cantos rodados. Existen también gravas que se obtiene de manera artificial, que es producto de la trituración de una roca en una chancadora. [19]

b) Arenas

Las arenas son provenientes en paralelo de la misma procedencia de las gravas, por lo que también se pueden encontrar en los lechos de los ríos; las arenas al secarse no se contraen al secarse, son muy comprensibles por lo que se le puede aplicar carga en su superficie. [19]

c) Limos

Los limos son aquellos suelos de grano fino, cuyo diámetro está comprendido entre 0.05 mm y 0.005 mm. Los limos presentan una permeabilidad muy baja y su comprensibilidad muy alta. [19]

d) Arcillas

Son aquellos suelos que sus partículas tienen diámetro inferior a 0.005 mm, estos suelos al adicionarles agua se comportan como plástico [19].

2.2.5.4. Clasificación de los suelos

La Clasificación de los suelos nos permite conocer las características y el uso que se puede dar. Existe una clasificación de las partículas dependiendo, por su tamaño.

La clasificación de suelos por el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), tal como se presenta en la tabla N°2, donde se observa que hay dos tipos de suelos: suelo de partículas finas y suelo de partícula gruesas, especificando que en suelo de grano grueso debe retener más del 50% de peso por el tamiz N° 200, en cambio un suelo de partícula fina pasa por el tamiz N° 200, los suelos se designan por símbolos de grupo, que estos se obtienen a través de la carta de plasticidad. [19]

Tabla N° 2: Clasificación de suelos

DIVISIÓN MAYOR		SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE LA CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO				
SUELOS PARTICULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla N°200 Más de la mitad de la fracción gruesa retenida por la malla N°4	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa retenida por la malla N°4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA N°4	GRAVAS LIMPIAS Poco o nada de partículas finas	GW	Gravas bien graduadas, mezcla de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMINARSE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (fracción que pasa por la malla N° 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICARÁN COMO SIGUE: MAYOR DE 5/8": GW/GP			
		GRAVAS CON FINOS Calidad apreciable de partículas finas	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco de finos				
		GRAVAS CON FINOS Calidad apreciable de partículas finas	GRAVAS CON FINOS Calidad apreciable de partículas finas	GM		d u Gravas limosas, mezclas de gravas, arena y limos	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP MENOR QUE 4	Arriba de la "línea A" y con I.P entre 4 y 7 son casos de frecuente en que requieren el uso de símbolos dobles
				GC		Gravas arcillosas, mezcla de gravas, arena y arcilla		
		ARENAS CON FINOS Poco o nada de partículas finas	ARENAS CON FINOS Poco o nada de partículas finas	SW		Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos	Cu = D60/D10 mayor de 6; Cc= (D30)2/(D60*D10) entre 1 y 3.	NO SATISFACENTODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA SW
				SP		Arena mal graduada, arena con grava, con poco o nada de finos		
		ARENAS CON FINOS Poco o nada de partículas finas	ARENAS CON FINOS Poco o nada de partículas finas	SM		d u Arenas limosas, mezclas de arena y limo	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O IP MENOR QUE 4	Arriba de la "línea A" y con I.P entre 4 y 7 son casos de frecuente en que requieren el uso de símbolos dobles
				SC		Arenas arcillosas, mezclas de arenas y arcilla		
		SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla N° 200 Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla N°200) son aproximadamente las mas pequeñas visibles a simple vista	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50		ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos	G-Grava, S- Arena, O- Suelo Orgánico, P-Turba, M- Limo, C- Arcilla W- Bien Graduada, P- Mal Graduada, L- Baja Compresibilidad, H- Alta Compresibilidad
						CL	Arcillosos inorgánicos de baja o media plasticidad, arcilla con grava, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcilla pobre	
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad							
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido mayor de 50	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido mayor de 50		MH	Limos inorgánicos				
			CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad				
			OH	Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad				
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS			P	Turba y otros suelos altamente orgánicos				

CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)

**** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA : LOS SUELOS QUE LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACION DE LOS DOS SIMBOLOS POR EJEMPLO: GW-GC; MEZCLA DE ARENA Y GRAVA, BIEN GRADUADA CON CEMENTANTE ARCILLOSO.**

° TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.

***LA DIVISION DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS UNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LIMITES DE ATTERBERG EL SUELO d SE USA CUANDO EL LL ES DE 28 O MENOS Y EL IP ES DE 6 O MENOS EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL LL ES MAYOR QUE 28**

Fuente: Clasificación de suelos SUCS, 2019.

2.2.5.5. Estabilización de suelos

Una estabilización de suelos es el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo, mediante la incorporación de sustancias que permitirá mejorar sus propiedades, estas sustancias pueden ser: industriales o sintéticos y naturales. Se empleará la estabilización siempre y cuando el suelo presenta un CBR menor al 6%. [22]. En la tabla N°3 recomienda emplear el producto estabilizante para las características que presenta el suelo.

Tabla N° 3: Materiales de estabilización según el tipo de suelo

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSEACIÓN ⁽²⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽³⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2068 Sección 3068 ASTM C159 AASHTO M85	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO ⁽⁴⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁶⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A-3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.8% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁶⁾ - AF < 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2068 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% < IP ≤ 50% CMO ⁽⁴⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTCE 1169	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽⁴⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2068 Sección 309B ASTM E534 MTCE 1169	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽⁴⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTCE 1169	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽⁴⁾ < 3.0% pH mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2068 Sección 308B MTCE 1169	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽⁴⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < NP.200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽⁴⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Estudios Especiales del MTC

Fuente MTC 2013, 2019.

2.2.6. Tipos de estabilización

a) Estabilización mecánica

La estabilización mecánica consiste en mejorar las propiedades del suelo de dos maneras: una es por densificación y la otra que consiste en mejorar sus características granulométricas, añadiendo otro material que incremente la capacidad granular. En el Perú este método de estabilización es muy difundido para el proceso constructivo de las capas estructurales de un pavimento (base y subbase), empleando equipos mecánico convencional como la motoniveladora, rodillo compactador, etc. [23]

b) Estabilización de suelos con geosintéticos

Los materiales geosintéticos presentan una gran resistencia frente a los agentes agresivos como también gran resistencia mecánica. Las geomallas también se emplean para reforzar la base de un pavimento flexible; para cimentaciones; estos materiales funcionan para evitar la propagación de agua en suelos húmedos. [22]

c) Estabilización de suelos con polímeros

La estabilización de suelos empleando polímeros es un procedimiento químico, que permitirá dotar de buenas características al suelo, incrementado sus propiedades mecánicas, debido a unos de sus componentes que poseen que es la anilina, la cual permitirá incrementar la resistencia mecánica del suelo, debido a una de sus propiedades que es la cohesión, que va permitir la unión de partículas pequeñas para formar una partícula más grande. [24]

Los polímeros actúan en el suelo como un agente catilico a través de un enlace iónico, mediante la cantidad de arcillas, con la finalidad de reducir la capacidad de absorber el agua para que el suelo resista una capacidad de carga óptima, y poder lograr una excelente estabilización.

d) Estabilización química

a. Estabilización Iónica

La estabilización química consiste en un intercambio iónico entre los agentes estabilizadores con las partículas de las arcillas, por lo que se desplazara el agua de absorción lo que provocará que se reduzca el hinchamiento, así obteniendo una mayor densidad por compactación y se aumentara la capacidad de carga por fricción entre partículas. [25]

2.2.7. Propiedades

Las propiedades que presenta un suelo estabilizado son:

a) Resistencia

La resistencia de los suelos se relaciona con la humedad, en el caso de que un suelo arcilloso este demasiado húmedo su resistencia disminuye, mejorando cuando tiene un grado de humedad adecuado, lo cual se facilitaría también a través de una compactación adecuada. [18].

b) Permeabilidad

Un suelo estabilizado mejora su permeabilidad debido a la disminución del número de poros evitando de esa manera el exceso en estos espacios lo cual podría provocar arrastres de material de suelo o la formación de barro. Esto se podría mejorar a través de la compactación. [27].

Tabla N° 4: Tablas de valores relativos de permeabilidad

Permeabilidad relativa	Valores de K (cm/seg)
Muy Permeable	$>1 \times 10^{-1}$
Moderadamente permeable	$1 \times 10^{-1} - 1 \times 10^{-3}$
Poco permeable	$1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-5}$
Muy poco permeable	$1 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-7}$
Impermeable	$< 1 \times 10^{-7}$

Fuente: Terzaghi K. y Peck R. 1980, 2020.

c) Compresibilidad

La compresibilidad es una propiedad mecánica del suelo, pues si se modifica la permeabilidad, esto provocaría que exista una alteración de las fuerzas existentes entre las mismas partículas, ya siendo en magnitud como en sentido, en consecuencia, la compresibilidad de un suelo puede ocasionar variaciones importantes, esto depende de: relación de carga, tiempo, naturaleza del líquido intersticial, sensibilidad del suelo. [18]

d) Durabilidad

La durabilidad es otra propiedad del suelo, esta se refiere a la resistencia que se someterá a las acciones del interperismo, la erosión y abrasión producidos por agentes externos, por tal motivo es importante la durabilidad en las vías terrestres; esta propiedad no solo se mide para pavimentos sino también para suelos estabilizados. [18]

e) Adherencia

La tensión superficial se ve muy relacionada a esta propiedad debido a que las partículas del suelo y las moléculas de agua se adhieren en forma coligativa. El efecto de la adhesión es mantener las partículas unidas, por lo que si el contenido de agua que se usa para permitir esta acción es mayor la adhesión disminuye. [25]

La adhesión es la propiedad de mantener unidas pequeñas partículas con otras, empleando un agente que dote de este efecto.

f) Cohesión

Es la atracción entre partículas mediante las fuerzas moleculares y moléculas de agua, esto variara con respecto a su contenido de humedad; en los suelos arcillosos presentan una cohesión entre $0.25 - 1.5 \text{ kg/cm}^2$, en suelos muy poco y arenas es nula. [28]

2.2.8. Ventajas

Un suelo es muy importante ya que permite una gran durabilidad a la infraestructura del pavimento:

a) Ventajas técnicas

Un suelo estabilizado permite que el tráfico sea más fluido, que no presente inconvenientes; para esto se ha tenido que lograr las propiedades requeridas en el proyecto, asegurando la estabilidad de la explanada frente a los cambios climáticos que puedan alterar la infraestructura, para que la resistencia no se vea afectada. [29].

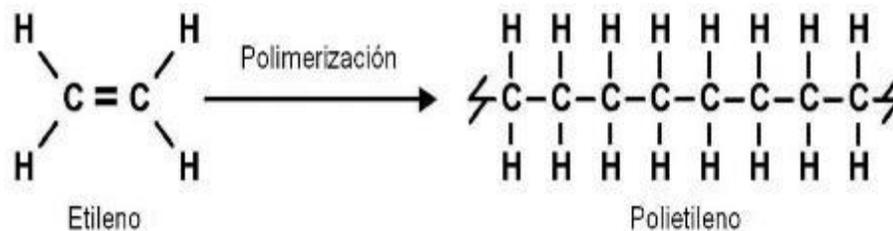
2.2.9. Polímeros

Según Chang define que “polímero es aquel compuesto molecular que se diferencia por tener una masa molecular grande, abarcando millones de gramos, además que está conformado de repeticiones de estas unidades”. [30]

Los polímeros es una composición de cadenas de monómeros, a través de enlace covalente, formado por cadenas de carbono. [31].

Un polímero está formado por una cadena de monómeros.

Imagen N° 1: Composición de polímero



Fuente Google, 2019.

2.2.10. Clasificación

2.2.10.1. Según su composición

a) Homopolímeros

Se denomina homopolímero, aquel que está conformado por una sola cadena de monómero.

[32]

b) Copolímeros

Se llama copolímero, aquel que está conformado por dos tipos de monómeros diferentes, por linealidad existen: copolímero alternado, en bloque o al azar. En los copolímeros alternados, estos monómeros se repiten a continuación de uno a otro, en el caso de copolímero bloque están agrupados en bloque y al azar se repiten aleatoriamente. [32].

Imagen N° 2: Cadena de copolímero



Copolímero alternado



Copolímero en bloque



Copolímero al azar

Fuente Google, 2019.

2.2.10.2. Según su origen

a) Polímeros Industriales

El primer uso comercial de estos polímeros fue el estireno derivados de cauchos sintéticos hechos por copolimerización de dienos en 1900, en 1930 en Alemania se produjo comercialmente el poliestireno, esto conllevó al ingreso de este material a Estados Unidos, incentivando una producción a gran escala. [33].

a. Terrasil

El producto es soluble con el agua y se aplica por medio de un aspersor sobre suelos de diferentes tipos para generar los siguientes beneficios:

- ❖ Mejor compactación: Terrasil permitirá lograr los mismos resultados de compactación, y con rangos más flexibles en el contenido de humedad. [34]
- ❖ Reducción de expansividad: los suelos se expanden y contraen generando esfuerzos de fatiga, esto produce grietas y deterioro en toda la estructura del camino; por lo que Terrasil genera reducir la expansividad en suelos con índice de plasticidad menor a 50. [34]
- ❖ Impermeabilización molecular: la solución de agua con terrasil se esparce sobre la superficie que se va tratar al suelo; debido a los grupos de Silano Hidrolizado (SiOH) que penetran en el suelo, con la finalidad de generar cadenas de alquilo siloxano crean una membrana que repele el agua. [34]

1. Composición Química

a. Organosilano iónico

Es un compuesto orgánico que contiene enlaces covalentes entre átomos de carbono y silicio, este compuesto está conformado en un 65 – 70% siendo este compuesto el que predomina en todo el producto.

b. Alcohol Bencílico

Es un compuesto orgánico que al procesarlos químicamente se obtiene un líquido incoloro con un aroma agradable. El alcohol también puede ser conocido como: Fenilcarbinol, Alfa-hidroxitolueno, Bencilcarbinol y Fenilmetil alcohol, Fenilmetanol, Bencenometanol. [35]

La fórmula molecular de este alcohol es C_7H_8O . Para la elaboración de este polímero industrial se empleó entre un 25- 27% de alcohol bencílico, aunque se tiene cierto cuidado debido a que puede ocasionar pequeñas lesiones en la piel inclusive puede ocasionar alergias.

c. Etilenglicol

Es un compuesto químico orgánico que pertenece al grupo de los dioles, este compuesto es un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso; está compuesto por un total de 3 -5% en el contenido.

2. Características

Terrasil es un producto que se encuentra en estado líquido, es de color rojizo pálido, que es soluble con el agua, su densidad de este producto es 1.04 g/mL, no es explosivo, pero se requiere tener cierto cuidado al momento de utilizarlo, por lo que es necesario usar equipo de protección de seguridad. [34].

Imagen N° 3: Polímero Terrasil



Fuente Google, 2019.

b) Polímeros Naturales

Los polímeros naturales han sido utilizados desde el inicio de la historia del hombre, ha dependido de la materia vegetal y animal para el sustento, protección, saciar sus necesidades básicas. Los antiguos griegos empleaban el ámbar, los antiguos romanos empleaban el mastique de goma para la salud oral, en la cultura china utilizaban la seda para el uso de ropa, en los andes se utilizaba el almidón como alimento en época de las heladas [33].

Existen diversidades formas de polímeros naturales tales como: la quitina, el almidón, la celulosa, seda, caucho, algodón, etc.

1. Almidón

El almidón, se encuentra ampliamente distribuido en las plantas donde es almacenado como reserva de hidratos de carbono alojados en semillas, tubérculos, tallos, raíces. [35].

Los almidones constituyen la gran parte de los alimentos que consumimos diariamente, en si el almidón es la mezcla de la amilosa y la amilopectina. estos a su vez están formados por la glucosa [36].

Dentro de todos los productos que contienen almidón en su composición son: las harinas de tubérculos (Harina de papa, yuca, etc.), cereales (arroz, trigo, maíz), menestras, etc. En este tema de investigación se utilizará el almidón de papa o chuño blanco como producto para estabilización de suelos.

a. Chuño blanco

El chuño blanco es un alimento derivado de la papa, se caracteriza por ser un producto deshidratado, su gran resistencia al tiempo y su alto contenido de calórico, es inclusive mucho mayor que el de una papa fresca [37].

El chuño es el producto del proceso de la liofilización natural de la papa; es decir que se deshidrata a ambientes externos, fríos y exposición al sol. Durante esta exposición se recubre los tubérculos con abundante paja para 20 a 30 días para eliminar impurezas. Después de este tiempo se retiran las papas del agua para su apisonamiento y la eliminación de líquidos.

Imagen N° 4: Liofilización del chuño blanco

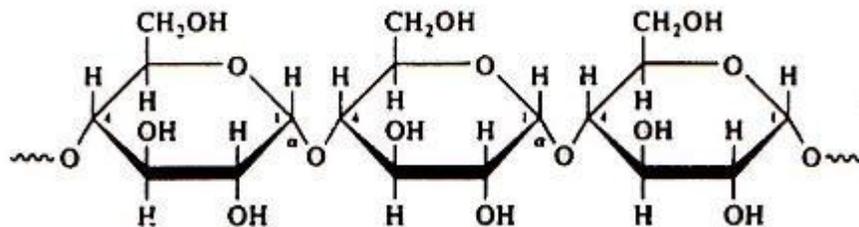


Fuente: Alianza Institucional para el desarrollo competitivo de la tunta, Puno- Perú, 2019.

- Amilosa

Está compuesta por cadenas largas constituidas por glucosa unidas, conformado por enlaces α -(1,4) aproximadamente 99 %, y un 1% por enlaces α -(1,6) conteniendo alrededor de 1000 moléculas de glucosa. [26]

Imagen N° 5: Estructuras química de amilosa

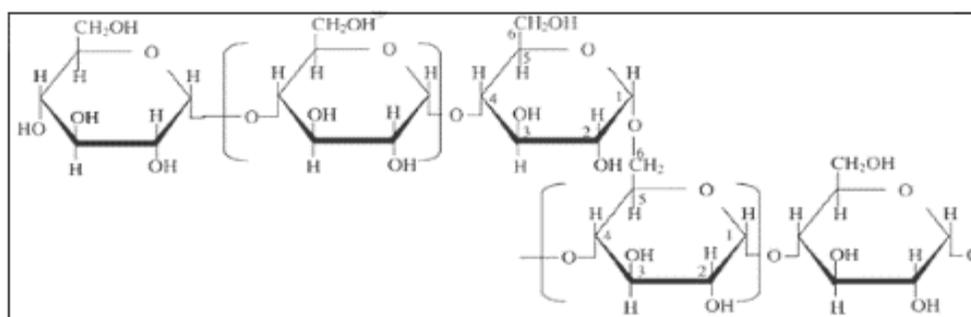


Fuentes: Tester y Karkalas, 2019.

a) Amilopectina

La amilopectina está compuesto por unidades de glucosa por enlaces α -(1,4) aproximadamente 95%, y un 5% por enlaces α -(1,6) conteniendo alrededor de 15 a 35 unidades de glucosa [26]

Imagen N° 6: Estructura química de amilopectina



Fuente Tester y Karkalas (2001), 2019.

c) Gelatinización

Según Lipa y Maquera [26], describe que la gelatinización del almidón es un proceso que se da en presencia de agua, el cual transforma a los gránulos insolubles del almidón, en una solución de sus moléculas constituyentes (amilosa y amilopectina). Los gránulos del almidón son insolubles en agua fría, pero se hidratan e hinchan en agua caliente dando origen a la formación de pastas viscosas, a este fenómeno se le denomina gelatinización, la amilosa se difunde en el agua formando un gel.

La gelatinización ocurre en un rango aproximadamente 60° - 67° C, lo que provoca una pasta viscosa, esta viscosidad permite que las moléculas del almidón se hinchen y ocupen los espacios de los vacíos; provocando que la amilosa forme un gel que finalmente soporte los gránulos compuestos por la amilopectina. [38].

Por lo que se puede decir que la gelatinización es una propiedad del almidón que al hidratarlo con una temperatura adecuada forma una pasta viscosa, provocando que las moléculas del almidón se hinchen, así reduciendo los vacíos.

d) Lípidos

Los lípidos en el chuño se encuentran en pocas cantidades (0.05%); pero estos generan de que disminuyen la capacidad de hinchamiento, pero tiene la capacidad de retener agua. [26]

2.2.10.3. Según su comportamiento al calor

e) Termoplásticos

Son polímeros de cadenas largas que cuando se calientan y se moldean a presión, se encuentran en: polietileno, polipropileno, poliestireno, poli cloruro de vinilo y poliuretano. Estos polímeros se encuentran en abundancia siendo su consumo total alrededor de 78-80%. [24]

f) Termoestables

Estos polímeros una vez moldeados en caliente, se enfrían y quedan rígidos, pero estos ya no pueden volver moldearse. Las fibras de estos polímeros pueden tejerse en hilos finos y los elastómeros poseen gran elasticidad, el elastómero se puede encontrar en su estado natural en el caucho. [24]

2.2.11. Ensayos de suelos

2.2.11.1. Ensayo de humedad

El ensayo de humedad es la relación del peso del agua que contiene la muestra entre su peso seco, este peso se obtiene después de dejar 24 horas en el horno con la finalidad de retirar el agua en su composición. El ensayo está basado en la norma técnica peruana NTP 339.127

- Equipos

Los equipos a emplear son:

- Balanza de precisión
- Taras
- Horno

Imagen N° 7: Peso húmedo de la muestra C5-M2



Fuente propia, 2019.

2.2.11.2. Ensayo para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad del suelo

Este ensayo permite describir el comportamiento que tendrá las arcillas al saturar con agua y estudiar su comportamiento plástico

- Equipos

Los equipos que se emplearan son:

- Cuchara de casa grande
- Taras
- Balanza
- Tamiz N° 40
- Placa de vidrio
- Espátula con hoja flexible

Imagen N° 8: Cuchara de casagrande



Fuente propia, 2019.

2.2.11.3. Ensayo de granulometría

El ensayo de análisis granulométrico consiste en determinar la distribución de las partículas del suelo.

- Equipos

Los equipos que se empleó para este ensayo son los siguientes:

- Balanza de sensibilidad
- Tamices
- Horno

Primero se pesó una porción seleccionada y se lava la muestra en la malla N° 200; se dejó de lavar hasta que el tamiz solo deje pasar el agua cristalina; después la muestra se deja secar por un día; después de haber dejado 24 horas en el horno se retira del horno se habilita la serie de tamices y se procede con el tamizado, Esta norma está basada en la NTP 339.128.

Imagen N° 9: Juego de tamices



Fuente propia, 2019.

2.2.11.4. Peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo

Este ensayo es la relación que hay entre el peso en aire del volumen de un material. Los instrumentos e insumos que se utilizaron para este ensayo son:

- Picnómetro
- Balanza
- Agua destilada

Imagen N° 10: Picnómetro



Fuente propia, 2019.

2.2.11.5. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS)

Este método nos permite describir el tipo de suelo, cumpliendo con algunos datos de otros ensayos como: los límites de Atteberg, granulometría; este último por parámetros que establece la norma lo describe si son suelo de grano grueso o suelo de grado fino. Este método está basado en la norma NTP 339.134

2.2.11.6. Ensayo de compactación de Proctor Modificado

El ensayo de compactación de proctor, se obtendrá dos valores importantes que servirá para el ensayo de CBR como son la densidad máxima seca y el contenido de humedad que se va emplear para el ensayo de CBR. El método está basado en la norma NTP 339.141.

Los equipos que se va emplearen este ensayo son:

- Molde de 4’’
- Vernier
- Horno
- Tara

Imagen N° 11: Molde de proctor



Fuente Google, 2019.

2.2.11.7. Razón de soporte califonia (CBR)

El ensayo de CBR permite determinar la calidad de la subrasante, por lo que en la norma CE 0.10 “Pavimentos Urbanos”; en la tabla N° 1, describen las capacidades del CBR que tiene la subrasante. Este ensayo está basado en la norma NTP 339.145.

- Equipos

Los equipos a emplear para el ensayo de soporte califonia (CBR):

- Máquina de carga
- Balanza de precisión
- Molde de 6’’
- Yunque
- Pisón de compactación
- Pesas
- Tanque (capacidad suficiente para la inmersión)
- Tamiz N° 4
- Deformimetro

Imagen N° 12: molde de CBR



Fuente Google, 2019.

2.2.11.8. Ensayo de permeabilidad

El ensayo de permeabilidad consiste en determinar el coeficiente de carga mediante un método de carga variable para suelos finos.

Los equipos que se usaran en este ensayo son:

- Permeámetro
- Disco poroso
- Embudo
- Cronometro
- Bandeja

Imagen N° 13: Equipo para el ensayo de permeabilidad



Fuente propia, 2020.

2.2.11.9. Ensayo de durabilidad

El ensayo de durabilidad (Método de Humedecimiento y secado de mezclas compactadas de Suelo cemento) nos ayudara a determinar las perdidas, los cambios de humedad y los cambios de volumen, producidos por el humedecimiento y secado repetido de especímenes endurecidos.

Los equipos que se usaran en este ensayo son:

- Horno
- Cepillo de cerdas de alambre
- Pie de rey
- Probeta
- Bandeja
- Molde de 6''
- Martillo

Imagen N° 14: Compactación de muestras



Fuente propia, 2020.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se describe y explica cómo se hizo la investigación. De acuerdo al enfoque puede comprender:

3.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación es experimental; debido a que consiste en indagar los objetivos propuestos en nuestro tema de investigación y llegar alcanzar su logro, y el manejo de las variables. Como así también, se considera esta investigación como descriptiva, ya que va a especificar las características, propiedades de un conjunto de muestras que serán sometidas a análisis en la investigación.

Según [39] describe: las variables son aquellas que adquieren valor para la investigación científica cuando llega a relacionarse con otras variables; por lo que en esta investigación se tiene como variable independiente son las dosificaciones de los polímeros: almidón (natural) y terrasil (industrial) y las dependientes son las propiedades mecánicas del suelo al adicionar.

3.2. Diseño de investigación

3.2.1. Hipótesis

La hipótesis en la que se plantea en el presente trabajo de investigación es como va influenciar en las características geomecánicas del suelo nativo de las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, los dos polímeros (industrial y natural); y que además permitan cumplir los requisitos de la norma peruana CE 0.10: Pavimentos Urbanos, y Manual de Carreteras “Suelos y Pavimentos”

3.2.2. Diseño de contrastación de hipótesis

El diseño de contrastación de hipótesis que se empleara es cuantitativo, esto se debe a que las variables estarán representadas por resultados exactos y no por datos empíricos como opiniones externas, creencias, etc. Los resultados que se obtendrán de todos los ensayos realizados a lo largo de toda la investigación servirá para determinar el efecto que ocasiona al añadir estos dos polímeros: Terrasil y almidón de papa, a un estrato natural de la zona en estudio.

3.3. Población, muestra, muestreo

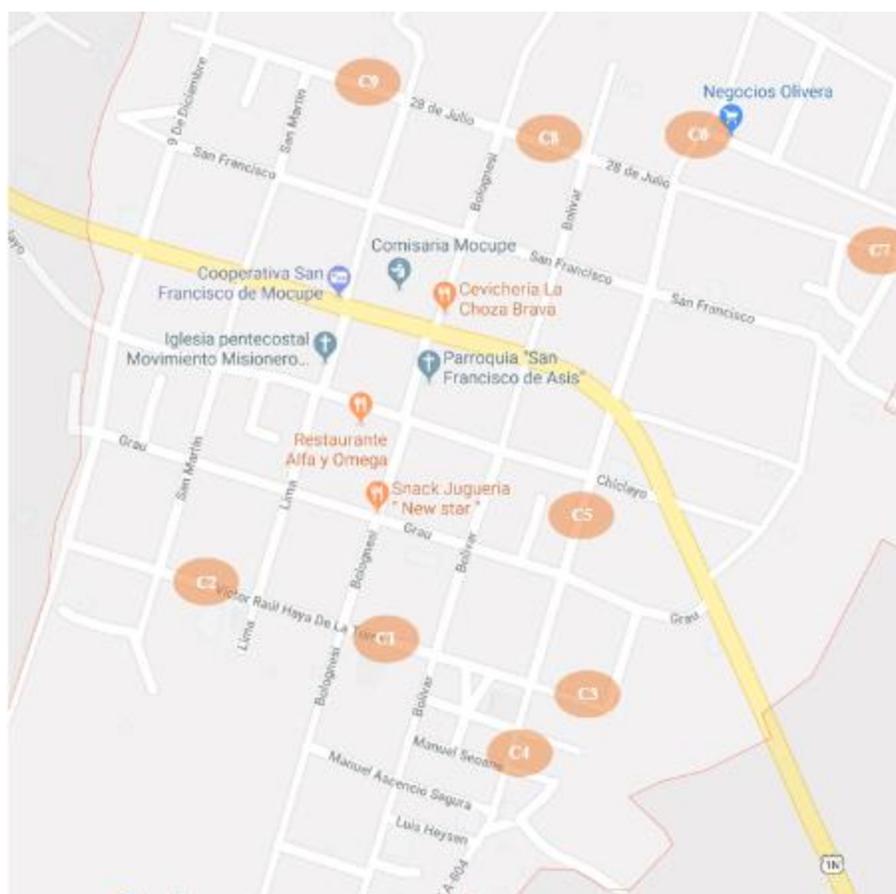
3.3.1. Población

Del tema de investigación propuesto la población son los suelos de las avenidas: Víctor Raúl Haya de la Torre, 28 Julio y Porvenir, localidad de Mocupe, distrito de Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

3.3.2. Muestra

Se tomará 9 calicatas realizadas dentro de la localidad de Mocupe, repartida por tres avenidas (Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir)

Imagen N° 15: Ubicación de calicatas en la localidad de Mocupe



Fuente: Google Maps, 2019.

3.3.3. Muestreo

Para el muestreo se ha considerado lo siguiente, para este tema de investigación se justificó obtener el número de calicatas por medio la norma peruana CE 0.10: Pavimentos Urbanos, por lo que en las tres avenidas se obtuvo 3 calicatas.

Tabla N° 5: Número de puntos de investigación para pavimentos urbanos

TIPO DE VÍA	NÚMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente RNE, 2019.

En la tabla N°5, de la sección 3.2.2, de la norma CE 0.10: Pavimentos Urbanos; se utilizó esta tabla con la finalidad de saber cuántos puntos de investigación se va excavar; por lo que en esta investigación se utilizó las siguientes avenidas:

Tabla N° 6: Delimitación de las avenidas exploradas en la localidad de Mocupe

Avenida	Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Área (m ²)	Número de Puntos de Investigación	Máx. Núm. De Puntos de Investigación
Víctor Raúl	517.68	20.8	10767.74	2.99	3
Porvenir	553	13.7	7576.1	2.10	3
28 Julio	648.78	8.4	5449.75	1.51	3

Fuente: elaboración propia, 2019.

El tipo de vía que se empleó para poder obtener el número mínimo de puntos de investigación fue local, por lo que al haber obtenido el área en cada avenida tal como se ve en la tabla N° 6, se obtuvo que por cada avenida se tendrá que realizar la exploración de 3 calicatas por cada avenida, obteniéndose 9 calicatas.

3.4. Criterios de selección

Los criterios de selección que se utiliza en esta investigación, como se describió en el muestreo; según lo que delimita la norma CE 0.10 “Pavimentos Urbanos”, nos indica realizar la exploración de 3 calicatas por cada avenida; habiéndose obtenido 9 calicatas, pudiéndose observar, la homogeneidad de los estratos; por lo que se desarrolló las características por cada estrato; pero en el ensayo mecánico se utilizó el estrato de la calicata que se obtuvo baja capacidad de soporte

Habiéndose observado la homogeneidad de

Para fines de investigación se utilizará la calicata que se ha obtenido la de baja capacidad soporte.

3.5. Operacionalización de variables

Tabla N° 7: Operacionalización de variables

VARIABLES	INDICADOR	ÍNDICE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<i>Independiente</i>			
<i>Dosificación de Polímero Natural</i>	<i>Almidón</i>	<i>%</i>	<i>Masa</i>
<i>Dosificación de Polímero Industrial</i>	<i>Terrasil</i>	<i>kg/m³</i>	<i>% en volumen</i>
<i>Dependiente</i>			
<i>Capacidad de soporte</i>	<i>Proctor modificado</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.141</i>
	<i>Capacidad de soporte</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.145</i>
<i>Durabilidad</i>	<i>Ensayo de Durabilidad</i>	<i>%</i>	<i>MTC E</i>
<i>Permeabilidad</i>	<i>Ensayo de Permeabilidad</i>		<i>AASHTO T125-66</i>
<i>Interviniente características del suelo de la subrasante</i>	<i>Granulometría</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.128</i>
	<i>Gravedad específica de Sólidos</i>	<i>g/cm³</i>	<i>NTP 339.131</i>
	<i>Humedad</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.127</i>
	<i>Granulometría por Hidrómetro</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.128</i>
	<i>Límites de Atterberg</i>	<i>%</i>	<i>NTP 339.129</i>
	<i>Clasificación de Suelos</i>		<i>AASHTO Y SUCS</i>

Fuente: elaboración propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se emplea en el presente tema de investigación es el método científico experimental; los instrumentos de recolección de datos que se emplearon para este tema de investigación son los ensayos que se realizaron en el laboratorio: clasificación de suelos, límites de Atteberg, ensayo de compactación proctor modificado, CBR, permeabilidad y durabilidad (Humedecimiento y secado de muestras de suelos compactadas).

3.7. Procedimientos

Lo primero que se realizo fue seleccionar los puntos donde se iban a extraer las calicatas en las avenidas seleccionadas, las cuales son Av. Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir.

Imagen N° 16: Excavación de Calicata



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 17: Exploración de la calicata



Fuente Propia, 2019.

Luego de haber realizado las excavaciones se llevó a cabo la extracción de cada estrato para llevar en bolsas para poder realizar los ensayos para la clasificación del suelo.

3.7.1. Clasificación de suelos para uso en vías de transporte

El objetivo de esta norma es clasificar los suelos, basado en los resultados de los ensayos de laboratorio como: análisis granulométrico, límite plástico, líquido e índice de plasticidad, que se utilizara para obras de transporte e ingenieriles.

3.7.2. Contenido de humedad

El objetivo de este ensayo es determinar la cantidad de agua que contiene la masa del suelo, este resultado se expresa en porcentaje.

a) Normas

Las normas de referencias son

- ASTM D 2216
- MTC E 108
- NTP 339.127

b) Equipos

- Horno
- Balanza
- Taras

c) Procedimientos

La muestra que se ha extraído de la exploración de las calicatas, se preserva en bolsas que no permitirá perder la humedad del estrato, se tiene que escribir en un papel el tipo de estrato y el número de calicata.

Ya en laboratorio, primero se pesa la tara en la balanza, luego se hecha a la tara una cantidad de material y se coloca en la tara, se apunta el peso de la muestra más el peso de la tara, se deja en el horno (colocar los datos de esa muestra).

Después de 24 horas de haber ingresado la muestra en el horno, se retira y se deja enfriar hasta que este a temperatura ambiente (por 10 – 15 minutos), luego se pesa en la balanza y con los datos obtenidos se obtiene el contenido de humedad.

d) Formulas

$$W = \frac{M_{CBS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100$$

Donde:

- W: es el contenido de humedad (%)
- M_{CBS} : es la masa de la tara más el suelo húmedo (gr)
- M_{CS} : es la masa de la tara más el suelo seco (gr)
- M_C : es la masa de la tara (gr)

e) Fotografía de ensayo

Imagen N° 18: Obtención de la masa de la tara



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 19: Obtención de la masa húmeda del suelo más tara



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 20: Obtención de la masa seca del suelo más tara



Fuente Propia, 2019.

3.7.3. Límites líquidos, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

El objetivo de esta norma es determinar el límite líquido, límite plástico e índice plástico de la muestra del suelo.

a) Normas

Las normas que respaldan este ensayo son:

- NTP 339.129
- ASTM D 4318
- MTC E 110
- MTC E 111

b) Equipos

- Cuchara Casagrande
- Balanza
- Horno
- Acanalador
- Placa de vidrio pulido
- Tamiz N° 40
- Fuente
- Contenedor de plástico
- Contenedores
- Espátula

c) Procedimientos

La muestra que se va emplear en este ensayo debe estar seca, si la muestra del estrato se encuentra en grandes bloques, se procederá con un disco de plomo, con la finalidad de disgregar la muestra, con el tamiz N° 40 se procederá a zarandear, recogemos con una fuente todo el material que pase por el tamiz, utilizando un contenedor de plástico se vaciará una masa del suelo que pasa por el tamiz N° 40, aproximadamente 150 – 200 gr, vaciar una pequeña cantidad de agua destilada y batir con la espátula, hasta tener una mezcla homogénea; dejar reposar por 24 horas.

Límite Líquido

Después de haber transcurrido las 24 horas del espécimen, con la espátula sacamos el espécimen húmedo y se coloca en la cuchara Casagrande y con el acanalador por el centro de la cuchara se hace una ranura, los golpes que se realizan para este método son: 35, 25 y 15 golpes. Se dará por concluido a cada parte de este ensayo, cuando se cierra la ranura producido por el acanalador, con la espátula se hace dos líneas horizontalmente y se colocara en un recipiente metálico que soportara el calor (previamente se pesa el recipiente), los recipientes quedaran en el horno por 24 horas a 100°, se retirara los recipientes y se pesara en la balanza.

Límite Plástico

Para este método se utilizará la muestra que sobro de muestra dentro del contenedor de plástico, con la palma de la mano se hace una forma elipsoidal. La placa de vidrio se empleará para hacer los tubitos de barro, estos especímenes se obtienen, deslizando la muestra con la yema de los dedos sobre la placa de vidrio. Obtenido cierta cantidad representativa de estos especímenes, pesamos los contenedores metálicos en la balanza, se ingresará la cantidad de especímenes y se pesará, finalmente se deja en el horno por 24 horas, transcurrido ese transcurso de tiempo se retirar del horno, por un lapso de 10-15 minutos se dejará enfriar a temperatura ambiente para pesarlo, y de esa forma concluye este ensayo.

d) Formulas

Límite líquido

$$W = \frac{M_{CBS} - M_{CS}}{M_{CS} - M_C} \times 100$$

Donde:

- W: es el contenido de humedad (%)
- M_{CBS} : es la masa de la tara más el suelo húmedo (gr)
- M_{CS} : es la masa de la tara más el suelo seco (gr)
- M_C : es la masa de la tara (gr)

Límite plástico

$$L.P = \frac{\text{Peso humedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco} - \text{Peso de la tara}} \times 100$$

Límite Plástico

$$I.P = L.L - L.P$$

e) Fotografías

Límite Líquido

Imagen N° 21: Cuchara de Casagrande



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 22: Muestra obtenida de la cuchara de Casagrande



Fuente propia, 2019.

Limite plástico

Imagen N° 23: Haciendo barritas cilíndricas



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 24: peso de las barritas de suelo



Fuente propia, 2019.

3.7.4. Gravedad específica

El método de gravedad específica es importante, porque permite determinar la gravedad específica de los sólidos del suelo que pasa por el tamiz N° 4, mediante el picnómetro. La gravedad específica es la relación del peso y el volumen del suelo.

a) Normas

Las normas que respaldan este ensayo son:

- NTP 339.131
- MRC E 113

b) Equipos y reactivos

- Picnómetro
- Balanza
- Agua destilada

c) Procedimientos

Para eliminar el aire atrapado se empleó el método de hervir agua en una olla eléctrica y se colocaba el picnómetro de la olla, se retiraba y girábamos la base del picnómetro, con el fin de eliminar el aire, este procedimiento se realiza hasta que no se observe ningún vacío.

Se deja por 24 horas y se pesa.

d) Formulas

$$G_s = \frac{P_s}{P_s + P_w - P_{SWF}}$$

Donde:

- G_s : gravedad específica
- P_s : peso de la muestra del suelo seco
- P_w : peso del picnómetro más agua
- P_{SWF} : peso de la muestra de suelo seco más picnómetro más agua

e) Fotografías

Imagen N° 25: Picnómetro

Fuente propia, 2019.

Imagen N° 26: Picnómetro más muestra de suelo con agua destilada

Fuente propia, 2019.

Imagen N° 27: Muestra después de 24 horas

Fuente propia, 2019.

3.7.5. Análisis granulométrico de suelos por tamizado

El objetivo general del ensayo “análisis granulométrico de suelos por tamizado” es determinar cuantitativamente los diámetros de las partículas del suelo.

a) Normas

Las referencias normativas para este ensayo son:

- MTC E 107
- ASTM D 422
- NTP 339.128

b) Equipos

- Balanza analítica
- Horno
- Cepillo metálico y brocha
- Taras
- Serie de tamices
- Bandeja

c) Procedimientos

Para desarrollar este ensayo se tomó una cantidad del estrato de la calicata, se colocó en la malla N° 200 y se procedió a lavarlo, recogiendo la muestra representativa que pasa en el lavado ya que son pequeñas partículas finas del suelo y se necesitara para el análisis granulométrico por el método de la norma MTC E 109; al observar que del tamiz N° 200 el agua es cristalina , se procederá en poner la muestra en una tara, se retirara el exceso del agua, finalmente se colocará en el horno por 24 horas, se retira del horno y se deja enfriar a temperatura ambiente.

Se procederá a ahora detallar el procedimiento de este ensayo:

Ordenar la serie de los tamices, y tener a disposición todos los equipos para la realización de este ensayo.

Con la balanza se procederá a pesar una tara vacía, para que luego poner la muestra que se extrajo del horno y pesarlo.

Ordenado la serie de tamices y ya obtenido el peso seco de la muestra ensayar, se ingresará a los tamices y se comenzará a agitar suavemente con la finalidad de que las partículas se deslicen por cada tamiz, se retirará el tamiz superior y se agitará solo ese tamiz, para eso colocamos una bandeja para recoger la muestra que pasa por el tamiz.

Se pesará en la balanza la tara, y con esta se va a trabajar para el análisis granulométrico, al obtener la masa de la tara, se pondrá a la balanza en función “tare”, con la finalidad de que registre masa cero (con la tara en la balanza), solo para obtener la masa retenida en cada tamiz. Con la muestra que se tiene en la bandeja se procede a poner en la serie de tamices restantes, y se limpia con la brocha para no tener desperdicios.

Después de haber limpiado la bandeja, se procederá a depositar el material retenido al tamiz en la balanza (la tara ya está en función “tare”), estos procedimientos se realizarán hasta llegar el tamiz N° 200.

d) Formulas del Ensayo

Calcular el %retenido

$$\%Retenido = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

El % retenido acumulado se obtiene sumando el %retenido anterior con el % retenido actual

$$\%Retenido\ Acumulado_n = \%Ret_{.i-1} + \%Ret_i$$

El % que pasa es igual a la diferencia del 100% - %retenido acumulado

$$\%Que\ pasa = 100\% - \%Retenido\ Acumulado_n$$

e) Fotografía

Imagen N° 28: Serie de tamices para análisis granulométrico



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 29: Peso acumulativo



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 30: Muestras retenidas por el tamizaje



Fuente propia, 2019.

3.7.6. Granulometría por hidrometría

El ensayo de análisis de granulométrico por hidrometría se basa en la ley de Stokes, esta ley se aplica a una masa de suelo dispersado, con variación de diámetros en sus partículas. El hidrómetro se utilizará para determinar el porcentaje de partículas del suelo que permanecen en suspensión en un determinado tiempo.

a) Normas

Las referencias normativas para este ensayo son:

- MTC E 109
- ASTM D 422
- NTP 339.128

b) Equipos e insumos

- Hidrómetro
- Termómetro
- Cronometro
- Cilindro o vaso graduado (probeta)
- Hidrómetro
- Solución de Hexametafosfato
- Agua destilada

c) Procedimientos

Consistirá en los siguientes pasos:

Se tendrá que determinar el peso específico de las muestras que se emplearan para el análisis de este ensayo.

Se secará el material en el horno y luego se retirará del horno, se dejará enfriando para luego pesar la muestra, se añadirá el reactivo de solución de Hexametafosfato, y se dejará reposar por la noche, esto con la finalidad que las partículas del suelo se desprendan. Al día siguiente se transfiere el contenido a un cilindro o vaso graduado (probeta) con una capacidad de 1000 ml. Se tapaná la parte superior de la probeta y se agitará en un periodo de un minuto, con la finalidad de obtener una sedimentación uniforme.

Se comenzará a cronometrar, y registrar las lecturas que nos da el hidrómetro, así mismo se toma lecturas de la temperatura de la solución mediante un termómetro, es recomendable tener una probeta con agua destilada para limpiar el hidrómetro. Culminado todas las lecturas de este ensayo se limpiará la probeta que no quede partículas de la muestra.

d) Formulas del ensayo

$$D(mm) = K \times \sqrt{(L/t)}$$

Donde:

- L = Profundidad efectiva en cm
- t = tiempo transcurrido en mín.

Para hidrómetros 151 H

$$\% \text{ de finos} = \frac{G_s}{G_s - 1} \times \frac{100}{W_o} \times (R - Cd \pm Ct)$$

Donde:

- G_s = Peso específico de los sólidos
- W_o = Peso de la muestra de suelo secado al horno que se empleó para el análisis del hidrómetro
- $(R - Cd \pm Ct)$ = Lectura del hidrómetro corregida por menisco menos corrección por defloculante y punto cero, más (sumada algebraicamente) corrección por temperatura.

e) Fotos

Imagen N° 31: Ingreso del hidrómetro a la probeta



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 32: Lectura del hidrómetro



Fuente propia, 2019.

3.7.7. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m³)

El método de ensayo de compactación de suelos en laboratorio utilizando energía modificado, tiene la finalidad de determinar el contenido de agua (Humedad optima) y máxima densidad seca.

Para realizar este ensayo se puede realizar por tres métodos que son: método A, método B y método C; el método A se realiza cuando menos del 20% de la muestra queda retenido en el tamiz N° 4, empleando un molde de 4'' de diámetro, realizándose en 5 capas, y por cada capa 25 golpes con el pisón de 44.5 N (10lbf), que cae a una altura de 457 mm (18''); el método B se realiza cuando más del 20% de la muestra queda retenido por el tamiz N° 4 y 20% queda retenido por el tamiz 3/8'', empleando un molde de 4'' de diámetro, realizándose en 5 capas, y por cada capa 25 golpes con el pisón de 44.5 N (10lbf), que cae a una altura de 457 mm (18'') y el método C se realiza cuando más del 20% de la muestra queda retenido 3/8'' y menos de 30% de la muestra queda retenido en el tamiz 3/4'', empleando un molde de 6''.

Para esta investigación de tesis se utilizó el método A, porque menos del 20% de la muestra de suelo quedaba retenido en el tamiz N°4.

a) Normas

Las referencias normativas para este ensayo son:

- MTC E 115
- NTP 339.141

b) Equipos

- Molde de 4''
- Pisón o Martillo
- Tamices (dependiendo del método)
- Reglas
- Horno
- Balanza
- Enrasador
- Cucharón
- Contenedores metálicos

c) Procedimientos

Como vamos a emplear el método A, tener a disposición el molde 4''; se registrará el peso y sus dimensiones (diámetro interno y altura); se tendrá que determinar 4 porcentajes para experimentar el óptimo contenido de agua, entonces se realizara 4 veces el procedimiento para obtener el contenido de humedad y la máxima densidad seca.

En una fuente grande se vaciará 2 500 gr de suelo tamizado, se echará el primer punto de cantidad de agua ya determinado, revolvemos la muestra con el agua para lograr la homogeneización, se dividirá la muestra en 5 partes y con un contenedor pequeño se sacará una cantidad representativa de muestra de las 5 partes que se hizo, se registrara el peso del contenedor con la muestra y se dejara en el horno por 24 horas.

Con un cucharón se vaciará la muestra al molde y con el martillo o pisón se golpeará 25 golpes, los golpes serializaran dentro del contorno para obtener una mejor compactación, este procedimiento se realizará 5 veces, culminado con los 25 golpes de la última capa, se retirará el collar del molde y se enrasara; registramos el peso del molde más la muestra compactada

d) Formula

$$p_m = \frac{M_t - M_{md}}{V} \times 1000$$

Donde:

- p_m : Densidad húmeda del espécimen compactado
- M_t : masa del espécimen húmedo y molde
- M_{md} : masa del molde
- V : volumen del molde (interno)

Donde

$$p_d = \frac{p_m}{1 + \frac{w}{100}}$$

- p_d : Densidad seca del espécimen compactado
- W : contenido del agua

e) Fotografía

Imagen N° 33: Tamizado de la muestra con el tamiz N°4

Fuente propia, 2019.

Imagen N° 34: Mezclado homogéneo agua más muestra de suelo

Fuente propia, 2019.

Imagen N° 35: Muestra para determinar la humedad

Fuente propia, 2019.

Imagen N° 36: Compactación con 25 golpes



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 37: Peso de la muestra compactada



Fuente propia, 2019.

3.7.8. Método de ensayo de CBR (California Bearing Ratio) de suelos compactados en el laboratorio

El ensayo de CBR permite determinar un índice de resistencia del suelo denominado “relación de soporte”, conocido mayormente como CBR, este ensayo permite evaluar la resistencia potencial de estructuras de pavimentación como: subrasante, subbase y base . [40]

Para poder desarrollar este ensayo se necesitará los datos del ensayo de proctor modificado como la humedad óptima y la máxima densidad seca.

a) Normas

Las referencias normativas de este ensayo son:

- NTP 339.145
- MTC E 132

b) Equipos

- Disco espaciador
- Molde de metal
- Prensa hidráulica
- Pisón o martillo
- Regla
- Vástago
- Fuente y cucharón
- Medidor de expansión
- Pesas
- Horno
- Tamiz N° 4
- Balanza
- Enrazador

c) Procedimiento

El ensayo de CBR se desarrollará de la siguiente manera:

Seleccionamos tres moldes para CBR que se empleará en este ensayo, debido a que cada molde se compactará con distintas veces de golpe, siendo así que la cantidad golpes: 56, 25 y 15 golpes.

Registramos el peso y sus dimensiones del molde (sin el collarín); en una fuente grande se pondrá 5.5 kg de muestra y se pondrá la cantidad de agua que nos salió en el ensayo de proctor, mezclamos y se separa en 5 partes, con un contenedor metálico sacamos una muestra representativa de las 5 partes se registra su peso en la balanza y se deja en el horno.

Se ingresa un disco espaciador en la base del molde y se pone papel filtro; con la cuchara vaciamos la primera parte de la muestra, y se compactará 56 veces, así hasta completar las 5 capas, se retira el collarín, se enraza y se retira el disco espaciador; se registra su peso; de la misma manera se realizará con 25 y 15 golpes de compactación.

A cada molde se pondrá un vástago y dos placas (circular y ranurada); se depositará en un tanque con agua para hallar la expansión; las lecturas de expansión se realizarán cada 24 horas desde que se dejaron sumergir por 4 días.

Al tener la última lectura de expansión se retiran del tanque y se deja escurriendo por un tiempo de 15 minutos y se pone en la prensa para penetrar, registramos con el tiempo correspondiente del formato de laboratorio. Finalmente se retira la muestra del material.

d) Formulas

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

- H: humedad prefijada
- h: humedad natural

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde:

- L₁: lectura inicial en mm.
 - L₂: lectura final en mm.
- e) Fotografías

Imagen N° 38: Peso de molde para CBR



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 39: Compactación de la muestra con el pisón



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 40: Medir expansión



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 41: Lectura final de expansión



Fuente propia, 2019.

Imagen N° 42: Lectura de penetración



Fuente propia, 2019.

3.7.9. Ensayo de permeabilidad

Este ensayo nos permitirá determinar el coeficiente de permeabilidad (K), mediante un método de carga variable para suelos finos (limos y arcillas).

a) Normas

Las referencias normativas de este ensayo son:

- ASTM D-2434

b) Equipos

- Embudos grandes
- Disco poroso (parte inferior y superior)
- Permeámetro
- Termómetro
- Manómetros
- Bureta
- Cuchara
- Pinzón

c) Procedimientos

Tener el equipo preparado para el ensayo, para esto la muestra ya tiene que estar dentro del permeámetro, y este a su vez ya tiene que estar equipado con los discos porosos en la parte inferior y superior, conectar el tubo de entrada (parte superior del permeámetro) a la bureta, se llena con agua y se registra la altura inicial de carga de agua (h_1).

Se abren a la misma vez las válvulas de entrada y salida, a su vez se acciona el cronometro, para dar inicio el ensayo, se realizará las lecturas cada cierto tiempo, el ensayo culminará hasta que la bureta se encuentre casi vacía, entonces se cerraran las válvulas y registrar el tiempo y la altura final de agua(h_2).

d) Formula

$$K = \frac{a * L * (L_n \left(\frac{h_1}{h_2} \right))}{A * t}$$

Donde:

- K: coeficiente de permeabilidad
- a: Área de la sección de la bureta (cm²)
- L: Altura de la muestra de suelo (cm)

- A: Área de la sección de la muestra ensayada (cm²)
- t: tiempo del ensayo (seg)
- h1: Altura de agua al comienzo el ensayo (cm)
- h2: Altura de agua al finalizar el ensayo(cm)

$$f_c = \frac{\gamma_t}{\gamma_{20}}$$

Donde:

- f_c: Factor de corrección de temperatura
 - γ_t: Viscosidad de agua a temperatura de la muestra
 - γ₂₀: Viscosidad del agua
- e) Fotografía

Imagen N° 43: Permeámetro de laboratorio



Fuente propia

Imagen N° 44: Compactación de la muestra con el pinzón



Fuente propia, 2020.

Imagen N° 45: Equipamiento final del permeámetro



Fuente propia, 2020.

3.7.10. Ensayo de durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas)

El ensayo de durabilidad nos permitirá determinar las pérdidas del suelo, mediante los cambios de humedad y volumen (Expansión y contracción), esto se produce por la acción de humedecimiento y secado repetitivamente. [41]

a) Normas

Las referencias normativas de este ensayo son:

- MTC E 1104
- ASTM D 559
- INVE 612

b) Equipos

- Horno
- Tanque
- Molde 4''
- Tara
- Cepillo de cerdas de alambre
- Regla
- Bandeja
- Tamiz N° 4
- Enrasador

c) Procedimientos

El método que se desarrollará este ensayo será el método A, debido que menos del 20% de la muestra queda retenido por el tamiz N°4, para esto se empleará el molde de 4”.

En una fuente se mezclará la muestra y agua; para el contenido de agua se utilizará el mismo contenido que se obtuvo en el ensayo de proctor. Se dividirá en 5 partes, con el contenedor metálico (tara) se tomará muestra representativa para obtener la humedad de este ensayo.

Se tendrá que realizar 5 capas, y por cada capa se compactara con 25 golpes, culminado las 5 capas retirar el collar y enrazar cuidadosamente, retirar la muestra dentro del molde cuidadosamente sin evitar que se destruya el espécimen.

Se registra el peso y las dimensiones (diámetro y altura) de los especímenes, con esos datos se obtiene la máxima densidad, por 7 días se protegen a las muestras frente a la presencia de agua.

Transcurrido los 7 días se registra nuevamente el peso y sus dimensiones. En un tanque con agua se deja los especímenes por un tiempo de 5 horas, para este procedimiento se realizó un pequeño cambio para los especímenes terreno natural y almidón, debido a que, al introducir estos especímenes al tanque con agua, estos por acción del agua se comienzan a desmoronar, por tal motivo se planteó, introducir a esos especímenes a un deposito relleno con arena y luego se vacía el agua, con la finalidad de que no se desmorone y poder realizar el procedimiento del ensayo (humedecimiento y secado); para el caso de los especímenes del terrasil se dejó con el mismo procedimiento de sumergido; ya habiendo justificado este procedimiento se procedió a retirar cuidadosamente los especímenes del terreno natural y almidón, se registra su peso y dimensiones, con la finalidad cuanto se expandió el espécimen, después se introducen al horno los especímenes por 42 horas, se registra sus dimensiones y peso con la finalidad cuanto se ha contraído, estos procedimientos se tienen que hacer 12 veces. Para este ensayo por cada muestra comparativa se tiene que contar con dos especímenes, debido a que un espécimen se rayara con el cepillo de cerdas de alambre aplicando una fuerza de 13.3N; aclarar que esta acción de rayado se realiza después de haber obtenido los datos de secado del horno. [42]

En este caso debido a que nuestras muestras limos arcillosos de ligera plasticidad y no se ha añadido cemento, se empleó un tanque con arena y se humedecía, para que los especímenes no se destruyan.

d) Formulas

$$W = \frac{M_H - M_S}{M_H} \times 100$$

Donde:

- W: humedad
- M_H : masa húmeda
- M_S : masa seca

$$\Delta V = \frac{V_H - V_S}{V_H} \times 100$$

Donde:

- ΔV : variación de volumen
- V_H : volumen húmedo
- V_S : volumen seco

e) Fotografías

Imagen N° 46: Mezclado homogéneo para la muestra de los especímenes



Fuente propia, 2020

Imagen N° 47: Compactación de los especímenes



Fuente propia, 2020.

Imagen N° 48: Peso de especímenes



a) T.N + adición
8.8% almidón



b) Terreno natural

Fuente propia, 2020.

Imagen N° 49: Humedecimiento de los especímenes



a) Humedecimiento de los especímenes con:
terreno natural y adición con almidón



b) Humedecimiento de los especímenes con
adición de terrasil

Fuente propia, 2020

Imagen N° 50: secado de los especímenes en el horno



Fuente propia, 2020

Imagen N° 51: Raspado a los especímenes



Fuente propia, 2020.

Imagen N° 52: Rotura de los especímenes mediante el humedecimiento



- a) Especímenes con adición de almidón b) Especímenes con terreno natural
Fuente propia, 2020

Imagen N° 53: Desgaste de los especímenes por el raspado



a) Terreno Natural

b) T.N + Almidón

c) T.N +Terrasil

Fuente propia, 2020.

3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos

En este tema investigativo se presentará el siguiente plan de procesamiento y se divide de la siguiente

FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

1. Recopilación de información bibliográfica y antecedentes del proyecto (ver temas de proyectos similares)
2. Revisión de la norma vigente
3. Revisión por parte del Asesor

FASE II: OBTENCIÓN DEL SUELO E INSUMOS

1. Obtención de las muestras del suelo en la localidad de Mocupe
2. Obtención de los polímeros
3. Ensayo de laboratorio de las muestras extraídas
 - a. Contenido de humedad
 - b. Límites de Atteberg
 - c. Ensayo de granulometría
 - d. Peso específico
 - e. Proctor modificado
 - f. CBR
4. Trabajo de gabinete
5. Revisión por parte del Asesor

FASE III: ENSAYO CON POLÍMERO NATURAL ALMIDÓN DE PAPA

1. Ensayo comparativo entre las dosificaciones:
 - a. Ensayo de compactación de proctor modificado
 - b. Ensayo de CBR
2. Trabajo de gabinete
3. Revisión parcial por el asesor

FASE IV: ENSAYO CON POLÍMERO INDUSTRIAL TERRASIL

1. Ensayo comparativo entre las dosificaciones:
 - a. Ensayo de compactación de proctor modificado
 - b. Ensayo de CBR
2. Trabajo de gabinete
3. Revisión parcial por el asesor

FASE V: ENSAYO COMPARATIVO DE LOS POLÍMEROS ALMIDÓN DE PAPA Y TERRASIL

1. Ensayo de Permeabilidad
2. Ensayo de Durabilidad (Humedecimiento y secado de muestras compactadas)
3. Trabajo de gabinete
4. Revisión parcial por el asesor

FASE VI: PRESENTACIÓN FINAL

1. Presentación del proyecto definitivo a los jurados
2. Levantamiento de observaciones

3.9. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Operacionalización	
			Variables	Indicadores
¿De qué manera influye el uso de los polímeros: Almidón de papa y Terrasil, para la estabilización de suelos en las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir de la localidad de Mocupe?	Objetivo General	Con la aplicación de los polímeros: Almidón de papa y Terrasil, se estabiliza los suelos de las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir de la localidad Mocupe.	Variable Independiente	Para Variables Independientes
	Realizar un análisis comparativo entre los polímeros: Almidón de papa y Terrasil, para la estabilización de suelos en las avenida Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir en la localidad de Mocupe.		El uso de los polímeros: Almidón de papa y Terrasil estabilizara los suelos.	Dosificación óptima de los polímeros: Almidón de papa y Terrasil.
	Objetivo Especifico		Variable Dependiente	Para Variables dependientes
	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificar el suelo nativo de la avenida Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, mediante los sistemas SUCS y AASHTO. - Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo nativo de las avenidas: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe. - Determinar la dosificación óptima 		Propiedades Físicas-mecánicas del suelo nativo	<ul style="list-style-type: none"> - Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO. - Granulometría - Límites de Atteberg - Ensayo de compactación de Proctor modificado - Razón de Soporte California (CBR) - Ensayo de Permeabilidad - Ensayo de Durabilidad (Humedecimiento y Secado de muestras compactadas)

	<p>de los polímeros a emplear: Terrasil y almidón de papa que permitirán mejorar las propiedades mecánicas del suelo nativo de las avenidas: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe</p> <ul style="list-style-type: none">- Analizar la durabilidad que tendrá el suelo estabilizado cuando se le adicione el contenido óptimo del polímero terrasil y almidón de papa.- Analizar los resultados de CBR y permeabilidad que se obtienen con el contenido óptimo al emplear el polímero terrasil y almidón de papa.			
--	--	--	--	--

3.10. Consideraciones éticas

Autor	Antecedentes Título	Descripción	Investigación Propia	Comentario
De la cruz Gutiérrez, Lizeth Salcedo Rojas, Karen	Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo - Junín	Debido a la buena acogida de los polímeros industriales en el mercado para proyectos ingenieriles , los autores plantearon el aditivo Eco Road 2000, para estabilización de suelos , logrando mejorar las propiedades mecánicas del suelo nativo.	En esta tesis se trabajara con el polímero terrasil, para estabilizar los suelos de las localidades: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir.	Se evaluara como mejorara las propiedades físico mecánicas del suelo al añadir el polímero industrial (Terrasil).
Ruiz Andrés González	Análisis de resistencia y durabilidad del suelo cemento con adición de fibras textiles de jean	Plantea utilizar fibras de jean reciclado como aditivo para estabilización de suelo cemento, con la finalidad de determinar la estabilidad que puede influir en la subrasante.	Se planteó estudiar la durabilidad de los especímenes con la adición de los polímeros natural e industrial.	Medir la durabilidad de los especímenes con la adición de polímeros compactados, realizados en laboratorio
Lipa Sosa Yuri Maquera Mónica Ccalle	Hidrólisis Enzimática del almidón de chuño y tunta para la obtención de jarabe de glucosa.	Someten al almidón a un proceso de hidrolisis para obtener el jarabe de glucosa, que se utilizara como alternativa para edulcorantes; por lo que se pensó evaluar todas las propiedades de este producto.	Se utilizara el almidón de papa o chuño como polímero natural para estabilizar los suelos de las avenidas : Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe	Se evaluará, si se podría utilizar el almidón en obras de ingeniería.

IV. RESULTADOS

En este capítulo se describirá los resultados de los ensayos que se realizó en laboratorio, iniciando con la clasificación del suelo nativo de la localidad de Mocupe, sus propiedades físicas y mecánicas.

Adicionalmente, se presentará comparación con ensayos mecánicos como proctor y CBR, con la finalidad de obtener el contenido óptimo de los dos polímeros; estos contenidos nos permitirán para poder evaluar el comportamiento de permeabilidad y durabilidad.

4.1. Clasificación del terreno natural

Al desarrollar la exploración de suelos (calicatas), se observó que en cada calicata presentaban dos estratos, siendo el primer estrato de color marrón oscuro, y el segundo estrato de un color marrón más claro. Asimismo, se encontró los mismos estratos en todos los puntos de exploración, por lo que se asume que en toda la extensión de las avenidas presentan los mismos estratos.

Tabla N° 8: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. Víctor Raúl

		% Finos	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASHTO
Calicata N° 1	E-1	78.01%	30.40%	23.29%	7.11%	ML	A-4 (5)
	E-2	79.73%	29.90%	22.25%	7.65%	ML	A-4 (5)
Calicata N° 2	E-1	77.79%	29.19%	22.04%	7.15%	ML	A-4 (4)
	E-2	80.09%	28.30	20.33%	7.97%	ML	A-4 (5)
Calicata N° 3	E-1	77.82%	29.50%	22.30%	7.20%	ML	A-4 (5)
	E-2	82.47%	29.40%	21.59%	7.81%	ML	A-4 (6)

Fuente propia, 2019.

En la tabla N° 8, se observa los resultados del laboratorio de cada estrato que se obtuvo en la avenida Víctor Raúl, mediante la clasificación SUCS se determinó que cada estrato pertenecía a limos ligeramente plásticos con arenas (ML), para obtener esa clasificación se empleó el ábaco de casagrande, esto me permitió determinar la categoría de suelo a que pertenece cada estrato, asimismo, mediante el método AASHTO me permitió determinar la calidad de los estratos en dicha avenida, para realizar la clasificación del método AASHTO, se necesita los siguientes resultados: % finos, límites líquidos, límites plásticos e índice de plasticidad, por lo que al clasificarlo se obtuvo que las tres calicatas están en la categoría A-4, clasificando al suelo como regular a malo.

Tabla N° 9: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. Porvenir

		% Finos	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASHTO
Calicata N° 4	E-1	76.95%	29.51%	22.31%	7.20%	ML	A-4 (4)
	E-2	75.77%	28.80%	21.05%	7.75%	ML	A-4 (4)
Calicata N° 5	E-1	78.58%	29.19%	22.04%	7.15%	ML	A-4 (5)
	E-2	78.59%	28.30%	20.33%	7.97%	ML	A-4 (5)
Calicata N° 6	E-1	74.54%	30.48%	23.28%	7.10%	ML	A-4 (4)
	E-2	71.92%	30.32%	22.60%	7.72%	ML	A-4 (4)

Fuente propia, 2019.

En la tabla N° 9, se observa los resultados del laboratorio de cada estrato que se obtuvo en la avenida Porvenir, mediante la clasificación SUCS se determinó que cada estrato pertenecía a limos ligeramente plásticos con arenas (ML), para obtener esa clasificación se empleó el ábaco de casagrande, esto me permitió determinar la categoría de suelo a que pertenece cada estrato, asimismo, mediante el método AASHTO me permitió determinar la calidad de los estratos en dicha avenida, para realizar la clasificación del método AASHTO, se necesita los siguientes resultados: % finos, límites líquidos, límites plásticos e índice de plasticidad, por lo que al clasificarlo se obtuvo que las tres calicatas están en la categoría A-4, clasificando al suelo como regular a malo.

Tabla N° 10: Clasificación de suelos SUCS y AASHTO - Av. 28 Julio

		% Finos	L.L	L.P	I.P	SUCS	AASHTO
Calicata N° 7	E-1	73.74%	32.01%	24.88%	7.13%	ML	A-4 (4)
	E-2	78.19%	27.65%	20.06%	7.59%	ML	A-4 (4)
Calicata N° 8	E-1	75.53%	28.80%	21.43%	7.37%	ML	A-4 (5)
	E-2	78.19%	28.46%	20.78%	7.68%	ML	A-4 (5)
Calicata N° 9	E-1	71.79%	28.62%	21.47%	7.15%	ML	A-4 (4)
	E-2	78.04%	29.65%	22.08%	7.57%	ML	A-4 (4)

Fuente elaboración propia, 2019.

En la tabla N° 10, se observa los resultados del laboratorio de cada estrato que se obtuvo en la avenida 28 Julio, mediante la clasificación SUCS se determinó que cada estrato pertenecía a limos ligeramente plásticos con arenas (ML), para obtener esa clasificación se empleó el ábaco de

casagrande, esto me permitió determinar la categoría de suelo a que pertenece cada estrato, asimismo, mediante el método AASHTO me permitió determinar la calidad de los estratos en dicha avenida, para realizar la clasificación del método AASHTO, se necesita los siguientes resultados: % finos, límites líquidos, límites plásticos e índice de plasticidad, por lo que al clasificarlo se obtuvo que las tres calicatas están en la categoría A-4, clasificando al suelo como regular a malo.

Concluyendo con los resultados y clasificaciones de las calicatas (método SUCS y AASHTO), podemos decir que las nueve calicatas que se obtuvieron en las avenidas anteriormente mencionadas, pertenecen a un tipo de suelo fino siendo más preciso limos ligeramente plásticos (ML)

4.2. Análisis granulométrico

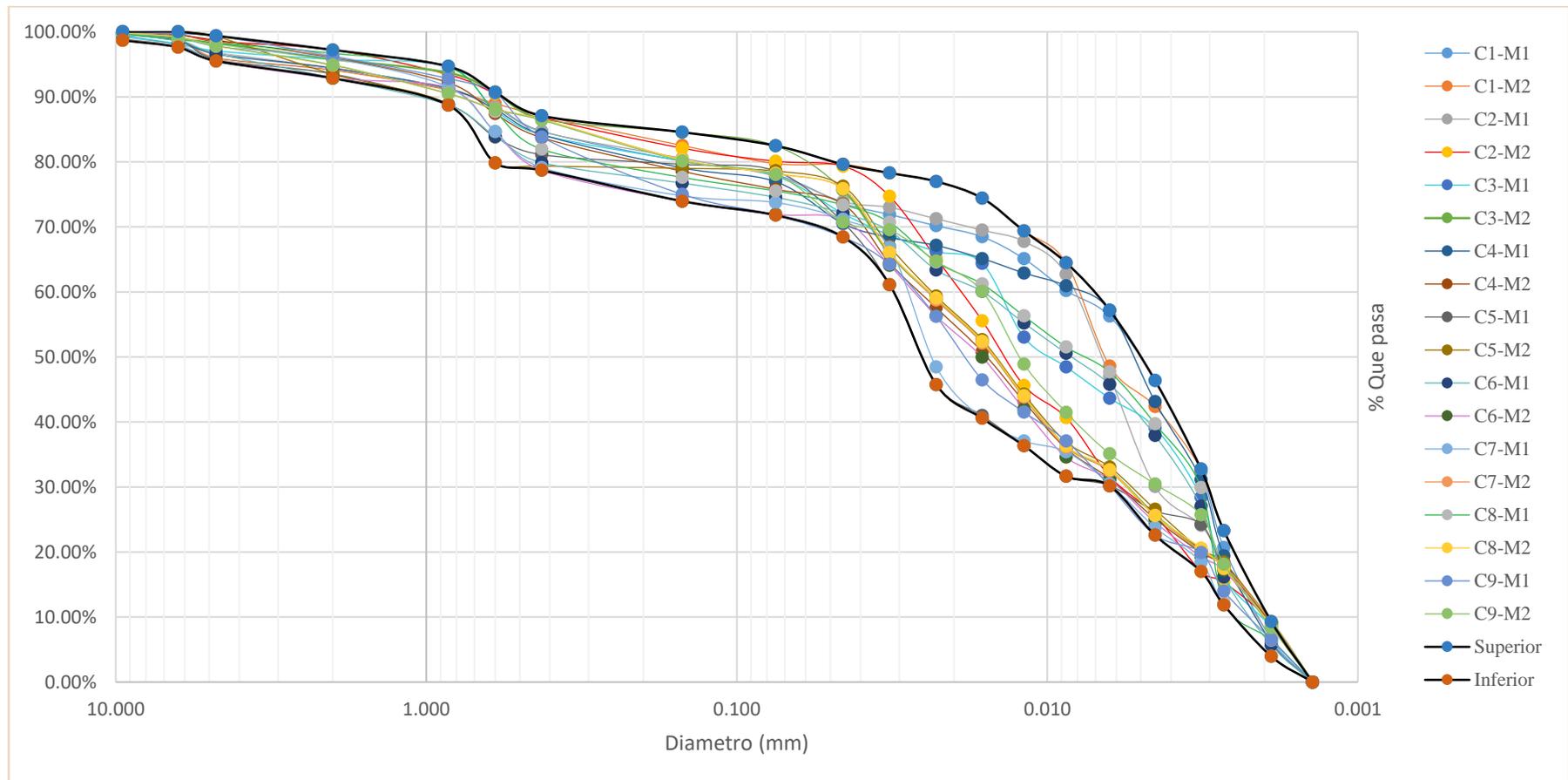
Se realizó el estudio de análisis granulométrico de todos los estratos de las calicatas de la localidad de Mocupe, como se apreciará en la siguiente con la finalidad de determinar la cantidad de finos que pasan por el tamiz N° 200.

Tabla N° 11: Tabla granulométrica de las calicatas de estudio

Diámetro (mm)	C1 M1	C1 M2	C2 M1	C2 M2	C3 M1	C3 M2	C4 M1	C4 M2	C5 M1	C5 M2	C6 M1	C6 M2	C7 M1	C7 M2	C8 M1	C8 M2	C9 M1	C9 M2
9.500	99.4%	100.0%	98.9%	100.0%	99.3%	99.7%	99.7%	99.8%	99.6%	100.0%	99.6%	98.7%	100.0%	99.8%	99.7%	99.8%	100.0%	99.7%
6.300	98.0%	99.0%	98.1%	99.6%	98.2%	98.9%	98.6%	99.5%	98.9%	100.0%	98.8%	97.6%	99.1%	99.2%	98.8%	99.2%	99.7%	99.1%
4.750	95.9%	96.0%	96.8%	98.5%	97.1%	98.2%	96.6%	98.7%	95.7%	99.3%	96.7%	95.5%	97.8%	97.9%	98.3%	97.9%	99.4%	97.8%
2.000	94.1%	94.1%	94.4%	97.2%	95.7%	95.8%	94.4%	96.0%	93.5%	93.5%	92.9%	92.8%	95.9%	94.8%	96.7%	94.8%	96.3%	94.9%
0.850	91.1%	91.1%	91.3%	93.4%	94.7%	93.7%	91.3%	92.2%	88.8%	88.9%	88.7%	91.4%	91.5%	90.5%	94.6%	90.5%	92.8%	90.5%
0.600	88.6%	89.0%	88.4%	90.4%	87.9%	90.7%	88.1%	87.4%	83.8%	79.8%	83.9%	84.6%	84.6%	88.1%	87.7%	88.1%	90.6%	88.0%
0.425	84.7%	87.1%	84.6%	86.9%	84.2%	86.6%	84.2%	83.7%	81.1%	79.4%	79.9%	78.7%	79.1%	86.5%	81.9%	86.5%	83.8%	86.4%
0.150	80.1%	82.5%	80.6%	82.1%	80.1%	84.6%	79.1%	78.6%	79.6%	79.0%	76.7%	74.0%	74.8%	80.3%	77.6%	80.3%	75.0%	80.1%
0.075	78.0%	79.7%	77.8%	80.1%	77.8%	82.5%	77.0%	75.8%	78.6%	78.6%	74.5%	71.9%	73.7%	78.2%	75.5%	78.2%	71.8%	78.0%
0.046	73.6%	79.6%	73.9%	79.3%	72.0%	75.7%	70.5%	73.5%	70.7%	76.3%	72.1%	71.1%	71.2%	75.9%	73.4%	75.9%	68.4%	70.7%
0.032	71.9%	78.3%	73.0%	74.7%	68.7%	65.9%	68.4%	64.5%	61.1%	67.0%	69.4%	64.1%	66.8%	66.0%	70.7%	66.0%	64.2%	69.5%
0.023	70.2%	77.0%	71.2%	65.2%	66.2%	58.9%	67.1%	57.6%	45.7%	59.3%	63.4%	56.3%	48.5%	58.7%	64.6%	59.0%	56.2%	64.7%
0.016	68.5%	74.4%	69.5%	55.5%	64.4%	52.3%	65.1%	50.8%	41.0%	52.7%	60.1%	49.9%	40.6%	52.1%	61.2%	52.4%	46.5%	60.1%
0.012	65.1%	69.4%	67.8%	45.6%	53.0%	43.9%	62.9%	43.2%	36.4%	44.3%	55.2%	42.0%	37.1%	43.8%	56.3%	44.0%	41.5%	48.9%
0.009	60.2%	64.5%	62.7%	40.7%	48.5%	36.2%	60.9%	35.9%	31.6%	36.9%	50.6%	34.6%	35.4%	36.1%	51.5%	36.3%	37.1%	41.5%
0.006	56.3%	48.6%	47.0%	31.6%	43.6%	32.5%	57.2%	31.3%	30.2%	33.1%	45.8%	31.1%	30.5%	32.5%	47.7%	32.6%	30.2%	35.1%
0.005	46.4%	42.4%	30.1%	25.6%	39.1%	25.7%	43.1%	25.1%	26.3%	26.6%	37.9%	24.6%	23.8%	25.6%	39.7%	25.6%	22.6%	30.4%
0.003	32.3%	32.7%	24.1%	17.0%	28.4%	20.2%	31.1%	19.9%	24.3%	20.3%	27.1%	19.3%	18.4%	20.1%	29.9%	20.6%	19.9%	25.7%
0.003	20.7%	23.3%	18.1%	15.4%	16.2%	18.0%	19.4%	17.8%	17.5%	18.5%	16.2%	17.2%	11.9%	17.9%	12.2%	17.4%	14.0%	18.1%
0.002	6.6%	9.1%	6.9%	9.2%	8.5%	9.3%	6.1%	9.0%	9.0%	9.1%	5.7%	8.6%	3.9%	9.3%	6.4%	8.7%	6.5%	8.4%
0.001	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Fuente elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 1: Curva granulométrica



Fuente elaboración propia, 2020.

En la Tabla N° 11, se puede observar que los estratos obtenidos mediante la exploración de las calicatas, están conformados por su mayoría en suelos finos dentro de un rango de 72% - 78%, de los cuales está conformado por limos (63% - 69%) y arcillas (3% - 9%), mediante el análisis granulométrico se pudo determinar la granulometría gruesa que está conformado por gravas (2% -5%) y arenas (23% - 26%).

4.3. Ensayo de compactación de proctor modificado a la muestra natural

Se realizó el ensayo de compactación de proctor modificado por cada calicata, con la finalidad de obtener el óptimo contenido de humedad y su máxima densidad seca, datos fundamentales que nos servirán para desarrollar el ensayo de capacidad de soporte.

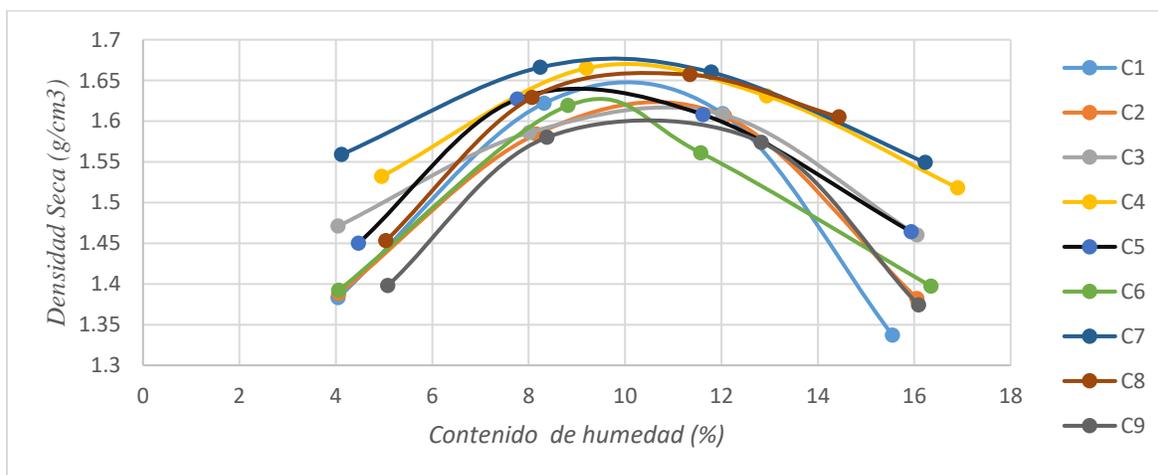
Para el desarrollo de este ensayo, se realizó por el método A (para suelos que menos del 20% del peso del material queda retenido en el tamiz N°4), según el MTC – 2016; asimismo en el desarrollo del ensayo se ha considerado emplear el contenido de agua, dentro de un rango de 4% hasta 16%, como se muestra en el gráfico.

Tabla N° 12: Resultado de proctor modificado a muestra natural

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Densidad Máxima Seca	1.647	1.621	1.616	1.666	1.641	1.62	1.674	1.658	1.615
Óptimo Contenido de Humedad	10.1%	10.75%	10.8%	10.00%	9.20%	8.65%	9.80%	11.25%	10.6%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 2: Curva de densidad seca vs contenido de humedad - terreno natural



Fuente elaboración propia, 2019.

En el Gráfico N°2: Curva de densidad seca vs contenido de humedad, podemos observar las distintas distribuciones de densidad seca vs humedad de todas las muestras de las calicatas que han sido utilizadas para su estudio; por lo que podemos decir que la calicata N°7 es la que presenta

mayor densidad (1.674 gr/cm^3), en cambio la calicata N° 9 es la que presenta menor densidad (1.615 gr/cm^3).

4.4. Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Almidón de papa

Al haber realizado el ensayo de compactación de proctor modificado, y posteriormente haber realizado el ensayo de CBR de las muestras del suelo nativo, se procedió analizar como reaccionaria la muestra cuando se adicionaba el polímero natural (almidón de papa); cabe recordar que el almidón de papa, no se tiene referencia como medio estabilizador, por lo que no hay dosificaciones establecidas; entonces se asumió las siguientes dosificaciones: 4%, 6%, 8%, 10% y 12%. Por último, se utilizó la muestra de la calicata N°5 como muestra patrón, debido a que el resultado de CBR que se obtuvo fue un CBR bajo.

4.4.1. Adición de almidón de papa 4%

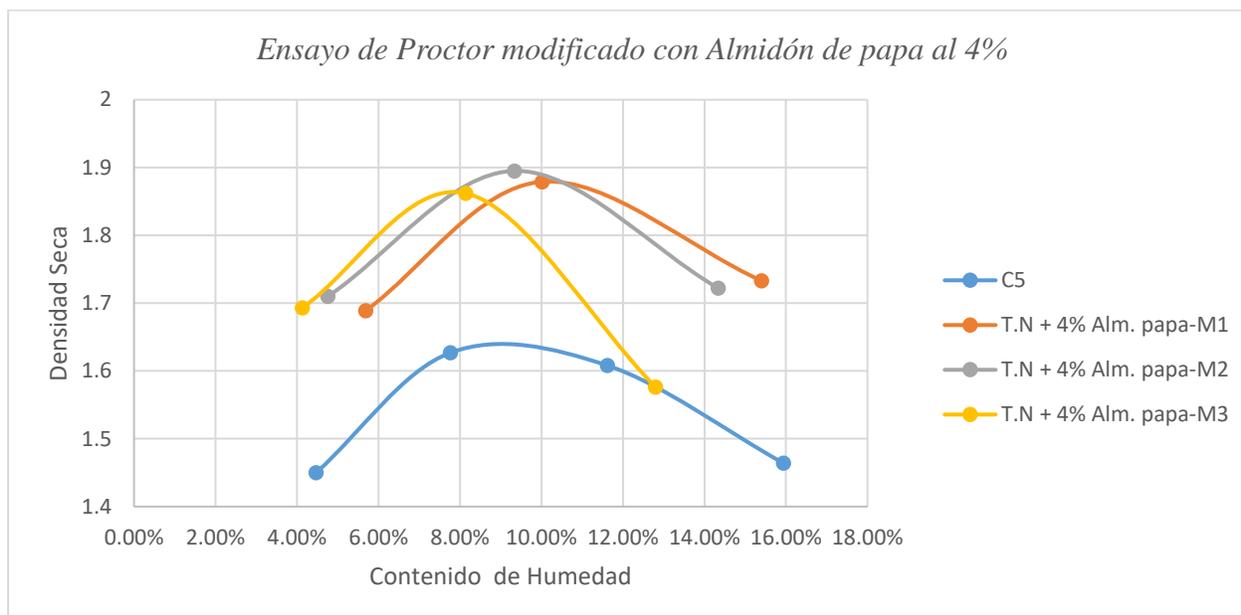
Se realizó este ensayo adicionando el 4% de almidón de papa, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 13: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 4% almidón de papa

	T.N	TN +4% Almidón de papa		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.897	1.863	1.885
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	10.00%	8.10%	10.90%

Fuente: elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 3: curva densidad seca vs curva de humedad - Almidón de papa 4%



Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 3, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 4%, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica que la muestra 2 es la que tiene mayor densidad seca en comparación de las dos muestras; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural.

4.4.2. Adición de almidón de papa 6%

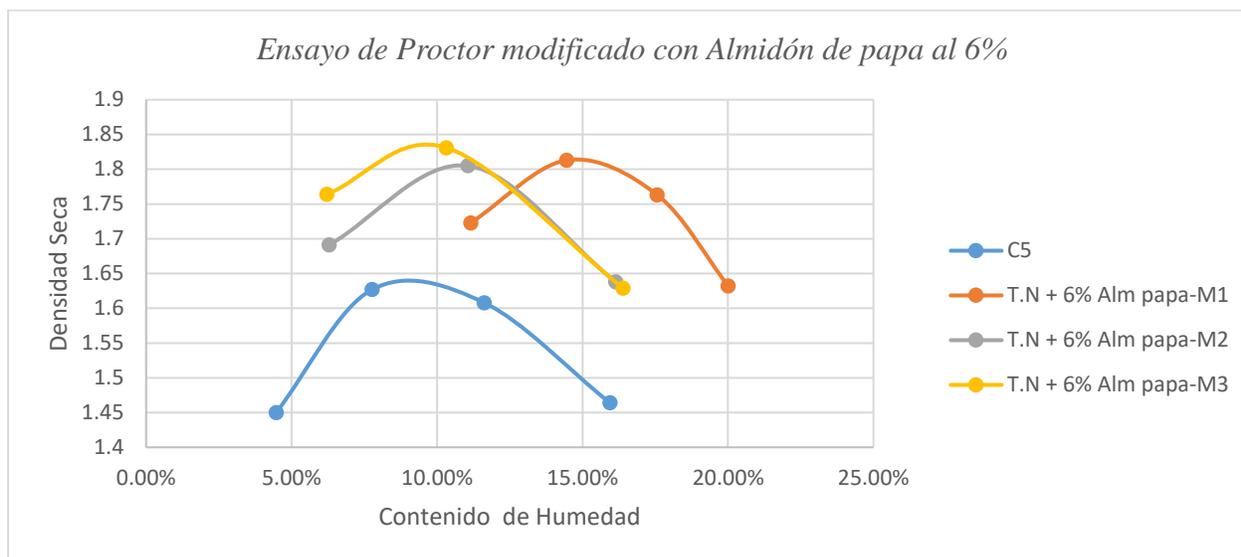
Se realizó este ensayo adicionando el 6% de almidón de papa, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 14: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 6% almidón de papa

	T.N	TN + 6% Almidón de papa		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.814	1.806	1.832
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	15.0%	10.8%	10.10%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 4: curva densidad seca vs curva de humedad - 6% de almidón de papa



Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 4, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 6%, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica que la muestra 3 es la que tiene mayor densidad seca en comparación de las dos muestras; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural.

4.4.3. Adición de almidón de papa 8%

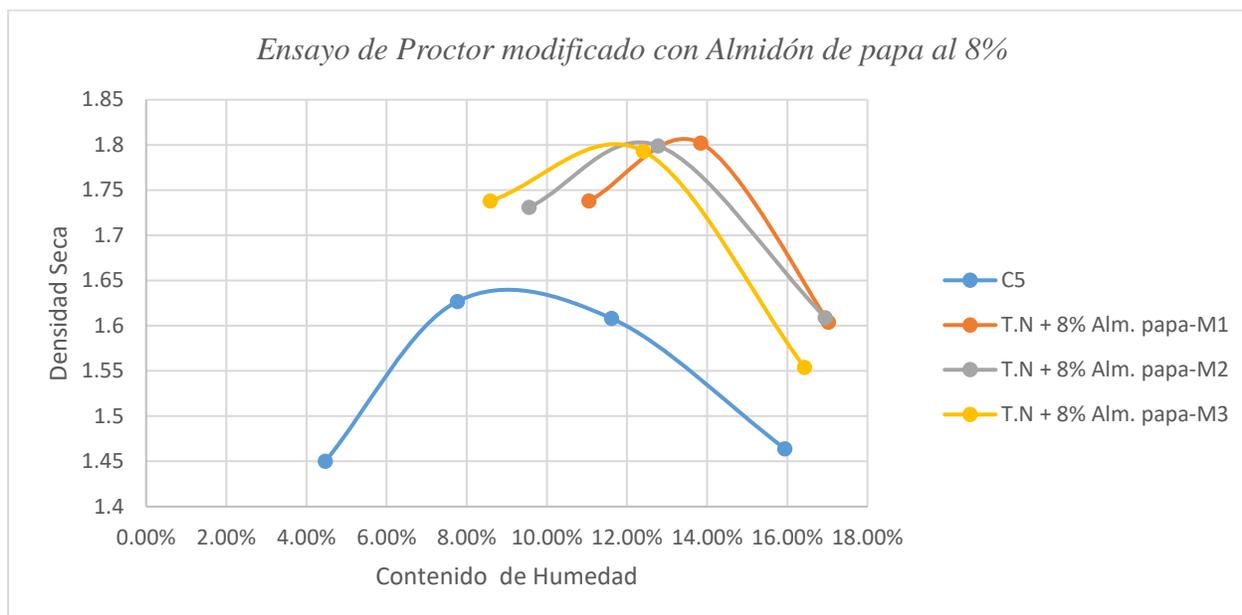
Se realizó este ensayo adicionando el 8% de almidón de papa, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 15: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 8% almidón de papa

	T.N	TN +8% Almidón de papa		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.807	1.800	1.805
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	13.40%	12.50%	11.40%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 5: curva densidad seca vs curva de humedad – 8% de almidón de papa



Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 5, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 8%, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica que la muestra 1 es la que tiene mayor densidad seca en comparación de las dos muestras; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural.

4.4.4. Adición de almidón de papa 10%

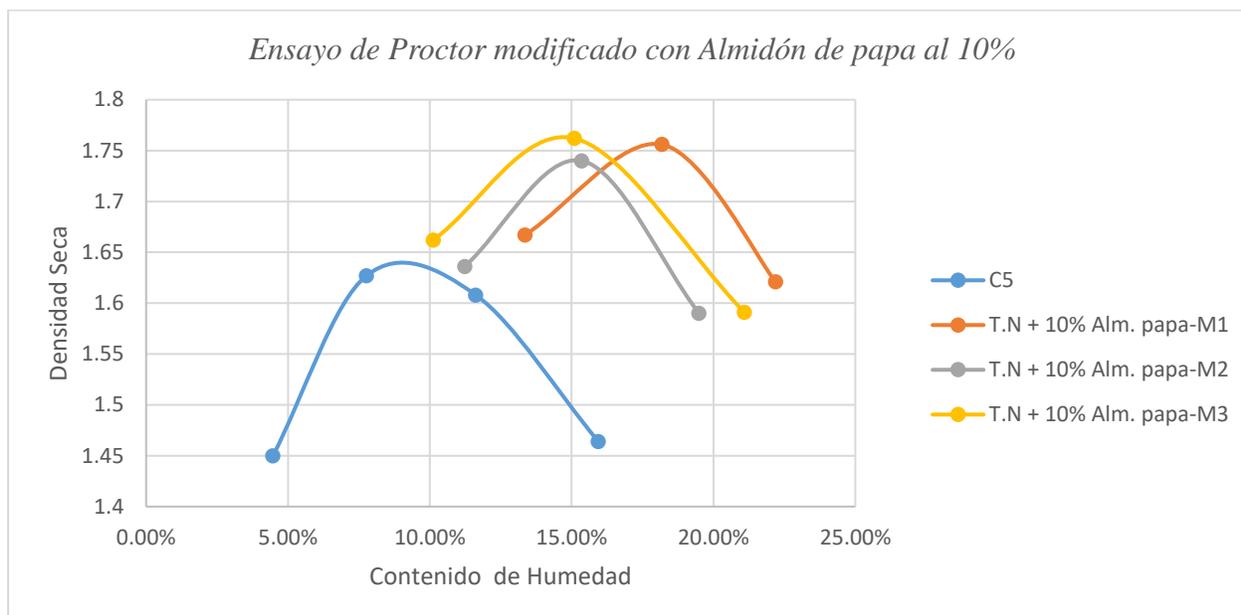
Se realizó este ensayo adicionando el 10% de almidón de papa, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 16: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 10% almidón de papa

	T.N	TN + 10% Almidón de papa		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.76	1.741	1.763
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	17.50%	15.00%	14.90%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 6: curva densidad seca vs curva de humedad - 10% de almidón de papa



Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 6, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 10%, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica que la muestra 3 es la que tiene mayor densidad seca en comparación de las dos muestras; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural. En contraste con las anteriores dosificaciones los valores de la densidad seca han ido decreciendo, por lo que su capacidad de soporte bajara a comparación de las anteriores dosificaciones.

4.4.5. Adición de almidón de papa 12%

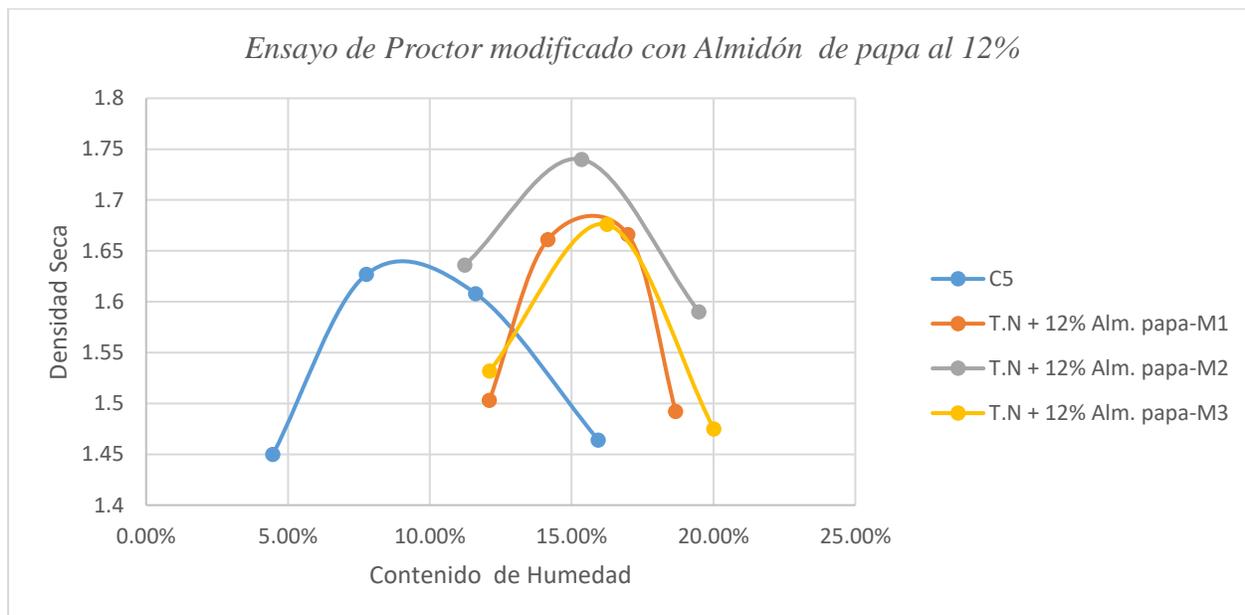
Se realizó este ensayo adicionando el 12% de almidón de papa, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 17: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con 12% almidón de papa

	T.N	TN + 12% Almidón		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.702	1.66	1.68
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	15.65%	15.60%	15.80%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 7: curva densidad seca vs curva de humedad - 12% de almidón de papa

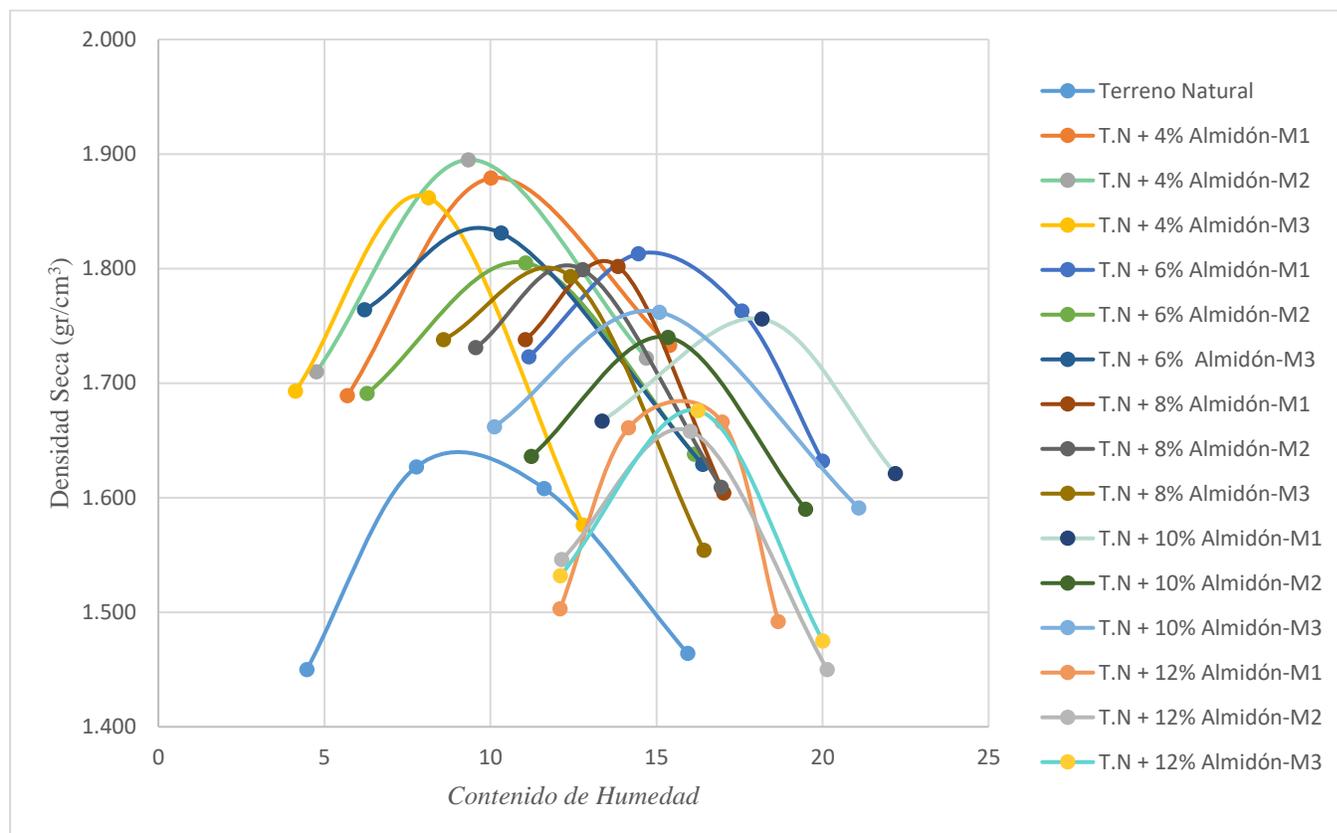


Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 7, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 12%, no es apreciable el aumento de la densidad seca, es relativamente similar a la densidad seca del suelo nativo, por lo que se espera que la capacidad de soporte aumente en relación al suelo nativo, como se muestra en el gráfico la muestra 1 es la que tiene mayor densidad seca.

4.4.6. Ensayos de compactación de proctor modificado comparación de muestras totales con Almidón de papa vs Terreno Natural

Gráfico N° 8: Curva densidad máxima seca vs contenido de humedad – almidón de papa + Terreno natural



Fuente elaboración propia, 2019.

Como se observa en el gráfico N°8, se ha realizado una comparación de densidades secas de las dosificaciones anteriores para observar la variación de esta propiedad, las dosificaciones que se han obtenido mayor cantidad de densidad seca son las dosificaciones de 4% y 6%, siendo la dosificación del 4% el que mayor resultado se obtuvo de densidad seca; por otro lado, la dosificación que se obtuvo valores bajos y casi cercanos a la densidad seca del suelo natural, es con la dosificación de 12%; cabe mencionar que con las dosificaciones de 8% y 10% también iban decreciendo, pero el rango de sus densidades secas se mantenían en un rango 1.75 - 1.80 gr/cm³.

4.5. Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Terrasil

El polímero industrial se utilizó para esta investigación, la finalidad de adicionar este polímero es comprobar como mejora las propiedades del suelo nativo con las siguientes dosificaciones: 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 kg/m³.

4.5.1. Adición de Terrasil 0.50 kg/m³

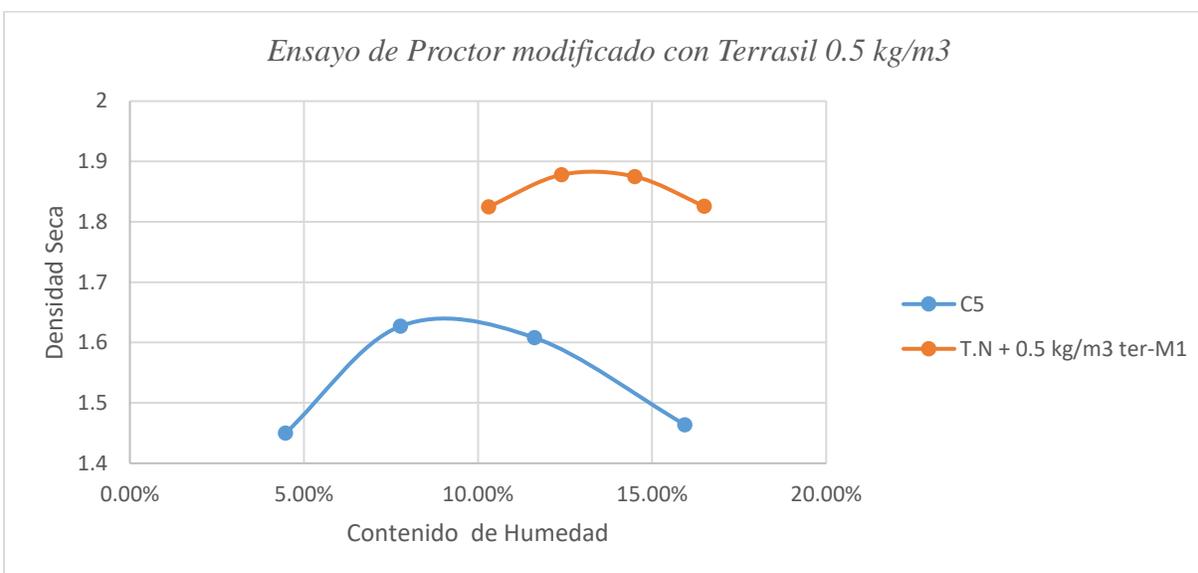
Se realizó este ensayo adicionando el 0.5 kg/m³ de terrasil, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 18: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N. con adición del 0.5 kg/m³ de Terrasil

	Terreno Natural	T.N + 0.5kg/m ³ Terrasil
Máxima Densidad Seca	1.64	1.884
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	13.30%

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 9: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 0.5 kg/m³



Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N°9, podemos observar que la adición de terrasil con 0.5 kg/m³, ha incrementado la densidad seca con relación al suelo nativo, tal como se muestra en la gráfica, se incrementó esta capacidad en un 0.244 gr/cm³.

4.5.2. Adición de terrasil 1.00 kg/m³

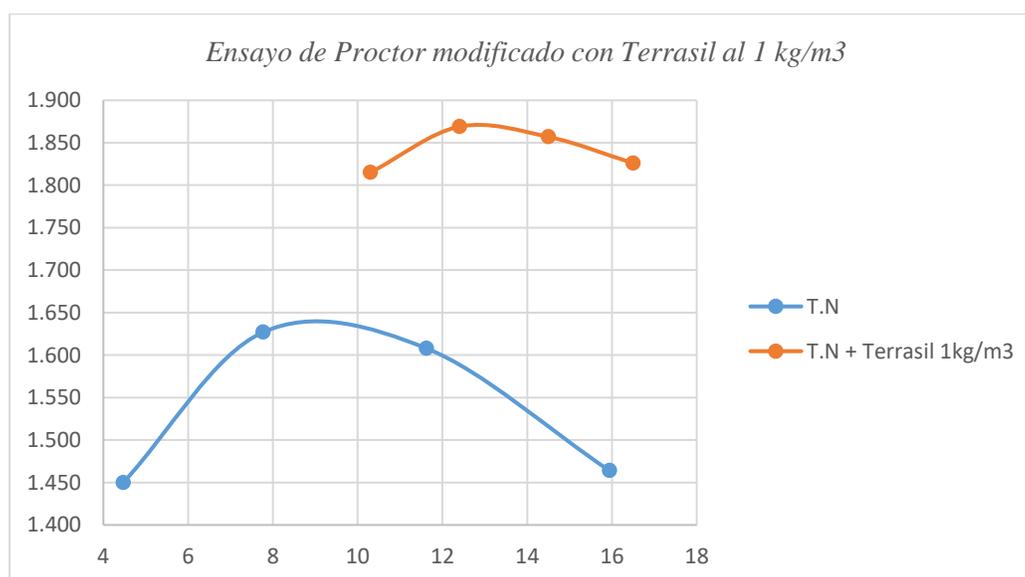
Se realizó este ensayo adicionando el 1.0 kg/m³ de terrasil, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 19: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 1.0 kg/m³ de Terrasil

	Terreno Natural	T.N + 1.00 kg/m ³ Terrasil
Máxima Densidad Seca	1.64	1.871
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	12.89%

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 10: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.0 kg/m³



Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 10, podemos observar que la adición de terrasil con 1.0 kg/m³, ha incrementado la densidad seca con relación al suelo nativo, tal como se muestra en la gráfica, se incrementó esta capacidad en un 0.231 gr/cm³.

4.5.3. Adición de terrasil 1.50 kg/m³

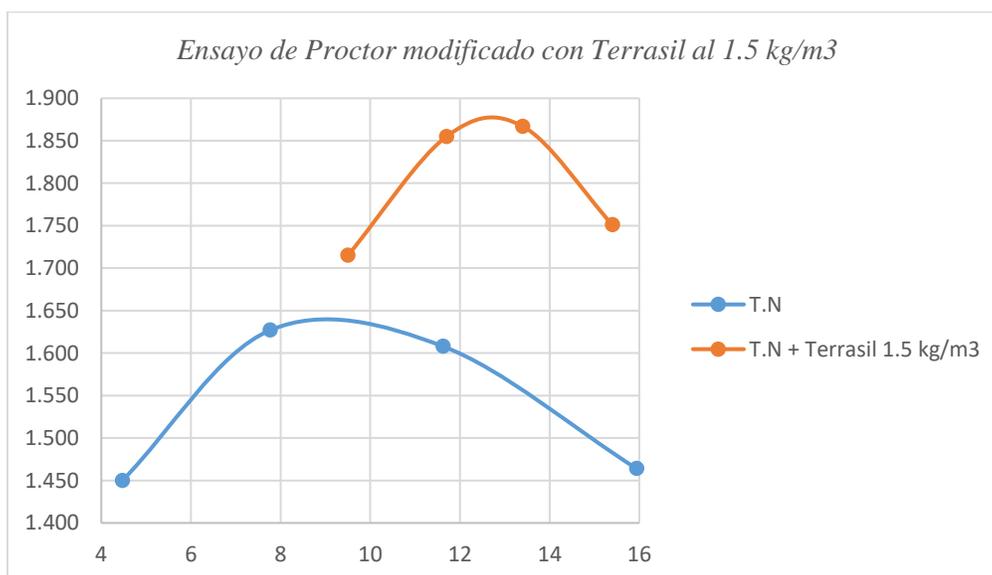
Se realizó este ensayo adicionando el 1.0 kg/m³ de terrasil, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 20: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 1.5 kg/m³ de Terrasil

	Terreno Natural	T.N + 1.50 kg/m ³ Terrasil
Máxima Densidad Seca	1.64	1.873
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	12.76%

Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 11: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.5 kg/m³



Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 11, podemos observar que la adición de terrasil con 1.5 kg/m³, ha incrementado la densidad seca con relación al suelo nativo, tal como se muestra en la gráfica, se incrementó esta capacidad en un 0.233 gr/cm³.

4.5.4. Adición de terrasil 2.00 kg/m³

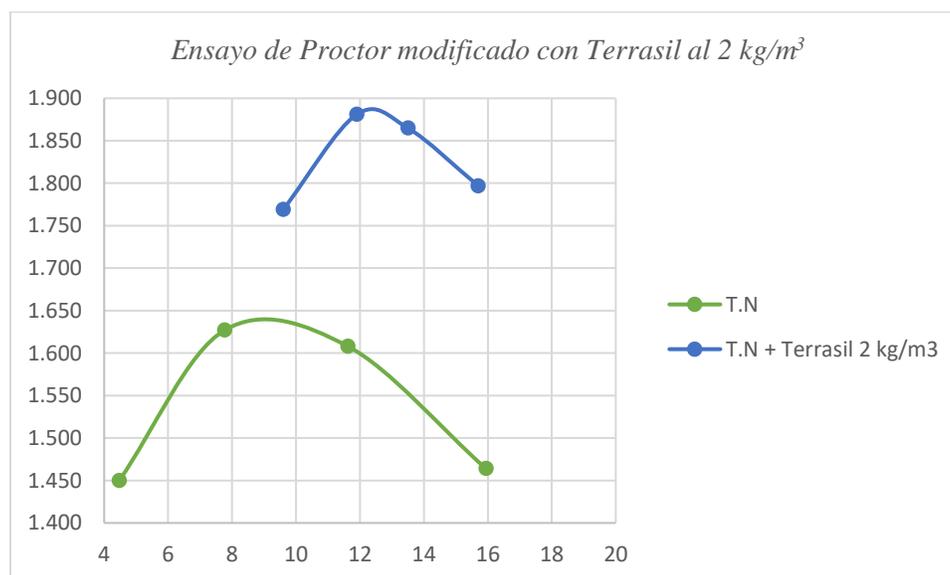
Se realizó este ensayo adicionando el 2.0 kg/m³ de terrasil, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 21: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs T.N con adición del 2.0 kg/m³ de Terrasil

	Terreno Natural	T.N + 2.00 kg/m ³ Terrasil
Máxima Densidad Seca	1.64	1.882
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	12.20%

Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 12: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 2.0 kg/m³

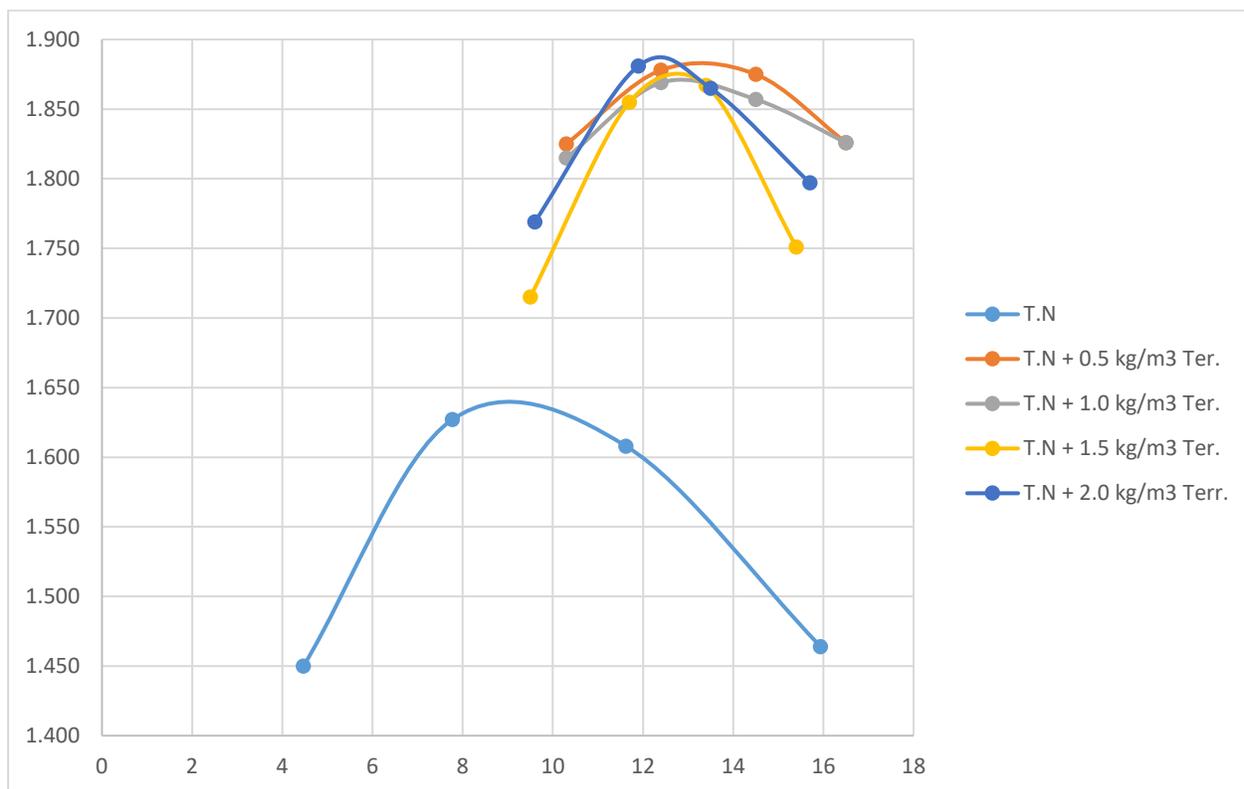


Fuente: elaboración propia

En el gráfico N° 12, podemos observar que la adición de terrasil con 2.0 kg/m³, ha incrementado la densidad seca con relación al suelo nativo, tal como se muestra en la gráfica, se incrementó esta capacidad en un 0.242 gr/cm³.

4.5.5. Ensayos de compactación de proctor modificado comparación de muestras totales con terrasil vs terreno natural

Gráfico N° 13: Curva densidad máxima seca vs contenido de humedad - Terrasil + Terreno natural



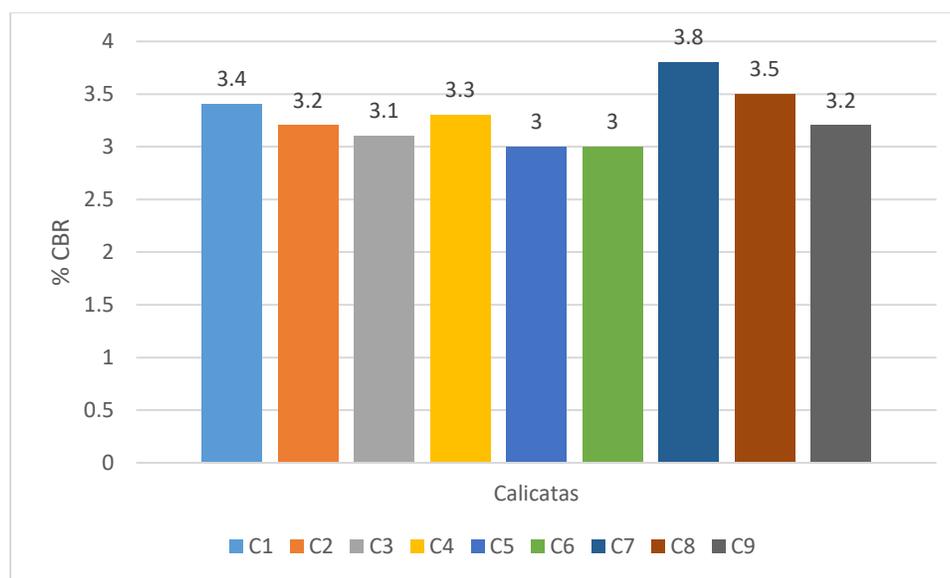
Fuente: elaboración propia

Si observamos el gráfico N° 13, nos muestra la diferencia de densidades secas que hay entre las muestras con adición de terrasil y el terreno natural, arrojando mejores resultados de densidad seca las muestras añadidas con terrasil, estando en un rango de 1.85 – 1.90 gr/cm³.

4.6. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural

Se realizó el ensayo de CBR en laboratorio de las muestras obtenidas de las avenidas: Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir, de la localidad de Mocupe, como resultado de estas, se obtuvieron que son menores del 7%, por lo que según el MTC-2013 los califica como subrasantes insuficientes, debido a esos resultados obtenidos se va requerir mejorar las propiedades mecánicas del suelo nativo, debido a que este estudio pretende evaluar una estabilización comparando dos polímeros: natural e industrial con la finalidad de estudiar el mejoramiento de la capacidad de soporte.

Gráfico N° 14: %CBR de las calicatas



Fuente: elaboración propia, 2019.

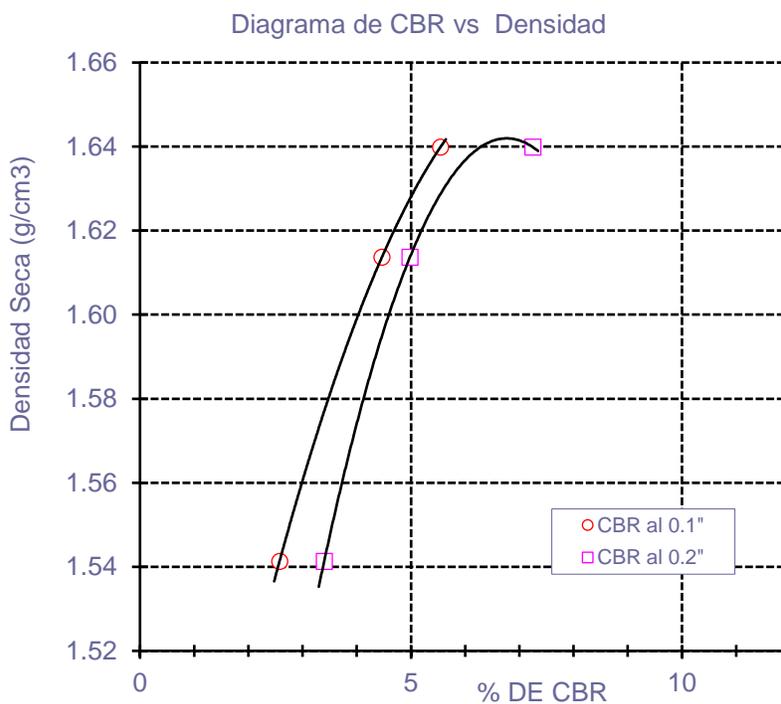
Para este trabajo de investigación se vio adecuado utilizar el material que presente la menor capacidad de soporte, por lo que se utilizó el material de la calicata 5, tal como se ve en el gráfico N°14.

Tabla N° 22: Resultados de CBR terreno natural

TERRENO NATURAL							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	5.5	1.640	46.7	0.1"	100	5.6
02	25	4.5	1.614	41.3		95	3.0
03	10	2.6	1.541	25.7	0.2"	100	7.3
						95	3.8

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 15: CBR vs densidad seca - Terreno natural (C5)



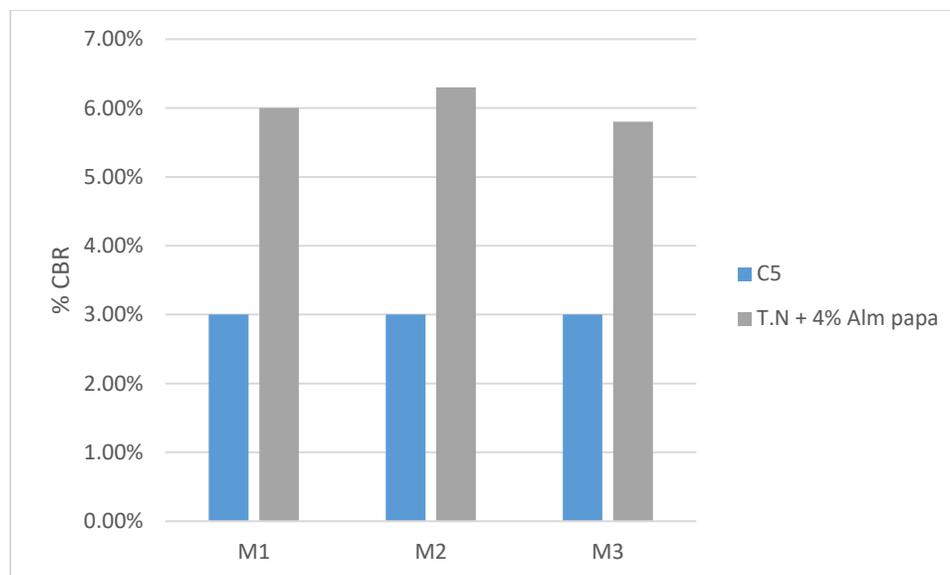
Fuente elaboración propia, 2019.

4.7. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de almidón

4.7.1. Adición de almidón de papa al 4%

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 4% del almidón de papa con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraron en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 16: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 4% vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

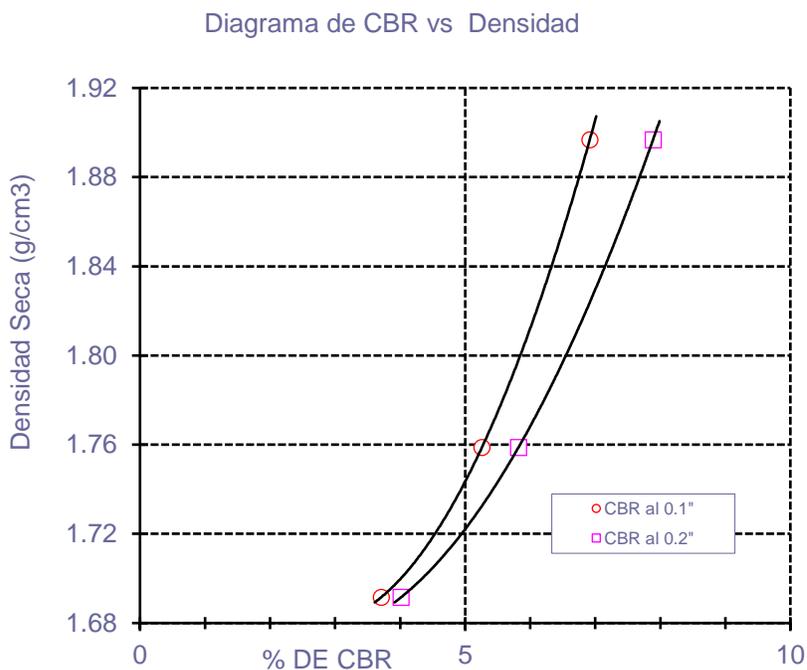
En la gráfica N° 16, se puede observar que hay un incremento de la capacidad de soporte al adicionar el 4% del almidón de papa, la muestra 2 es la que dio mayor resultado de esta capacidad siendo un 6.3%; por consiguiente, según el MTC considera a esta subrasante como regular, pero está por debajo de los requisitos mínimos para un suelo estabilizado.

Tabla N° 23: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 4%

Terreno Natural + 4% Almidón de papa							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.9	1.897	33.5	0.1"	100	6.9
02	25	5.3	1.759	36.3		95	6.3
03	10	3.7	1.692	37.4	0.2"	100	7.9
						95	7.0

Fuente elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 17: CBR vs densidad seca - Terreno Natural con almidón de papa 4%

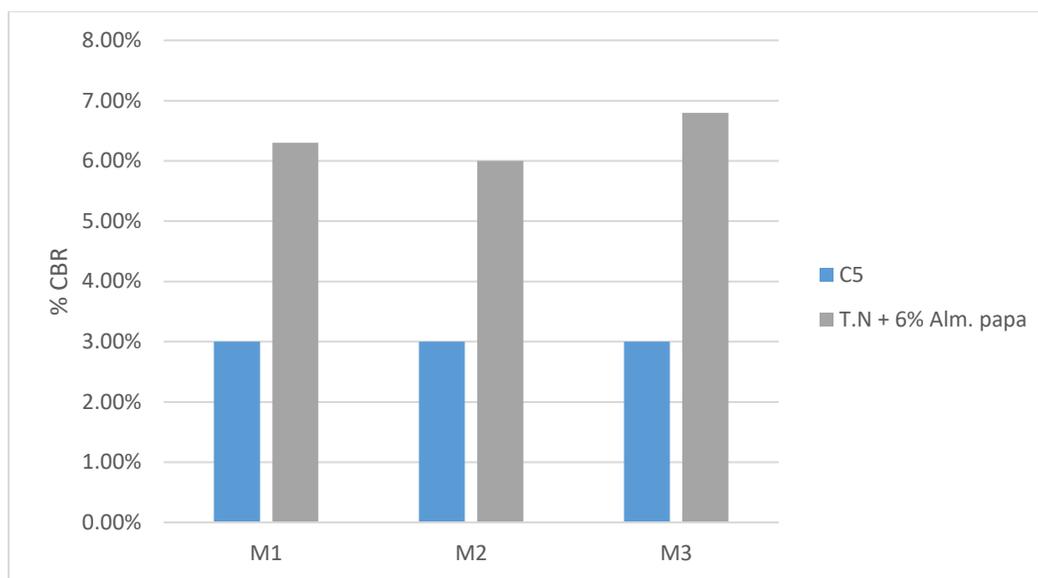


Fuente elaboración propia, 2020.

4.7.2. Adición de almidón de papa al 6%

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 6% del almidón de papa con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 18: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 6% vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

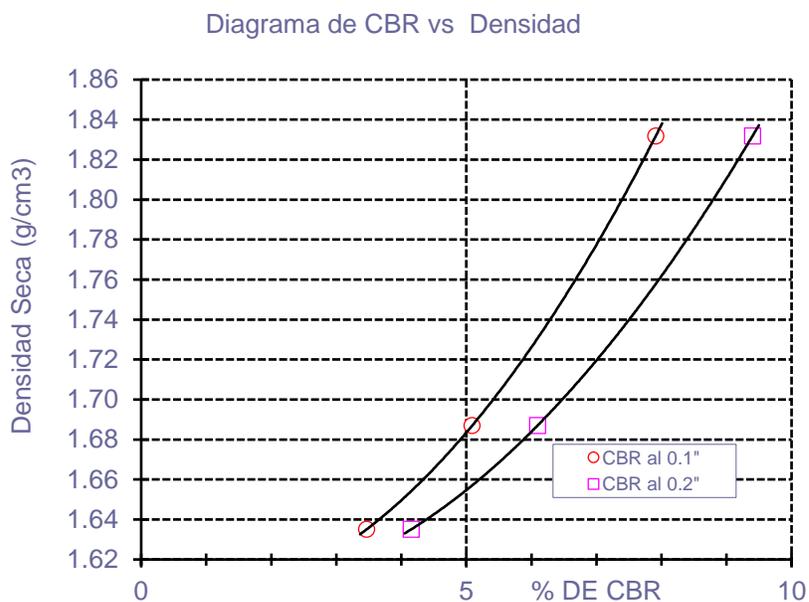
En la gráfica N° 18, se puede observar que hay un incremento de la capacidad de soporte al adicionar el 6% del almidón de papa, la muestra 3 es la que dio mayor resultado de esta capacidad siendo un 6.8%; por consiguiente, según el MTC considera a esta subrasante como regular, pero está por debajo de los requisitos mínimos para un suelo estabilizado.

Tabla N° 24: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 6%

Terreno Natural + 6% Almidón de papa							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.9	1.832	29.0	0.1"	100	7.9
02	25	5.1	1.687	31.9		95	6.8
03	10	3.5	1.635	42.5	0.2"	100	9.4
						95	8.1

Fuente elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 19: CBR vs densidad seca - terreno natural con almidón de papa 6%

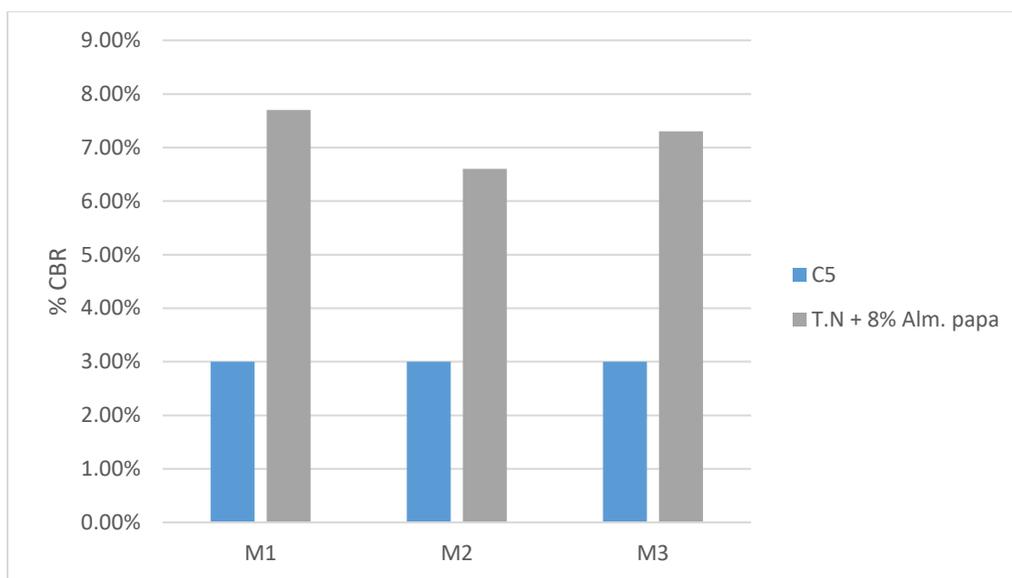


Fuente elaboración propia, 2020.

4.7.3. Adición de almidón de papa al 8%

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 8% del almidón de papa con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 20: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 8% vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

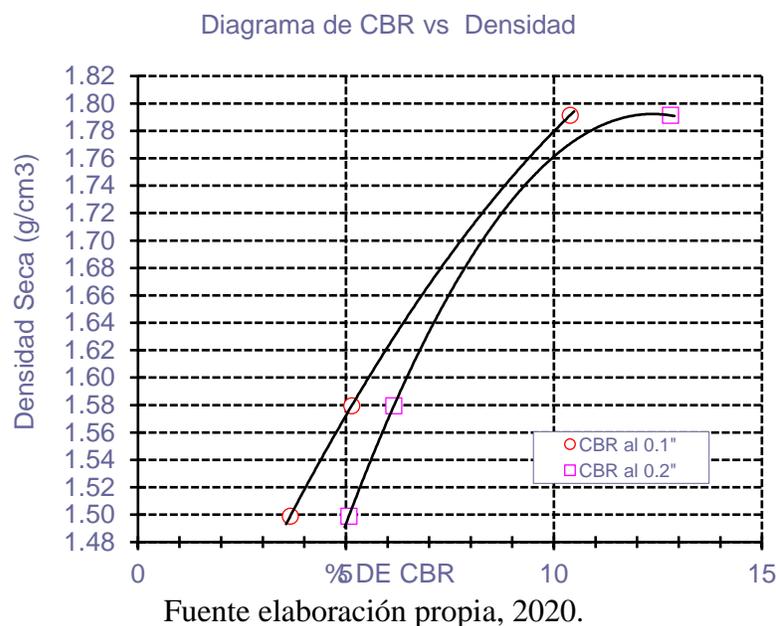
En la gráfica N° 20, se puede observar que hay un incremento de la capacidad de soporte al adicionar el 8% del almidón de papa, la muestra 1 es la que dio mayor resultado de esta capacidad siendo un 7.70%; por consiguiente, según el MTC considera a esta subrasante como regular.

Tabla N° 25: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 8%

Terreno Natural + 8% Almidón							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.791	42.8	0.1"	100	10.8
02	25	5.1	1.579	45.7		95	7.7
03	10	3.7	1.499	58.2	0.2"	100	13.3
						95	8.0

Fuente elaboración propia, 2020.

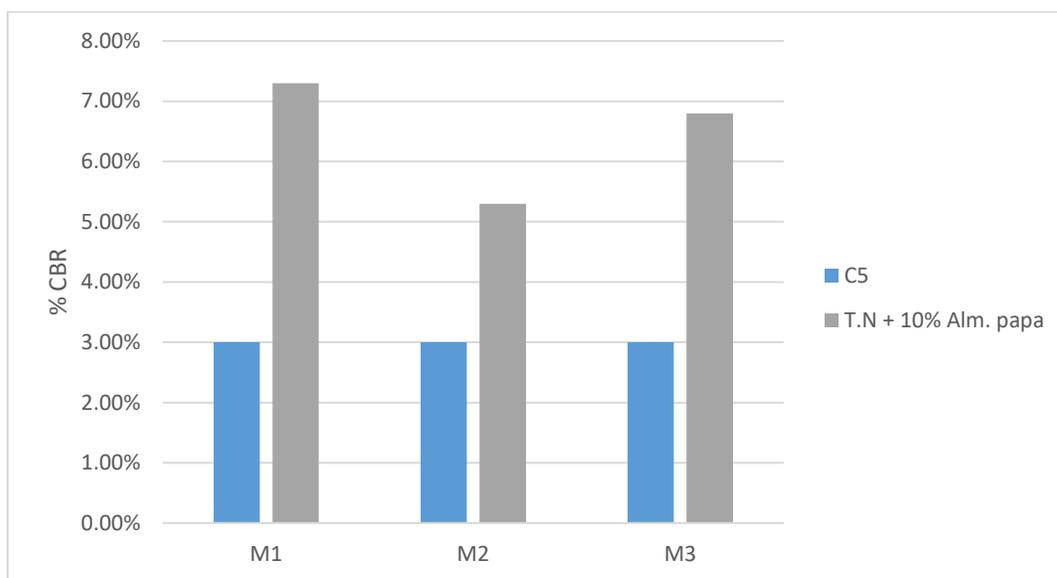
Gráfico N° 21: CBR vs densidad seca - terreno natural con almidón de papa 8%



4.7.4. Adición de almidón de papa al 10%

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 10% del almidón de papa con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 22: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 10% vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

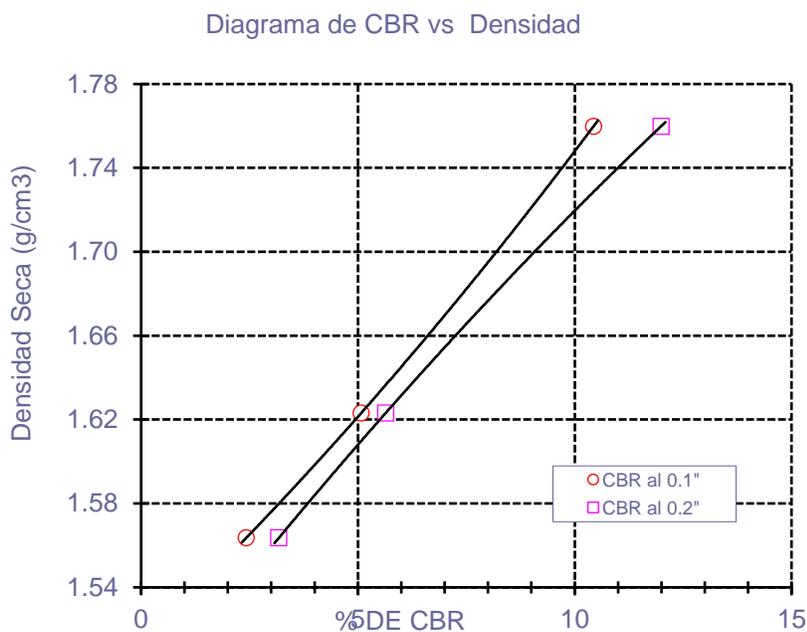
En la gráfica N° 22, se puede observar que hay un incremento de la capacidad de soporte al adicionar el 10% del almidón de papa, la muestra 1 es la que dio mayor resultado de esta capacidad siendo un 7.30%; por consiguiente, según el MTC considera a esta subrasante como regular.

Tabla N° 26: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 10%

Terreno Natural + 10% Almidón de papa							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.760	36.3	0.1"	100	10.5
02	25	5.1	1.623	48.1		95	7.3
03	10	2.4	1.564	53.4	0.2"	100	12.0
						95	7.7

Fuente elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 23: CBR vs densidad seca- terreno natural con 10% almidón de papa

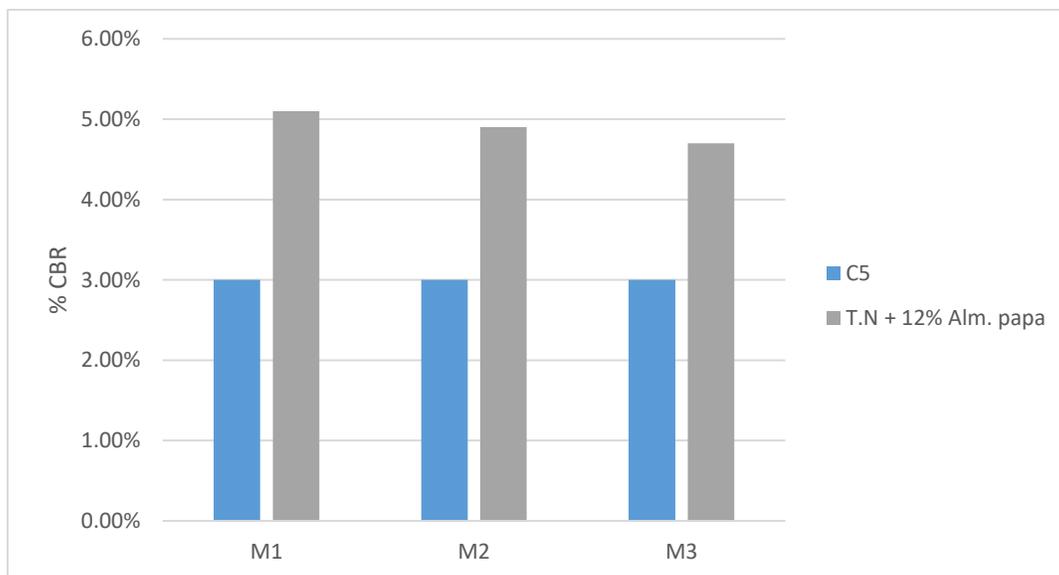


Fuente elaboración propia, 2020.

4.7.5. Adición de almidón de papa al 12%

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 12% de almidón de papa con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 24: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 12% vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

En la gráfica N° 24, se puede observar que hay un incremento de la capacidad de soporte al adicionar el 12% del almidón de papa, la muestra 1 es la que dio mayor resultado de esta capacidad siendo un 5.10%; por consiguiente, según el MTC considera a esta subrasante como insuficiente. En contraste con las anteriores dosificaciones, se obtuvo una disminución de esta capacidad de soporte, por lo que con los datos obtenidos se procedió a determinar la dosificación óptima del almidón.

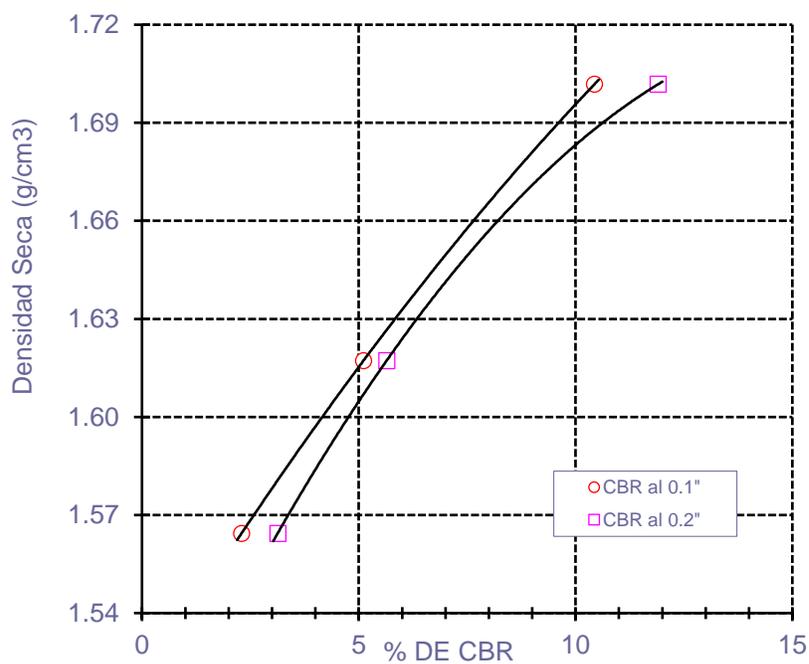
Tabla N° 27: Resultados de CBR – terreno natural con almidón de papa al 12%

Terreno Natural + 12% Almidón de papa							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.702	35.0	0.1"	100	10.5
02	25	5.1	1.617	48.0		95	5.1
03	10	2.3	1.564	52.5	0.2"	100	11.9
						95	5.6

Fuente elaboración propia

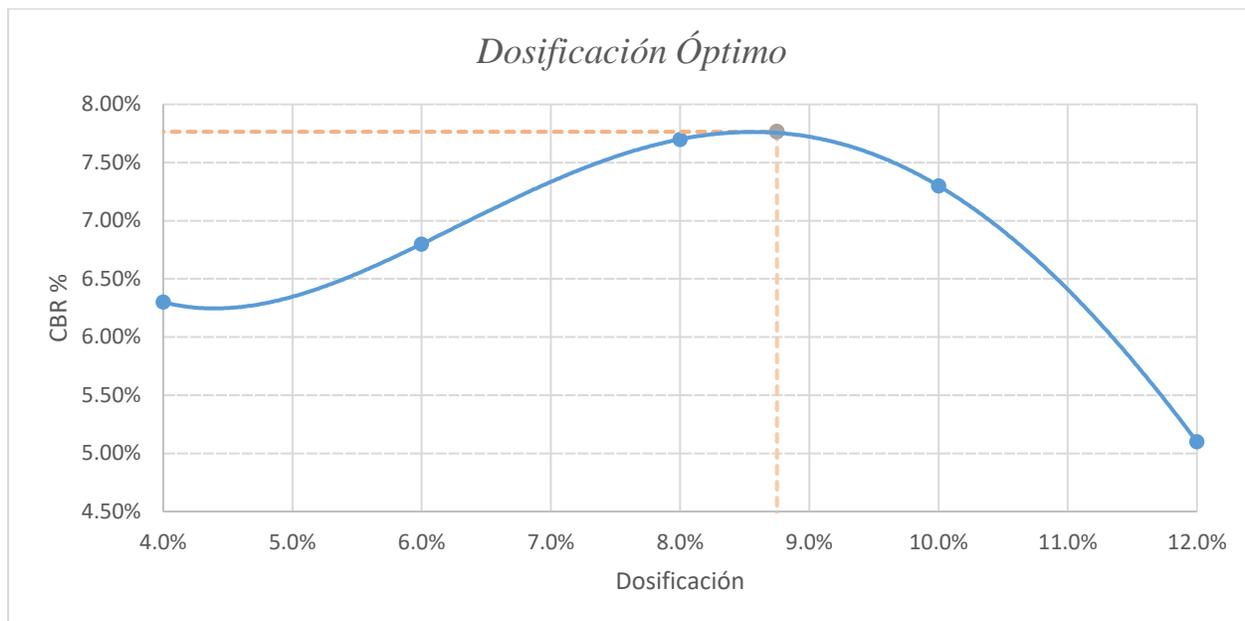
Gráfico N° 25: CBR vs densidad seca- terreno natural con 12% almidón de papa

Diagrama de CBR vs Densidad



Fuente elaboración propia

Gráfico N° 26: Curva de CBR óptimo – Almidón de papa



Fuente elaboración propia

Con todos los datos de capacidad de soporte (CBR), nos permitieron obtener la dosificación óptima que, teniendo como la dosificación óptima de 8.8%, por lo que se tendrá que realizar el ensayo de proctor modificado para obtener el contenido de humedad y densidad seca, obteniendo esos datos se realizara el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

4.7.6. Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de almidón de papa 8.8% (óptimo)

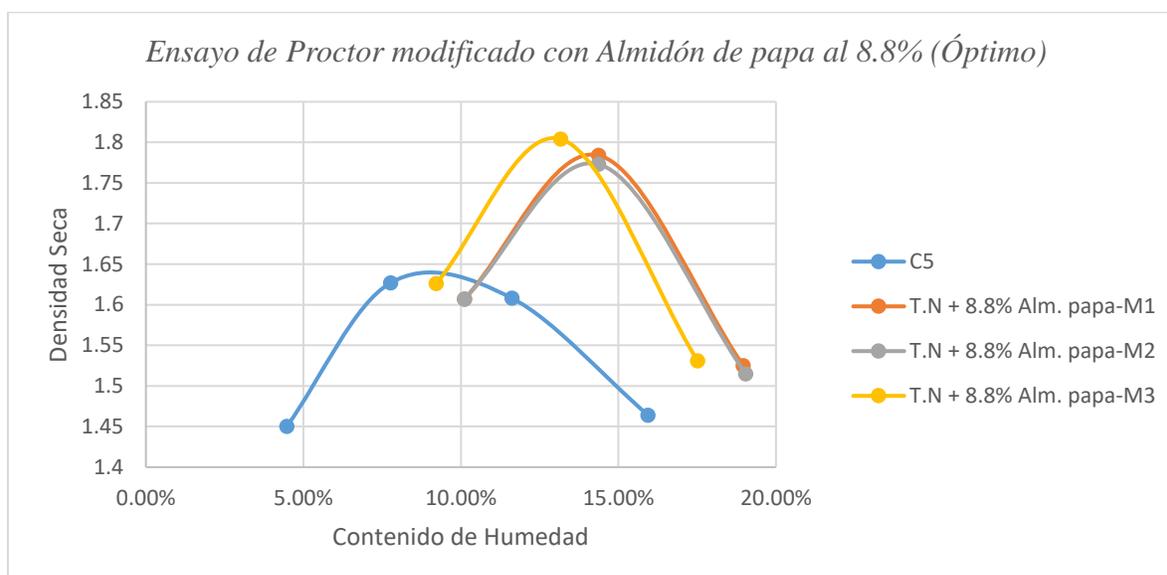
Se realizó este ensayo adicionando el 8.8% de almidón, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 28: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con almidón de papa 8.8 % (Óptimo)

	T.N	TN + 8.8% Almidón de papa		
		M1	M2	M3
Máxima Densidad Seca	1.64	1.784	1.775	1.805
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	14.20%	14.15%	13.0%

Fuente elaboración propia, 2019.

Gráfico N° 27: Curva densidad seca vs curva de humedad - Almidón 8.8% (óptimo)



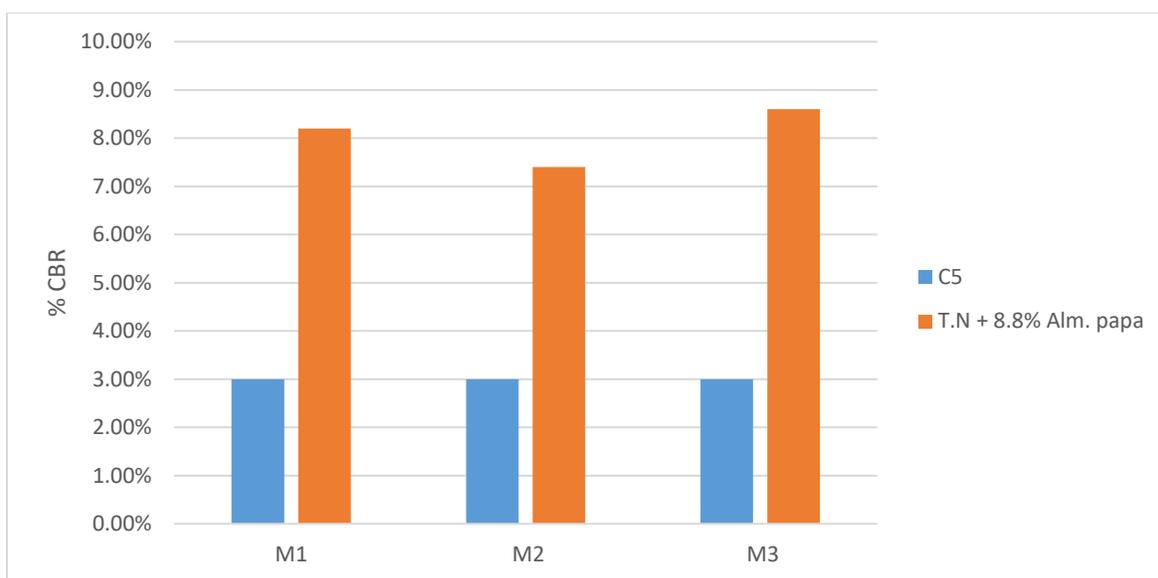
Fuente elaboración propia, 2019.

En el gráfico N° 27, podemos observar que la adición del almidón de papa a un 8.8%, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica que la muestra 3 es la que tiene mayor densidad seca en comparación de las dos muestras; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural.

4.7.7. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de almidón de papa 8.8% (óptimo)

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 8.8% de almidón con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 28: Comparación de CBR de la adición de almidón de papa al 8.8% (óptimo) vs terreno natural



Fuente elaboración propia, 2019.

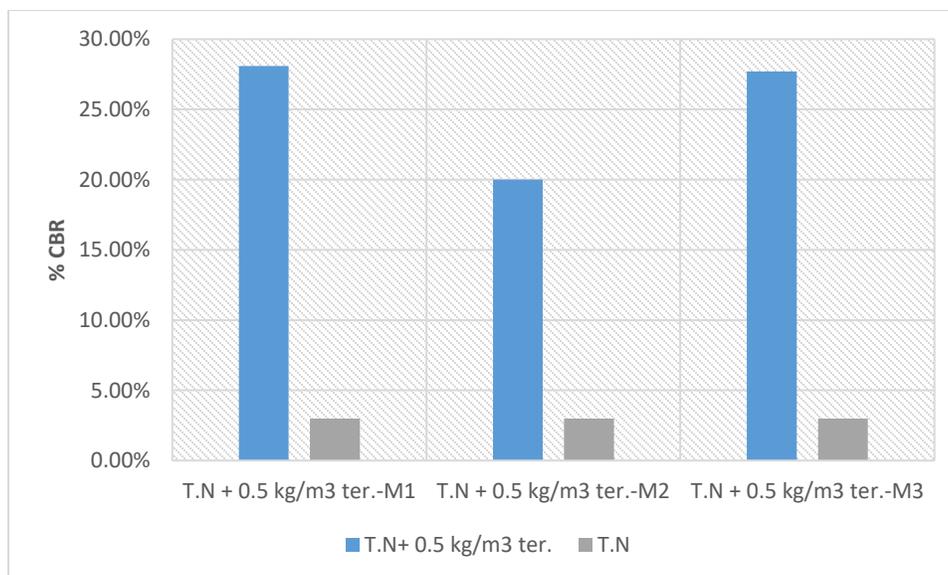
En el gráfico N° 28, se observa que las tres muestras con su adición de contenido óptimo de polímero natural (almidón de papa), se obtuvo que la capacidad de soporte es superior al 7%, por lo que relacionando al tipo de subrasantes según la MTC, pertenece al tipo S2: subrasante regular

4.8. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de Terrasil

4.8.1. Adición de Terrasil 0.50 kg/m³

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 0.5 kg/m³ de terrasil con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 29: Comparación de CBR de la adición de terrasil 0.5 kg/m³ con el terreno natural



Fuente: elaboración propia, 2020.

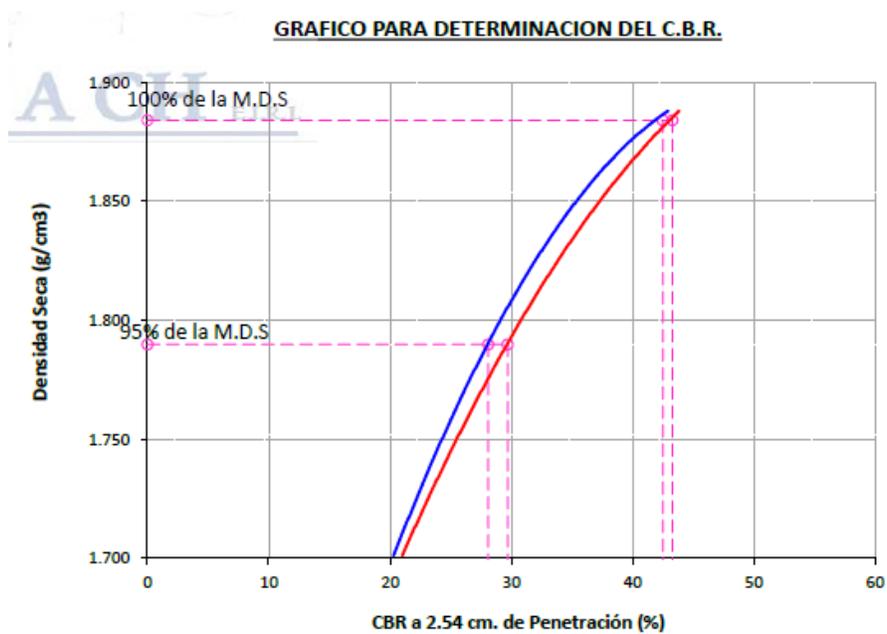
En el gráfico N° 29, se observa el aumento de la capacidad de soporte cuando se adiciono la dosificación 0.5 kg/m³, siendo la muestra 1 la que se obtuvo mayor resultado, por lo tanto, según la clasificación del MTC lo considera como subrasante muy buena.

Tabla N° 29: Resultados de CBR – terreno natural con 0.5 kg/m³ Terrasil

Terreno Natural + 0.5 kg/m ³ terrasil							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.888	0.22	0.1"	100	42.5
02	25	5.1	1.791	0.24		95	28.1
03	12	2.3	1.701	0.36	0.2"	100	43.3
						95	29.7

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 30: CBR vs densidad seca- terreno natural con 0.5 kg/m³ Terrasil

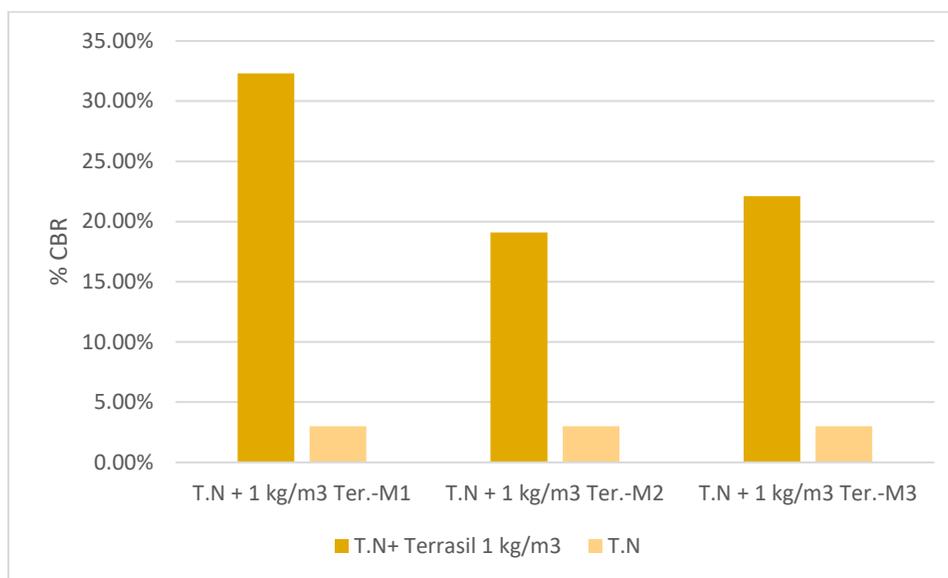


Fuente: elaboración propia, 2020.

4.8.2. Adición de Terrasil 1.00 kg/m³

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 1.0 kg/m³ de terrasil con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 31: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1 kg/m³ con el terreno natural



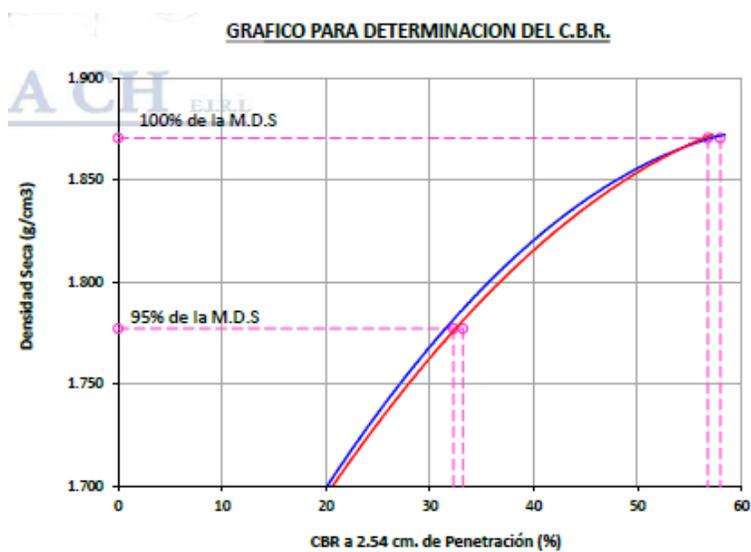
Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 31, se observa el aumento de la capacidad de soporte cuando se adiciona la dosificación 1.0 kg/m³, siendo la muestra 1 la que se obtuvo mayor resultado, por lo tanto, según la clasificación del MTC lo considera como subrasante excelente

Tabla N° 30: Resultados de CBR – terreno natural con 1.0 kg/m³ Terrasil

Terreno Natural + 1.0 kg/m ³ terrasil							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.872	0.02	0.1"	100	58.0
02	25	5.1	1.802	0.15		95	32.3
03	12	2.3	1.692	0.20	0.2"	100	56.8
						95	33.2

Gráfico N° 32: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.0 kg/m³ Terrasil

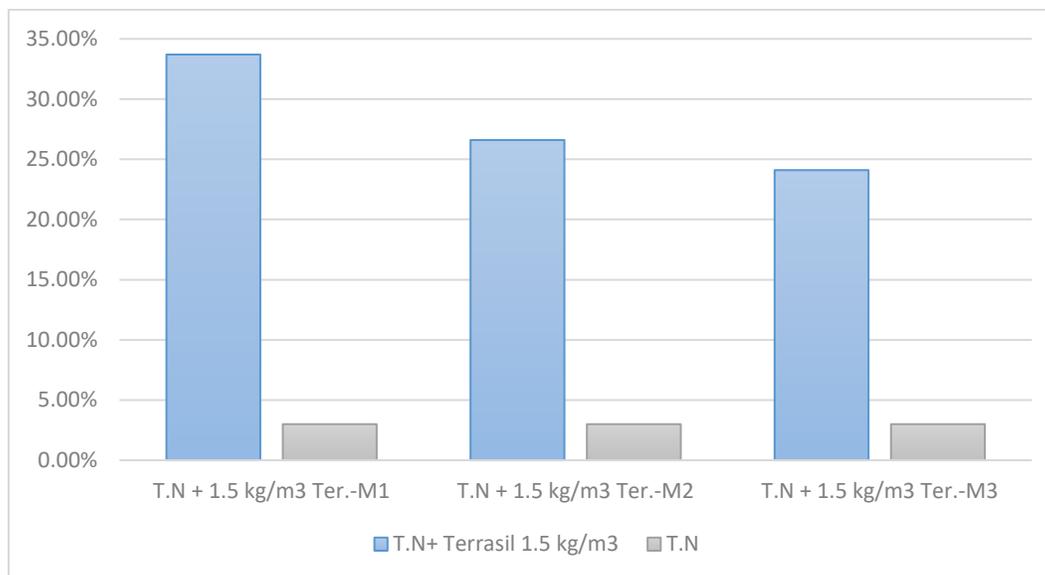


Fuente: elaboración propia

4.8.3. Adición de Terrasil 1.50 kg/m³

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 1.50 kg/m³ de terrasil con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 33: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1.5 kg/m³ con el terreno natural



Fuente elaboración propia, 2020.

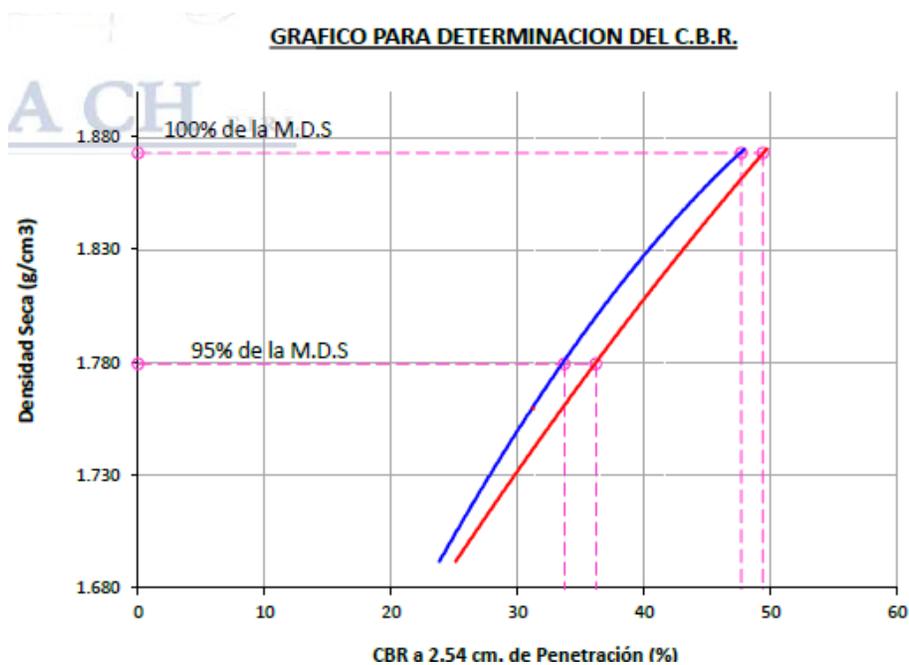
En el gráfico N° 33, se observa el aumento de la capacidad de soporte cuando se adiciona la dosificación 1.50 kg/m³, siendo la muestra 1 la que se obtuvo mayor resultado, por lo tanto, según la clasificación del MTC lo considera como subrasante excelente.

Tabla N° 31: Resultados de CBR – terreno natural con 1.5 kg/m³ Terrasil

Terreno Natural + 1.5 kg/m ³ terrasil							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.875	0.09	0.1"	100	47.7
02	25	5.1	1.796	0.06		95	33.7
03	12	2.3	1.692	0.11	0.2"	100	49.4
						95	36.2

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 34: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.5kg/m³ Terrasil

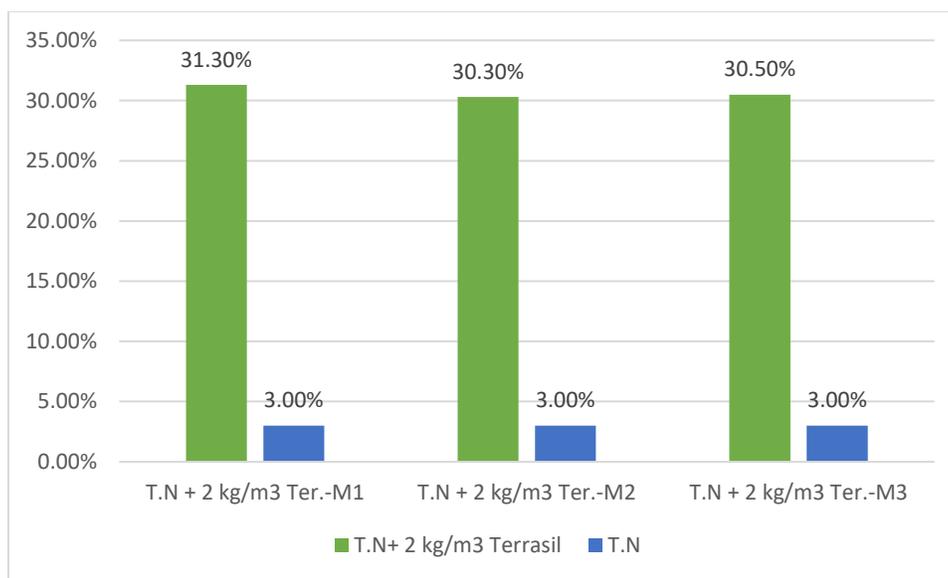


Fuente: elaboración propia, 2020

4.8.4. Adición de Terrasil 2.00 kg/m³

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 2.0 kg/m³ de terrasil con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 35: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 2 kg/m³ con el terreno natural



Fuente: elaboración propia, 2020.

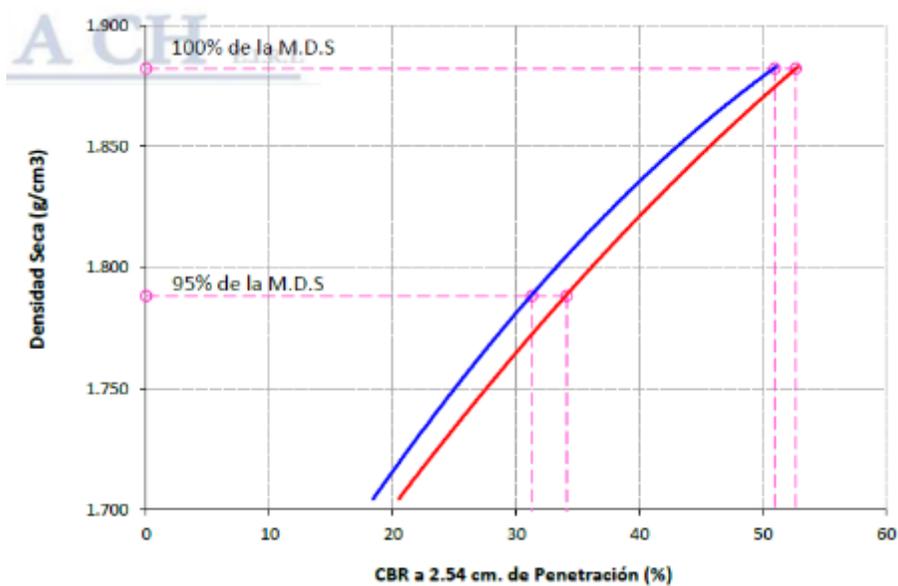
En el gráfico N° 35, se observa el aumento de la capacidad de soporte cuando se adiciono la dosificación 2.0 kg/m³, siendo la muestra 1 la que se obtuvo mayor resultado, por lo tanto, según la clasificación del MTC lo considera como subrasante excelente.

Tabla N° 32: Resultados de CBR – terreno natural con 2.0 kg/m³ Terrasil

Terreno Natural + 2.0 kg/m ³ terrasil							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.883	0.05	0.1"	100	51.0
02	25	5.1	1.794	0.09		95	31.3
03	12	2.3	1.692	0.11	0.2"	100	52.7
						95	34.1

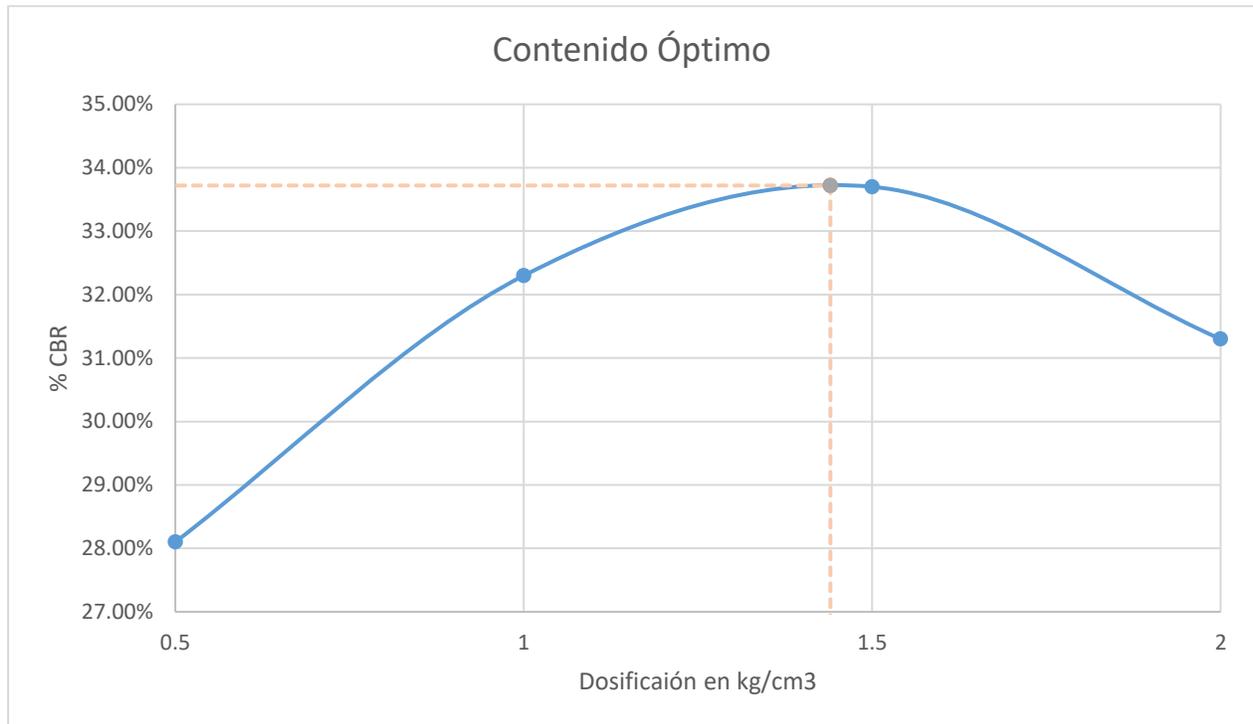
Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 36: CBR vs densidad seca- terreno natural con 2.0kg/m³ Terrasil



Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 37: Curva de CBR óptimo - Terrasil



Fuente: elaboración propia, 2020.

Con todos los datos de capacidad de soporte (CBR), nos permitieron obtener la dosificación óptima que teniendo como la dosificación óptima es 1.4 kg/m^3 , por lo que se tendrá que realizar el ensayo de proctor modificado para obtener el contenido de humedad y densidad seca, obteniendo esos datos se realizara el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).

4.8.5. Ensayo de compactación de proctor modificado con adición de Terrasil 1.40 kg/m³

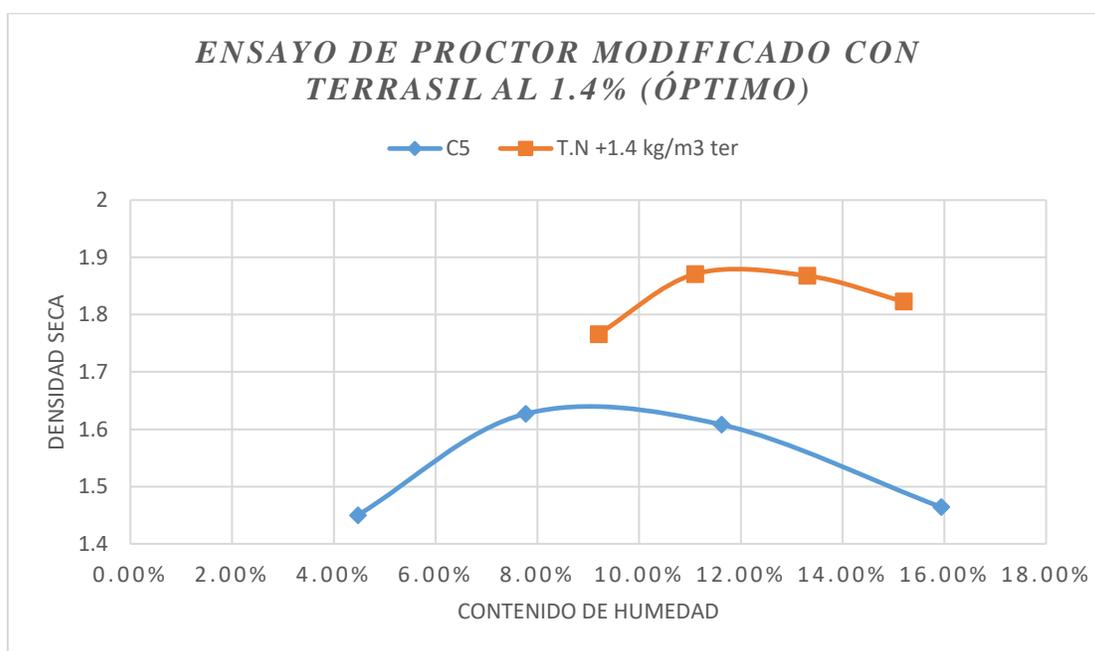
Se realizó este ensayo adicionando el 1.4 kg/m³ de terrasil, por lo cual los resultados de la densidad seca y su contenido de humedad se detallará en la siguiente tabla.

Tabla N° 33: Resultado de proctor modificado Terreno natural vs Terreno natural con Terrasil 1.4 kg/m³ (Óptimo)

	Terreno Natural	T.N + 1.4 kg/m ³ Terrasil
Máxima Densidad Seca	1.64	1.881
Óptimo Contenido de Humedad	9.20%	12.08%

Fuente: elaboración propia, 2020

Gráfico N° 38: Curva densidad seca vs curva de humedad – Terrasil 1.4 kg/m³ (óptimo)



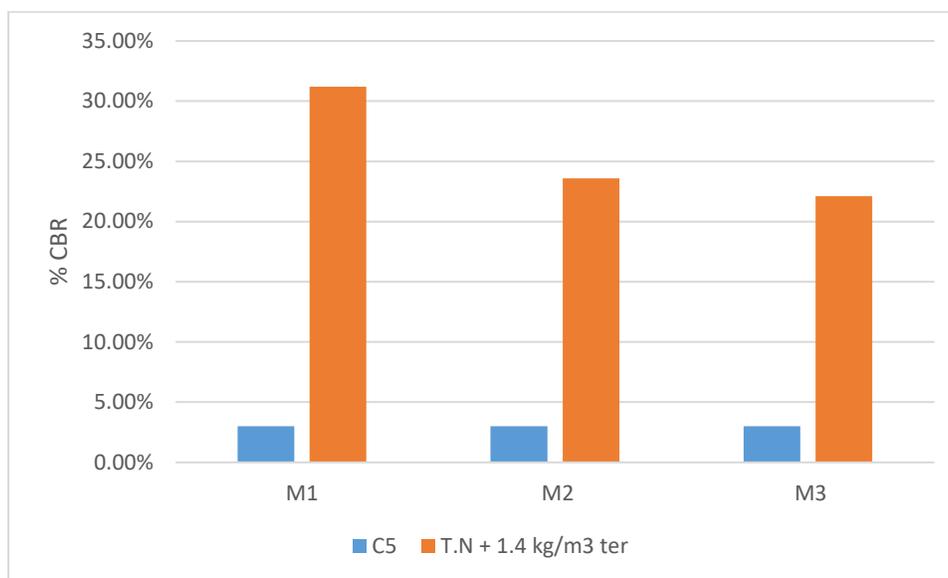
Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 37, podemos observar que al adicionar 1.4 kg/m³ de terrasil, ha incrementado su densidad seca con relación al suelo nativo, como se muestra en la gráfica; por lo que podemos deducir que mejorara la capacidad de soporte con relación al terreno natural.

4.8.6. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con adición de Terrasil 1.40% (óptimo)

En el laboratorio se procedió a realizar el ensayo de CBR, añadiendo la dosificación de 1.4 kg/m³ de terrasil con su respectivo contenido de humedad, los resultados que se obtuvieron se mostraran en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 39: Comparación de CBR de la adición de terrasil al 1.4% vs terreno natural



Fuente: elaboración propia

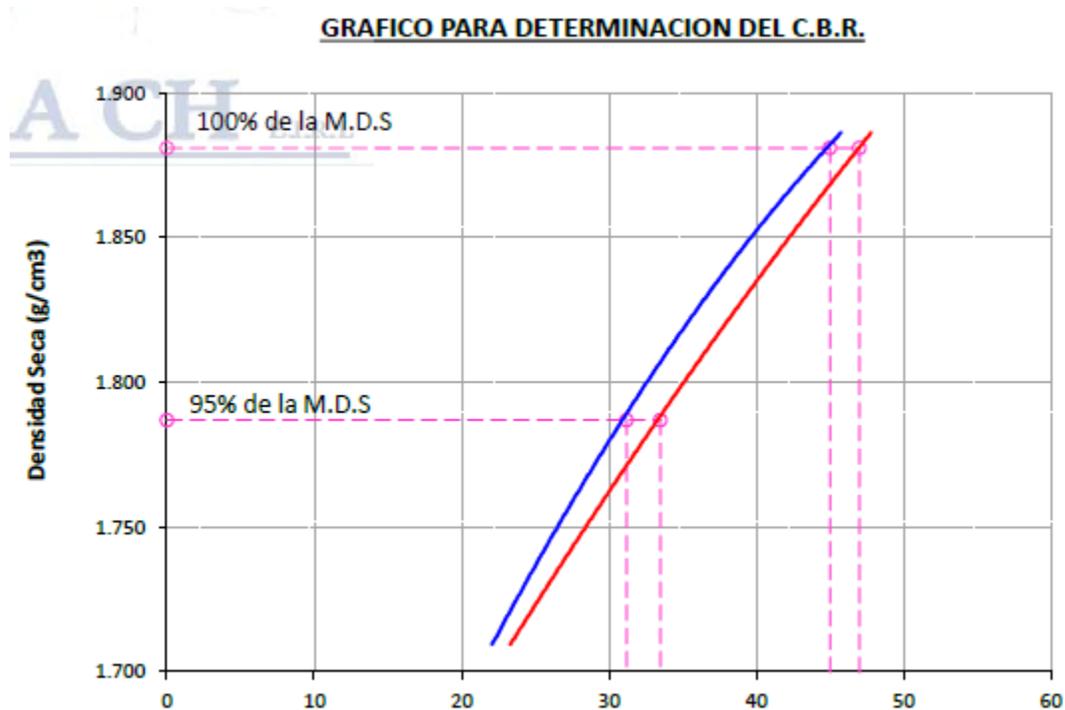
En el gráfico N° 39, se observa el aumento de la capacidad de soporte cuando se adiciono la dosificación 1.40 kg/m³, siendo la muestra 1 la que se obtuvo mayor resultado, por lo tanto, según la clasificación del MTC lo considera como subrasante excelente.

Tabla N° 34: Resultados de CBR – terreno natural con 1.4kg/m³ (óptimo) Terrasil

Terreno Natural + 1.4 kg/m ³ (óptimo) terrasil							
Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.886	0.10	0.1"	100	45.0
02	25	5.1	1.812	0.16		95	31.2
03	12	2.3	1.709	0.20	0.2"	100	47.0
						95	33.5

Fuente: elaboración propia

Gráfico N° 40: CBR vs densidad seca- terreno natural con 1.4 kg/m³ (Óptimo)-Terrasil



Fuente: elaboración propia

4.9. Ensayo de permeabilidad

4.9.1. Terreno natural

El ensayo de permeabilidad que se desarrolló en laboratorio, tuvo como finalidad obtener el coeficiente de permeabilidad (K_{20}) y clasificar el rango de permeabilidad que tendrá la muestra de suelo nativo, como así también se comprobó la permeabilidad al adicionar el almidón de papa (8.8%) y el terrasil (1.4 kg/m^3), los resultados se mostraran en las siguientes tablas.

Tabla N° 35: Permeabilidad del terreno Natural

Muestra : Terreno natural							
T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm ²)	L(cm)	A (cm ²)	fc	K ₂₀ (cm/s)
1800	100	97.1	3.142	70	70.882	0.953	5.1E-05
1800	97.1	96.9	3.142	70	70.882	0.953	3.6E-06
1800	96.9	95.8	3.142	70	70.882	0.953	2.0E-05
1800	95.8	93.9	3.142	70	70.882	0.953	3.5E-05
1800	93.9	91.5	3.142	70	70.882	0.953	4.5E-05
1800	91.5	89.4	3.142	70	70.882	0.953	4.0E-05
							3.07E ⁻⁰⁵

K promedio	3.07 E ⁻⁰⁵
Descripción	<i>Poco permeable</i>

Fuente: elaboración propia, 2020

Por lo que se puede observar en la tabla N° 35; que el suelo nativo de la localidad de Mocupe tiene un coeficiente de permeabilidad promedio de 3.07 E^{-05} , por lo que se considera como poco permeable, esto se debe a la distribución granulométrica del suelo y a la presencia de granulometría fina que permite reducir la cantidad de vacíos.

4.9.2. Adición de almidón de papa 8.8%

Tabla N° 36: Permeabilidad de T.N + 8.8% de almidón de papa

Muestra T.N + Almidón 8.8%							
T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm2)	L(cm)	A (cm2)	fc	K20 (cm/s)
1800	100	99.75	3.142	70	70.882	0.953	4E-06
1800	99.75	99.46	3.142	70	70.882	0.953	5E-06
1800	99.46	99.1	3.142	70	70.882	0.953	6E-06
1800	99.1	98.62	3.142	70	70.882	0.953	8E-06
1800	98.62	98.1	3.142	70	70.882	0.953	9E-06
1800	98.1	97.8	3.142	70	70.882	0.953	5E-06
							6.10E ⁻⁰⁶

K promedio	6.10E ⁻⁰⁶
Descripción	<i>Muy Poco permeable</i>

Fuente: elaboración propia, 2020.

En la tabla N° 36, se observa que al añadir al suelo nativo una dosificación del 8.8% del polímero natural (almidón), el coeficiente de permeabilidad promedio es de 6.10 E^{-06} , por lo que su clasificación ahora es muy poco permeable, viéndose una mejora en comparación al suelo nativo que se clasifico como poco permeable, esta propiedad es importante porque va influir en las propiedades del suelo estabilizado, y la permeabilidad es una de las propiedades de un suelo estabilizado, ya que se tiene que obtener un suelo impermeable, para evitar el ingreso del agua a la estructura de la subrasante.

4.9.3. Adición de terrasil 1.4 kg/m³

Tabla N° 37: Permeabilidad de T.N + 1.4 kg/m³ de Terrasil

Muestra T.N +Terrasil 1.4%							
T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm ²)	L(cm)	A (cm ²)	fc	K20 (cm/s)
1800	100	99.99	3.142	70	70.882	0.953	2E-07
1800	99.99	99.97	3.142	70	70.882	0.953	3E-07
1800	99.97	99.94	3.142	70	70.882	0.953	5E-07
1800	99.94	99.91	3.142	70	70.882	0.953	5E-07
1800	99.91	99.89	3.142	70	70.882	0.953	3E-07
1800	99.89	99.87	3.142	70	70.882	0.953	3E-07
							3.57E ⁻⁰⁷

K promedio	3.57E ⁻⁰⁷
Descripción	<i>Impermeable</i>

Fuente: elaboración propia, 2020.

En la tabla N° 37, se observa que añadiendo al suelo nativo la dosificación de 1.4 kg/m³ del polímero industrial (Terrasil), el coeficiente de permeabilidad promedio es de 3.57 E⁻⁰⁷, por lo que su clasificación es impermeable, esta clasificación va favorecer al suelo estabilizado ya que va impedir el flujo del agua.

4.10. Ensayo de durabilidad

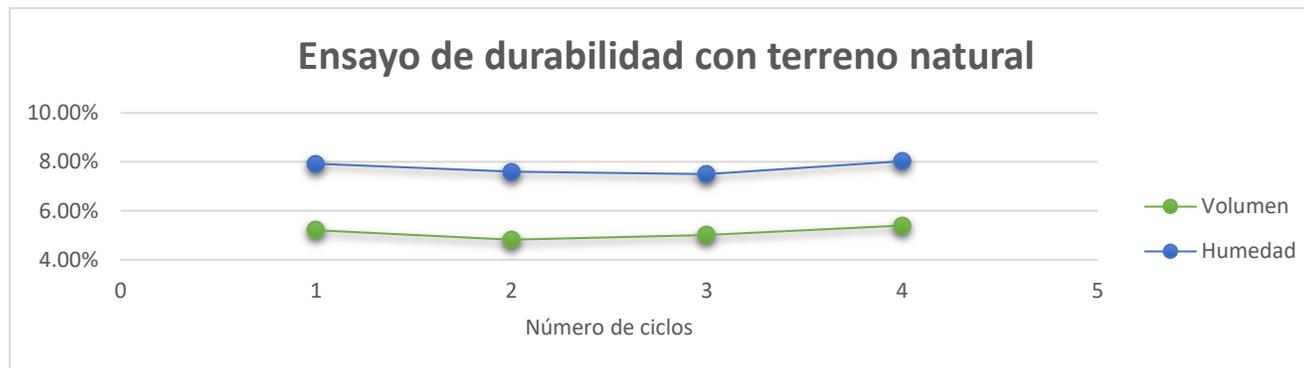
4.10.1. Terreno natural

Tabla N° 38: Ensayo de durabilidad con terreno natural por medio de variación de volumen

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO				
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol.	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h ₂	Vol.	Δ Volumen
1	2144	10.35	12.40	1043.26	7.92%	1974	10.18	12.15	988.92	5.21%
2	2117	10.35	12.25	1030.64	7.61%	1956	10.16	12.10	980.99	4.82%
3	2120	10.35	12.25	1030.64	7.50%	1961	10.15	12.10	979.06	5.01%
4	2130	10.35	12.25	1030.64	8.03%	1959	10.15	12.05	975.01	5.40%
Máximo contenido de humedad (%)					8.03%	Máx. Δ V				5.4%

Fuente: elaboración propia, 2020

Gráfico N° 41: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural



Fuente: elaboración propia, 2020

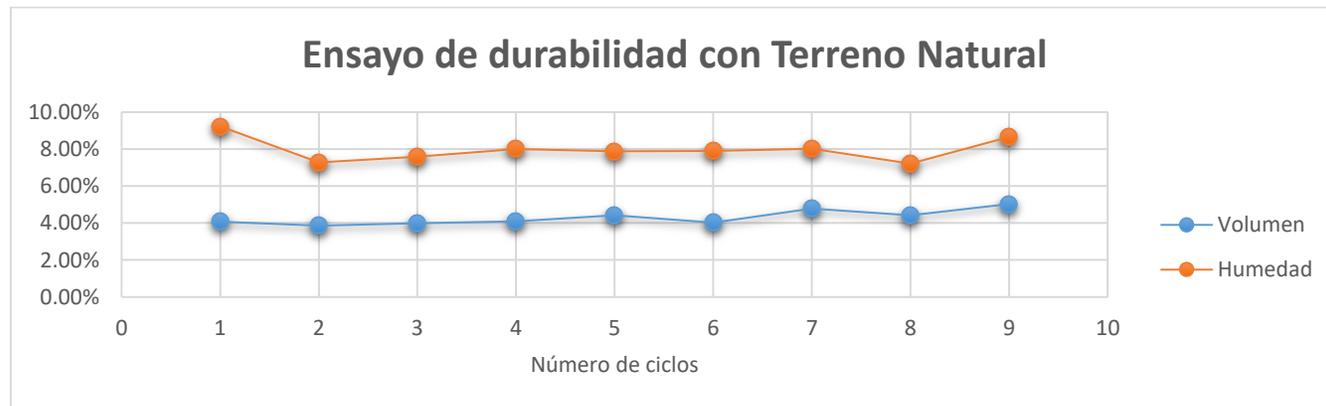
En el gráfico N° 41, se observa la variación volumétrica que se obtuvo en cada ciclo, esto se debe a que la muestra del suelo natural absorbía agua lo que permitía que se incrementara su volumen (expandía), y cuando se ponía a secar el horno reducía su tamaño (contracción), en estos procesos se formaba grietas en los especímenes, y por tal acción este espécimen falló y solo se realizaron 4 ciclos.

Tabla N° 39: Ensayo de durabilidad con terreno natural por medio de variación de volumen y desgaste

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					Raspado			
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol.	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h2	Vol.	Δ Vol.	Masa	ϕ (cm)	h3 (cm)	Vol. (Cm3)
1	1841	10.30	11.10	924.88	9.23%	1671	10.18	10.90	887.18	4.08%	1665	10.16	10.89	882.89
2	1798	10.30	11.08	923.22	7.29%	1667	10.22	10.82	887.60	3.86%	1659	10.20	10.80	882.50
3	1794	10.30	11.05	920.72	7.58%	1658	10.19	10.84	884.03	3.98%	1650	10.18	10.82	880.67
4	1801	10.25	11.10	915.93	8.00%	1657	10.13	10.90	878.49	4.09%	1650	10.11	10.88	873.42
5	1789	10.25	11.08	914.28	7.88%	1648	10.15	10.80	873.87	4.42%	1641	10.13	10.79	869.62
6	1734	10.22	11.10	910.57	7.90%	1597	10.15	10.80	873.87	4.03%	1591	10.12	10.47	842.17
7	1683	10.20	11.12	908.65	8.02%	1548	10.10	10.80	865.28	4.77%	1541	10.08	10.37	827.54
8	1636	10.20	11.10	907.01	7.21%	1518	10.10	10.82	866.88	4.42%	1512	10.08	10.8	861.86
9	1663	10.20	11.05	902.93	8.66%	1519	10.05	10.81	857.53	5.03%	1511	10.04	10.8	855.03
Máx. Δ W%					9.23%	Máx. Δ V					5.0%			

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 42: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural



Fuente: elaboración propia, 2020.

Para este espécimen se realizó con el mismo procedimiento, pero se añadió la acción de raspado, al realizar dicha acción se desprendería material fino en cada ciclo, con el caso anterior del espécimen no se llegó a los 12 ciclos, pero sirve para la investigación de cómo se comporta el terreno natural frente a estas acciones. En la tabla N° 39 podemos observar que el espécimen ha tenido una variación de volumen hasta un 5%, por lo que este resultado es muy alto; por lo cual en el ensayo se observó que en cada ciclo se generaba grietas en el espécimen.

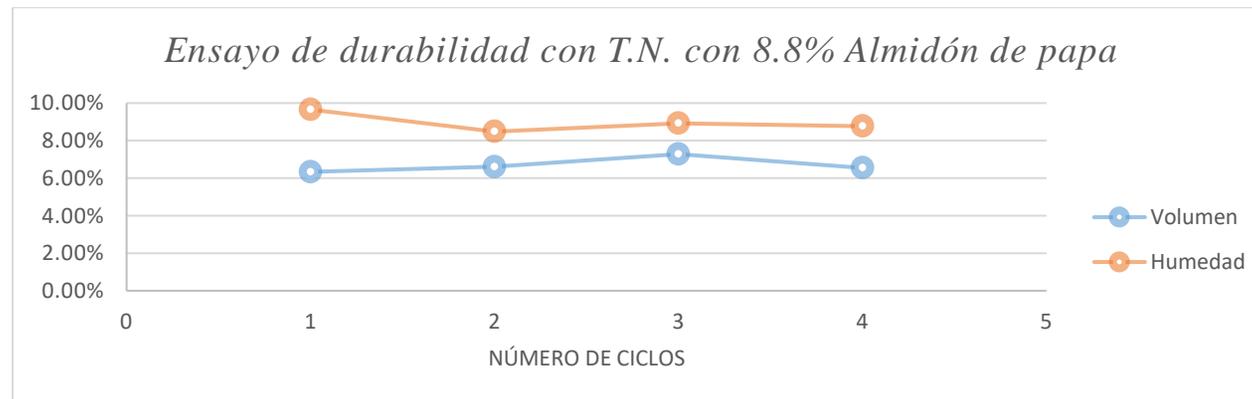
4.10.2. Adición de almidón de papa 8.8%

Tabla N° 40: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 8.8% de almidón de papa por medio de variación de volumen

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol.	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h ₂	Vol.	Δ Volumen	
1	1730	10.5	11.7	1013.10	9.65%	1563	10.25	11.5	948.93	6.33%	
2	1698	10.45	11.68	1001.76	8.48%	1554	10.2	11.45	935.61	6.60%	
3	1704	10.45	11.65	999.19	8.92%	1552	10.15	11.45	926.46	7.28%	
4	1699	10.4	11.65	989.65	8.77%	1550	10.15	11.43	924.84	6.55%	
Máx. Δ W%					9.65%	Máx. Δ V					7.3%

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 43: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 8.8% de almidón de papa



Fuente: elaboración propia, 2020.

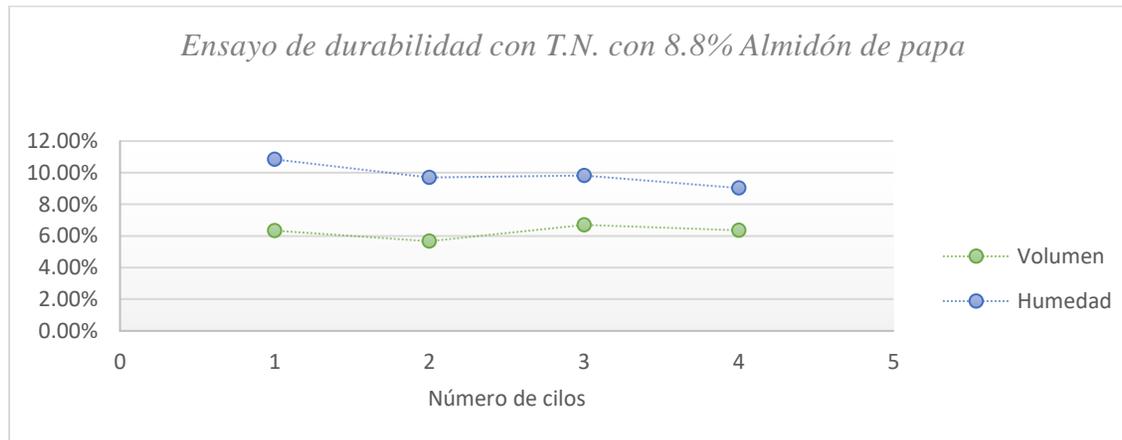
Como se puede observar en el gráfico N° 43, se ha producido una variación de volumen esto se debe que el espécimen al estar inmerso o sumergido al material que este saturado por agua, le permita absorber, produciendo un cambio interno en el espécimen, además como en el caso de la muestra anterior, también se produjo grietas que facilitaba el ingreso del agua y se incremente su variación de volumen y masa, lastimosamente con este polímero solo soporto 4 ciclos.

Tabla N° 41: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 8.8% de almidón de papa por medio de variación de volumen y desgaste

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					Raspado			
	Masa Húmeda	φ (cm)	h	Vol.	W1	Masa Seca	φ (cm)	h ₂	Vol.	Δ Vol.	Masa	φ (cm)	h ₃ (cm)	Vol.
1	1710	10.50	11.70	1013.10	10.84%	1525	10.25	11.50	948.93	6.33%	1513	10.24	11.49	946.26
2	1671	10.45	11.65	999.19	9.69%	1509	10.22	11.49	942.57	5.67%	1503	10.21	11.47	939.08
3	1661	10.46	11.67	1002.82	9.81%	1498	10.20	11.45	935.61	6.70%	1492	10.18	11.43	930.32
4	1639	10.45	11.65	999.19	9.03%	1491	10.20	11.45	935.61	6.36%	1485	10.18	11.43	930.32
Máx. ΔW%					10.84%	Máx. ΔV								

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 44: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 8.8% de almidón de papa



Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se puede observar en el gráfico N° 44, el rango de la variación de este espécimen esta entre 5.67% - 6.70%, esto se debe a que los especímenes al humedecerse variaban su volumen y cuando se secaba en el horno producía la contracción del espécimen, lo que formaba grietas en el espécimen.

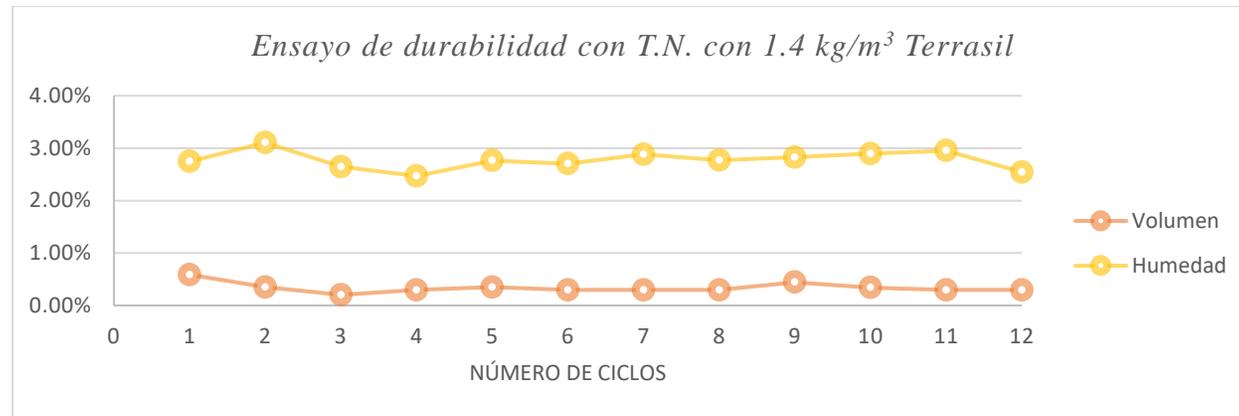
4.10.3. Adición de terrasil 1.4 kg/m³

Tabla N° 42: Ensayo de durabilidad con terreno natural más 1.4 kg/m³ de Terrasil por variación de volumen

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO				
	Masa Húmeda	φ (cm)	h	Vol.	W1	Masa Seca	φ (cm)	h2	Vol.	Δ Vol.
1	1711	9.9	10.85	835.20	2.75%	1664	9.88	10.83	830.29	0.59%
2	1674	9.89	10.83	831.98	3.11%	1622	9.88	10.83	829.07	0.35%
3	1664	9.89	10.83	831.98	2.64%	1620	9.88	10.83	830.29	0.20%
4	1661	9.88	10.83	830.29	2.47%	1620	9.87	10.82	827.85	0.29%
5	1665	9.88	10.82	829.53	2.76%	1619	9.87	10.82	826.63	0.35%
6	1664	9.87	10.82	827.85	2.70%	1619	9.86	10.81	825.41	0.29%
7	1666	9.87	10.82	827.85	2.88%	1618	9.86	10.81	825.41	0.29%
8	1661	9.86	10.81	825.41	2.77%	1615	9.85	10.80	822.97	0.30%
9	1662	9.86	10.81	825.41	2.83%	1615	9.85	10.80	821.76	0.44%
10	1658	9.85	10.81	823.74	2.90%	1610	9.84	10.80	820.92	0.34%
11	1659	9.85	10.8	822.97	2.95%	1610	9.84	10.79	820.54	0.30%
12	1652	9.85	10.8	822.97	2.54%	1610	9.84	10.79	820.54	0.30%
Máx. Δ W%					3.11%	Máx. Δ Vol.				0.59%

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 45: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 1.4 kg/m³ de almidón



Fuente: elaboración propia, 2020

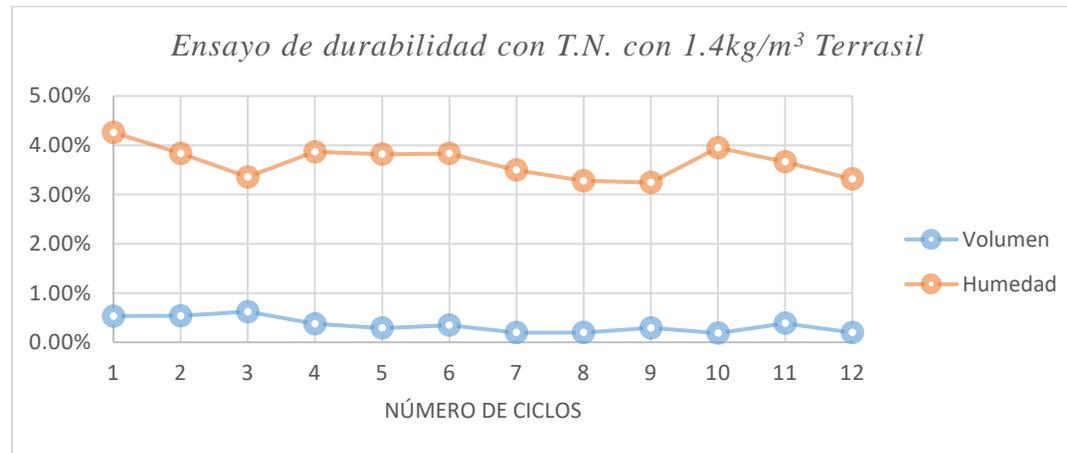
En el gráfico N° 45, se puede observar que al adicionar el 1.4 kg/m³ de terrasil al suelo nativo, provoca que en cada procedimiento su variación de volumen es poco apreciable siendo la máxima variación de volumen 0.59%, esto es favorable para un suelo estabilizado debido a que al estabilizar la subrasante estará expuesto a la intemperie (sol, agua, aire, etc.)

Tabla N° 43 Ensayo de durabilidad con terreno natural más 1.4 kg/m³ de Terrasil por medio de variación de volumen y desgaste

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					Raspado				
	Masa Húmeda	φ (cm)	h	Vol.	W ₁	Masa Seca	φ (cm)	h ₂	Vol.	Δ Vol.	Masa	φ (cm)	h ₃ (cm)	Vol. (Cm ³)	
1	1749	10.20	10.85	886.58	4.26%	1675	10.18	10.84	881.89	0.53%	1671	10.18	10.84	881.43	
2	1722	10.20	10.82	884.13	3.83%	1656	10.18	10.82	879.40	0.54%	1652	10.17	10.82	878.53	
3	1699	10.19	10.83	883.22	3.35%	1642	10.17	10.81	877.72	0.62%	1638	10.17	10.81	876.86	
4	1681	10.17	10.81	878.65	3.87%	1616	10.16	10.80	875.36	0.37%	1611	10.16	10.79	874.44	
5	1676	10.16	10.79	874.78	3.82%	1612	10.15	10.78	872.25	0.29%	1608	10.15	10.77	871.42	
6	1671	10.15	10.78	871.84	3.83%	1607	10.14	10.76	868.83	0.35%	1604	10.14	10.76	868.84	
7	1660	10.14	10.76	868.92	3.49%	1602	10.13	10.76	867.20	0.20%	1598	10.12	10.75	864.69	
8	1648	10.12	10.75	864.69	3.28%	1594	10.11	10.75	862.98	0.20%	1590	10.10	10.74	860.47	
9	1634	10.11	10.75	862.98	3.24%	1581	10.10	10.74	860.47	0.29%	1565	10.09	10.73	857.97	
10	1620	10.10	10.74	860.47	3.95%	1556	10.10	10.72	858.87	0.19%	1552	10.09	10.72	857.17	
11	1611	10.10	10.75	861.27	3.66%	1552	10.09	10.73	857.97	0.38%	1547	10.09	10.72	857.17	
12	1599	10.10	10.72	858.87	3.31%	1546	10.09	10.72	857.17	0.20%	1542	10.08	10.72	855.47	
Máx ΔW%					4.26%	Máx ΔV					0.6%				

Fuente: elaboración propia, 2020.

Gráfico N° 46: Variación volumétrica y de humedad por medio de inmersión con terreno natural más 1.4 kg/m³ de almidón



Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N°46, se puede observar que el espécimen del suelo nativo con la adición del polímero industrial (Terrasil) de 1.4 kg/m³, la variación de volumen del espécimen en cada ciclo se mantuvo menor del 1%, por lo que también es algo positivo para un suelo estabilizado, ya que no se formara grietas en la superficie del suelo estabilizado.

4.11. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.11.1. Precios unitarios con almidón de papa (8.8%)

Tabla N° 44: Precios unitarios con almidón de papa (8.8%)

Partida:	TRAZO REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS			Costo por	m2	\$/.	1.24
	RENDIMIENTO			1000.00	m2/día		
	JONADA LAB.			8.00	horas		
	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>SubTotal</i>
Mano de obra							0.56
OPERARIO	hh	1.00		0.0080	20.97	0.17	
TOPÓGRAFO	hh	1.00		0.0080	17.59	0.14	
AYUDANTE DE TOPOGRAFÍA	hh	2.00		0.0160	15.86	0.25	
Materiales							0.35
YESO	bol			0.0410	8.50	0.35	
Equipos							0.33
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	0.56	0.03	
NIVEL TOPOGRAFICO (EQUIPO COMPLETO)	hm	1.00		0.0080	7.38	0.06	
<i>ESTACION TOTAL</i>	<i>hm</i>	<i>1.00</i>		<i>0.0080</i>	<i>24.60</i>	<i>0.20</i>	
WINCHA DE 30 m + CORDEL	hm	1.00		0.0080	6.25	0.05	
Partida:	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO			Costo por	m3	\$/.	10.79
	RENDIMIENTO			320.00	m3/día		
	JONADA LAB.			8.00	horas		
	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>SubTotal</i>
Mano de obra							1.29
OPERARIO	hh	1.00		0.0250	20.97	0.52	
PEÓN	hh	2.00		0.0500	15.30	0.77	
Equipos							9.50
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	1.29	0.06	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-125 HP	hm	1.00		0.0250	197.37	4.93	
VOLQUETE	hm	1.00		0.0250	180.00	4.50	
Partida:	ESTABILIZADO CON ALMIDÓN DE PAPA (8.8%), h=0.30 m.			Costo por	m2	\$/.	124.37
	RENDIMIENTO			800.00	m2/día		
	JONADA LAB.			8.00	horas		
	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>SubTotal</i>
Mano de obra							0.55
CAPATAZ	hh	0.10		0.0010	21.23	0.02	
OPERARIO	hh	1.00		0.0100	20.97	0.21	
PEÓN	hh	2.00		0.0200	15.86	0.32	
Materiales							120.97
ALMIDÓN DE PAPA (25kg)	bls			1.5400	78.55	120.97	
Equipos							2.86
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	0.55	0.03	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-125 HP	hm	0.50		0.0050	197.37	0.99	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.00		0.0100	184.35	1.84	
Partida:	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE			Costo por	m2	\$/.	4.75
	RENDIMIENTO			700.00	m2/día		
	JONADA LAB.			8.00	horas		
	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>SubTotal</i>
Mano de obra							0.62
OPERARIO	hh	1.00		0.0114	20.97	0.24	
OFICIAL	hh	1.00		0.0114	17.00	0.19	
PEÓN	hh	1.00		0.0114	15.86	0.18	
Equipos							4.13
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	0.62	0.03	
CAMIÓN CISTERNA (2500 GLNS.)	hm	0.50		0.0057	110.68	0.63	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 7 - 9 Ton	hm	1.00		0.0114	165.35	1.89	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	0.75		0.0086	184.35	1.58	

Fuente elaboración propia, 2020.

Tabla N° 45: Resumen del presupuesto de la estabilización con almidón de papa al 8.8%

PRESUPUESTO RESUMEN-MEJORAMIENTO CON ALMIDÓN DE PAPA (8.8%)					
PROYECTO :		PLAZA :		MOCUPE	
ESPECIALIDAD :		FECHA :		NOVIEMBRE 2020	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U. S/.	PARCIAL S/.
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.00	TRAZO REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS	m2	23,793.59	1.24	29,615.69
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.00	CORTE DE MATERIAL				
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO	m3	7,138.08	10.79	77,005.31
02.01.02	BATIDO DE MATERIAL MEJORADO CON ALMIDÓN DE PAPA 8.8%- SUBRASANTE EN VIAS E=0.30 M	m2	23,793.59	124.37	2,959,277.47
02.01.03	PERFILADO NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE EN VIAS E=0.30 M	m2	23,793.59	4.75	112,978.49
			SUB TOTAL		3,178,876.96
			IGV	18%	572,197.85
			COSTO TOTAL	S/.	3,751,074.81

Fuente elaboración propia, 2020.

4.11.2. Precios unitarios con terrasil (1.4 kg/m³)Tabla N° 46: Precios unitarios con terrasil 1.4 kg/m³

Partida: TRAZO REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS		Costo por		m ²	S/.	1.24	
		RENDIMIENTO		1000.00	m ² /día		
		JONADA LAB.		8.00	horas		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal	
Mano de obra							0.56
OPERARIO	hh	1.00	0.0080	20.97	0.17		
TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0080	17.59	0.14		
AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	2.00	0.0160	15.86	0.25		
Materiales							0.35
YESO	bol		0.0410	8.50	0.35		
Equipos							0.33
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.56	0.03		
NIVEL TOPOGRAFICO (EQUIPO COMPLETO)	hm	1.00	0.0080	7.38	0.06		
ESTACION TOTAL	hm	1.00	0.0080	24.60	0.20		
WINCHA DE 30 m + CORDEL	hm	1.00	0.0080	6.25	0.05		

Partida: CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO		Costo por		m ³	S/.	10.79	
		RENDIMIENTO		320.00	m ³ /día		
		JONADA LAB.		8.00	horas		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal	
Mano de obra							1.29
OPERARIO	hh	1.00	0.0250	20.97	0.52		
PEÓN	hh	2.00	0.0500	15.30	0.77		
Equipos							9.50
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	1.29	0.06		
CARGADOR SOBRE LLANTAS 100-125 HP	hm	1.00	0.0250	197.37	4.93		
VOLQUETE	hm	1.00	0.0250	180.00	4.50		

Partida: BATIDO DE MATERIAL CON TERRASIL -SUBRASANTE EN VIAS E=0.30 M		Costo por		m ²	S/.	22.03	
		RENDIMIENTO		800.00	m ² /día		
		JONADA LAB.		8.00	horas		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal	
Mano de obra							0.32
ASISTENTE TÉCNICO DEL SISTEMA	hh	1.00	0.0100	16.55	0.17		
PEÓN	hh	1.00	0.0100	15.30	0.15		
Materiales							19.30
AGUA	m ³		0.0400	2.35	0.09		
TERRASIL	l		0.4000	48.02	19.21		
Equipos							2.41
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.32	0.02		
CAMIÓN CISTERNA	hm	0.50	0.0050	110.68	0.55		
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.00	0.0100	184.35	1.84		

Partida: PERFILADO NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE - COLOCACION DE ADITIVO LIQUIDO TERRASIL EN VIAS E=0.30 M		Costo por		m ²	S/.	5.15	
		RENDIMIENTO		750.00	m ² /día		
		JONADA LAB.		8.00	horas		
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal	
Mano de obra							0.33
ASISTENTE TÉCNICO DEL SISTEMA	hh	1.00	0.0107	16.55	0.18		
PEÓN	hh	1.00	0.0100	15.30	0.15		
Materiales							0.97
AGUA	m ³		0.0060	2.35	0.01		
TERRASIL	l		0.0200	48.02	0.96		
Equipos							3.85
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.33	0.02		
CAMIÓN CISTERNA	hm	0.50	0.0053	110.68	0.59		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 7 - 9 Ton	hm	1.00	0.0107	165.35	1.76		
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	0.75	0.0080	184.35	1.47		

Fuente elaboración propia, 2020.

Tabla N° 47: Resumen del presupuesto de la estabilización con terrasil de 1.4 kg/m³

PRESUPUESTO RESUMEN-MEJORAMIENTO CON TERRASIL (1.4 kg/m³)					
PROYECTO :		PLAZA :		MOCUPE	
ESPECIALIDAD :		FECHA :		NOVIEMBRE 2020	
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	P.U. S/.	PARCIAL S/.
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				
01.01.00	TRAZO REPLANTEO Y CONTROLES TOPOGRÁFICOS	m2	23,793.59	1.24	29,615.69
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.01.00	CORTE DE MATERIAL				
02.01.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE EN MATERIAL SUELTO	m3	7,138.08	10.79	77,005.31
02.01.02	BATIDO DE MATERIAL CON TERRASIL -SUBRASANTE EN VIAS E=0.30 M	m2	23,793.59	22.03	524,251.90
02.01.03	PERFILADO NIVELACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE -COLOCACION DE ADITIVO LIQUIDO TERRASIL EN VIAS E=0.30 M	m2	23,793.59	5.15	122,521.21
SUB TOTAL					753,394.10
IGV				18%	135,610.94
COSTO TOTAL				S/.	889,005.04

Fuente elaboración propia, 2020.

V. DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos de los ensayos en laboratorio, podemos afirmar que la hipótesis planteada en esta investigación proponía que, mediante la aplicación del polímero natural (almidón) e industrial (terrasil) mejorara la capacidad de la subrasante.

5.1. Ensayo de compactación de proctor modificado

Para el ensayo de compactación de proctor modificado que se realizó en laboratorio, se añadió a la muestra de la calicata 5 los dos polímeros natural e industrial, con distintas dosificaciones entre estos dos polímeros, esto se debe que el terrasil ya tiene su porcentaje de dosificación determinado, en cambio con el almidón no se tiene dosificaciones determinadas por lo que se planteó un rango para obtener la dosificación óptima.

5.1.1. Adición de Almidón de papa

5.1.1.1. Adición 4%

Cuando se adiciono el 4% de contenido en peso con respecto a la muestra de terreno natural, se vio un aumento de la densidad seca de un 1.897g/cm^3 , esto nos indica que con esta adición la densidad del suelo se ha incrementado un 15.67% en contraste con el terreno natural, este aumento se debe a la acción que genera este polímero al interactuar con el agua que forma una pasta gelatinosa que al mezclar con el suelo va permitir la cohesión de las partículas finas del suelo para así formar la unión de las partículas. Cabe recalcar que con esta dosificación mejora la propiedad como subrasante.

5.1.1.2. Adición 6%

Cuando se adiciono el 6% de contenido en peso con respecto a la muestra del terreno natural, se vio un aumento de la densidad seca de un 1.832 g/cm^3 , por lo que el incremento de la densidad seca con relación a la muestra natural es de 11.71%, por lo que el aumento de la densidad seca mejorara las propiedades del suelo.

5.1.1.3. Adición 8%

Al adicionar un 8% de contenido en peso con respecto la muestra del terreno natural, se obtuvo un incremento de la densidad seca de 1.807 gr/cm^3 , por lo que nos da entender que se incrementó un 10.18% la densidad seca del terreno natural, esto es muy favorable por que permitirá mejorar algunas propiedades mecánicas del suelo.

5.1.1.4. Adición 10%

Al adicionar un 10% de contenido en peso con respecto a la muestra de terreno natural se obtuvo un ligero incremento de la densidad seca de 1.763 gr/cm^3 , por lo que el incremento es de 7.5%, sin embargo, a comparación de las dosificaciones anteriores se aprecia que la densidad seca va disminuyendo cada vez que se agrega más contenido del almidón también se incrementa la pasta gelatinosa producto del mezclado del agua y almidón.

Además, se tuvo que requerir más contenido del agua debido a la dosificación para así poder tener una mezcla homogénea, sin embargo, como la densidad seca es relativamente mayor a la densidad seca del terreno natural, mejora la propiedad mecánica del suelo.

5.1.1.5. Adición 12%

Al adicionar un 12% de contenido en peso con respecto a la muestra de terreno natural se obtuvo un pequeño incremento de 1.702 gr/cm^3 , por lo que el incremento es de 3.78%, con esta dosificación se registró los bajos valores de densidad seca, esto se debe a que hay más presencia de la pasta gelatinosa y la cantidad de la muestra de suelo, por lo que se puede deducir que con esta dosificación las propiedades mecánicas mejoraran muy poco.

5.1.1.6. Adición 8.8% (óptimo)

Cuando se añadió la dosificación 8.8% (óptima) de contenido en peso con respecto a la muestra de terreno natural se obtuvo un incremento de la densidad seca de 1.805 gr/cm^3 , por lo que el incremento es de 10.06%, esto va favorecer las propiedades mecánicas para la subrasante.

5.1.2. Adición con Terrasil

5.1.2.1. Adición 0.5 kg/m^3

Cuando se añadió la dosificación, mediante este ensayo se obtuvo la densidad seca es de 1.884 gr/cm^3 , por lo que el incremento es de 14.88% con respecto a la muestra del terreno natural. Así mismo con esta dosificación va permitir mejorar las propiedades de la subrasante.

5.1.2.2. Adición 1.0 kg/m^3

Cuando se añadió la dosificación, mediante este ensayo se obtuvo la densidad seca es de 1.871 gr/cm^3 , por lo que el incremento es de 14.09% con respecto a la muestra del terreno natural. Así mismo con esta dosificación va permitir mejorar las propiedades de la subrasante.

5.1.2.3. Adición 1.5 kg/m³

Cuando se añadió la dosificación, mediante este ensayo se obtuvo la densidad seca es de 1.873 gr/cm³, por lo que el incremento es de 14.21% con respecto a la muestra del terreno natural. Así mismo con esta dosificación va permitir mejorar las propiedades de la subrasante.

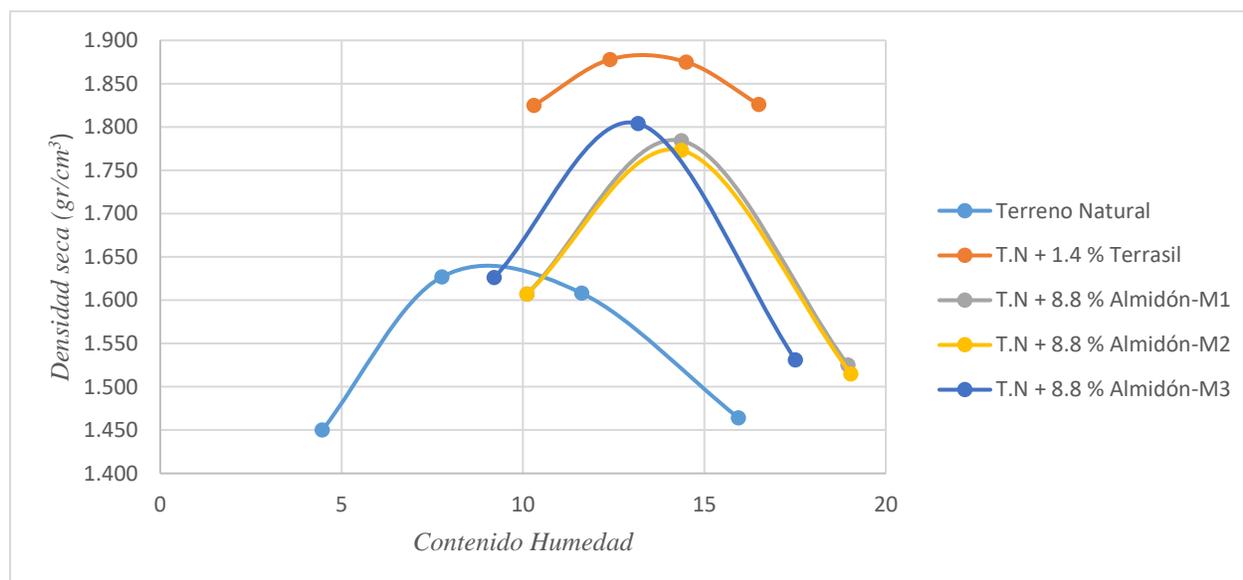
5.1.2.4. Adición 2.0 kg/m³

Cuando se añadió la dosificación, mediante este ensayo se obtuvo la densidad seca es de 1.882 gr/cm³, por lo que el incremento es de 14.76% con respecto a la muestra del terreno natural. Así mismo con esta dosificación va permitir mejorar las propiedades de la subrasante.

5.1.2.5. Adición 1.4 kg/m³ (Óptimo)

Cuando se añadió la dosificación 1.4% (óptima), mediante este ensayo se obtuvo la densidad seca es de 1.881 gr/cm³, por lo que el incremento es de 14.70% con respecto a la muestra del terreno natural. Así mismo con esta dosificación va permitir mejorar las propiedades de la subrasante.

Gráfico N° 47: Comparación de densidad seca entre almidón vs Terrasil



Fuente: elaboración propia, 2020.

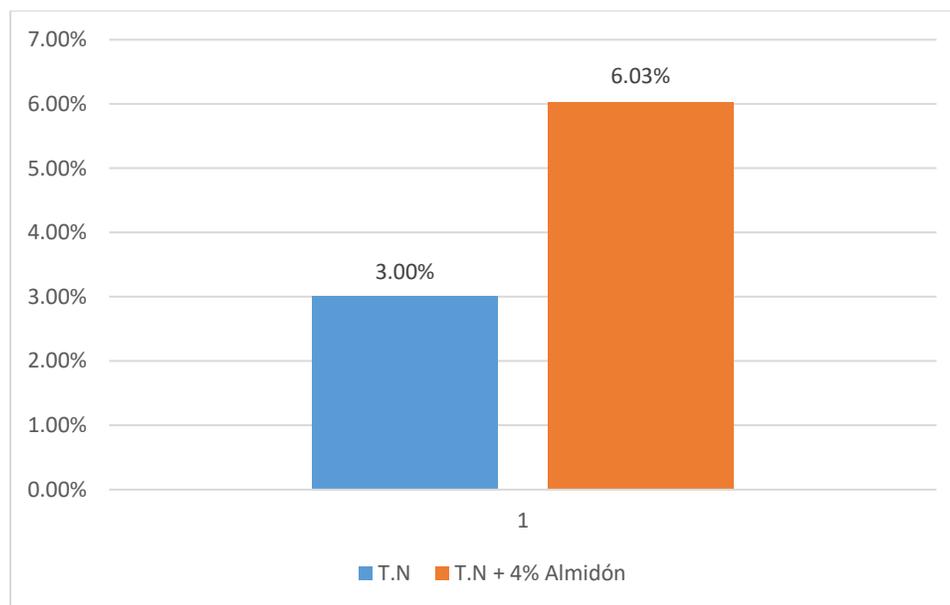
En el gráfico N° 47, se puede observar que la muestra de suelo nativo con adición del Terrasil a 1.4 kg/m³ nos dio un valor máximo de densidad seca a comparación de las muestras añadidas con el almidón, pero con las dos adiciones reflejan valores de densidad seca superiores a la del suelo nativo, por lo que da entender que ambos polímeros mejoran las propiedades del suelo.

5.2. California Bearing Ratio (CBR)

5.2.1. Adición con almidón de papa

5.2.1.1. Adición 4%

Gráfico N° 48: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 4% Almidón de papa.

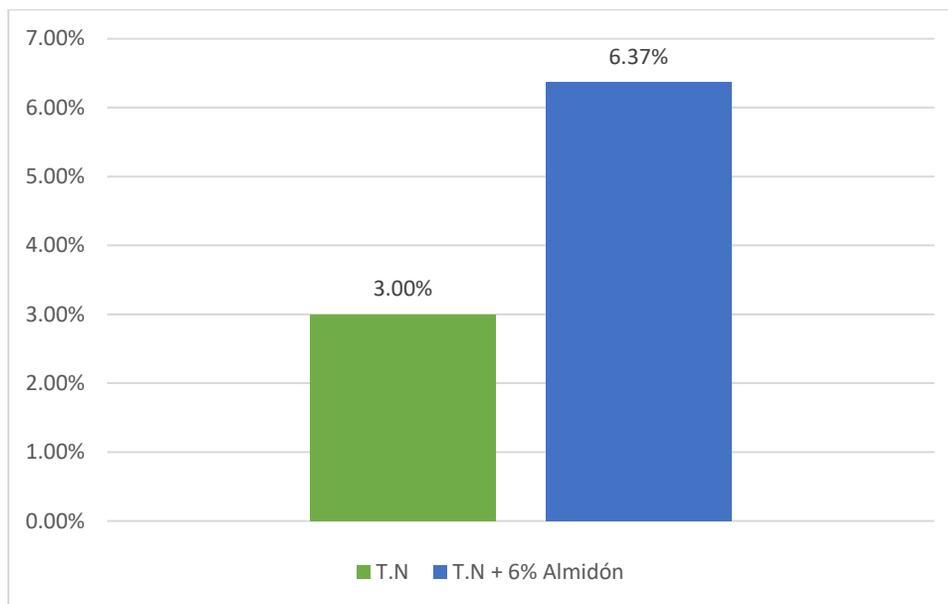


Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 48, se puede observar que al añadir el 4% de almidón la muestra del suelo nativo de la calicata N°5, se pudo obtener una mejora del 101% de la capacidad de soporte, por lo que se puede decir que, la adición del almidón mejoró las propiedades del suelo tales como: cohesión y resistencia, sin embargo, con este resultado la subrasante se considera un S₂: Subrasante regular, según las especificaciones del MTC, por lo que esta subrasante se requiere que aun sea mejorado.

5.2.1.2. Adición 6%

Gráfico N° 49: comparación de CBR: T.N vs T.N+ 6% Almidón de papa.

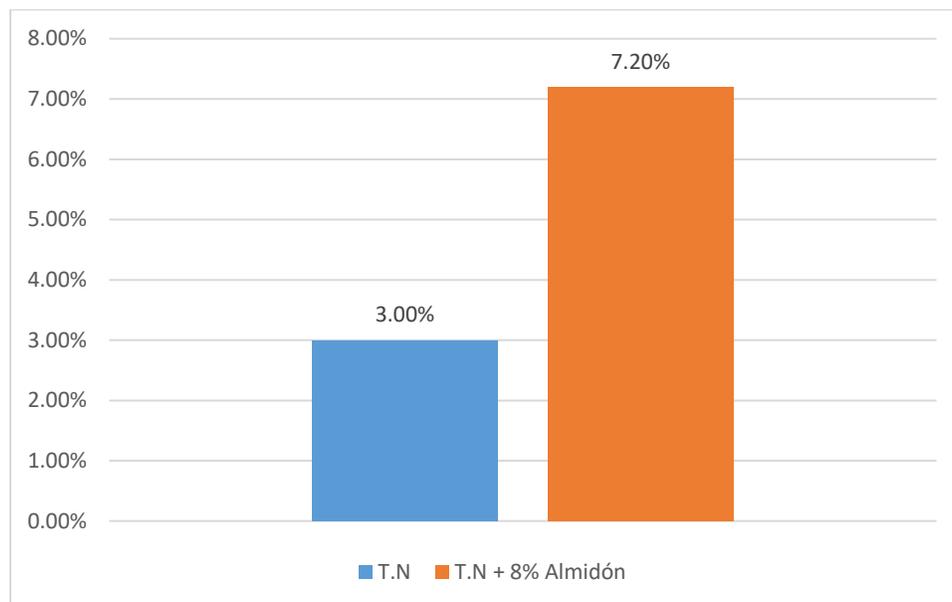


Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 49, se puede observar que al añadir el 6% de almidón la muestra del suelo nativo de la calicata N°5, se pudo apreciar una mejora del CBR, teniendo como un resultado promedio del 6.37%, con relación al resultado de la muestra natural se mejoró hasta un 112.33%, por lo que podemos decir que, con esta dosificación se ha podido mejorar considerablemente las propiedades del suelo como son la cohesión y la resistencia, así mismo con la dosificación anterior, se aprecia que se ha ido incrementando la capacidad de soporte, pero con esta dosificación está por debajo de lo que demanda la MTC

5.2.1.3. Adición 8%

Gráfico N° 50: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 8% Almidón de papa.

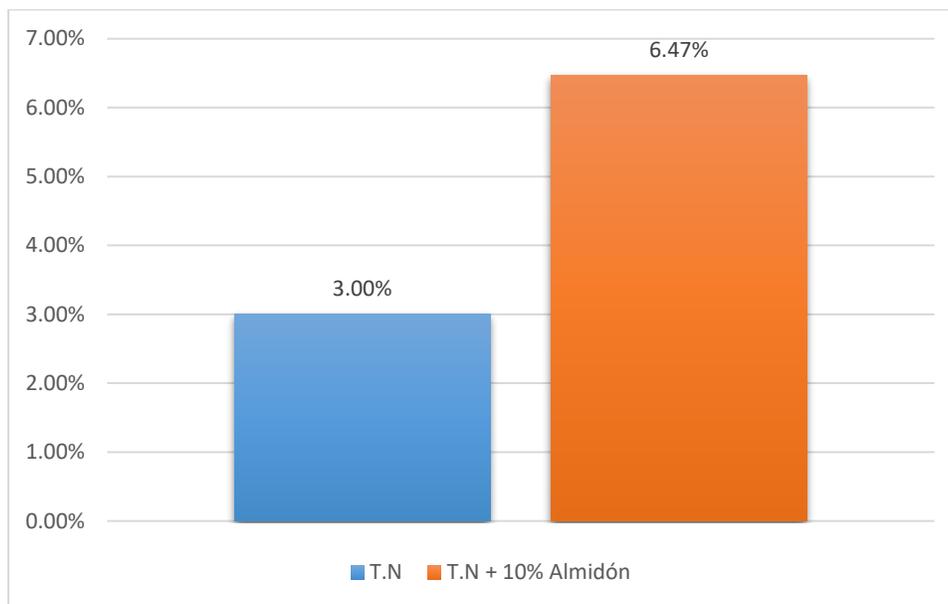


Fuente: elaboración propia, 2020.

En el gráfico N° 50, se puede observar que al añadir el 8% de almidón la muestra del suelo nativo de la calicata N°5, se pudo apreciar una mejora del CBR, teniendo como un resultado promedio del 7.20%, con relación al resultado de la muestra natural se mejoró hasta un 140%, por lo que podemos decir que, con esta dosificación se ha podido mejorar considerablemente las propiedades del suelo como son la cohesión y la resistencia, y además el resultado promedio del CBR, está por encima del 7% por lo que con esta subrasante estabilizada sería la adecuada para que en un futuro se pueda realizar un proyecto de pavimentación en la localidad de Mocupe.

5.2.1.4. Adición 10%

Gráfico N° 51: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 10% Almidón de papa.



Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N° 51, al añadir una dosificación del 10% de almidón al suelo, se pudo apreciar que se mejoró el CBR, teniendo como resultado promedio de 6.47%, con relación al resultado de la muestra se mejoró hasta un 115.57%, por lo que con esta dosificación se llegó a mejorar las propiedades del suelo tales como: la cohesión y la resistencia, sin embargo, con el CBR promedio que se obtuvo con esta dosificación se aprecia que disminuyó, y además está por debajo del 7%, concluyendo que con la dosificación del 10%, no es la dosificación ideal para la estabilización.

5.2.1.5. Adición 12%

Gráfico N° 52: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 12% Almidón de papa.

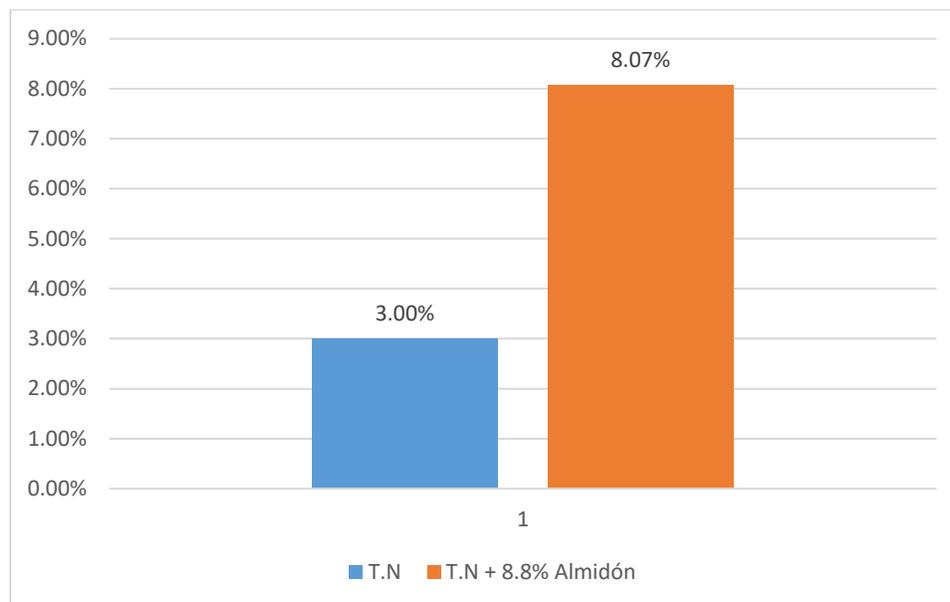


Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N°52, al añadir una dosificación del 12% de almidón al suelo, se pudo apreciar que se mejoró el CBR, teniendo como resultado promedio de 4.9%, con relación al resultado de la muestra se mejoró hasta un 63.33%, a diferencia de las anteriores dosificaciones, con esta dosificación se vio un déficit debido a que hay más presencia de la pasta gelatinosa, esta pasta permite lograr una mejor cohesión de las partículas finas, por lo que si hay más contenido de esta pasta y menor contenido de la muestra de suelo, no se apreciaría una buena cohesión; además con esta dosificación no se recomendaría para una estabilización debido a que está por debajo del 7%, y además el resultado de la estabilización está por debajo; por lo que se debería plantear otras formas para mejorar el suelo.

5.2.1.6. Adición 8.8% (óptimo)

Gráfico N° 53: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 8.8% Almidón de papa.



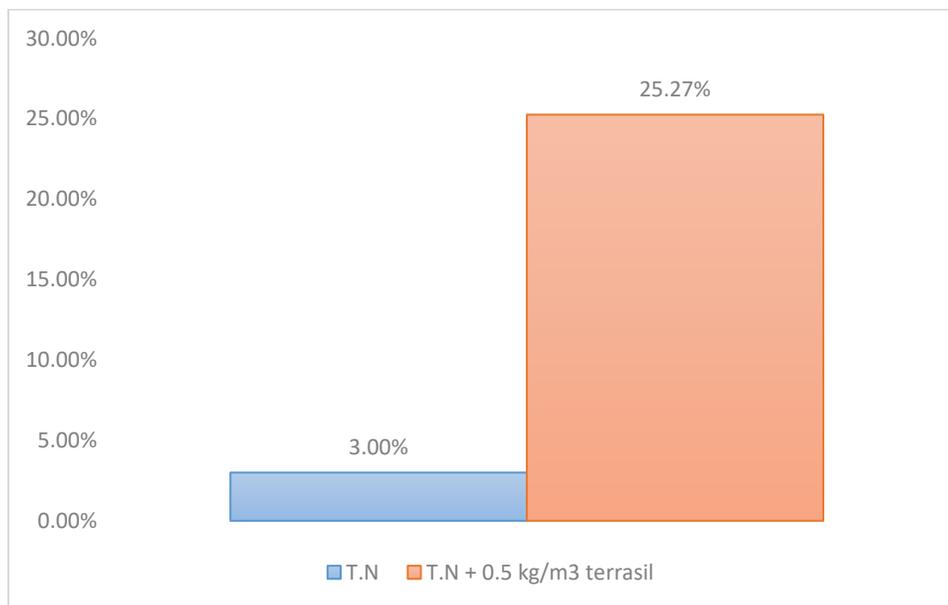
Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N°53, al añadir la dosificación del 8.8% (óptimo) de almidón al suelo, se pudo apreciar que se mejoró el CBR, teniendo como resultado promedio de 8.07%, con relación al resultado de la muestra del terreno natural se mejoró hasta un 169% de la capacidad de soporte, además con el resultado promedio de CBR que el desarrollo en el laboratorio, se puede decir que está por encima de los requisitos del MTC para subrasantes, lo que quiere decir que con esta dosificación sería la adecuada ya que mejora las propiedades del suelo tales como cohesión y resistencia.

5.2.2. Adición con terrasil

5.2.2.1. Adición 0.5 kg/m³

Gráfico N° 54: Comparación de CBR: T.N vs T.N +0.5 kg/m³ Terrasil

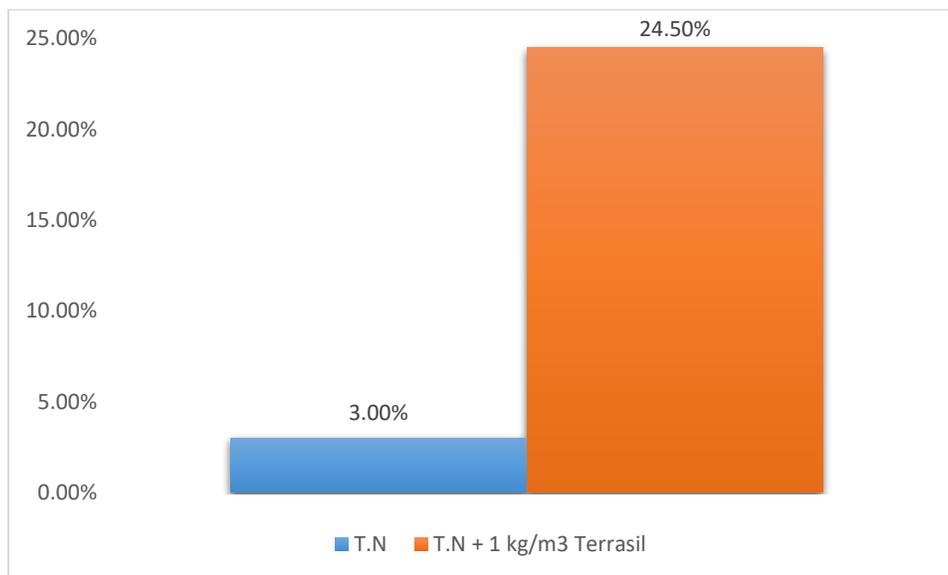


Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N° 54, al añadir la dosificación del 0.5 kg/m³ (recomendado por la empresa BERM) de terrasil al suelo, se obtuvo el promedio de las tres muestras realizadas en laboratorio con un resultado de 25.27 % con relación a la muestra de terreno natural, mejorando en un 742.33% de la capacidad de soporte, se puede decir que con esa cantidad permite mejorar las propiedades del suelo natural como son: resistencia y cohesión; además cumple los requisitos del MTC para subrasantes aptas para un proyecto de pavimentación, ya que está en S₄: Subrasante muy buena

5.2.2.2. Adición 1.0 kg/m³

Gráfico N° 55: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 1.0 kg/m³ Terrasil

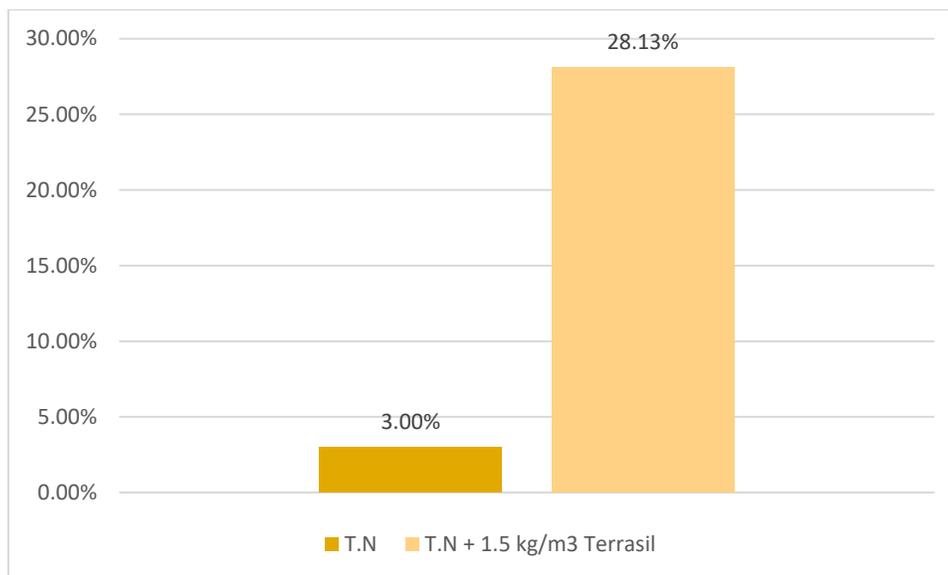


Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N° 55, al añadir la dosificación del 1.0 kg/m³ (recomendado por la empresa BERM) de terrasil al suelo, se obtuvo el promedio de las tres muestras realizadas en laboratorio con un resultado de 24.50 %, con relación a la muestra de terreno natural, mejorando en un 716.67% de la capacidad de soporte, se puede decir que con esa cantidad permite mejorar las propiedades del suelo natural como son: resistencia y cohesión; además cumple los requisitos del MTC para subrasantes aptas para un proyecto de pavimentación, ya que está en S₄: Subrasante muy buena.

5.2.2.3. Adición 1.5 kg/m³

Gráfico N° 56: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 1.5 kg/m³ Terrasil

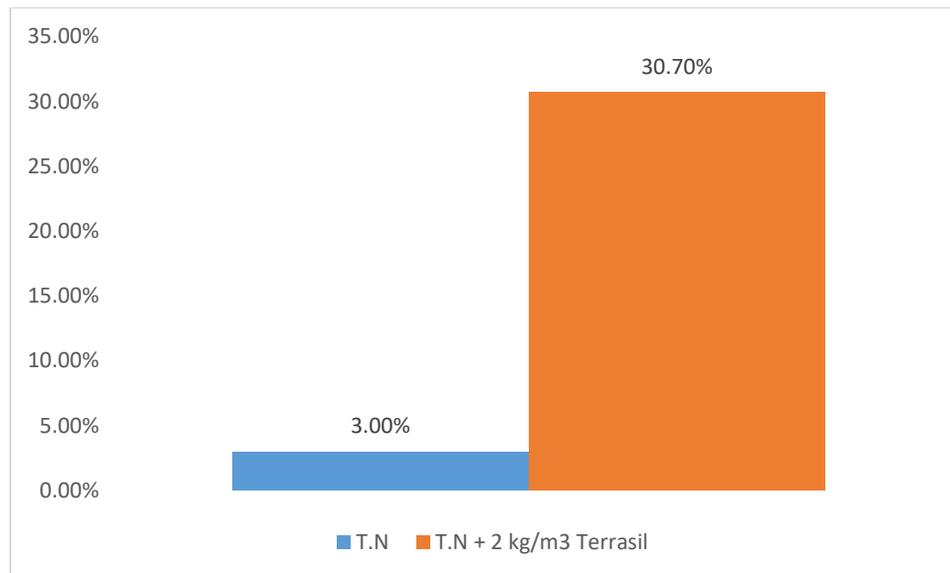


Fuente: elaboración propia, 2020.

Como se observa en el gráfico N° 56, al añadir la dosificación del 1.5 kg/m³ (recomendado por la empresa BERM) de terrasil al suelo, se obtuvo el promedio de las tres muestras realizadas en laboratorio con un resultado de 28.13 %, con relación a la muestra de terreno natural, mejorando en un 837.67% de la capacidad de soporte, se puede decir que con esa cantidad permite mejorar las propiedades del suelo natural como son: resistencia y cohesión; además cumple los requisitos del MTC para subrasantes aptas para un proyecto de pavimentación, ya que está en S₄: Subrasante muy buena

5.2.2.4. Adición 2.0 kg/m³

Gráfico N° 57: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 2.0 kg/m³ Terrasil

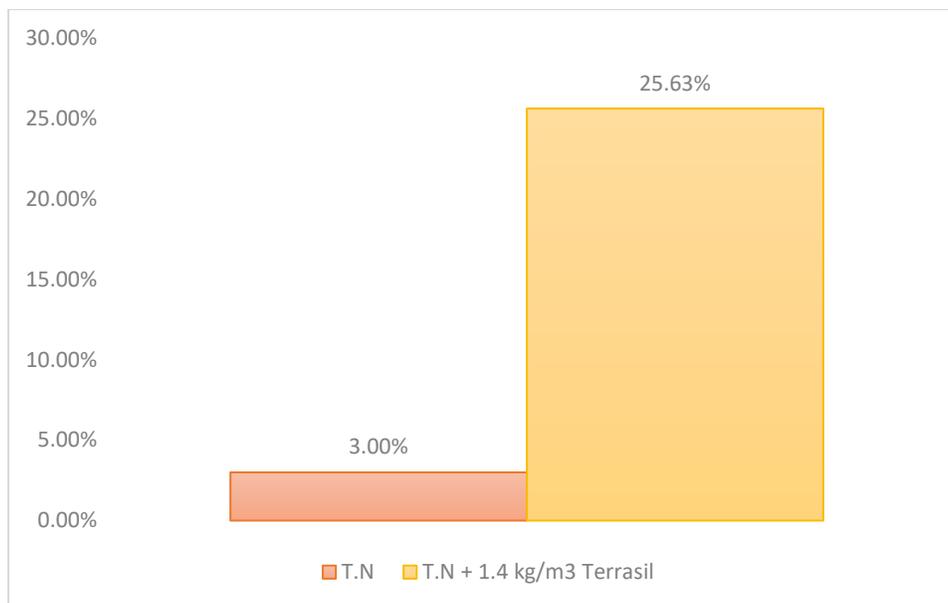


Fuente: elaboración propia, 2020

Como se observa en el gráfico N° 57, al añadir la dosificación del 2.0 kg/m³ (recomendado por la empresa BERM) de terrasil al suelo, se obtuvo el promedio de las tres muestras realizadas en laboratorio con un resultado de 30.70 %, con relación a la muestra de terreno natural, mejorando en un 923.33% de la capacidad de soporte, se puede decir que con esa cantidad permite mejorar las propiedades del suelo natural como son: resistencia y cohesión; además cumple los requisitos del MTC para subrasantes aptas para un proyecto de pavimentación, ya que está en S₅: Subrasante excelentes

5.2.2.5. Adición 1.4 kg/m³ (óptimo)

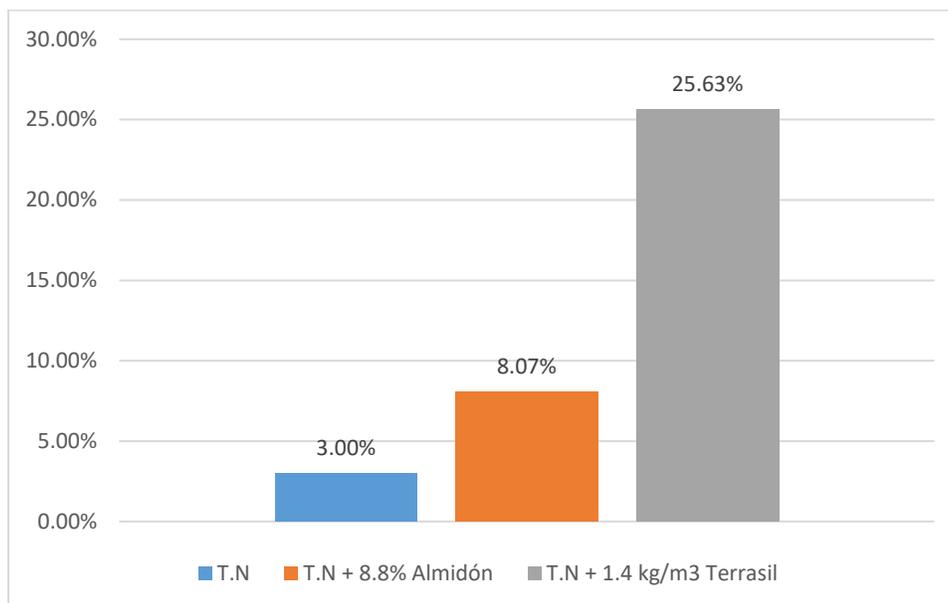
Gráfico N° 58: Comparación de CBR: T.N vs T.N + 1.4 kg/m³ Terrasil



Fuente: elaboración propia, 2020

Como se puede observar en el gráfico N° 58, al adicionar el contenido óptimo del polímero industrial (terrassil) a la muestra del terreno natural, se obtuvo el promedio de las muestras realizadas en laboratorio con un resultado de 25.63% con relación a la muestra del suelo, mejorando en un 754.33% de la capacidad de soporte, se puede decir que con esta cantidad permite mejorar las propiedades del suelo natural como: resistencia y cohesión; además cumple los requisitos del MTC, para subrasantes aptas para un proyecto de pavimentación en la localidad de Mocupe. El empleo de polímeros permitirá para empleo de base y subbase.

Gráfico N° 59: Comparación de % CBR entre almidón vs terrasil

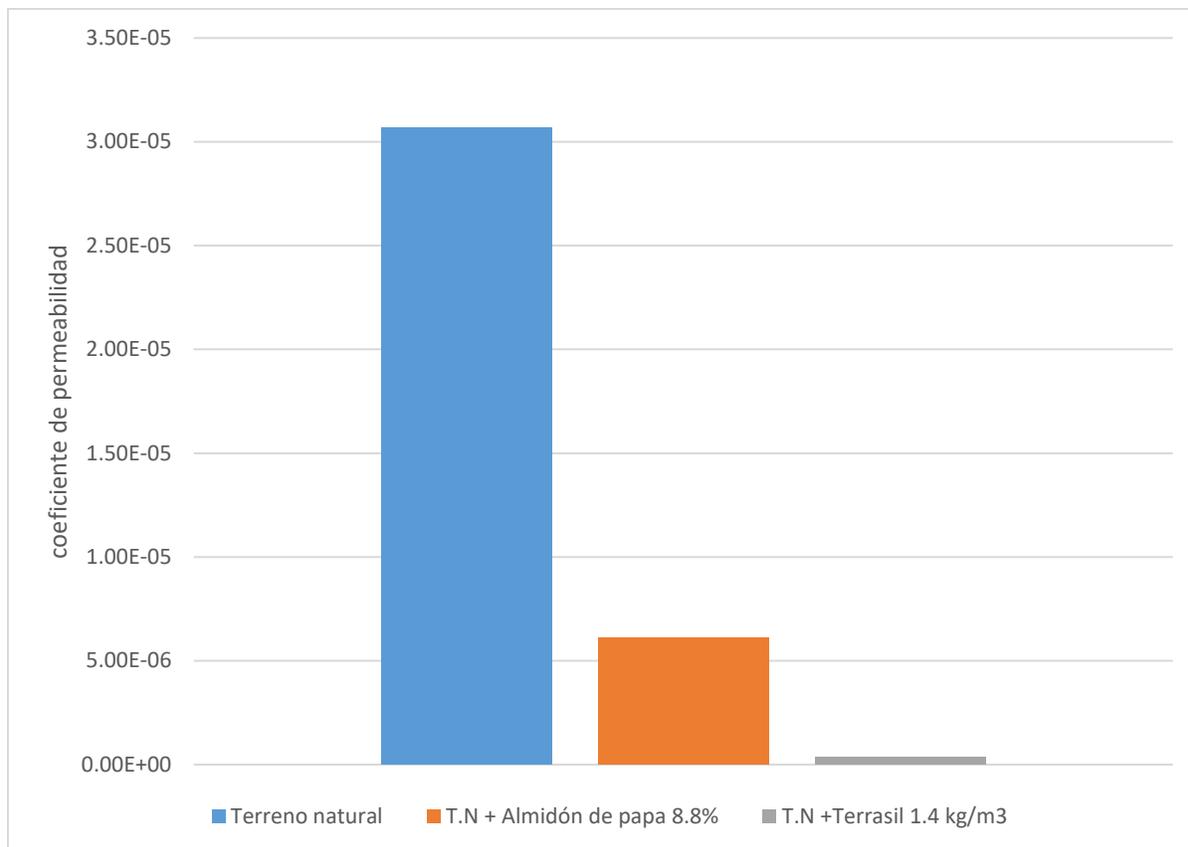


Fuente: elaboración propia, 2020

En el gráfico N° 59, se observa la relación de la capacidad de soporte de las muestras del terreno natural y las muestras del terreno natural con sus adiciones óptimas de los polímeros natural (almidón) e industrial (terrasil); se puede evidenciar que los polímeros (ya sea natural e industrial) mejorara las propiedades del terreno natural, tal como se planteó en la hipótesis de este tema de investigación; sin embargo existe una diferencia entre el polímero industrial y el natural, siendo el primero de estos el que obtiene mejores resultados de CBR, siendo 3 veces el resultado de que se obtiene con el almidón, sin embargo ambas adiciones cumplen los requisitos del MTC, para una pavimentación ya que la subrasante estabilizada es superior al 7% de CBR.

5.3. Permeabilidad

Gráfico N° 60: Comparación de la constante de permeabilidad K entre almidón vs Terrasil



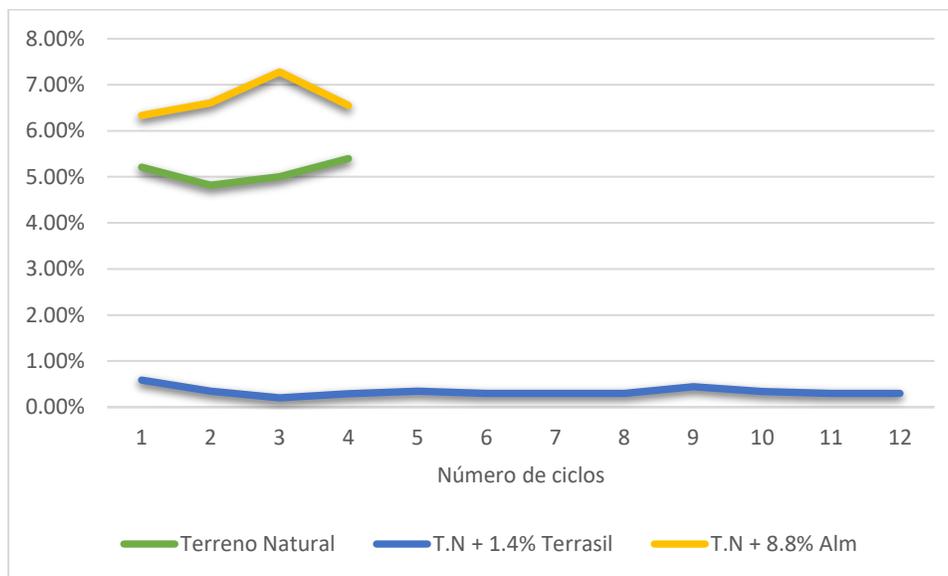
Fuente: elaboración propia, 2020

En el gráfico N° 60, se puede observar los coeficientes de permeabilidad con las muestras de suelo nativo y sus adiciones de polímeros natural e industrial, viendo que al añadir el polímero industrial mejora mucho la permeabilidad, convirtiéndolo en un suelo impermeable, esto beneficiará a la subrasante, con relación a los dos polímeros, el terrasil le lleva una diferencia de esta constante de permeabilidad al almidón en un 5.85%, sin embargo en contraste con el suelo nativo la adición de almidón refleja un valor del 5.03%, en cambio con el terrasil refleja un valor 85.99 %.

Con los resultados comparativo obtenido de las dos adiciones podemos decir que el almidón mejora en pequeña escala esta propiedad, sin embargo, el terrasil mejora considerablemente esta propiedad, en conclusión, podemos decir que el almidón necesitaría de un complemento para mejorar esta propiedad.

5.4.Durabilidad

Gráfico N° 61: Variación de volumen de los especímenes



Fuentes: elaboración propia, 2020

En el gráfico N° 61, se presenta la variación de volumen que fueron sometidas los especímenes, por lo que podemos destacar que la adición del polímero industrial se mantuvo en rango relativamente pequeño menos del 1%, por lo que podemos deducir que el polímero industrial aporta estabilidad al espécimen debido a que al realizar los dos procedimientos de este ensayo (humedecimiento y secado) no había diferencia, en cambio con los dos especímenes hay una gran diferencia en su cambio de volumen siendo el espécimen con almidón quien reflejo mayor variación de volumen de un 7.28%, en cambio el espécimen del suelo nativo también reflejo un gran valor de su variación de volumen siendo un 5.40%.

PÉRDIDAS*Tabla N° 48: Porcentaje de pérdidas de los especímenes*

Especímenes	Masa Seca		Pérdidas
	Inicial	Final	
Terreno Natural	1671	1511	9.58%
T.N + 8.8% Almidón de papa.	1525	1485	2.60%*
T.N + 1.4 kg/m ³ Terrasil.	1675	1542	7.91%

Fuente: elaboración propia, 2020

En la tabla N° 49, se muestra que con el contenido óptimo de Terrasil se llega a cumplir los 12 ciclos que establece la norma MTC E – 1104, sien el total de perdida 7.91% de masa, en cambio con los dos especímenes no cumplen, debido a que sufrieron roturas antes de culminar con los ensayos.

5.5.Comparación de resultados con los antecedentes

De la Cruz Gutiérrez, Lizeth y Salcedo Rojas Karen “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE ADITIVOS (ECO ROAD 2000) PARA PAVIMENTACIÓN EN PALIAN – HUANCAYO – JUNIN”.

Los autores emplearon para la estabilización de suelos de esa localidad, un polímero de base industrial con una dosificación de 0.016 litros /m², esto logro que las muestras de suelos incrementen su capacidad de soporte que superaban el 30%, por lo que es una subrasante excelente.

Ruiz González Andrés Felipe “ANÁLISIS DE RESISTENCIA Y DURABILIDAD DEL SUELO CEMENTO CON ADICIÓN DE FIBRAS TEXTILES DE JEAN”

El autor evidencio mediante este ensayo cómo se comporta la fibra textil de jean permitiendo así que sufre poco desgaste a comparación de los especímenes de suelo cemento, así mismo el autor concluyo que el contenido óptimo de adición de fibras textil de jean es de 1%, debido a que cuando se aumenta ese contenido la capacidad de soporte aumenta, pero su durabilidad baja.

Lipa Sosa Yuri y Maquera Ccalle Mónica “Hidrólisis enzimática del almidón de chuño y tunta para la obtención de jarabe de glucosa”

Los autores en este tema de investigación estudiarán la composición del almidón de papa, este almidón será sometido a un proceso de hidrólisis para crear el jarabe que se utilizará para uso alimenticio, esta tesis es importante ya que se utilizará la información de la composición del almidón de papa para esta investigación.

5.6.Resultados de evaluación económica

Tabla N° 49: Resultados de evaluación económica

	Almidón de papa 8.8%	Terrasil 1.4 kg/m ³
Presupuesto	S/. 3,751,074.81	S/. 889,005.04

Fuente elaboración propia, 2020.

En la tabla N° 49, se puede observar la diferencia de los presupuestos que conllevaría a realizar la estabilización de suelos, por lo que estabilizar con el polímero Terrasil es favorable desde el punto de vista económico, y a su vez con el aspecto técnico, ya que se ha comprobado que mejora las propiedades del suelo nativo.

VI. CONCLUSIONES

- Los suelos nativos de las avenidas: Víctor Raúl, 28 de Julio y El Porvenir en la localidad de Mocupe, presentan la siguiente clasificación según la clasificación SUCS; en Víctor Raúl presentan suelos limosos ligeramente plásticos con arenas (ML), en 28 de Julio presentan suelos limosos ligeramente plásticos con arenas (ML) y El Porvenir presentan suelos limosos ligeramente plásticos con arenas (ML); y según la clasificación método AASHTO; en Víctor Raúl son suelos A-4(5), calificándose como suelos de regular a mala calidad, en 28 de Julio son suelos A-4(5), calificándose como suelos de regular a mala calidad y en El Porvenir son suelos A-4(5), calificándose como suelos de regular a mala calidad.
- Los suelos nativos de las avenidas: Víctor Raúl, 28 de Julio y El Porvenir en la localidad de Mocupe, está conformado por sus propiedades físicas y mecánicas que está determinado de la siguiente manera según su granulometría, en Víctor Raúl contiene gravas en un rango de 2.80% - 5.90%, arenas en un rango de 13.32% - 17.91%, limos en un rango de 69.37% - 73.17% y arcilla en un rango de 6.58% - 9.30%, en 28 de Julio contiene gravas en un rango de 3.32% - 5.17%, arenas en un rango 16.63% - 24.46%, limos en un rango de 65.29% - 69.81% y arcilla en un rango de 3.93% - 9.27%, y en El Porvenir contiene gravas en un rango de 3.98% - 7.16%, arenas en un rango de 14.93% - 20.92%, limos en un rango de 63.29% - 70.84% y arcillas 5.97% - 9.06%; mediante el límite de Atteberg: los suelos de la avenida Víctor Raúl su límite líquido está en un rango de 28.30% - 30.40%, límite plástico está en un rango 21.59% - 23.29% e índice de plasticidad de 7.11% - 7.97%, en 28 de Julio su límite líquido está en un rango de 27.65% - 32.01%, límite plástico está en un rango de 20.06% - 24.88% e índice de plasticidad en un rango de 7.13% - 7.68% y en El Porvenir su límite líquido está en un rango de 28.80% - 31.30%, límite plástico está en un rango 21.05% - 23.28% e índice de plasticidad 7.20% - 7.75% y su capacidad de soporte (CBR) en la avenida Víctor Raúl está en un rango 3.10% - 3.40%, en 28 de Julio está en un rango 3.20% - 3.80% y en El Porvenir está en un rango 3.0% - 3.3%.

- Las cantidades óptimas de los polímeros que se empleó para este tema de investigación se obtuvieron mediante un diagrama comparativo de dosificaciones y su capacidad de dosificaciones; con el polímero natural almidón de papa sus dosificaciones fueron: 4%, 6%, 8%, 10% y 12%, estas dosificaciones obtuvieron sus máximas capacidades de soporte (CBR): 6.30%, 6.80%, 7.70%, 7.30% y 5.10% respectivamente, con estos resultados se determinó la cantidad óptima a emplear es de 8.80% obteniendo una capacidad de soporte (CBR) promedio de 8.07% y con el polímero industrial Terrasil sus dosificaciones fueron: 0.5 kg/m³, 1.0 kg/m³, 1.5 kg/m³ y 2.0 kg/m³, estas dosificaciones obtuvieron sus máximas capacidades de soporte (CBR): 28.10%, 32.30%, 33.70% y 31.30% respectivamente, con estos resultados se determinó la cantidad óptima a emplear es de 25.63%.
- EL ensayo de durabilidad consiste en el humedecimiento y secado de las muestras cilíndricas de suelo compactado, por lo cual cuando se le adiciono el polímero natural almidón de papa se registró una máxima variación de volumen de 7.28% y un desgaste máximo de 2.60% de la masa de espécimen pero solo se realizó 4 ciclos (1 ciclo corresponde a 5 horas en humedecimiento y 42 horas en secado) debido a que el espécimen se fisuro y no se pudo completar los 12 ciclo establecidos en la Norma MTC E 1104; con la adición del polímero industrial Terrasil se registró una máxima variación de volumen 0.59% y un desgaste de 7.91% de la masa del espécimen a los 12 ciclos (según la Norma MTC E 1104), determinando un mínimo de variación de volumen al finalizar el procedimiento del ensayo, esto quiere decir que sus dimensiones no serían afectadas en el humedecimiento y secado.
- El ensayo de CBR consiste en determinar el índice de resistencia del suelo, por lo cual al añadir el contenido óptimo del polímero natural almidón de papa 8.8% al suelo nativo de la avenida El Porvenir de la localidad de Mocupe, se obtuvo una capacidad de soporte promedio de 8.07%, en cambio con el contenido óptimo del polímero industrial Terrasil 1.4 kg/m³ al suelo nativo de la avenida El Porvenir de la localidad de Mocupe, se obtuvo una capacidad de soporte promedio de 25.63%: por lo que el polímero industrial Terrasil brinda mejores resultados de capacidad de soporte (CBR), siendo 3.18 veces más de lo que se obtiene con el polímero natural almidón de papa.

- El ensayo de permeabilidad que se realizó en laboratorio, se añadió el contenido óptimo del polímero natural almidón de papa 8.8% al suelo nativo de la avenida El Porvenir de la localidad de Mocupe, cuyo coeficiente de permeabilidad que se obtuvo con la adición es de 6.09×10^{-6} , calificándose como un suelo muy poco permeable; en cambio al añadir el contenido óptimo del polímero industrial Terrasil 1.4 kg/m^3 al suelo nativo de la avenida El Porvenir de la localidad de Mocupe, cuyo coeficiente de permeabilidad que se obtuvo con la adición es de 3.56×10^{-7} , calificándose como un suelo impermeable.
- Por lo tanto, se concluye que la aplicación del polímero industrial Terrasil con la cantidad óptima de 1.4 kg/m^3 para los suelos de las avenidas Víctor Raúl, 28 de Julio y Porvenir de la localidad de Mocupe, en comparación con la adición del polímero natural almidón de papa se obtuvo una variación de la capacidad de soporte (CBR) en un 317.77%; la muestra aplicada con Terrasil se logró una impermeabilidad en comparación a la aplicada con el almidón de papa que se obtuvo un suelo muy poco permeable; la durabilidad obtenida en la muestra con la aplicación de Terrasil se logra una mínima variación de volumen y gran resistencia al desgaste en comparación con la aplicada con almidón de papa, este último no se logró cumplir los 12 ciclos (según la Norma MTC E 1104) por presentar fisuras en el espécimen analizado.

VII. RECOMENDACIONES

- Para los suelos nativos que están conformados por limos de baja plasticidad con arenas (ML), las que se encuentran en las avenidas: Víctor Raúl, 28 de Julio y El Porvenir de la localidad de Mocupe, se recomienda utilizar el polímero Terrasil con una dosificación óptima de 1.4 kg/m^3 para estabilizar los suelos mejorando la capacidad de soporte, también logra reducir la permeabilidad y su variación de volumen ante el fenómeno de humedecimiento y secado es mínimo, lo que garantiza una buena durabilidad. Por eso es rentable utilizar este polímero ya que se realizará un riego con Terrasil cada 4 años con un costo de 50 693.61 nuevos soles, para garantizar la calidad de la subrasante mejorada, en comparación con el polímero natural almidón de papa que se realizará un mantenimiento anual con un costo de 3 477 221.14 nuevos soles, debido a que el almidón de papa frente acciones de humedecimiento y secado se produce una variación en su volumen provocando inestabilidad.
- El empleo del polímero industrial Terrasil mejora la estabilización de suelos, frente a los fenómenos de humedecimiento y secado, como son las temporadas de lluvia en verano, en la zona norte del país
- El uso del polímero industrial Terrasil ayudaría a mejorar el acceso a los caminos vecinales comunales de las áreas agrícolas adyacentes, que contengan similares características al suelo nativo de las avenidas Víctor Raúl, 28 Julio y Porvenir de la localidad de Mocupe.
- Se recomienda realizar ensayos en laboratorio para hallar la dosificación óptima empleando polímeros, para estabilización de suelos con el fin de mejorar la propuesta técnica-económica.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] Whitman Robert V, Lambe William, *Mecánica de suelos*, México: Limusa, 2004.
- [2] Y. Huancoillo Humpiri , «Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvió Huancané - Chupa - Puno,» Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2017.
- [3] G. P. Ramos Hinojosa, «Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucará - Huancavelica,» Universidad Nacional del centro del Perú, Huancavelica , 2014.
- [4] L. M. De la Cruz Gutiérrez y K. K. Salcedo Rojas , «Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (ecoroad 2000) para pavimentación en palian- Huancayo- Junín,» Universidad Peruana los Andes , Huancayo, 2016.
- [5] D. Nesterenko Cortes, «Desempeño de suelos Estabilizados con polímeros,» Universidad de Piura, Piura, 2018.
- [6] Velandia Sanabria Cristhian y Parra Pérez Manuel, «Suelo A-2(6), estabilizado con cemento sustituyendo la fracción pasa el tamiz N°4 y retiene N° 10 del agregado por polímero de alta densidad (PEHD),» Universidad La Salle, Bogotá, 2016.
- [7] Ministerio de Vivienda de Construcción y Saneamiento, CE 0.10: Pavimentos Urbanos, Lima, 2010.
- [8] American Society for Testing and Materials, «Ensayo de durabilidad,» *American Society for Testing and Materials*, pp. 1-9, 1994.
- [9] American Society for Testing and Materials, «Métodos de prueba estándar para humedecer y secar mezclas compactadas de suelo y cemento,» *American Society for Testing and Materials*, pp. 1-7, 2012.
- [10] INACAL, «Suelos. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo,» *Norma Técnica Peruana*, n° 1, pp. 2-10, 2014.
- [11] INACAL, «Método de ensayo para el análisis granulométrico,» *Norma Técnica Peruana*, pp. 1-25, 2014.
- [12] INACAL, «Suelos.Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad del suelo,» *Norma Técnica Peruana*, pp. 1-25, 2014.
- [13] INACAL, «Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo,» *Norma Técnica Peruana*, pp. 1-12, 2014.
- [14] INACAL, «Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unitario Clasificación de Suelos, SUCS),» *Norma Técnica Peruana*, pp. 1-33, 2014.
- [15] INACAL, «Suelos.Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m³ (56 000 pie-lbf/pie³)),» *Norma Técnica Peruana*, 2014.
- [16] INACAL, «Suelos.California Bearing Ratio (CBR) de suelos (NTP 339.145),» *Norma Técnica Peruana* , pp. 1-20, 2014.
- [17] E. y. R. R. A. Juárez Badillo, *Mecánica de Suelos*, México: Limusa, 2005.
- [18] A. Montejo Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos para carreteras*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2002.

- [19] V. C. Crespo, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, Ciudad de México : Limusa, 2017.
- [20] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos*, Lima : Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.
- [21] B. Das , *Fundamentos de Ingeniería geotécnica*, Mexico : Cengage Learning Latin , 2001.
- [22] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, *Manual de Carreteras*, Perú, 2013.
- [23] J. R. Menéndez Acurio, *Ingeniería de Pavimentos*, Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia, 2009.
- [24] T. López Lara, J. Hernández Zaragoza, J. Horta Rangel, A. Coronado Márquez y V. Castaño Meneses , «Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas,» *Revista Iberoamericanade polímeros*, pp. 2-11, 2010.
- [25] A. M. Espiritu Huamán, «Mejoramiento de la capacidad de soporte de la subrasante mediante la aplicación de savia de sábila en la carretera La Esperanza- Malonga, km 5 Matamarca-2018,» Universidad de Huanuco, Huánuco, 2019.
- [26] Y. Lipa Sosa y M. N. Maquera CCalle, «Hidrólisis enzimática del almidón de chuño y tunta para la obtención de jarabe de glucosa,» Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2013.
- [27] Montejó Fonseca , Alfonso, *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 1997.
- [28] Eddy, «Apuntes ingeniería civil,» 22 Febrero 2011. [En línea]. Available: <https://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/02/cohesion-y-friccion-interna-propiedades.html>. [Último acceso: 03 Septiembre 2019].
- [29] H. J. P. Vertiz vera, «Estabilización de suelos con ceniza de cascara de arroz para uso como subrasante en el departamento de Lambayeque,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2015.
- [30] R. Chang, *Química*, Mexico : McGRAW-HILL, 2002.
- [31] É. Hemida, «Polímeros,» *Guía Didáctica*, p. Pg 12, 2011.
- [32] J. Cedrón , V. Landa y J. Robles, «CORINTO.PUCP,» 14 Junio 2011. [En línea]. Available: <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>. [Último acceso: 08 Octubre 2019].
- [33] F. W. Billmeyer, *Ciencia de los polímeros*, New York: Wiley - Interscience, a division of John Wiley and Sons. Inc., 1975.
- [34] Zydex, «Ficha de datos de seguridad-Terrasil,» *Zydex*, pp. 1-7, 2019.
- [35] R. Seymour, *Introducción a la Química de lo Polímeros*, New York: Marcel Dekker, 1995.
- [36] M. Calvo, «Bioquímica de los alimentos,» 13 Octubre 2010. [En línea]. Available: <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/almidon.html>. [Último acceso: 30 Septiembre 2019].
- [37] Fonseca Cristina y Ordinola Miguel., *Mejorando la competitividad de la agroindustria rural: El caso de la tunta en el altiplano peruano*, Lima, 2011.
- [38] J. Meneses, C. M. Corrales y M. Valencia, «Síntesis y caracterización de un polímero Biodegradable a partir del almidón de yuca,» *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, pp. 1-11, 2007.
- [39] Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos; Baptistas Lucio, Pilar, *Metodología de la investigación*, México : McGraw Hill, 2014.

- [40] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «CBR de suelos,» de *Manual de ensayo de materiales* , Lima, 2016, pp. 248-257.
- [41] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Humedecimiento y secado de mezclas de suelo-cemento compactadas,» de *Manual de ensayo de materiales*, Lima, 2016, pp. 1009-1014.
- [42] INVIAS, «Humedecimiento y secado de mezclas compactadas de suelo-cemento,» de *Normas y Especificaciones- INVIAS*, Bogotá, 2012, pp. 1-11.

IX. ANEXOS

Anexo N° 01: Resolución de la autorización municipal del proyecto de investigación



**LAGUNAS
MOCUPE**
¡Juntos por Un Servicio de Calidad, con Calidez!

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAGUNAS - MOCUPE
RUC. N° 20162213254

AUTORIZACION MUNICIPAL -2019 – JATP / J(e)DIDUR / MDL

EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y DESARROLLO URBANO Y RURAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

AUTORIZA:

Que el Sr. JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZALES, identificado con DNI N° 72931141, ESTUDIANTE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA "SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO", de realizar muestreo de suelos en las calles: VICTOR RAUL, CALLE EL PORVENIR; CALLE 28 DE JULIO Y ASENTAMIENTOS HUMANOS VIRGEN DEL CARMEN Y LA UNION, para trabajo de investigación "ESTABILIZACION DE LOS SUELOS EN MOCUPE"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LAGUNAS
MOCUPE
Tejada
Ing. José Alfonso Tejada Pérez
JEFE (e) DE DIDUR

Lagunas, 06 de Setiembre del 2019

Anexo N° 02: Certificado de laboratorio



Solicitud Única de Trámite

N° 0157328

Solicito: Permiso para usar laboratorios de Ingeniería

Señores:
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Yo: Castello Gonzalez Juan Francisco, identificado (a) con
Código de Matrícula N° 132ME45873, del Ciclo Académico: 2019-II, estudiante de la
Carrera Profesional de: Ing. Civil Ambiental, con domicilio en: Av. Moises VALIENTE
#135 Urb. Los Precusores, Teléfono: 981637792, me presento ante
usted para expresarle los motivos de mi solicitud:

De cumplir con los requisitos que me pedían en
mi plan de estudios para poder llevar Tesis I

Anexos:

Chiclayo, 01. de Octubre de 2019...

Firma

Anexo N° 03: Perfil estratigráfico

CALACATA 1									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque		PROVINCIA	Chiclayo		DISTRITO	Mocupe		Av. Victor Raúl
REFERENCIA	Nivel de Terreno		NIVEL FREATICO :			No se encontró			
Dim. CALICATA	Largo : 1.00 m.		Ancho: 1.00 m.		Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					LL (%)	LP (%)	IP (%)
0.00	-								
-0.30	ML	A-4 I.G (5)	1		3.10%	3.40%	30.40%	23.29%	7.11%
-1.00	ML	A-4 I.G (5)	2			11.30%	29.90%	22.25%	7.65%
-1.80									



Nota: *en la superficie hasta a -0.30 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.*


Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 2									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque	PROVINCIA	Chiclayo	DISTRITO	Mocupe	Av. Victor Raúl			
REFERENCIA	Nivel de Terreno	NIVEL FREÁTICO :			No se encontró				
Dim. CALICATA	Largo : 1.00 m.	Ancho: 1.00 m.			Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00									
-0.25	ML	A-4 IG (4)	1			8.97%	29.19%	22.04%	7.15%
-0.90	ML	A-4 IG (5)	2		3.20%	11.29%	28.30%	20.33%	7.97%
-1.75									



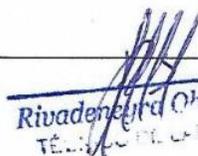
Nota: *en la superficie hasta a -0.25 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.*


Rivaldo Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 3									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque		PROVINCIA	Chiclayo		DISTRITO	Mocupe		Av. Victor Raúl
REFERENCIA	Nivel de Terreno		NIVEL FREÁTICO :			No se encontró			
Dim. CALICATA	Largo : 1.00 m.		Ancho: 1.00 m.		Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTADÍSTICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00									
-0.20	ML	A-4 I.G(5)	1			8.70%	29.50%	22.30%	7.20%
-0.80	ML	A-4 I.G(6)	2		3.10%	22.65%	29.40%	21.59%	7.81%
-1.70									




Nota: en la superficie hasta a -0.20 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.


Rivadeneira Oñatas Henry
 TÉCNICO EN GEODINÁMICA

CALACATA 4									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque		PROVINCIA	Chiclayo		DISTRITO	Mocupe		Jr Porvenir
REFERENCIA	Nivel de Terreno		NIVEL FREÁTICO :			No se encontró			
Dim. CALICATA	Largo : 1.00 m.		Ancho: 1.00 m.		Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00									
-0.35	ML	A-4 I.G(4)	1		3.30%	15.27%	29.51%	22.31%	7.20%
-1.05	ML	A-4 I.G(4)	2			13.06%	28.80%	21.05%	7.75%
-1.85									
									
<p>Nota: en la superficie hasta a -0.35 m. se encuentra relleno no controlado (desmote, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.</p>									


Rivadeneira *Ortizas Henri*
 TÉCNICO

CALACATA 5

RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco

TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

REGIÓN Lambayeque PROVINCIA Chiclayo DISTRITO Mocupe Jr Porvenir

REFERENCIA Nivel de Terreno NIVEL FREÁTICO : No se encontró

Dim. CALICATA Largo : 1.00 m. Ancho: 1.00 m. Profundidad final: 1.50 m.

PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL

REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00									
-0.25	ML	A-4 I.G(5)	1		3.00%	23.73%	31.11%	23.88%	7.23%
-0.90	ML	A-4 I.G(5)	2			22.30%	31.30%	23.56%	7.74%
-1.75									



Nota: en la superficie hasta a -0.25 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.

Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 6									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque	PROVINCIA Chiclayo			DISTRITO	Mocupe	Jr Porvenir		
REFERENCIA	Nivel de Terreno	NIVEL FREÁTICO :			No se encontró				
Dim. CALICATA	Largo : 1.00 m.	Ancho: 1.00 m.			Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	IP (%)
0.00									
-0.35	ML	A-4 IG(4)	1		3.00%	11.20%	30.48%	23.28%	7.20%
-1.05	ML	A-4 IG(4)	2			13.45%	30.32%	22.60%	7.72%
-1.85									
									
<p>Nota: <i>en la superficie hasta a -0.35 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.</i></p>									


Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 7									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque		PROVINCIA	Chiclayo		DISTRITO	Mocupe		Jr 28 de Julio
REFERENCIA	Nivel de Terreno		NIVEL FREÁTICO :		No se encontró				
Dim. CALICATA	Largo : 1.50 m.		Ancho: 1.00 m.		Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					LL (%)	LP (%)	IP (%)
0.00									
-0.25	ML	A-4 I.G(4)	1		3.80%	17.71%	32.01%	24.88%	7.13%
-0.90	ML	A-4 I.G(4)	2			11.31%	27.65%	20.06%	7.59%
-1.75									



Nota: *en la superficie hasta a -0.25 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.*


Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 8									
RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco									
TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE									
REGIÓN	Lambayeque		PROVINCIA	Chiclayo		DISTRITO	Mocupe		Jr 28 de Julio
REFERENCIA	Nivel de Terreno		NIVEL FREÁTICO :			No se encontró			
Dim. CALICATA	Largo : 1.50 m.		Ancho: 1.00 m.		Profundidad final: 1.50 m.				
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL									
REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL									
PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO		SUCS			L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00	-								
-0.20	ML	A-4 IG(4)	1		3.50%	8.16%	28.80%	21.43%	7.37%
-0.85	ML	A-4 IG(5)	2			8.98%	28.46%	20.78%	7.68%
-1.70									



Nota: *en la superficie hasta a -0.20 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.*


Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALACATA 9

RESPONSABLES: Castillo Gonzalez Juan Francisco

TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

REGIÓN Lambayeque PROVINCIA Chiclayo DISTRITO Mocupe Jr 28 de Julio

REFERENCIA Nivel de Terreno NIVEL FREÁTICO : No se encontró

Dim. CALICATA Largo : 1.50 m. Ancho: 1.00 m. Profundidad final: 1.50 m.

PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL

REGISTRO ESTATRIGRAFICO DEL TERRENO NATURAL

PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACIÓN		ESTRATO	SIMBOLO SUCS	CBR	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		
	SUCS	AASHTO					L.L (%)	L.P (%)	I.P (%)
0.00									
-0.25	ML	A-4 I.G(4)	1			9.21%	28.62%	21.47%	7.15%
-0.95	ML	A-4 I.G(5)	2		3.30%	11.30%	29.65%	22.08%	7.57%
-1.75									



Nota: en la superficie hasta a -0.25 m. se encuentra relleno no controlado (desmonte, entre ellos particula de ladrillos, bolsas , etc), en la excavacion de la calicata no se encontro nivel freático.

Rivadeneira Oblitas
TÉCNICO DE

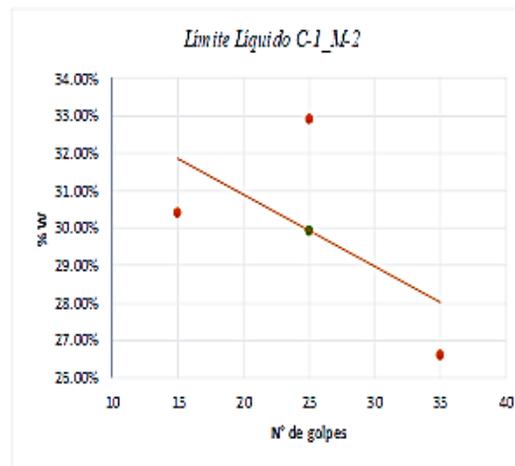
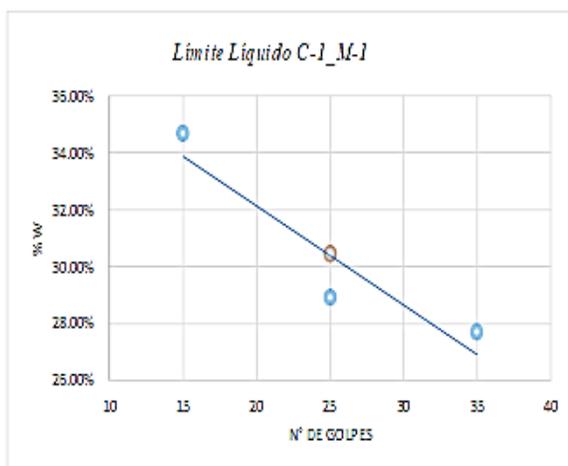
Anexo N° 04: Límites líquidos, plástico e índice de plasticidad



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Localidad : Mocupe
 Ubicación : Víctor Raúl

	Calicata	C-1			Muestra	M-1	Calicata	C-1			Muestra	M-2
	Límite Líquido			Límite Plástico		Límite Líquido			Límite Plástico			
N° de Tarro	P-4	P-19	P-11	P-18		P-14	P-15	P-20	P-10			
N° de golpes	35	25	15			35	25	15				
Tarro + suelo Húmedo	20.86	19.07	16.79	17.19		20.78	22.76	20.67	18.72			
Tarro + suelo Seco	17.92	16.42	14.32	15.32		17.94	18.89	17.72	16.64			
Agua	2.94	2.65	2.47	1.87		2.84	3.87	2.95	2.08			
Peso del Tarro	7.3	7.24	7.19	7.29		7.25	7.12	8.01	7.29			
Peso del suelo seco	10.62	9.18	7.13	8.03		10.69	11.77	9.71	9.35			
%Humedad	27.68%	28.87%	34.64%	23.29%		26.57%	32.88%	30.38%	22.25%			
Promedio de contenido de humedad	30.40%			23.29%		29.90%			22.25%			
Índice de Plasticidad	7.11%					7.65%						



[Firma manuscrita]
 Rivas Freyre, Oblitás Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

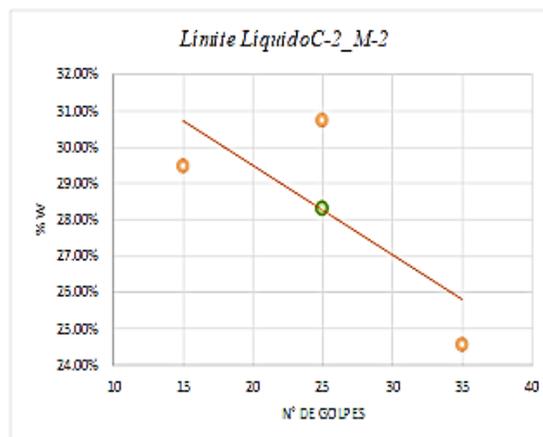
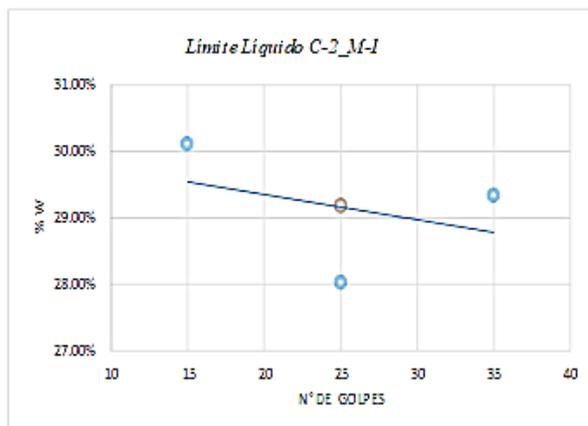
Calicata N° 2



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOQUEPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Moquepe
 Ubicación Victor Raúl

	Calicata	C-2		Muestra	M-1	Calicata	C-2		Muestra	M-2
		Límite Líquido		Límite Plástico		Límite Líquido		Límite Plástico		
N° de Tarro	L-28	L-27	L-30	P-32		P-17	P-6	P-7		P-3
N° de golpes	35	25	15			35	25	15		
Tarro + suelo Húmedo	36.72	36.47	35.57	27.21		20.33	21.85	30.21		15.8
Tarro + suelo Seco	34.29	34.16	33.23	25.20		17.71	19.52	27.07		14.34
Agua	2.43	2.31	2.34	2.01		2.62	2.33	3.14		1.46
Peso del Tarro	26.01	25.92	25.46	16.08		7.04	11.94	16.42		7.16
Peso del suelo seco	8.28	8.24	7.77	9.12		10.67	7.58	10.65		7.18
%Humedad	29.35%	28.03%	30.12%	22.04%		24.55%	30.74%	29.48%		20.33%
Promedio de contenido de humedad	29.19%			22.04%		28.30%			20.33%	
Índice de Plasticidad	7.15%					7.97%				



Juan Francisco Castillo González
 Rina de los Andes Obdías Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

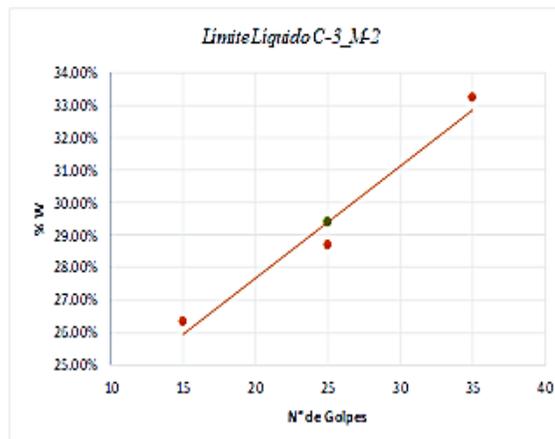
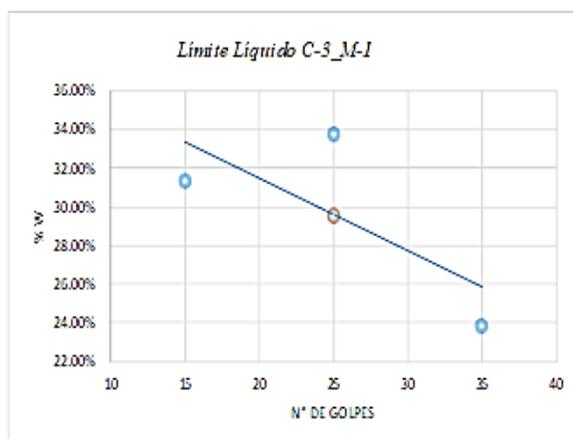
Calicata N°3



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO
 NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Mocupe
 Ubicación Víctor Raúl

	Calicata C-3			Muestra M-1	Calicata C-3			Muestra M-2
	Límite Líquido			Límite Plástico	Límite Líquido			Límite Plástico
N° de Tarro	L-7	L-8	L-10	P-27	L-15	L-18	L-14	P-7
N° de golpes	35	25	15		35	25	15	
Tarro + suelo Húmedo	32.55	28.61	27.83	12.52	34.69	39.63	40.21	21.32
Tarro + suelo Seco	29.91	25.97	25.41	11.53	32.57	36.51	37.62	20.45
Agua	2.64	2.64	2.42	0.99	2.12	3.12	2.59	0.87
Peso del Tarro	18.81	18.14	17.67	7.09	26.19	25.63	27.78	16.42
Peso del suelo seco	11.10	7.83	7.74	4.44	6.38	10.88	9.84	4.03
%Humedad	23.78%	33.72%	31.27%	22.30%	33.23%	28.68%	26.32%	21.59%
Promedio de contenido de humedad	29.50%			22.30%	29.40%			21.59%
Índice de Plasticidad	7.20%				7.81%			



Juan Francisco Castillo González
 Rueda de registro Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

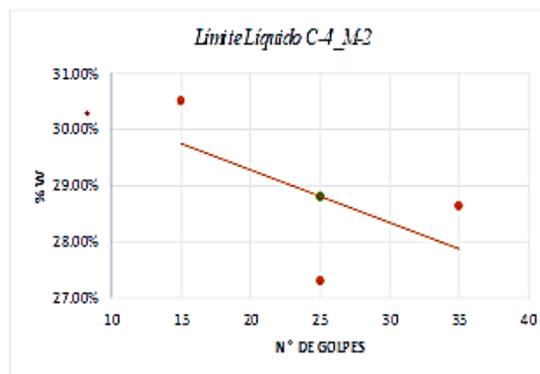
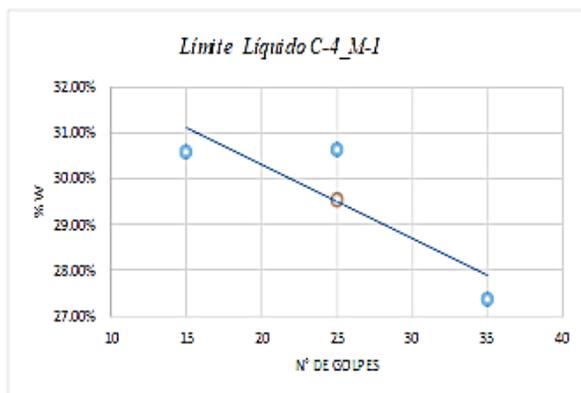
Calicata N° 4



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Mocupe
 Ubicación Porvenir

	Calicata	C-1			Muestra	M-1	Calicata	C-1			Muestra	M-2
		Límite Líquido			Límite Plástico		Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de Tarro	L-7	L-8	L-10	P-20		L-2	L-5	L-6	P-11			
N° de golpes	35	25	15			15	25	35				
Tarro + suelo Húmedo	32.31	28.51	26.47	12.45		30.72	32.15	35.28	12.44			
Tarro + suelo Seco	29.41	26.08	24.41	11.64		27.76	29.11	31.41	11.52			
Agua	2.9	2.43	2.06	0.81		2.96	3.04	3.87	0.92			
Peso del Tarro	18.81	18.14	17.67	8.01		18.06	17.97	17.89	7.19			
Peso del suelo seco	10.6	7.94	6.74	3.63		9.7	11.14	13.52	4.33			
% Humedad	27.36%	30.60%	30.56%	22.31%		30.52%	27.29%	28.62%	21.25%			
Promedio de contenido de humedad	29.51%			22.31%		28.80%			21.25%			
Índice de Plasticidad	7.20%					7.55%						



Rivadeneira, Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

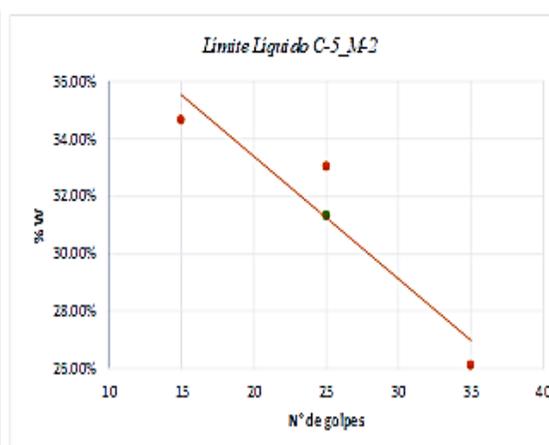
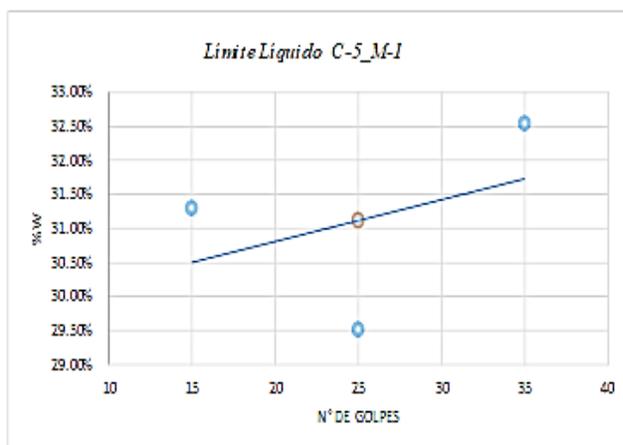
Calicata N° 5



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Localidad : Mocupe
 Ubicación : Parvenir

	Calicata C-5			Muestra M-1	Calicata C-5			Muestra M-2
	Límite Líquido			Límite Plástico	Límite Líquido			Límite Plástico
N° de Tarro	P-17	P-8	P-6	P-21	P-10	P-11	P-32	P-27
N° de golpes	35	25	15		35	25	15	
Tarro + suelo Húmedo	16.29	21.52	17.31	29.57	18.74	16.21	24.16	15.01
Tarro + suelo Seco	14.02	19.36	16.03	28.45	16.37	13.97	22.08	13.5
Agua	2.27	2.16	1.28	1.12	2.37	2.24	2.08	1.51
Peso del Tarro	7.04	12.04	11.94	23.76	7.29	7.19	16.08	7.09
Peso del suelo seco	6.98	7.32	4.09	4.69	9.08	6.78	6	6.41
% Humedad	32.52%	29.51%	31.30%	23.88%	26.10%	33.04%	34.67%	23.56%
Promedio de contenido de humedad	31.11%			23.88%	31.30%			23.56%
Índice de Plasticidad	7.23%				7.74%			



[Handwritten Signature]
 RIVERA, J. Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

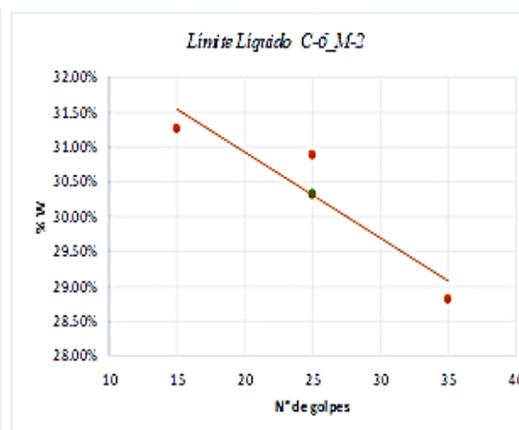
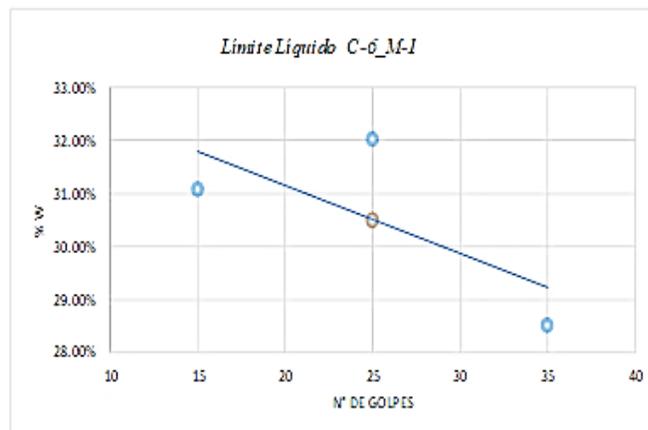
Calicata N°6



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Mocupe
 Ubicación Porvenir

	Calicata		C-6		Muestra	M-1	Calicata		C-6		Muestra	M-2
	Límite Líquido		Límite Plástico		Límite Líquido		Límite Plástico					
N° de Tarro	L-3	P-18	L-20	P-25			L-25	L-16	P-13	P-3		
N° de golpes	35	25	15				35	25	15			
Tarro + suelo Húmedo	27.19	12.32	40.34	12.67			33.14	35.94	17.03	12.26		
Tarro + suelo Seco	25.21	11.28	37.15	11.62			30.83	33.72	14.67	11.32		
Agua	1.98	1.04	3.19	1.05			2.31	2.22	2.36	0.94		
Peso del Tarro	18.26	8.03	26.88	7.11			22.81	26.53	7.12	7.16		
Peso del suelo seco	6.95	3.25	10.27	4.51			8.02	7.19	7.55	4.16		
% Humedad	28.49%	32.00%	31.06%	23.28%			28.80%	30.88%	31.26%	22.60%		
Promedio de contenido de humedad	30.48%			23.28%		30.32%			22.60%			
Índice de Plasticidad	7.20%			7.72%		7.72%			7.72%			



Juan Francisco Castillo González
 Rivind eneyra, Jblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

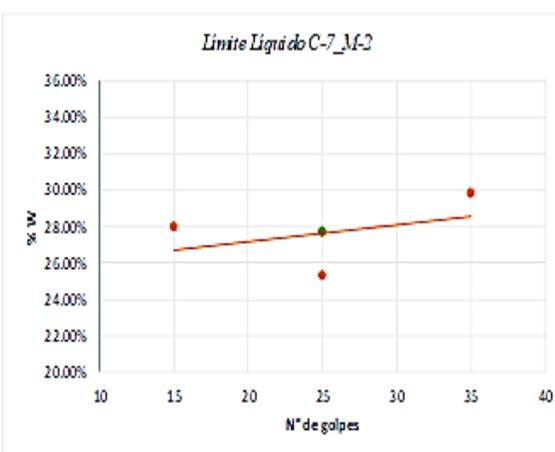
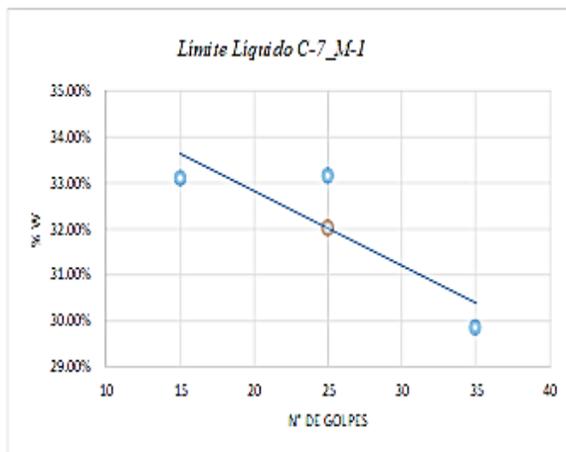
Calicata N°7



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Mocupe
 Ubicación 28 de Julio

	Calicata	C-7			Muestra	M-1	Calicata	C-7			Muestra	M-2
		Límite Líquido			Límite Plástico		Límite Líquido			Límite Plástico		
N° de Tarro	T-10	T-11	T-8	T9		L-3	P-18	L-25	P-27			
N° de golpes	35	25	15			35	25	15				
Tarro + suelo Húmedo	19.65	23.21	25.35	19.72		26.80	14.08	35.64	19.42			
Tarro + suelo Seco	17.97	21.47	23.14	18.19		24.84	12.86	32.84	17.36			
Agua	1.68	1.74	2.21	1.53		1.96	1.22	2.8	2.06			
Peso del Tarro	12.34	16.22	16.46	12.04		18.26	8.03	22.81	7.09			
Peso del suelo seco	5.63	5.25	6.68	6.15		6.58	4.83	10.03	10.27	0		
%Humedad	29.84%	33.14%	33.08%	24.88%		29.79%	25.26%	27.92%	20.06%			
Promedio de contenido de humedad	32.01%			24.88%	27.65%			20.06%				
Índice de Plasticidad	7.13%				7.59%							



Rivaldo Freyre Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

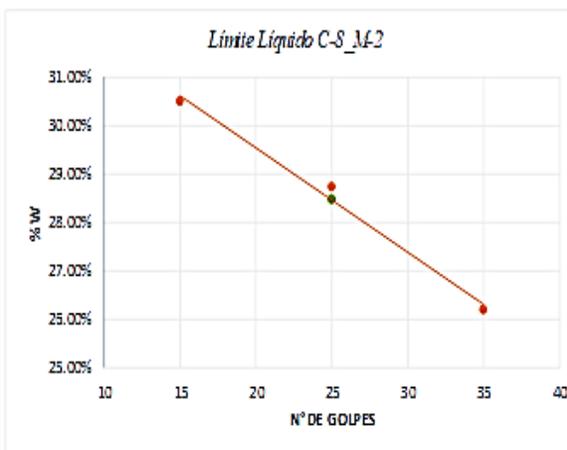
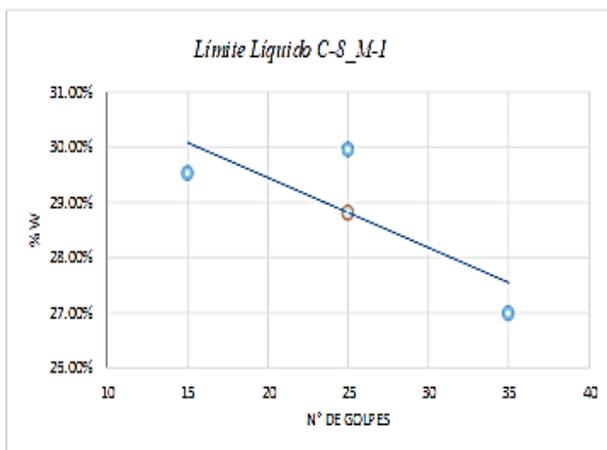
Calicata N°8



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTMD 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo Gorzález

Localidad Mocupe
 Ubicación 28 de Julio

	Calicata	C-S			Muestra	M-1	Calicata	C-S			Muestra	M-2
		Límite Líquido			Límite Plástico		Límite Líquido			Límite Plástico		
Nº de Tarro	P-17	P-6	P-8	P-21		P-17	P-15	P-7	L-24			
Nº de golpes	35	25	15			35	25	15				
Tarro + suelo Húmedo	12.36	23.01	23.01	34.64		16.34	13.26	21.34	36.07			
Tarro + suelo Seco	11.23	20.46	20.51	32.72		14.41	11.89	20.19	33.67			
Agua	1.13	2.55	2.5	1.92		1.93	1.37	1.15	2.4			
Peso del Tarro	7.04	11.94	12.04	23.76		7.04	7.12	16.42	22.12			
Peso del suelo seco	4.19	8.52	8.47	8.96		7.37	4.77	3.77	11.55			
%Humedad	26.97%	29.93%	29.52%	21.43%		26.19%	28.72%	30.50%	20.78%			
Promedio de contenido de humedad	28.80%			21.43%		28.46%			20.78%			
Índice de Plasticidad	7.37%					7.68%						



Juan Francisco Castillo Gorzález
 RINDIENDO FEUTRO / *Blitas Henry*
 TÉCNICO DE LABORATORIO

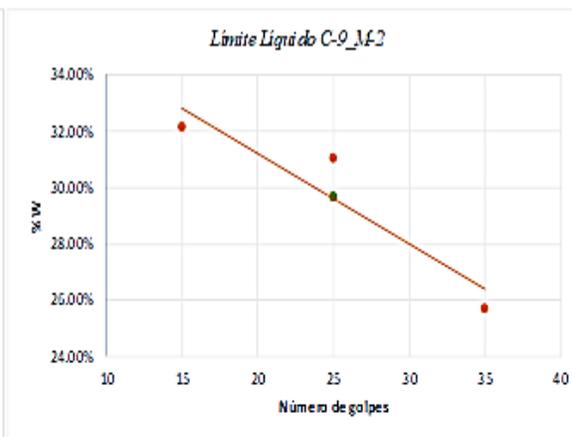
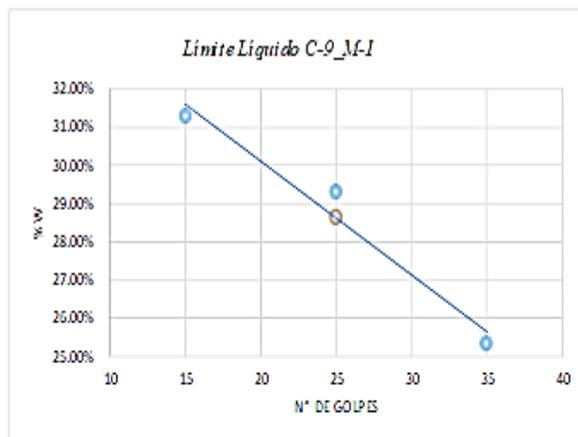
Calicata N°9



ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índices de plasticidad de suelos
 REFERENCIA : N.T.P. 339.129 ASTM D 4318
 TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 REALIZADO Juan Francisco Castillo González

Localidad Mocupe
 Ubicación 28 de Julio

	Calicata C-9			Muestra M-1	Calicata C-9			Muestra M-2
	Límite Líquido			Límite Plástico	Límite Líquido			Límite Plástico
N° de Tarro	P-18	P-19	P-10	P-20	P-25	L-16	L-10	P-3
N° de golpes	35	25	15		35	25	15	
Tarro + suelo Húmedo	16.74	15.32	16.02	14.29	13.18	35.78	27.21	15.95
Tarro + suelo Seco	14.98	13.49	13.94	13.18	11.94	33.59	24.89	14.36
Agua	1.76	1.83	2.08	1.11	1.24	2.19	2.32	1.59
Peso del Tarro	8.03	7.24	7.29	8.01	7.11	26.53	17.67	7.16
Peso del suelo seco	6.95	6.25	6.65	5.17	4.83	7.06	7.22	7.2
% Humedad	25.32%	29.28%	31.28%	21.47%	25.67%	31.02%	32.13%	22.08%
Promedio de contenido de humedad	28.62%			21.47%	29.63%			22.08%
Índice de Plasticidad	7.15%				7.57%			



Juan Francisco Castillo González
 Rueda Hengro / blitas Hengro
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 05: Análisis Granulométrico

CALICATA N°1

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

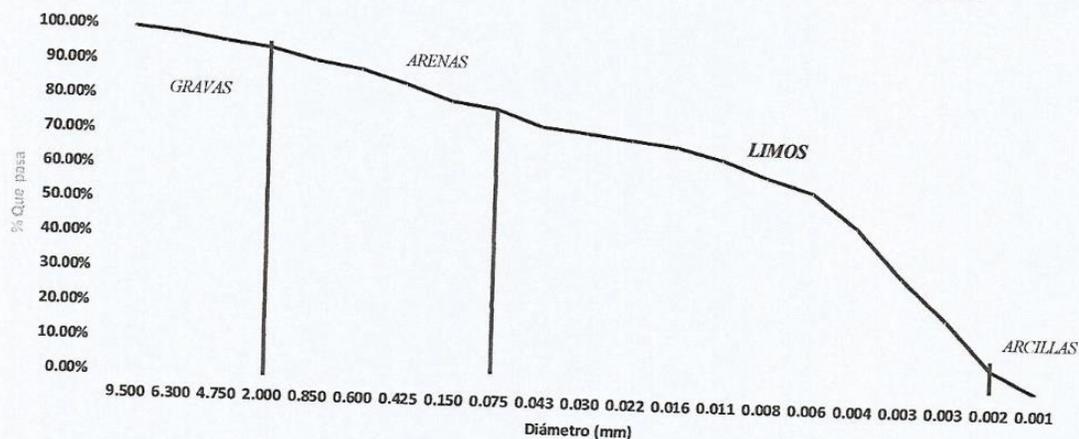
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-1
Muestra	M-1
Localidad	Mocupe
Ubicación	Victor Raúl

Peso de Tara	75.3 gr
Peso de Tara + Suelo seco	97.3 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	78.01%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.56	0.56	0.56%	0.56%	99.44%
1/4"	6.300	1.46	2.02	1.46%	2.02%	97.98%
N° 4	4.750	2.08	4.1	2.08%	4.10%	95.90%
N° 10	2.000	1.79	5.89	1.79%	5.89%	94.11%
N° 20	0.850	3.05	8.94	3.05%	8.94%	91.06%
N° 40	0.600	2.49	11.43	2.49%	11.43%	88.57%
N° 50	0.425	3.86	15.29	3.86%	15.29%	84.71%
N° 100	0.150	4.62	19.91	4.62%	19.91%	80.09%
N° 200	0.075	2.08	21.99	2.08%	21.99%	78.01%
< N° 200	0.043					73.64%
	0.030					71.89%
	0.022					70.17%
	0.016	Gravas				68.46%
	0.011		5.89%			65.10%
	0.008	Arenas				60.21%
	0.006		16.10%			56.25%
	0.004	Limos				46.38%
	0.003		71.43%			32.32%
	0.003	Arcillas				20.66%
	0.002		6.58%			6.58%
0.001					0.00%	



Rivadeneira Obitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B2 01-FORM-CQC-SHU

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISION 03

AREA CALIDAD

FECHA 23-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

PROCEDENCIA : Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

Muestra : C1-M1

FECHA ENSAYO: 23/10/2019

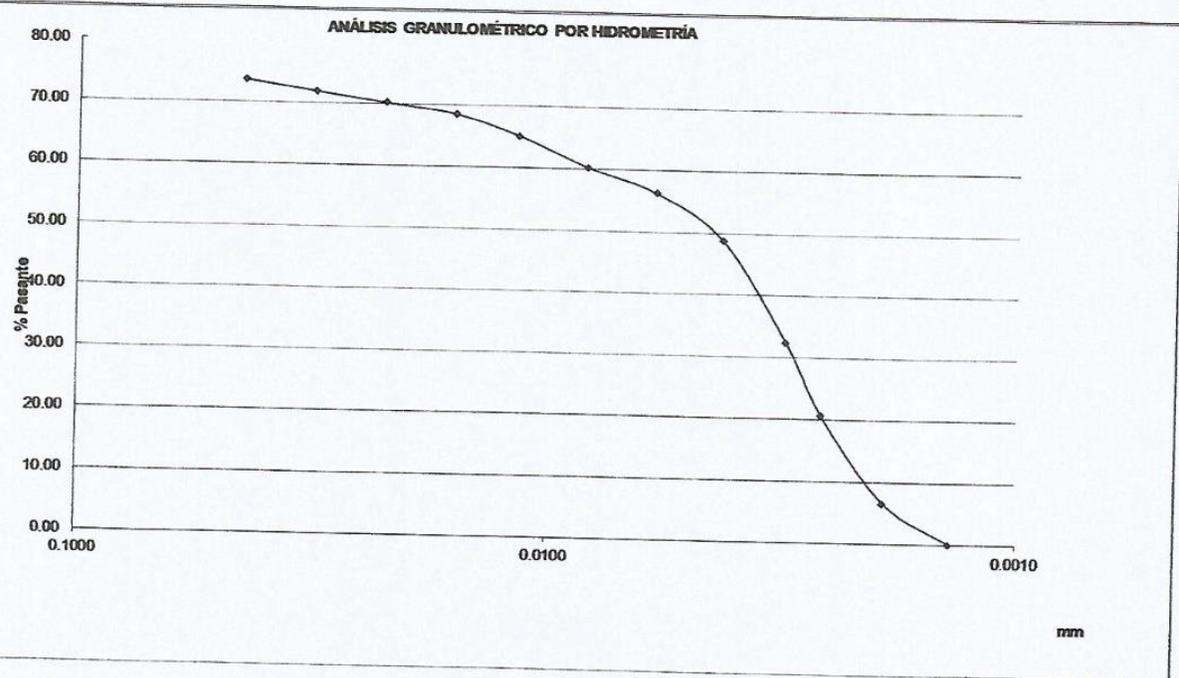
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneyra

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.567
1000 cm ³				a=	1.020

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
23/10/2019	10:35	1	16.91	26.8	48.6	55.53	94.40	17.913	10.75	10.75	0.01357	0.0445	73.64
23/10/2019	10:36	2	16.71	26.8	45.5	54.21	92.15	17.7	10.82	5.41	0.01357	0.0316	71.89
23/10/2019	10:38	4	16.50	26.8	44.4	52.91	89.95	17.5	10.89	2.72	0.01357	0.0224	70.17
23/10/2019	10:42	8	16.30	26.8	43.3	51.63	87.76	17.3	10.96	1.37	0.01357	0.0159	68.46
23/10/2019	10:49	15	15.88	26.8	41.2	49.09	83.46	16.9	11.09	0.74	0.01357	0.0117	65.10
23/10/2019	11:04	30	15.27	23.9	38.1	45.40	77.18	16.3	11.29	0.38	0.01357	0.0083	60.21
23/10/2019	11:34	60	14.75	23.9	35.7	42.42	72.11	15.8	11.46	0.19	0.01357	0.0059	56.25
23/10/2019	12:34	120	13.72	23.8	31.0	36.71	62.40	14.7	11.80	0.10	0.01357	0.0043	48.68
23/10/2019	14:34	240	11.26	23.8	21.1	24.37	41.44	12.3	12.61	0.05	0.01357	0.0031	32.32
23/10/2019	16:34	360	9.20	23.8	14.4	15.58	26.49	10.2	13.28	0.04	0.01357	0.0026	20.66
23/10/2019	22:34	720	6.12	23.7	6.8	4.96	8.43	7.1	14.29	0.02	0.01357	0.0019	6.58
23/10/2019	10:34	1440	4.26	23.7	3.7	0.00	0.00	5.3	14.90	0.01	0.01357	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 78.01



Henry Rivadeneyra
Rivadeneyra Obilias Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

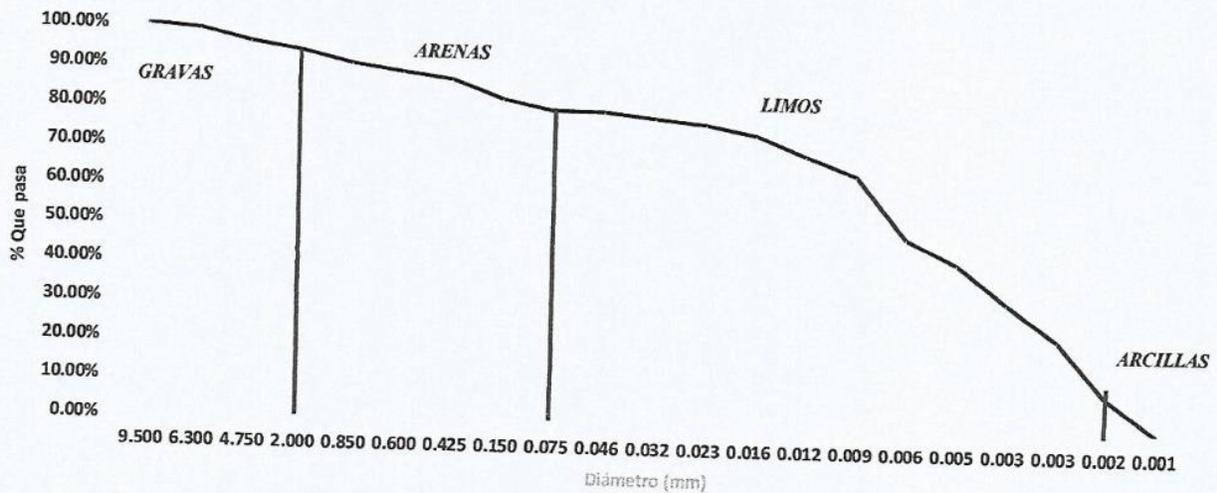
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-1
	M-2
Muestra	
Localidad	Mocupe
Ubicación	Victor Raúl

Peso de Tara	40.8 gr
Peso de Tara + Suelo seco	61.1 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	79.73%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0	0	0.00%	* 0.00%	100.00%
1/4"	6.300	1.03	1.03	1.03%	1.03%	98.97%
Nº 4	4.750	2.98	4.01	2.98%	4.01%	95.99%
Nº 10	2.000	1.89	5.9	1.89%	5.90%	94.10%
Nº 20	0.850	3.05	8.95	3.05%	8.95%	91.05%
Nº 40	0.600	2.09	11.04	2.09%	11.04%	88.96%
Nº 50	0.425	1.89	12.93	1.89%	12.93%	87.07%
Nº 100	0.150	4.56	17.49	4.56%	17.49%	82.51%
Nº 200	0.075	2.78	20.27	2.78%	20.27%	79.73%
< Nº 200	0.046					79.60%
	0.032					78.28%
	0.023					76.98%
	0.016	Gravas				74.40%
	0.012			5.90%		69.37%
	0.009	Arenas				64.48%
	0.006			14.37%		48.60%
	0.005	Limos				42.36%
	0.003			70.63%		32.74%
	0.003	Arcillas				23.27%
0.002			9.10%		9.10%	
0.001						0.00%



[Handwritten Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B3.01-FORM-CCC-SHJ

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISIÓN 01

ÁREA CALIDAD

FECHA 23-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural

PROCEDENCIA : Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA : M/R-001

Muestra : C1-M2

FECHA ENSAYO: 23 10 2019

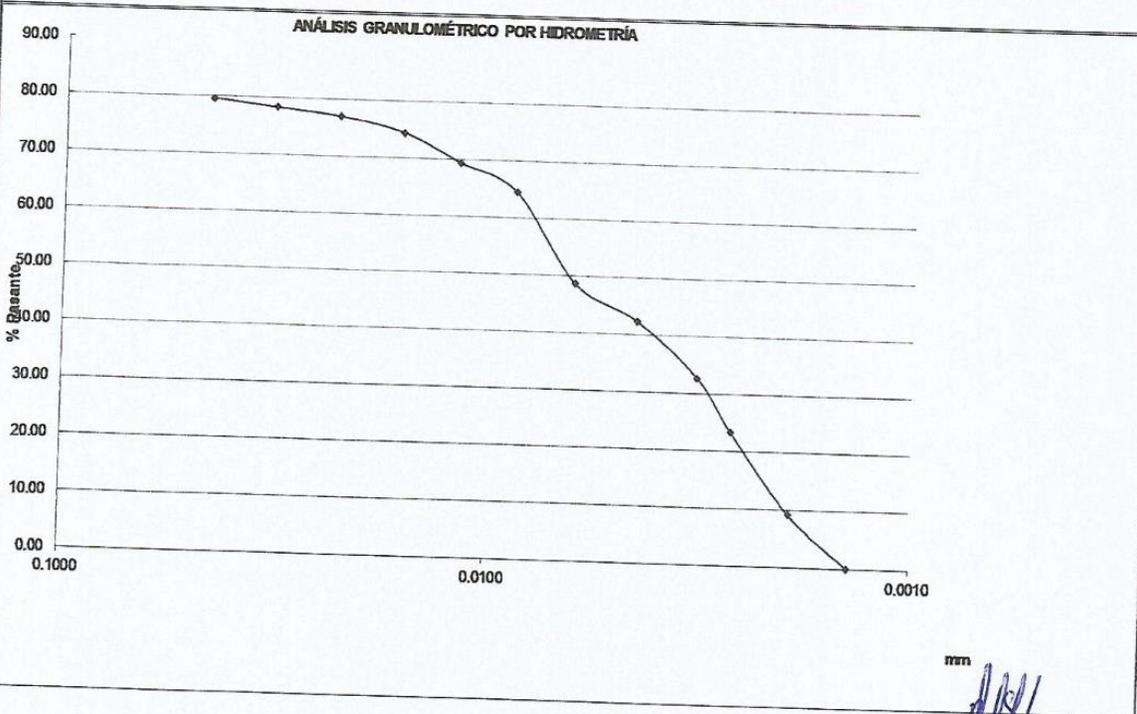
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8		CORRECCION POR MENISCO, Cm		0,1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2,54	a=	1,027
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °C	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
23/10/2019	10:35	1	12.39	26.8	53.9	58.33	99.83	12.4874	12.24	12.24	0.013	0.0455	79.60
23/10/2019	10:36	2	12.29	26.8	53.1	57.36	98.18	12.4	12.27	6.13	0.013	0.0322	78.28
23/10/2019	10:38	4	12.19	26.8	52.2	56.41	96.56	12.3	12.30	3.08	0.013	0.0228	76.98
23/10/2019	10:42	8	11.98	26.8	50.5	54.52	93.32	12.1	12.37	1.55	0.013	0.0162	74.40
23/10/2019	10:49	15	11.58	26.8	47.3	50.83	87.00	11.7	12.50	0.83	0.013	0.0119	69.37
23/10/2019	11:04	30	11.18	23.9	44.1	47.25	80.88	11.3	12.63	0.42	0.013	0.0087	64.48
23/10/2019	11:34	60	9.77	23.9	33.8	35.61	60.95	9.9	13.09	0.22	0.013	0.0063	48.60
23/10/2019	12:34	120	9.16	23.8	29.9	31.04	53.13	9.3	13.29	0.11	0.013	0.0045	42.36
23/10/2019	14:34	240	8.15	23.8	23.8	23.99	41.06	8.3	13.62	0.06	0.013	0.0032	32.74
23/10/2019	16:34	360	7.04	23.8	18.0	17.05	29.18	7.1	13.99	0.04	0.013	0.0027	23.27
23/10/2019	22:34	720	5.04	23.6	9.6	6.67	11.41	5.1	14.64	0.02	0.013	0.0019	9.10
24/10/2019	10:34	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 79.7



Henry Rivadeneyra Oblitas
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 2

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

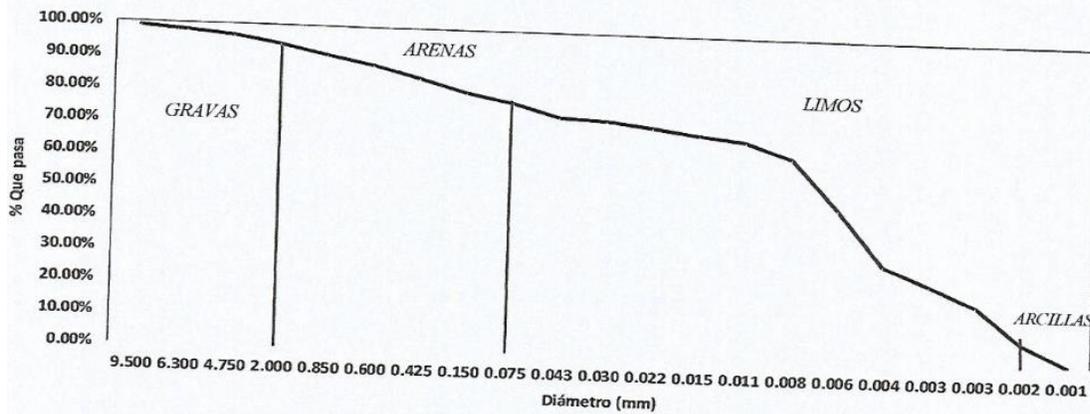
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Cálicata	C-2
Muestra	M-1
Localidad	Mocupe
Ubicación	Victor Raúl

Peso de Tara	70.6 gr
Peso de Tara + Suelo seco	92.8 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	77.79%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	1.08	1.08	1.08%	1.08%	98.92%
1/4"	6.300	0.85	1.93	0.85%	1.93%	98.07%
N° 4	4.750	1.29	3.22	1.29%	3.22%	96.78%
N° 10	2.000	2.37	5.59	2.37%	5.59%	94.41%
N° 20	0.850	3.14	8.73	3.14%	8.73%	91.27%
N° 40	0.600	2.84	11.57	2.84%	11.57%	88.43%
N° 50	0.425	3.79	15.36	3.79%	15.36%	84.64%
N° 100	0.150	4.09	19.45	4.09%	19.45%	80.55%
N° 200	0.075	2.76	22.21	2.76%	22.21%	77.79%
< N° 200	0.043	Gravas	5.59%			73.88%
	0.030					72.99%
	0.022					71.23%
	0.015					69.48%
	0.011					67.76%
	0.008					66.20%
	0.006					62.70%
	0.004					47.03%
	0.003					30.06%
	0.003					24.09%
	0.002					18.06%
0.001	6.85%					
						0.00%



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B.201-FORM-CQC-SHU

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISION 03

AREA CALIDAD

FECHA 24-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO: 24/10/2019

PROCEDENCIA : Mocupe

REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

CÓDIGO DE LA MUESTRA : MR-001

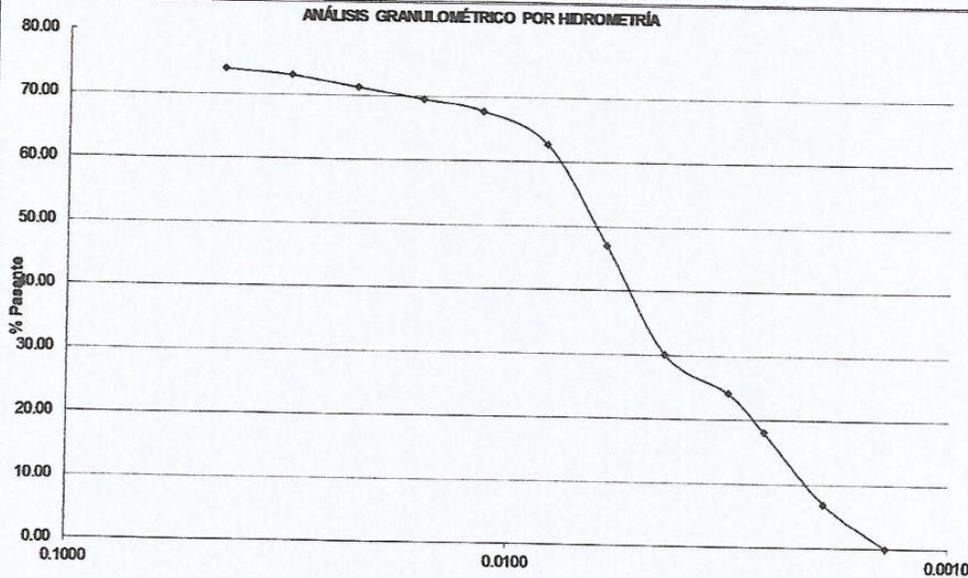
REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Obítas

Muestra : C2-M1

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	Gs:	a=	
1000 cm ³		60	2.567	1.020	

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
24/10/2019	10:35	1	16.97	26.8	48.9	55.86	94.97	17.9654	10.74	10.74	0.01357	0.0445	73.88
24/10/2019	10:36	2	16.86	26.8	46.3	55.19	93.83	17.9	10.77	5.38	0.01357	0.0315	72.99
24/10/2019	10:38	4	16.65	26.8	45.2	53.86	91.57	17.7	10.84	2.71	0.01357	0.0223	71.23
24/10/2019	10:42	8	16.44	26.8	44.1	52.54	89.32	17.4	10.91	1.36	0.01357	0.0158	69.48
24/10/2019	10:49	15	16.23	26.8	43.0	51.24	87.11	17.2	10.98	0.73	0.01357	0.0116	67.76
24/10/2019	11:04	30	15.61	23.9	39.8	47.41	80.60	16.6	11.18	0.37	0.01357	0.0083	62.70
24/10/2019	11:34	60	13.51	23.9	30.1	35.56	60.46	14.5	11.87	0.20	0.01357	0.0060	47.03
24/10/2019	12:34	120	10.90	23.8	19.8	22.73	38.65	11.9	12.72	0.11	0.01357	0.0044	30.06
24/10/2019	14:34	240	9.85	23.8	16.4	18.22	30.97	10.9	13.07	0.05	0.01357	0.0032	24.09
24/10/2019	16:34	360	8.70	23.6	13.0	13.66	23.22	9.7	13.44	0.04	0.01357	0.0026	18.06
24/10/2019	22:34	720	6.19	23.7	7.0	5.18	8.80	7.2	14.26	0.02	0.01357	0.0019	6.85
25/10/2019	10:34	1440	4.26	23.7	3.7	0.00	0.00	5.3	14.90	0.01	0.01357	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ Nº 200 77.79



Henry Rivadeneyra Obítas
Rivadeneyra Obítas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

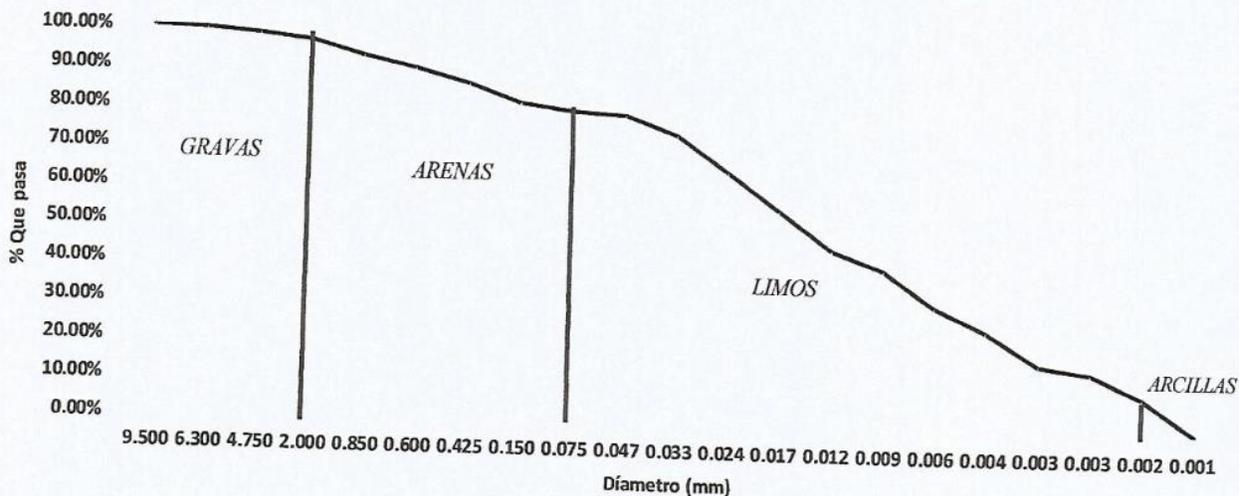
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-2
Muestra	M-2
Localidad	Mocupe
Ubicación	Victor Raúl

Peso de Tara	50.6 gr
Peso de Tara + Suelo seco	70.5 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	80.09%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.300	0.39	0.39	0.39%	0.39%	99.61%
N° 4	4.750	1.08	1.47	1.08%	1.47%	98.53%
N° 10	2.000	1.33	2.8	1.33%	2.80%	97.20%
N° 20	0.850	3.78	6.58	3.78%	6.58%	93.42%
N° 40	0.600	2.98	9.56	2.98%	9.56%	90.44%
N° 50	0.425	3.56	13.12	3.56%	13.12%	86.88%
N° 100	0.150	4.78	17.9	4.78%	17.90%	82.10%
N° 200	0.075	2.01	19.91	2.01%	19.91%	80.09%
< N° 200	0.047					79.33%
	0.033					74.69%
	0.024					65.16%
	0.017	Gravas				55.53%
	0.012		2.80%			45.61%
	0.009	Arenas				40.65%
	0.006		17.11%			31.61%
	0.004	Limos				25.64%
	0.003		70.94%			17.00%
	0.003	Arcillas				15.35%
0.002		9.15%			9.15%	
0.001					0.00%	



[Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B 201-FORM-CCC-SHU

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

REVISIÓN 01

ÁREA CALIDAD

FECHA 24-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO 24 10 2019

PROCEDENCIA : Mocupe

REALIZADO POR Juan F. Castillo González

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

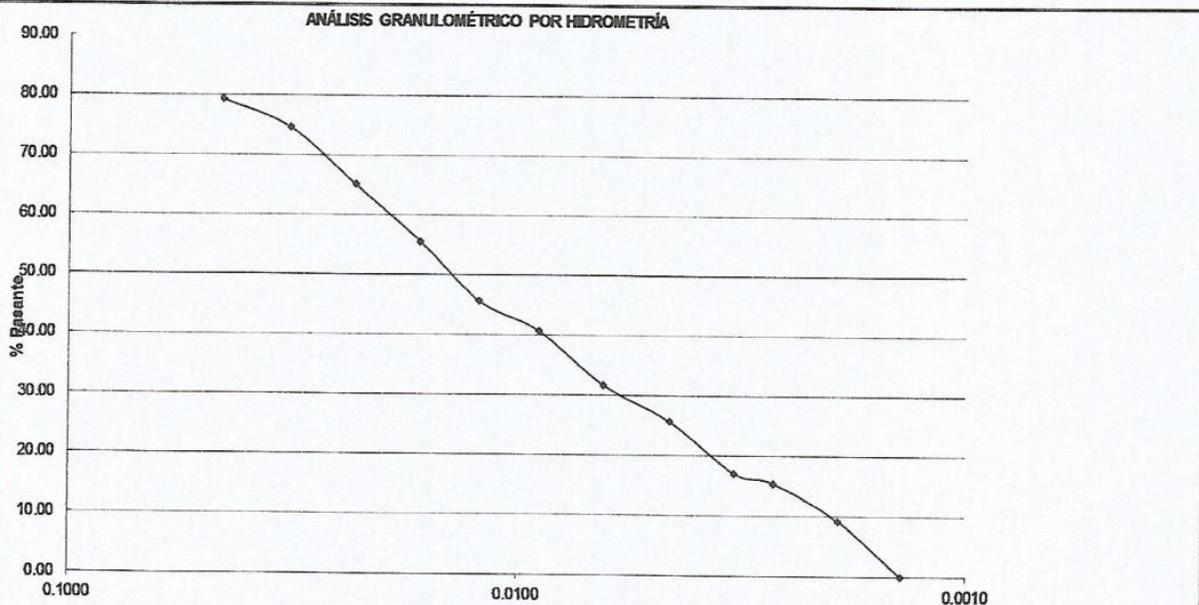
REVISADO POR Henry Rivadeneyra Oblitas

Muestra : C2-M2

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO			Ws, gr.	Gs:	a=
1000 cm ³			60	2.54	1.027

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
24/10/2019	10:35	1	12.34	26.8	53.5	57.87	99.06	12.44	12.25	12.25	0.013	0.0455	79.33
24/10/2019	10:36	2	11.98	26.8	50.5	54.48	93.26	12.1	12.37	6.18	0.013	0.0323	74.69
24/10/2019	10:38	4	11.21	26.8	44.3	47.54	81.38	11.3	12.62	3.16	0.013	0.0231	65.16
24/10/2019	10:42	8	10.38	26.8	38.1	40.51	69.33	10.5	12.89	1.61	0.013	0.0165	55.53
24/10/2019	10:49	15	9.46	26.8	31.8	33.27	56.95	9.6	13.19	0.88	0.013	0.0122	45.81
24/10/2019	11:04	30	8.97	23.9	28.7	29.66	50.76	9.1	13.35	0.45	0.013	0.0090	40.65
24/10/2019	11:34	60	8.01	23.9	23.0	23.06	39.46	8.1	13.67	0.23	0.013	0.0064	31.61
24/10/2019	12:34	120	7.32	23.8	19.4	18.71	32.02	7.4	13.90	0.12	0.013	0.0046	25.64
24/10/2019	14:34	240	6.21	23.8	14.2	12.40	21.22	6.3	14.26	0.06	0.013	0.0033	17.00
24/10/2019	16:34	360	5.98	23.8	13.2	11.20	19.17	6.1	14.33	0.04	0.013	0.0027	15.35
24/10/2019	22:34	720	5.04	23.6	9.6	6.68	11.43	5.1	14.64	0.02	0.013	0.0019	9.15
26/10/2019	10:34	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 80.09



mm
[Firma]
Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N°3

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

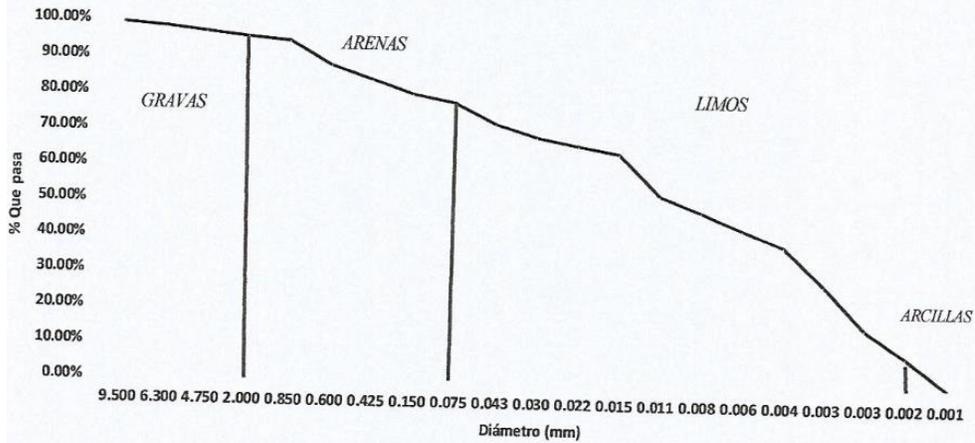
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-3
Muestra	M-1
Localidad	Mocupe
Ubicación	Victor Raúl

Peso de Tara	44.3 gr
Peso de Tara + Suelo seco	66.5 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de fino	77.82%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.75	0.75	0.75%	0.75%	99.25%
1/4"	6.300	1.08	1.83	1.08%	1.83%	98.17%
N° 4	4.750	1.12	2.95	1.12%	2.95%	97.05%
N° 10	2.000	1.32	4.27	1.32%	4.27%	95.73%
N° 20	0.850	1.06	5.33	1.06%	5.33%	94.67%
N° 40	0.600	6.74	12.07	6.74%	12.07%	87.93%
N° 50	0.425	3.78	15.85	3.78%	15.85%	84.15%
N° 100	0.150	4.02	19.87	4.02%	19.87%	80.13%
N° 200	0.075	2.31	22.18	2.31%	22.18%	77.82%
< N° 200	0.043					72.04%
	0.030					68.71%
	0.022					66.21%
	0.015	Gravas				64.36%
	0.011		4.27%			53.03%
	0.008	Arenas		17.91%		48.46%
	0.006					43.64%
	0.004	Limos				39.09%
	0.003		69.37%			28.40%
	0.002	Arcillas				16.20%
0.0014		8.45%			8.45%	
						0.00%



[Handwritten Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO				DOCUMENTO	B.201-FORM-CQC-SHU
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRIA NORMA ASTM D421-58 NORMA ASTM D422-63 (2007)				REVISION	C3
					AREA	CALIDAD
					FECHA	29-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad
PROCEDECENCIA : Mocupe
CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
Muestra : C3-M1

FECHA ENSAYO: 29/10/2019
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González
REVISADO POR: Henry Rivacaneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MEMISCO, Cm	1
VOLUMEN DEL HIDROMETRO	1000 cm ³	Ws, gr.	60	Gs:	2.567
				a=	1.020

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
29/10/2019	10:35	1	16.75	26.8	45.7	54.45	92.57	17.745	10.81	10.81	0.01357	0.045	72.04
29/10/2019	10:36	2	16.35	26.8	43.6	51.94	88.29	17.3	10.94	5.47	0.01357	0.032	68.71
29/10/2019	10:38	4	16.04	26.8	42.0	50.05	85.09	17.0	11.04	2.76	0.01357	0.023	66.21
29/10/2019	10:42	8	15.81	26.8	40.8	48.65	82.70	16.8	11.11	1.39	0.01357	0.016	64.36
29/10/2019	10:49	15	14.34	26.8	33.7	40.09	68.15	15.3	11.60	0.77	0.01357	0.012	53.03
29/10/2019	11:04	30	13.71	23.9	30.9	36.63	62.27	14.7	11.80	0.39	0.01357	0.009	48.46
29/10/2019	11:34	60	13.02	23.9	28.0	32.99	56.08	14.0	12.03	0.20	0.01357	0.006	43.64
29/10/2019	12:34	120	12.34	23.8	25.2	29.55	50.24	13.3	12.25	0.10	0.01357	0.004	39.09
29/10/2019	14:34	240	10.61	23.8	18.9	21.47	36.50	11.6	12.82	0.05	0.01357	0.003	28.40
29/10/2019	16:34	360	8.32	23.8	11.9	12.24	20.81	9.3	13.57	0.04	0.01357	0.003	16.20
29/10/2019	22:34	720	6.59	23.7	7.8	6.38	10.85	7.6	14.13	0.02	0.01357	0.002	8.45
30/10/2019	10:34	1440	4.26	23.7	3.7	0.00	0.00	5.3	14.90	0.01	0.01357	0.001	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200	77.82
------------------------	-------

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRIA

mm

Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

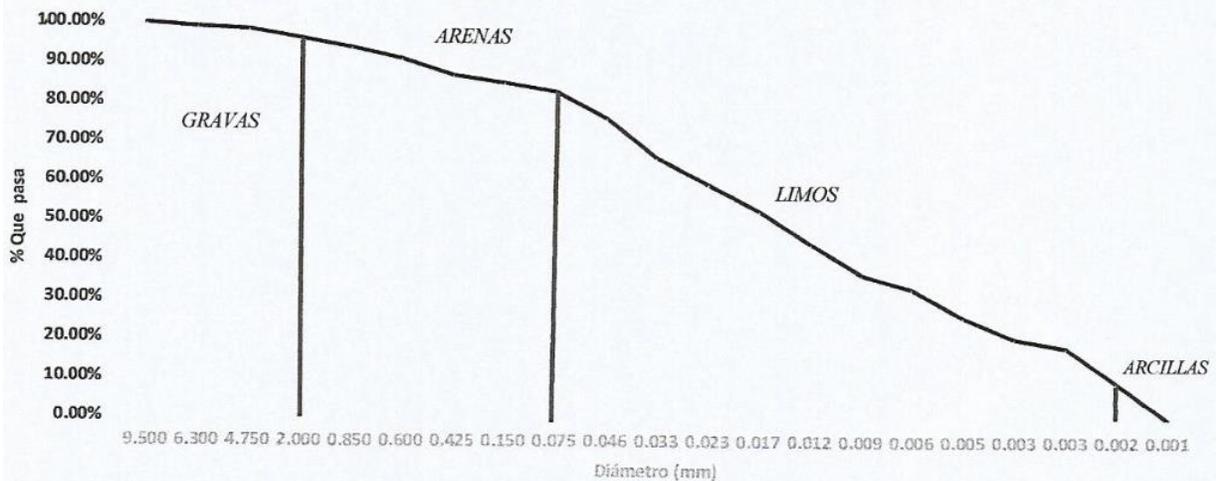
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-3	Peso de Tara	70.8 gr
Muestra	M-2	Peso de Tara + Suelo seco	88.4 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Víctor Raúl	Fracción de fino	82.47%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.3	0.3	0.30%	0.30%	99.70%
1/4"	6.300	0.78	1.08	0.78%	1.08%	98.92%
N° 4	4.750	0.68	1.76	0.68%	1.76%	98.24%
N° 10	2.000	2.45	4.21	2.45%	4.21%	95.79%
N° 20	0.850	2.09	6.3	2.09%	6.30%	93.70%
N° 40	0.600	3.01	9.31	3.01%	9.31%	90.69%
N° 50	0.425	4.13	13.44	4.13%	13.44%	86.56%
N° 100	0.150	2.01	15.45	2.01%	15.45%	84.55%
N° 200	0.075	2.08	17.53	2.08%	17.53%	82.47%
< N° 200	0.046					75.67%
	0.033					65.86%
	0.023					58.89%
	0.017	Gravas				52.25%
	0.012		4.21%			43.92%
	0.009	Arenas				36.18%
	0.006		13.32%			32.54%
	0.005	Limos				25.69%
	0.003		73.17%			20.18%
	0.003	Arcillas				17.96%
	0.002		9.30%			9.30%
0.001					0.00%	



Rivadeneira Ohlitas Henry



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO 9.201-FORM-CGC-SHU

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISIÓN 01
ÁREA CALIDAD
FECHA 29-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

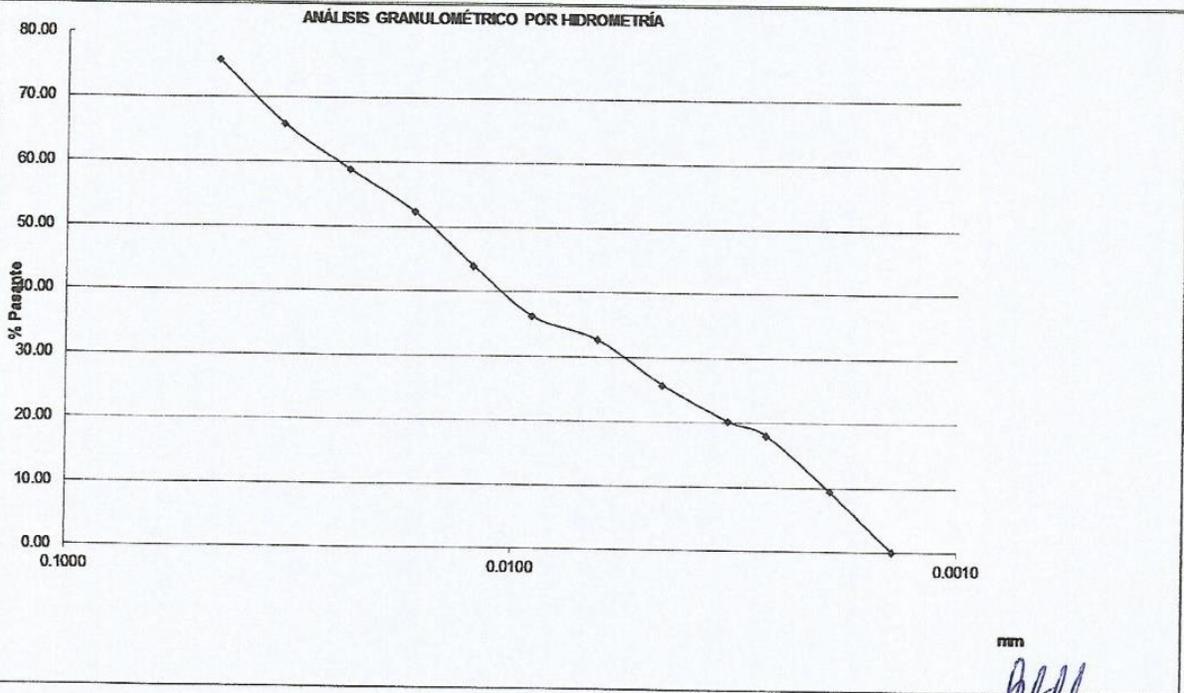
MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad
PROCEDENCIA : Mocupe
CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
Muestra : C3-M2

FECHA ENSAYO 29/10/2019
REALIZADO POR Juan F. Castillo González
REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Obiñas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.54
1000 cm ³				a=	1.027

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
29/10/2019	09:05	1	11.89	26.8	49.7	53.61	91.75	11.985	12.40	12.40	0.013	0.0458	75.67
29/10/2019	09:06	2	11.11	26.8	43.5	46.66	79.85	11.2	12.65	6.33	0.013	0.0327	65.86
29/10/2019	09:08	4	10.53	26.8	39.2	41.72	71.40	10.6	12.84	3.21	0.013	0.0233	58.89
29/10/2019	09:12	8	9.95	26.8	35.1	37.02	63.36	10.0	13.04	1.63	0.013	0.0166	52.25
29/10/2019	09:19	15	9.17	26.8	29.9	31.11	53.26	9.3	13.29	0.89	0.013	0.0122	43.92
29/10/2019	09:34	30	8.40	23.9	25.2	25.63	43.87	8.5	13.54	0.45	0.013	0.0090	36.18
29/10/2019	10:04	60	8.01	23.9	23.0	23.06	39.46	8.1	13.67	0.23	0.013	0.0064	32.54
29/10/2019	11:04	120	7.24	23.8	19.0	18.20	31.15	7.3	13.92	0.12	0.013	0.0046	25.69
29/10/2019	13:04	240	6.56	23.8	15.7	14.30	24.47	6.7	14.14	0.06	0.013	0.0033	20.18
29/10/2019	15:04	360	6.27	23.8	14.5	12.72	21.78	6.4	14.24	0.04	0.013	0.0027	17.96
29/10/2019	21:04	720	5.02	23.6	9.6	6.59	11.27	5.1	14.65	0.02	0.013	0.0019	9.30
30/10/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ Nº 200 82.47



[Firma]
Rivadeneyra Obiñas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 4

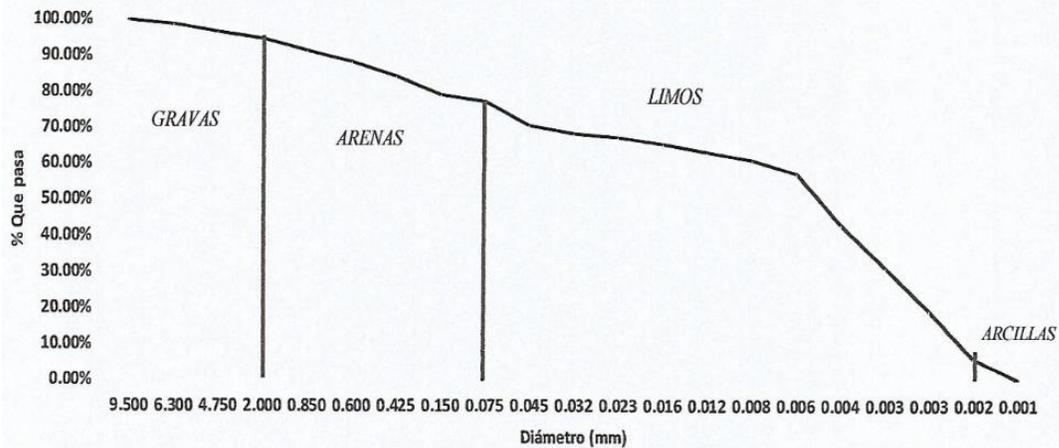
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-4	Peso de Tara	40.2 gr
	M-1	Peso de Tara + Suelo seco	63.2 gr
Muestra		Peso Inicial	100.0 gr
Localidad	Mocupe	Fracción de finos	76.95%
Ubicación	Porvenir		

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.3	0.3	0.30%	0.30%	99.70%
1/4"	6.300	1.12	1.42	1.12%	1.42%	98.58%
N° 4	4.750	2.03	3.45	2.03%	3.45%	96.55%
N° 10	2.000	2.17	5.62	2.17%	5.62%	94.38%
N° 20	0.850	3.12	8.74	3.12%	8.74%	91.26%
N° 40	0.600	3.18	11.92	3.18%	11.92%	88.08%
N° 50	0.425	3.89	15.81	3.89%	15.81%	84.19%
N° 100	0.150	5.12	20.93	5.12%	20.93%	79.07%
N° 200	0.075	2.12	23.05	2.12%	23.05%	76.95%
< N° 200	0.045	Gravas	5.62%			70.50%
	0.032					68.36%
	0.023					67.14%
	0.016					65.12%
	0.012					62.90%
	0.008	Arenas	17.43%			60.94%
	0.006					57.17%
	0.004	Limos	70.84%			43.11%
	0.003					31.13%
	0.003					Arcillas
0.002	6.11%					
0.001	0.00%					



[Handwritten Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B.201-FORM-COC-SHU

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

REVISION 03

AREA CALIDAD

FECHA 28-Oct-19

TESIS

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL

Terreno Natural de la Localidad

PROCEDENCIA

Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA

MR-001

Muestra

: C4-M1

FECHA ENSAYO: 28/10/2019

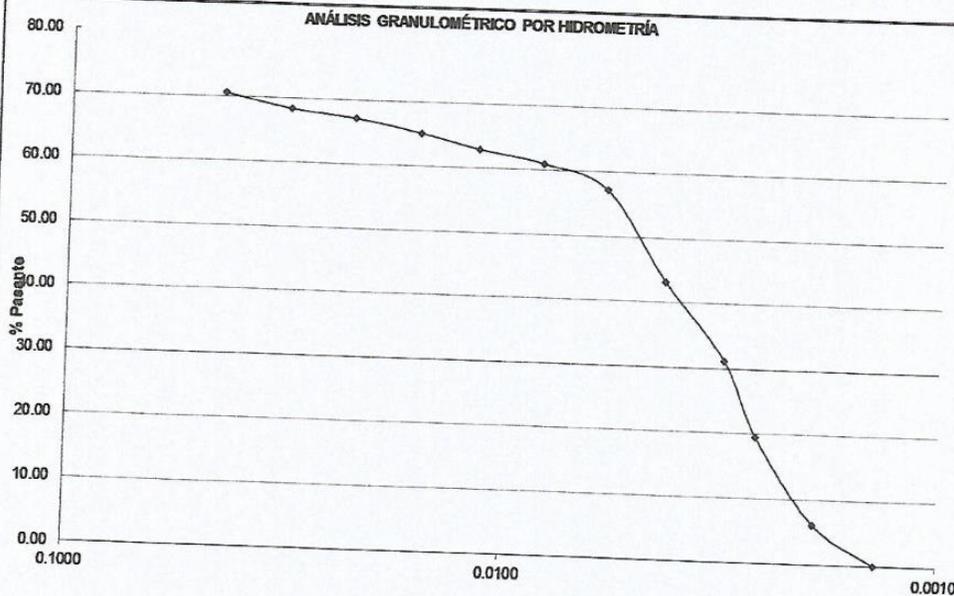
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneira Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N			
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		1		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		1000 cm ³	Ws, gr.	60	Gs:	2.56	a=	1.022

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
24/10/2019	10:35	1	16.64	26.8	45.1	53.79	91.62	17.64	10.84	10.84	0.01357	0.0447	70.50
24/10/2019	10:36	2	16.38	26.8	43.8	52.16	88.84	17.4	10.93	5.46	0.01357	0.0317	68.36
24/10/2019	10:38	4	16.23	26.8	43.0	51.22	87.25	17.2	10.98	2.74	0.01357	0.0225	67.14
24/10/2019	10:42	8	15.98	26.8	41.7	49.68	84.63	17.0	11.06	1.38	0.01357	0.0160	65.12
24/10/2019	10:49	15	15.70	26.8	40.3	47.98	81.74	16.7	11.15	0.74	0.01357	0.0117	62.90
24/10/2019	11:04	30	15.45	23.9	39.0	46.49	79.19	16.5	11.23	0.37	0.01357	0.0083	60.94
24/10/2019	11:34	60	14.96	23.9	36.7	43.61	74.29	16.0	11.39	0.19	0.01357	0.0059	57.17
24/10/2019	12:34	120	13.00	23.8	27.9	32.89	58.02	14.0	12.03	0.10	0.01357	0.0043	43.11
24/10/2019	14:34	240	11.12	23.8	20.6	23.75	40.46	12.1	12.65	0.05	0.01357	0.0031	31.13
24/10/2019	16:34	360	9.00	23.8	13.8	14.81	25.22	10.0	13.34	0.04	0.01357	0.0026	19.41
24/10/2019	22:34	720	6.02	23.7	6.6	4.66	7.95	7.0	14.32	0.02	0.01357	0.0019	6.11
25/10/2019	10:34	1440	4.26	23.7	3.7	0.00	0.00	5.3	14.90	0.01	0.01357	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ Nº 200 76.95



[Signature]
Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

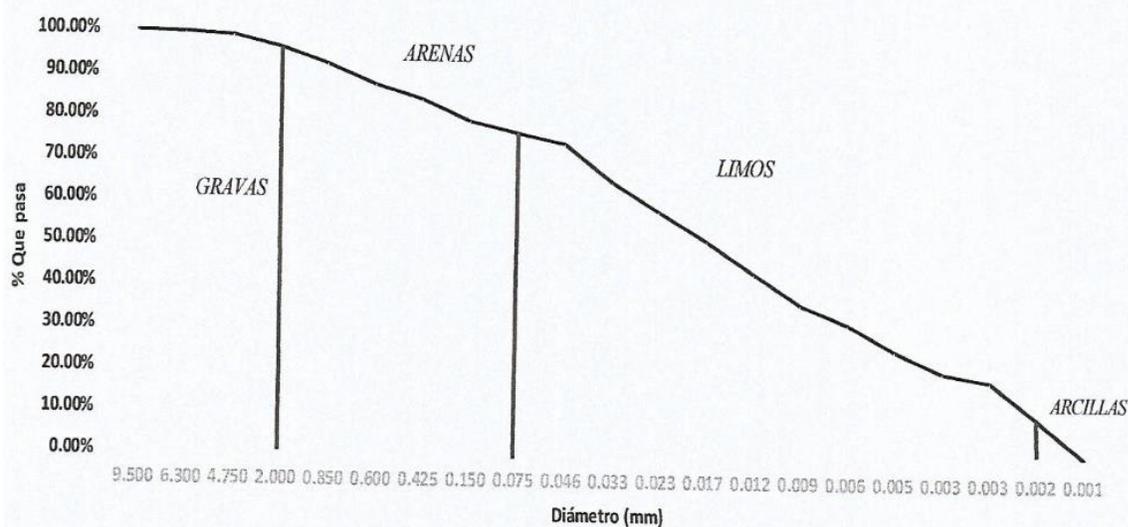
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA :N.T.P 339.128 ASTM D-422

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS
 PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA
 LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-4	Peso de Tara	50.5 gr
Muestra	M-2	Peso de Tara + Suelo seco	74.8 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Porvenir	Fracción de finos	75.77%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.16	0.16	0.16%	0.16%	99.84%
1/4"	6.300	0.37	0.53	0.37%	0.53%	99.47%
Nº 4	4.750	0.76	1.29	0.76%	1.29%	98.71%
Nº 10	2.000	2.69	3.98	2.69%	3.98%	96.02%
Nº 20	0.850	3.84	7.82	3.84%	7.82%	92.18%
Nº 40	0.600	4.78	12.6	4.78%	12.60%	87.40%
Nº 50	0.425	3.69	16.29	3.69%	16.29%	83.71%
Nº 100	0.150	5.16	21.45	5.16%	21.45%	78.55%
Nº 200	0.075	2.78	24.23	2.78%	24.23%	75.77%
< Nº 200	0.046					73.52%
	0.033					64.45%
	0.023					57.55%
	0.017	Gravas				50.77%
	0.012		3.98%			43.16%
	0.009	Arenas				35.88%
	0.006		20.25%			31.26%
	0.005	Limos				25.11%
	0.003		66.74%			19.90%
	0.003	Arcillas				17.80%
0.002		9.03%			9.03%	
0.001					0.00%	



Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO	DOCUMENTO	B.2.01-FORM-COC-SHU
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA NORMA ASTM D421-58 NORMA ASTM D422-63 (2007)	REVISIÓN	01
		AREA	CALIDAD
		FECHA	28-Oct-19

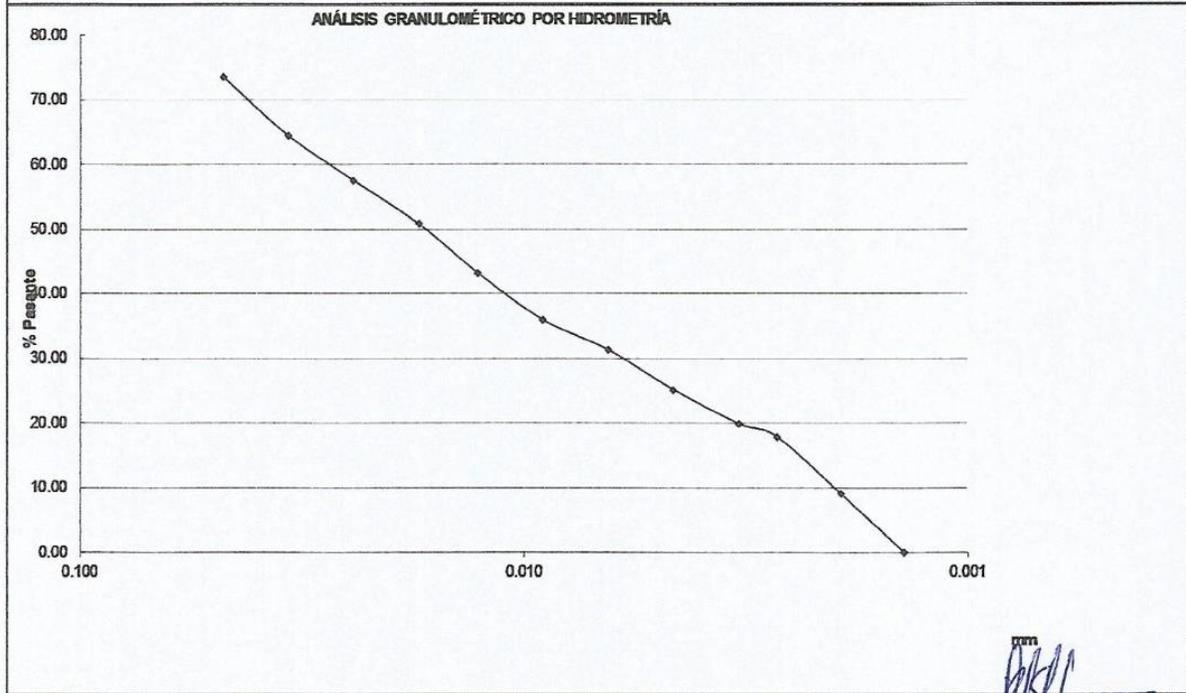
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad
PROCEDENCIA : Mocupe
CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
Muestra : C4-M2

FECHA ENSAYO 28/10/2019
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González
REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8		CORRECCION POR MENISCO, Cm		0.1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.53	a=	1.030
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
30/10/2019	09:06	1	12.20	26.8	52.3	56.55	97.03	12.3	12.30	12.30	0.014	0.048	73.52
30/10/2019	09:06	2	11.44	26.8	46.1	49.57	85.06	11.5	12.55	6.27	0.014	0.034	64.45
30/10/2019	09:08	4	10.83	26.8	41.4	44.26	75.95	10.9	12.75	3.19	0.014	0.024	57.55
30/10/2019	09:12	8	10.20	26.8	36.8	39.04	67.00	10.3	12.95	1.62	0.014	0.017	50.77
30/10/2019	09:19	15	9.45	26.8	31.7	33.20	55.96	9.6	13.20	0.88	0.014	0.013	43.16
30/10/2019	09:34	30	8.68	23.9	26.9	27.59	47.35	8.8	13.45	0.45	0.014	0.009	35.88
30/10/2019	10:04	60	8.16	23.9	23.9	24.05	41.26	8.3	13.62	0.23	0.014	0.006	31.26
30/10/2019	11:04	120	7.42	23.8	19.9	19.32	33.15	7.5	13.86	0.12	0.014	0.005	25.11
30/10/2019	13:04	240	6.74	23.8	16.6	15.30	26.26	6.8	14.09	0.06	0.014	0.003	19.90
30/10/2019	15:04	360	6.45	23.8	15.2	13.69	23.49	6.6	14.18	0.04	0.014	0.003	17.80
30/10/2019	21:04	720	5.10	23.6	9.8	6.95	11.92	5.2	14.62	0.02	0.014	0.002	9.03
31/10/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.001	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200	75.77
------------------------	-------



Rivadeneyra Oblitas Henry,
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N°5

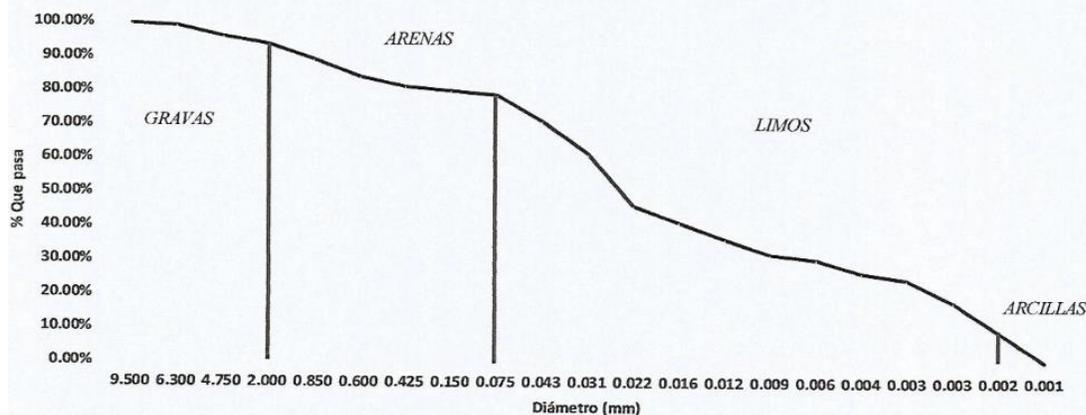
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-5	Peso de Tara	45.3 gr
Muestra	M-1	Peso de Tara + Suelo seco	66.7 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Porvenir	Fracción de finos	78.58%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.39	0.39	0.39%	0.39%	99.61%
1/4"	6.300	0.73	1.12	0.73%	1.12%	98.88%
N° 4	4.750	3.18	4.3	3.18%	4.30%	95.70%
N° 10	2.000	2.19	6.49	2.19%	6.49%	93.51%
N° 20	0.850	4.67	11.16	4.67%	11.16%	88.84%
N° 40	0.600	5.04	16.2	5.04%	16.20%	83.80%
N° 50	0.425	2.71	18.91	2.71%	18.91%	81.09%
N° 100	0.150	1.48	20.39	1.48%	20.39%	79.61%
N° 200	0.075	1.03	21.42	1.03%	21.42%	78.58%
< N° 200	0.043					70.67%
	0.031					61.10%
	0.022					45.73%
	0.016	Gravas				40.97%
	0.012		6.49%			36.35%
	0.009	Arenas				31.63%
	0.006		14.93%			30.21%
	0.004	Limos				26.33%
	0.003		69.54%			24.26%
	0.003	Arcillas				17.54%
0.002		9.04%			9.04%	
0.001					0.00%	



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

DOCUMENTO B.201-FORM-COC-SHU

REVISION 03

AREA CALIDAD

FECHA 21-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

PROCEDENCIA : Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

Muestra : C5-M1

FECHA ENSAYO: 21/10/2019

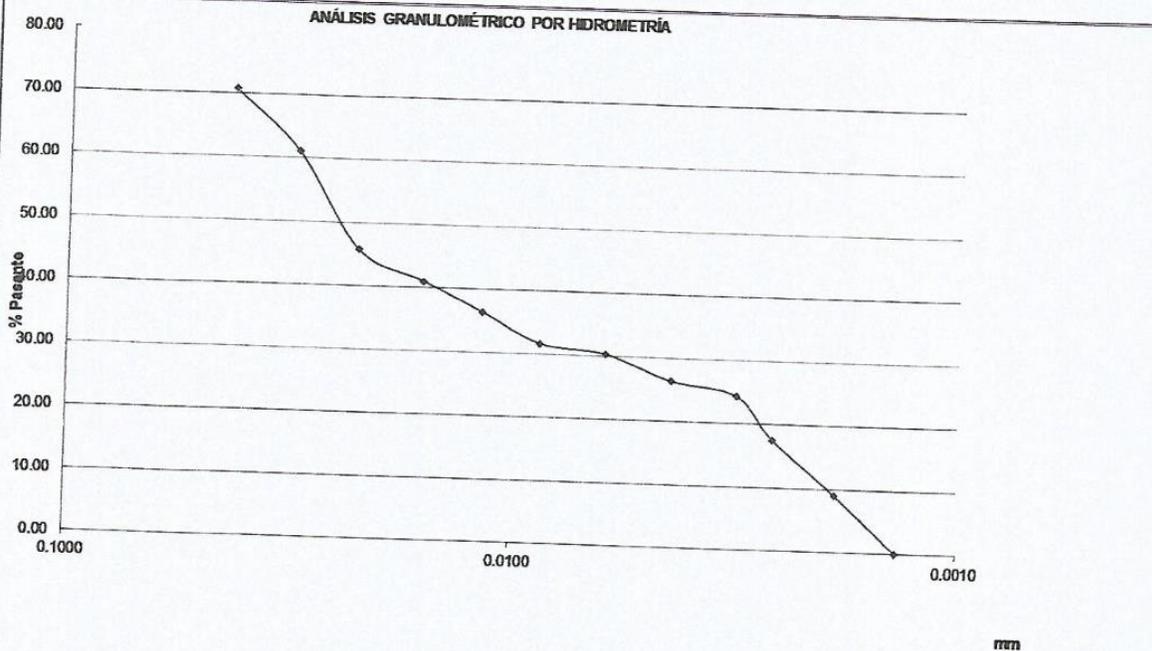
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8		CORRECCION POR MENISCO, Cm		1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.56	a=	1.022
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °C	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
21/10/2019	10:35	1	16.19	26.8	44.6	52.81	89.93	17.19	10.99	10.99	0.013	0.0430	70.67
21/10/2019	10:36	2	15.04	26.8	38.6	45.66	77.76	16.0	11.37	5.68	0.013	0.0308	61.10
21/10/2019	10:38	4	13.02	26.6	29.2	34.18	58.20	14.0	12.03	3.01	0.013	0.0224	45.73
21/10/2019	10:42	8	12.34	26.6	26.3	30.62	52.14	13.3	12.25	1.53	0.013	0.0160	40.97
21/10/2019	10:49	15	11.65	26.4	23.5	27.16	46.26	12.7	12.48	0.83	0.013	0.0117	36.35
21/10/2019	11:04	30	10.91	23.9	20.7	23.63	40.25	11.9	12.72	0.42	0.013	0.0087	31.63
21/10/2019	11:34	60	10.68	23.9	19.9	22.57	38.44	11.7	12.79	0.21	0.013	0.0062	30.21
21/10/2019	12:34	120	10.03	23.8	17.6	19.68	33.51	11.0	13.01	0.11	0.013	0.0044	26.33
21/10/2019	14:34	240	9.67	23.8	16.5	18.13	30.88	10.7	13.13	0.05	0.013	0.0031	24.26
21/10/2019	16:34	360	8.42	23.8	12.7	13.11	22.32	9.4	13.53	0.04	0.013	0.0026	17.54
21/10/2019	22:34	720	6.61	23.7	8.1	6.75	11.50	7.6	14.13	0.02	0.013	0.0019	9.04
22/10/2019	10:34	1440	4.20	23.7	3.8	0.00	0.00	5.2	14.92	0.01	0.013	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 78.58



Rivadeneyra Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

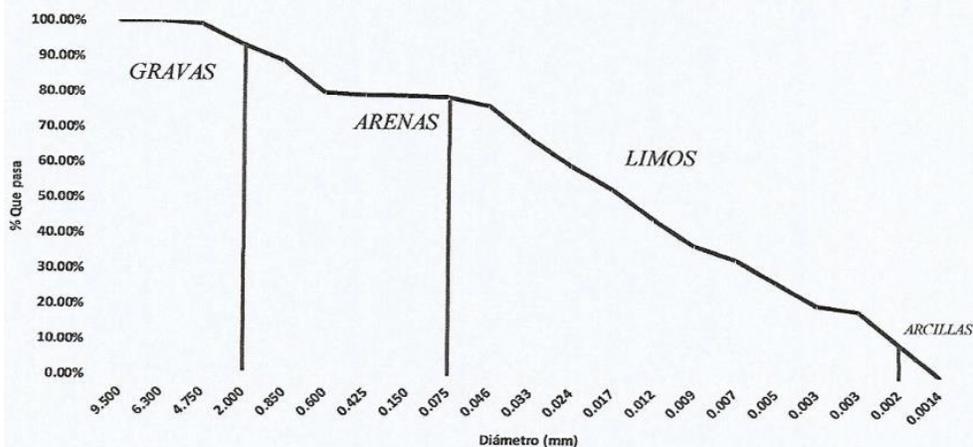
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

RÉALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-5
Muestra	M-2
Localidad	Mocupe
Ubicación	Porvenir

Peso de Tara	84.4 gr
Peso de Tara + Suelo seco	105.8 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	78.59%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.300	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
N° 4	4.750	0.72	0.72	0.72%	0.72%	99.28%
N° 10	2.000	5.81	6.53	5.81%	6.53%	93.47%
N° 20	0.850	4.62	11.15	4.62%	11.15%	88.85%
N° 40	0.600	9.03	20.18	9.03%	20.18%	79.82%
N° 50	0.425	0.45	20.63	0.45%	20.63%	79.37%
N° 100	0.150	0.37	21	0.37%	21.00%	79.00%
N° 200	0.075	0.41	21.41	0.41%	21.41%	78.59%
< N° 200	0.046	Gravas	6.53%			76.26%
	0.033					66.97%
	0.024					59.34%
	0.017	Arenas	14.88%			52.66%
	0.012					44.26%
	0.009	Limos	69.53%			36.93%
	0.007					33.06%
	0.005					26.55%
	0.003	Arcillas	9.06%			20.33%
	0.003					18.46%
0.002	9.06%					
	0.0014					0.00%



Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO	DOCUMENTO	B.2.01-FORM-CQC-SHU
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA NORMA ASTM D421-58 NORMA ASTM D422-63 (2007)	REVISION	01
		AREA	CALIDAD
		FECHA	21-Oct-19

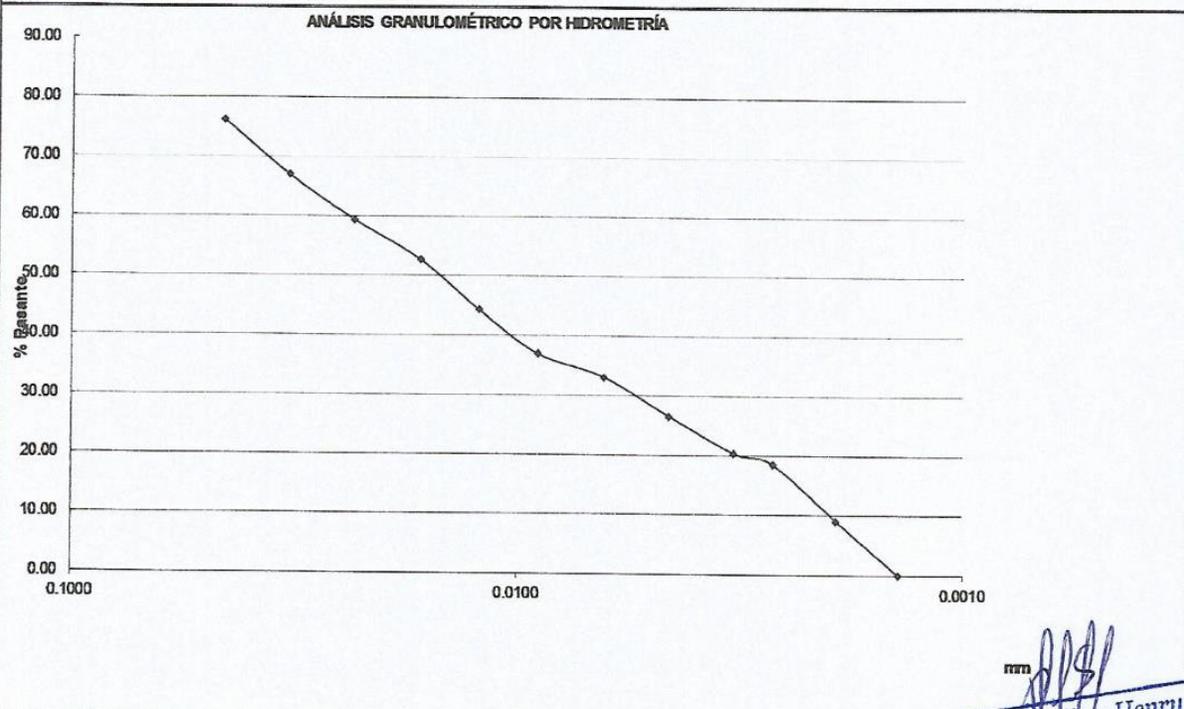
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 MATERIAL : Terreno Natural
 PROCEDENCIA : Mocupe
 CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
 Muestra : C5-M2

FECHA ENSAYO: 21/10/2019
 REALIZADO POR: Juan F. Castillo González
 REVISADO POR: Henry Rivadeneira

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.53
1000 cm ³				a=	1.030

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
21/10/2019	09:05	1	12.20	26.8	52.3	56.55	97.03	12.3	12.30	12.30	0.013	0.0456	76.26
21/10/2019	09:06	2	11.45	26.8	46.2	49.66	85.21	11.6	12.54	6.27	0.013	0.0326	66.97
21/10/2019	09:08	4	10.80	26.8	41.2	44.00	75.51	10.9	12.76	3.19	0.013	0.0232	59.34
21/10/2019	09:12	8	10.20	26.8	36.8	39.04	67.00	10.3	12.95	1.62	0.013	0.0165	52.66
21/10/2019	09:19	15	9.40	26.8	31.4	32.82	56.32	9.5	13.21	0.88	0.013	0.0122	44.26
21/10/2019	09:34	30	8.65	23.9	26.7	27.38	46.99	8.8	13.46	0.45	0.013	0.0090	36.93
21/10/2019	10:04	60	8.23	23.9	24.3	24.51	42.06	8.3	13.60	0.23	0.013	0.0084	33.06
21/10/2019	11:04	120	7.48	23.8	20.2	19.69	33.78	7.6	13.84	0.12	0.013	0.0046	26.55
21/10/2019	13:04	240	6.70	23.8	16.4	15.08	25.87	6.8	14.10	0.06	0.013	0.0033	20.33
21/10/2019	15:04	360	6.45	23.8	15.2	13.69	23.49	6.6	14.18	0.04	0.013	0.0027	18.46
21/10/2019	21:04	720	5.05	23.6	9.7	6.72	11.53	5.2	14.64	0.02	0.013	0.0019	9.06
22/10/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200	78.59
------------------------	-------



Rivadeneira Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N°6

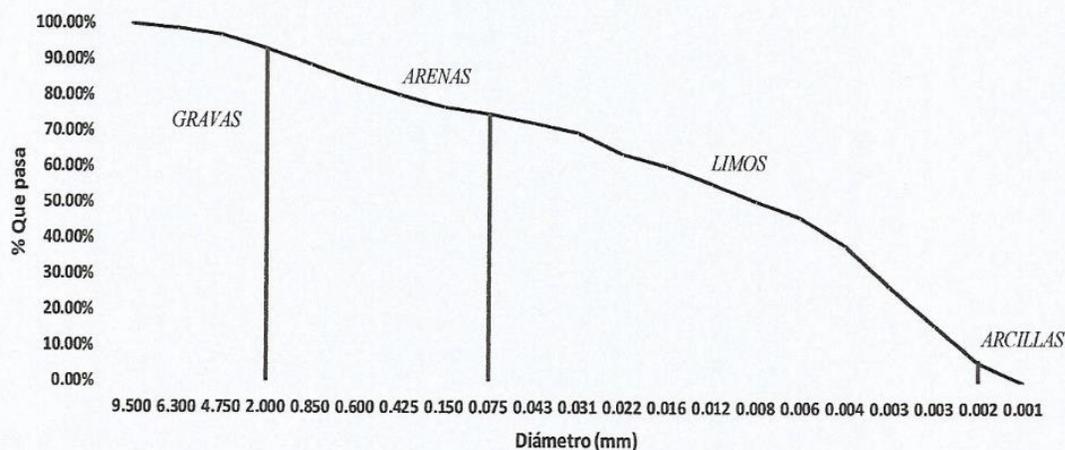
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS
 PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA
 LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-6	Peso de Tara	66.8 gr
Muestra	M-1	Peso de Tara + Suelo seco	92.2 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. Porvenir	Fracción de fino	74.54%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.41	0.41	0.41%	0.41%	99.59%
1/4"	6.300	0.84	1.25	0.84%	1.25%	98.75%
N° 4	4.750	2.09	3.34	2.09%	3.34%	96.66%
N° 10	2.000	3.78	7.12	3.78%	7.12%	92.88%
N° 20	0.850	4.16	11.28	4.16%	11.28%	88.72%
N° 40	0.600	4.78	16.06	4.78%	16.06%	83.94%
N° 50	0.425	4.06	20.12	4.06%	20.12%	79.88%
N° 100	0.150	3.15	23.27	3.15%	23.27%	76.73%
N° 200	0.075	2.19	25.46	2.19%	25.46%	74.54%
< N° 200	0.043	Gravas	7.12%			72.09%
	0.031					69.36%
	0.022					63.37%
	0.016					60.05%
	0.012					55.22%
	0.008					50.55%
	0.006					45.77%
	0.004					37.92%
	0.003					27.05%
	0.003					16.17%
< N° 200	0.002	Arcillas	5.67%			5.67%
	0.002					0.00%
	0.001					0.00%



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B 20'-FORM-CCC-SHU

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISIÓN 03

ÁREA CALIDAD

FECHA 30-Oct-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

PROCEDENCIA : Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

Muestra : C6-M1

FECHA ENSAYO: 30/10/2019

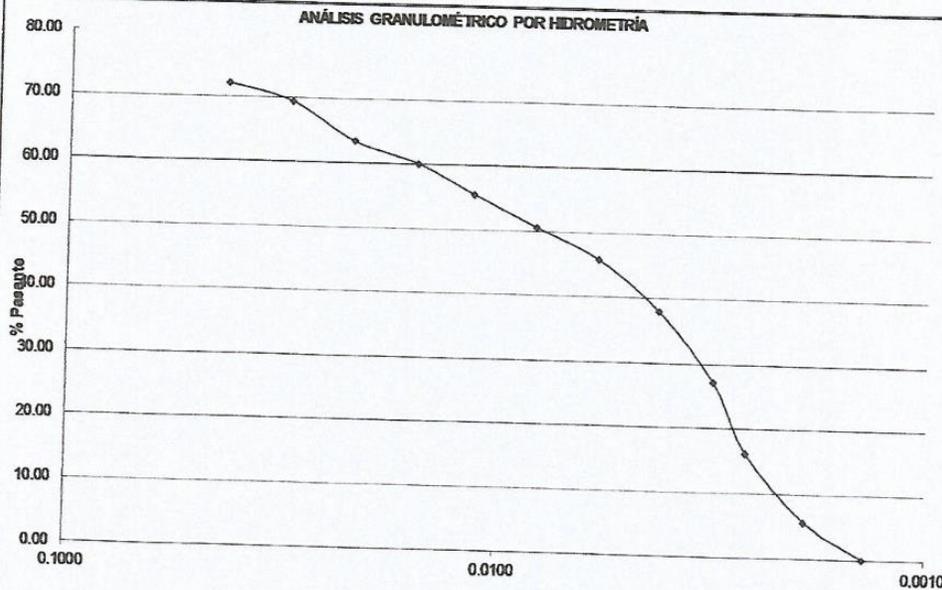
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	Gs:	a=	
1000 cm ³		60	2.56	1.022	

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °C	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
30/10/2019	14:32	1	16.01	26.8	48.8	56.79	96.71	17.01	11.05	11.05	0.0130	0.0432	72.09
30/10/2019	14:33	2	15.70	26.8	46.9	54.64	93.05	16.7	11.15	5.58	0.0130	0.0307	69.36
30/10/2019	14:35	4	15.00	26.8	42.9	49.92	85.01	16.0	11.38	2.84	0.0130	0.0219	63.37
30/10/2019	10:42	8	14.60	26.8	40.7	47.31	80.56	15.6	11.51	1.44	0.0130	0.0156	60.05
30/10/2019	10:49	15	14.03	26.8	37.7	43.69	74.39	15.0	11.70	0.78	0.0130	0.0115	55.45
30/10/2019	11:04	30	13.40	26.6	34.4	39.82	67.82	14.4	11.90	0.40	0.0130	0.0082	50.55
30/10/2019	11:34	60	12.76	26.4	31.3	36.05	61.40	13.8	12.11	0.20	0.0131	0.0059	45.77
30/10/2019	12:34	120	11.65	26.1	26.2	29.88	50.88	12.7	12.48	0.10	0.0131	0.0042	37.92
30/10/2019	14:34	240	9.95	23.9	19.4	21.31	36.29	11.0	13.03	0.05	0.0134	0.0031	27.05
30/10/2019	16:34	360	7.98	23.9	12.9	12.73	21.69	9.0	13.68	0.04	0.0134	0.0026	16.17
30/10/2019	22:34	720	5.65	23.9	6.8	4.47	7.61	6.7	14.44	0.02	0.0134	0.0019	5.67
31/10/2019	10:34	1440	4.07	23.1	3.9	0.00	0.00	5.1	14.96	0.01	0.0136	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 74.54



Henry Rivadeneyra Oblitas
Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

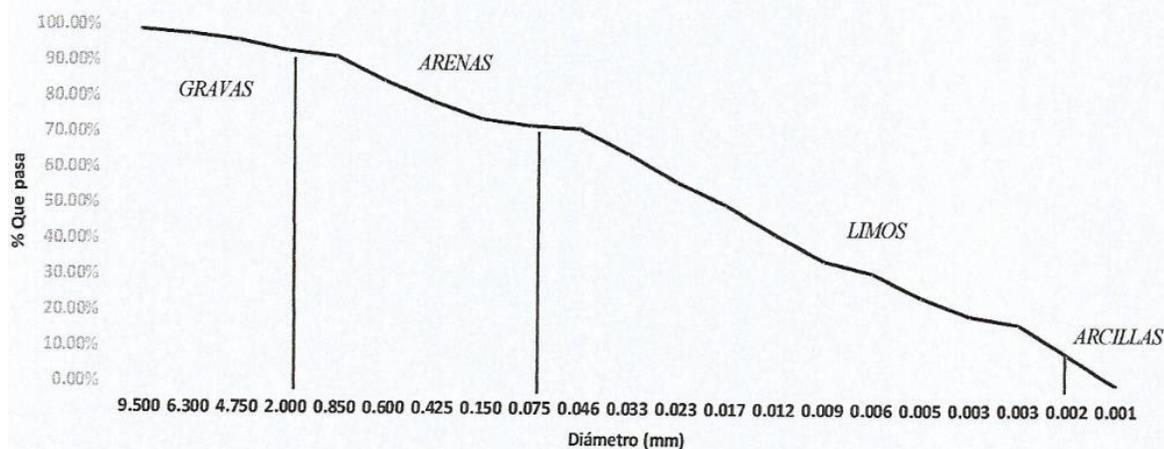
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-6	Peso de Tara	45.3 gr
Muestra	M-2	Peso de Tara + Suelo seco	73.4 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. Provenir	Fracción de finos	71.92%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	1.32	1.32	1.32%	1.32%	98.68%
1/4"	6.300	1.06	2.38	1.06%	2.38%	97.62%
Nº 4	4.750	2.13	4.51	2.13%	4.51%	95.49%
Nº 10	2.000	2.65	7.16	2.65%	7.16%	92.84%
Nº 20	0.850	1.46	8.62	1.46%	8.62%	91.38%
Nº 40	0.600	6.78	15.4	6.78%	15.40%	84.60%
Nº 50	0.425	5.89	21.29	5.89%	21.29%	78.71%
Nº 100	0.150	4.76	26.05	4.76%	26.05%	73.95%
Nº 200	0.075	2.03	28.08	2.03%	28.08%	71.92%
< Nº 200	0.046					71.12%
	0.033					64.09%
	0.023					56.29%
	0.017	Gravas				49.94%
	0.012		7.16%			41.98%
	0.009	Arenas				34.58%
	0.006		20.92%			31.10%
	0.005	Limos				24.55%
	0.003		63.29%			19.29%
	0.003	Arcillas				17.16%
	0.002		8.63%			8.63%
0.001					0.00%	



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B 201-FORM-QCC-SHU

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

REVISION 01

AREA CALIDAD

FECHA 22-03-19

TESIS ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO 22/10/2019

PROCEDENCIA Mocupe

REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

CODIGO DE LA MUESTRA MR-001

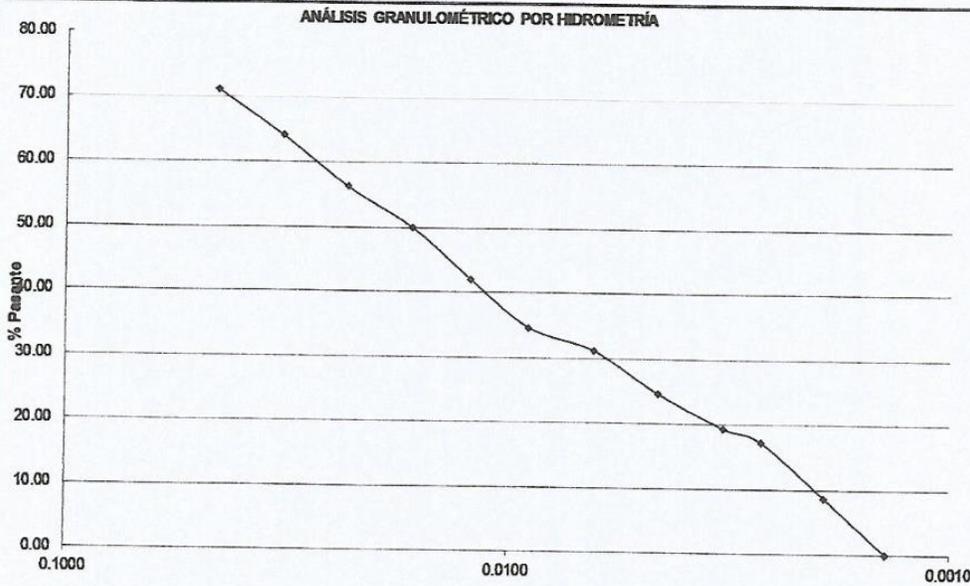
REVISADO POR: Henry Rivadeneyra

Muestra C6-M2

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO			Ws, gr.	Gs:	a=
1000 cm ³			60	2.53	1.030

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
22/10/2019	09:05	1	12.31	26.8	53.3	57.63	98.89	12.414	12.26	12.26	0.013	0.0455	71.12
22/10/2019	09:06	2	11.70	26.8	48.2	51.93	89.11	11.8	12.46	6.23	0.013	0.0324	64.09
22/10/2019	09:08	4	10.99	26.7	42.6	45.61	78.26	11.1	12.69	3.17	0.013	0.0232	56.29
22/10/2019	09:12	8	10.38	26.7	38.1	40.47	69.44	10.5	12.89	1.61	0.013	0.0165	49.94
22/10/2019	09:19	15	9.56	26.3	32.5	34.01	58.37	9.7	13.16	0.88	0.013	0.0122	41.98
22/10/2019	09:34	30	8.74	23.9	27.3	28.02	48.08	8.8	13.43	0.45	0.013	0.0090	34.58
22/10/2019	10:04	60	8.33	23.8	24.9	25.20	43.24	8.4	13.56	0.23	0.013	0.0064	31.10
22/10/2019	11:04	120	7.51	23.8	20.4	19.90	34.14	7.6	13.83	0.12	0.013	0.0046	24.55
22/10/2019	13:04	240	6.80	23.8	16.8	15.63	26.83	6.9	14.07	0.06	0.013	0.0033	19.29
22/10/2019	15:04	360	6.49	23.8	15.4	13.90	23.86	6.6	14.17	0.04	0.013	0.0027	17.16
22/10/2019	21:04	720	5.11	23.6	9.9	6.99	12.00	5.2	14.62	0.02	0.013	0.0019	8.63
23/10/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 71.92



Henry Rivadeneyra
Rivadeneyra Obitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 7

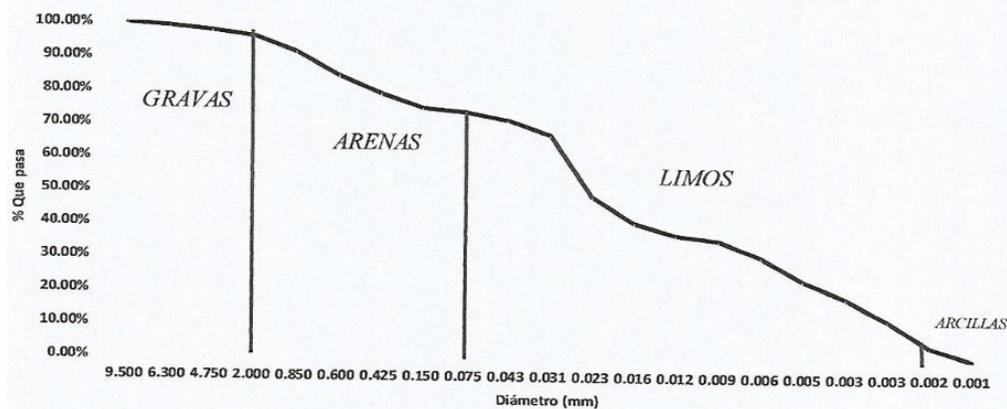
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-7	Peso de Tara	79.5 gr
Muestra	M-1	Peso de Tara + Suelo seco	105.8 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. 28 de Julio	Fracción de fino	73.74%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.300	0.88	0.88	0.88%	0.88%	99.12%
N° 4	4.750	1.36	2.24	1.36%	2.24%	97.76%
N° 10	2.000	1.87	4.11	1.87%	4.11%	95.89%
N° 20	0.850	4.39	8.5	4.39%	8.50%	91.50%
N° 40	0.600	6.87	15.37	6.87%	15.37%	84.63%
N° 50	0.425	5.51	20.88	5.51%	20.88%	79.12%
N° 100	0.150	4.35	25.23	4.35%	25.23%	74.77%
N° 200	0.075	1.03	26.26	1.03%	26.26%	73.74%
< N° 200	0.043					71.15%
	0.031					66.83%
	0.023					48.46%
	0.016	Gravas				40.55%
	0.012		4.11%			37.08%
	0.009	Arenas				35.42%
	0.006		22.15%			30.50%
	0.005	Limos				23.77%
	0.003		69.81%			18.43%
	0.003	Arcillas				11.85%
	0.002		3.93%			3.93%
0.001					0.00%	



Rivadeneyra Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B.201-FORM-CCC-SHU

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

REVISIÓN 03

ÁREA CALIDAD

FECHA 04-Nov-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO: 04/11/2019

PROCEDENCIA : Mocupe

REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

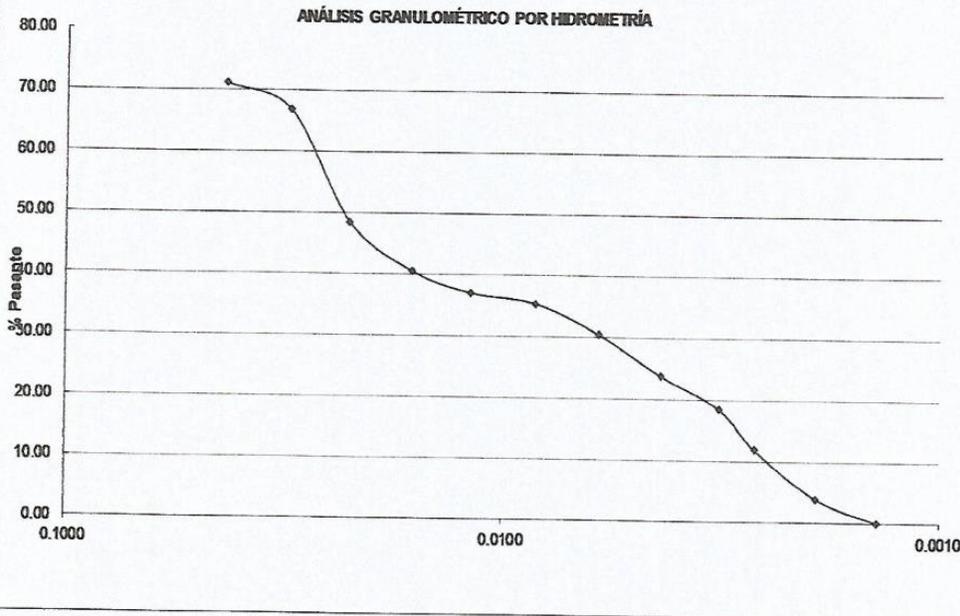
REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

Muestra : C7-M1

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO 1000 cm ³		Ws, gr.	60	Gs:	2.584
				a=	1.021

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
04/11/2019	14:32	1	16.00	26.8	48.7	56.72	96.49	17	11.05	11.05	0.0130	0.0432	71.15
04/11/2019	14:33	2	15.50	26.8	45.8	53.27	90.63	16.5	11.22	5.61	0.0130	0.0308	66.83
04/11/2019	14:35	4	13.20	26.8	33.4	38.63	65.72	14.2	11.97	2.99	0.0130	0.0225	48.46
04/11/2019	10:42	8	12.10	26.8	28.2	32.33	54.99	13.1	12.33	1.54	0.0130	0.0161	40.55
04/11/2019	10:49	15	11.59	26.8	26.0	29.56	50.28	12.6	12.50	0.83	0.0130	0.0119	37.08
04/11/2019	11:04	30	11.34	26.8	24.9	28.23	48.03	12.3	12.58	0.42	0.0130	0.0084	35.42
04/11/2019	11:34	60	10.57	26.4	21.7	24.31	41.36	11.6	12.83	0.21	0.0131	0.0060	30.50
04/11/2019	12:34	120	9.44	26.1	17.5	18.95	32.24	10.4	13.20	0.11	0.0131	0.0043	23.77
04/11/2019	14:34	240	8.46	23.9	14.2	14.69	24.99	9.5	13.52	0.06	0.0134	0.0032	18.43
04/11/2019	16:34	360	7.12	23.9	10.3	9.45	16.07	8.1	13.96	0.04	0.0134	0.0026	11.85
04/11/2019	22:34	720	5.21	23.9	5.9	3.13	5.33	6.2	14.59	0.02	0.0134	0.0019	3.93
05/11/2019	10:34	1440	4.07	23.1	3.9	0.00	0.00	5.1	14.96	0.01	0.0136	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ Nº 200 73.74



Henry Rivadeneyra Oblitas
Rivadeneyra Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

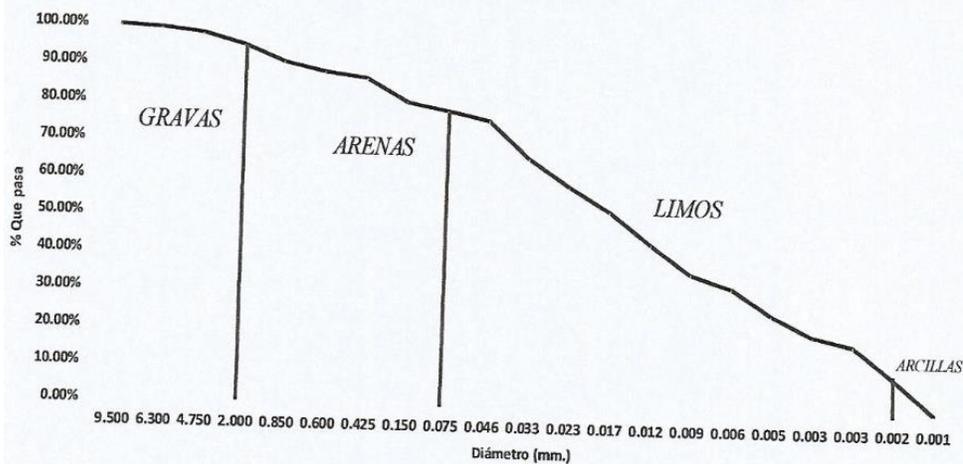
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS
 PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA
 LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-7	Peso de Tara	50.5 gr
Muestra	M-2	Peso de Tara + Suelo seco	72.4 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. 28 de Julio	Fracción de finos	78.19%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.2	0.2	0.20%	0.20%	99.80%
1/4"	6.300	0.6	0.8	0.60%	0.80%	99.20%
Nº 4	4.750	1.35	2.15	1.35%	2.15%	97.85%
Nº 10	2.000	3.02	5.17	3.02%	5.17%	94.83%
Nº 20	0.850	4.35	9.52	4.35%	9.52%	90.48%
Nº 40	0.600	2.42	11.94	2.42%	11.94%	88.06%
Nº 50	0.425	1.54	13.48	1.54%	13.48%	86.52%
Nº 100	0.150	6.19	19.67	6.19%	19.67%	80.33%
Nº 200	0.075	2.13	21.8	2.13%	21.80%	78.20%
< Nº 200	0.046	Gravas	5.17%			75.87%
	0.033					66.03%
	0.023					58.74%
	0.017					52.12%
	0.012					43.81%
	0.009					36.09%
	0.006					32.45%
	0.005					25.62%
	0.003					20.13%
	0.003					17.91%
0.002	9.27%					
0.001	0.00%					
< Nº 200	Arenas	16.63%				
< Nº 200	Limos	68.93%				
< Nº 200	Arcillas	9.27%				



[Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

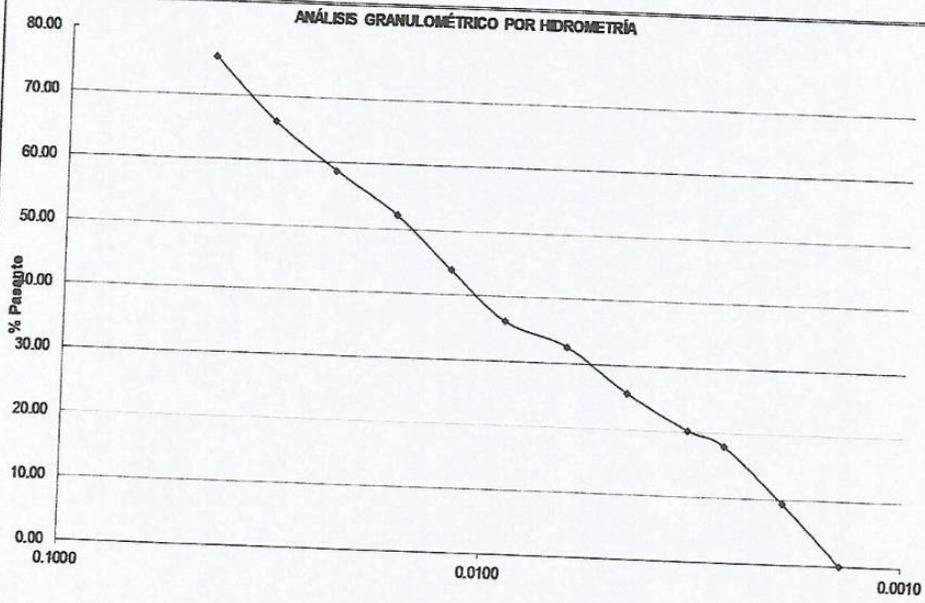
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

DOCUMENTO	B.2.01-FORMA-COC-SHU
REVISION	01
AREA	CALIDAD
FECHA	04-Nov-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad
PROCEDENCIA : Mocupe
CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
Muestra : C7-M2
FECHA ENSAYO : 04/11/2019
REALIZADO POR : Juan F. Castillo González
REVISADO POR : Henry Rivadeneira Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE C _d		8		CORRECCION POR MENISCO, C _m		0,1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.53	a=	1.030
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °C	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
04/11/2019	09:05	1	12.20	26.8	52.3	56.55	97.03	12.3	12.30	12.30	0.013	0.0456	75.87
04/11/2019	09:06	2	11.40	26.8	45.8	49.21	84.45	11.5	12.56	6.28	0.013	0.0326	66.03
04/11/2019	09:08	4	10.77	26.8	41.0	43.78	75.13	10.9	12.76	3.19	0.013	0.0232	58.74
04/11/2019	09:12	8	10.18	26.8	36.7	38.84	66.65	10.3	12.96	1.62	0.013	0.0165	52.12
04/11/2019	09:19	15	9.38	26.8	31.3	32.65	56.03	9.5	13.22	0.88	0.013	0.0122	43.81
04/11/2019	09:34	30	8.58	23.9	26.3	26.90	46.16	8.7	13.48	0.45	0.013	0.0090	36.09
04/11/2019	10:04	60	8.18	23.9	24.0	24.18	41.50	8.3	13.61	0.23	0.013	0.0064	32.45
04/11/2019	11:04	120	7.38	23.8	19.7	19.10	32.77	7.5	13.87	0.12	0.013	0.0046	25.62
04/11/2019	13:04	240	6.69	23.6	16.3	15.01	25.75	6.8	14.10	0.06	0.013	0.0033	20.13
04/11/2019	15:04	360	6.39	23.8	15.0	13.35	22.91	6.5	14.20	0.04	0.013	0.0027	17.91
04/11/2019	21:04	720	5.09	23.6	9.8	6.91	11.86	5.2	14.63	0.02	0.013	0.0019	9.27
05/11/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00
% PASANTE TAMIZ Nº 200			78.19										



Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N°8

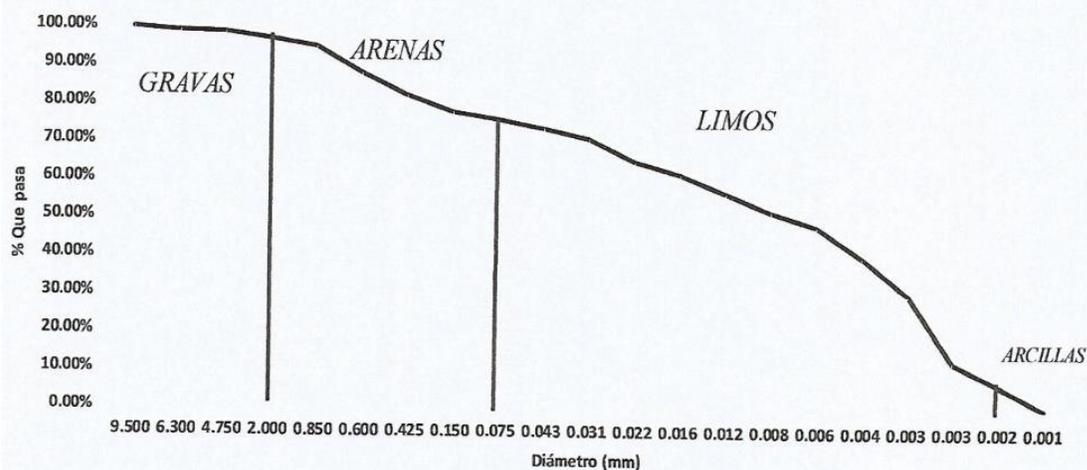
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-8	Peso de Tara	76.4 gr
Muestra	M-1	Peso de Tara + Suelo seco	100.9 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. 28 de Julio	Fracción de fino	75.53%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.35	0.35	0.35%	0.35%	99.65%
1/4"	6.300	0.86	1.21	0.86%	1.21%	98.79%
N° 4	4.750	0.48	1.69	0.48%	1.69%	98.31%
N° 10	2.000	1.63	3.32	1.63%	3.32%	96.68%
N° 20	0.850	2.07	5.39	2.07%	5.39%	94.61%
N° 40	0.600	6.89	12.28	6.89%	12.28%	87.72%
N° 50	0.425	5.78	18.06	5.78%	18.06%	81.94%
N° 100	0.150	4.33	22.39	4.33%	22.39%	77.61%
N° 200	0.075	2.08	24.47	2.08%	24.47%	75.53%
< N° 200	0.043					73.38%
	0.031					70.69%
	0.022					64.59%
	0.016	Gravas				61.20%
	0.012		3.32%			56.29%
	0.008	Arenas				51.52%
	0.006		21.15%			47.67%
	0.004	Limos				39.71%
	0.003		69.10%			29.91%
	0.003	Arcillas				12.23%
0.002		6.43%			6.43%	
0.001					0.00%	



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B 2.01-FORM-CCC-SHU

ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

REVISION 03

AREA CALIDAD

FECHA 05-Nov-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO: 05/11/2019

PROCEDENCIA : Mocupe

REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

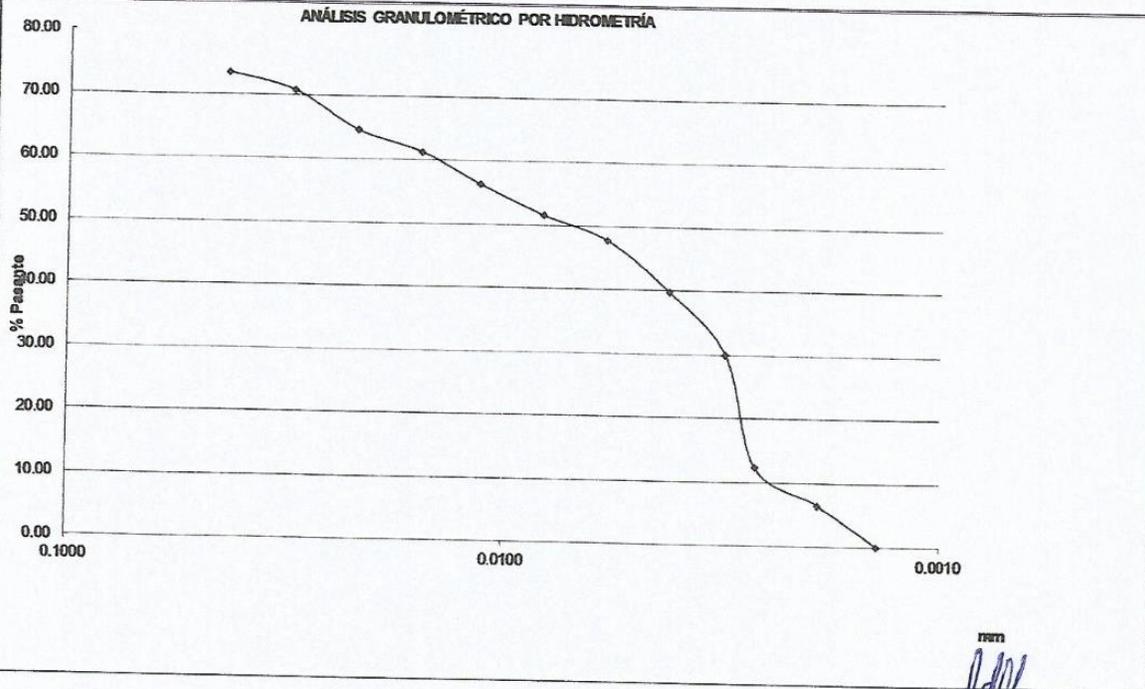
REVISADO POR: Henry Rivadeneira Oblitas

Muestra : C8-M1

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8		CORRECCION POR MENISCO, Cm		1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.564	a=	1.021
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
05/11/2019	14:32	1	16.06	26.7	49.1	57.11	97.16	17.056	11.03	11.03	0.0130	0.0432	73.38
05/11/2019	14:33	2	15.75	26.7	47.3	55.01	93.59	16.8	11.13	5.57	0.0130	0.0307	70.69
05/11/2019	14:35	4	15.05	26.7	43.2	50.27	85.51	16.1	11.36	2.84	0.0130	0.0219	64.59
05/11/2019	10:42	8	14.65	26.6	41.0	47.63	81.03	15.7	11.49	1.44	0.0130	0.0156	61.20
05/11/2019	10:49	15	14.05	26.5	37.8	43.81	74.53	15.1	11.69	0.78	0.0130	0.0115	56.29
05/11/2019	11:04	30	13.45	26.5	34.7	40.10	68.21	14.4	11.89	0.40	0.0130	0.0082	51.52
05/11/2019	11:34	60	12.94	26.4	32.2	37.10	63.11	13.9	12.05	0.20	0.0131	0.0059	47.67
05/11/2019	12:34	120	11.84	26.1	27.1	30.90	52.57	12.8	12.41	0.10	0.0131	0.0042	39.71
05/11/2019	14:34	240	10.36	24.0	20.9	23.28	39.60	11.4	12.90	0.05	0.0134	0.0031	29.91
05/11/2019	16:34	360	7.14	23.9	10.4	9.52	16.20	8.1	13.95	0.04	0.0134	0.0026	12.23
05/11/2019	22:34	720	5.82	23.9	7.2	5.00	8.51	6.8	14.39	0.02	0.0134	0.0019	6.43
06/11/2019	10:34	1440	4.07	23.1	3.9	0.00	0.00	5.1	14.96	0.01	0.0136	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200 75.53



Henry Rivadeneira Oblitas
Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

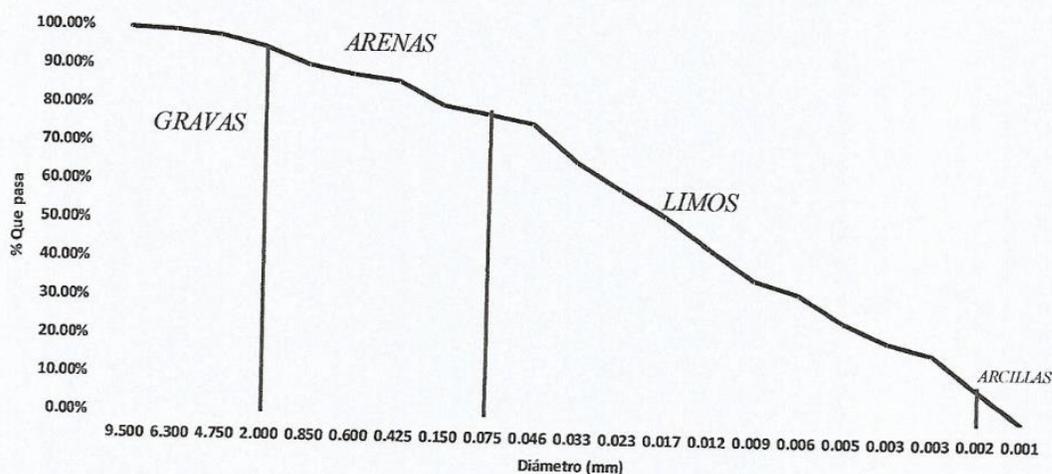
ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-8	Peso de Tara	50.5 gr
Muestra	M-2	Peso de Tara + Suelo seco	72.4 gr
Localidad	Mocupe	Peso Inicial	100.0 gr
Ubicación	Av. 28 de Julio	Fracción de finos	78.19%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.2	0.2	0.20%	0.20%	99.80%
1/4"	6.300	0.6	0.8	0.60%	0.80%	99.20%
Nº 4	4.750	1.35	2.15	1.35%	2.15%	97.85%
Nº 10	2.000	3.02	5.17	3.02%	5.17%	94.83%
Nº 20	0.850	4.35	9.52	4.35%	9.52%	90.48%
Nº 40	0.600	2.42	11.94	2.42%	11.94%	88.06%
Nº 50	0.425	1.54	13.48	1.54%	13.48%	86.52%
Nº 100	0.150	6.19	19.67	6.19%	19.67%	80.33%
Nº 200	0.075	2.14	21.81	2.14%	21.81%	78.19%
< Nº 200	0.046	Gravas	5.17%			75.87%
	0.033					66.03%
	0.023					59.04%
	0.017					52.39%
	0.012					44.03%
	0.009					36.28%
	0.006					32.62%
	0.005					25.59%
	0.003					20.61%
	0.003					17.42%
	0.002					8.72%
0.001	0.00%					



Rivadeneira Obilitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO	B 2 01-FORM-CCG-SHU
REVISION	01
AREA	CALIDAD
FECHA	05-Nov-19

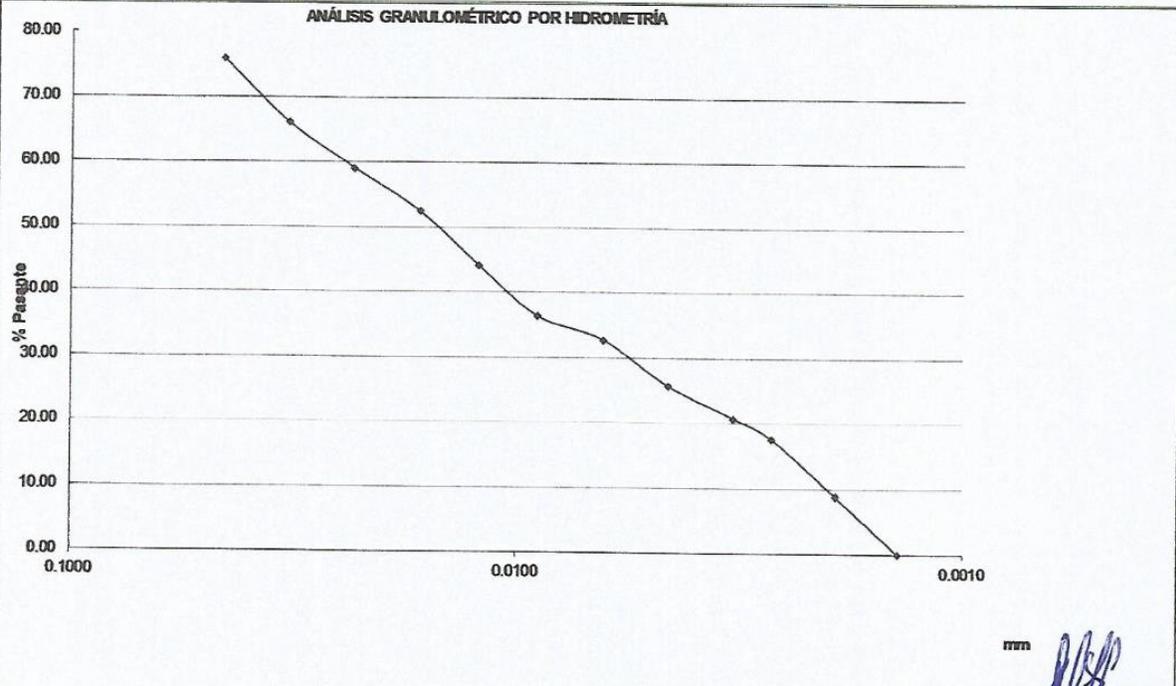
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)**

TESIS : =ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad
 PROCEDENCIA : Mocupe
 CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001
 Muestra : C8-M2
 FECHA ENSAYO : 05/11/2019
 REALIZADO POR : Juan F. Castillo González
 REVISADO POR : Henry Rivadeneira

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N		
COORECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8		CORRECCION POR MENISCO, Cm		0,1	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		Ws, gr.	60	Gs:	2.53	a=	1.030
1000 cm ³							

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
05/11/2019	09:05	1	12.20	26.8	52.3	56.55	97.03	12.3	12.30	12.30	0.013	0.0456	75.87
05/11/2019	09:06	2	11.40	26.8	45.8	49.21	84.45	11.5	12.56	6.28	0.013	0.0326	66.03
05/11/2019	09:08	4	10.80	26.8	41.2	44.00	75.51	10.9	12.76	3.19	0.013	0.0232	59.04
05/11/2019	09:12	8	10.20	26.8	36.8	39.04	67.00	10.3	12.95	1.62	0.013	0.0165	52.39
05/11/2019	09:19	15	9.40	26.8	31.4	32.82	56.32	9.5	13.21	0.88	0.013	0.0122	44.03
05/11/2019	09:34	30	8.60	23.9	26.4	27.04	46.39	8.7	13.48	0.45	0.013	0.0090	36.28
05/11/2019	10:04	60	8.20	23.9	24.1	24.31	41.72	8.3	13.61	0.23	0.013	0.0064	32.62
05/11/2019	11:04	120	7.38	23.8	19.7	19.07	32.73	7.5	13.88	0.12	0.013	0.0046	25.59
05/11/2019	13:04	240	6.75	23.8	16.6	15.36	26.36	6.9	14.08	0.06	0.013	0.0033	20.61
05/11/2019	16:04	360	6.32	23.8	14.7	12.99	22.28	6.4	14.22	0.04	0.013	0.0027	17.42
05/11/2019	21:04	720	5.00	23.6	9.5	6.50	11.15	5.1	14.66	0.02	0.013	0.0019	8.72
06/11/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMI² N° 200 : 78.19



Rivadeneira Obitias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

CALICATA N° 9

ENSAYO :SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

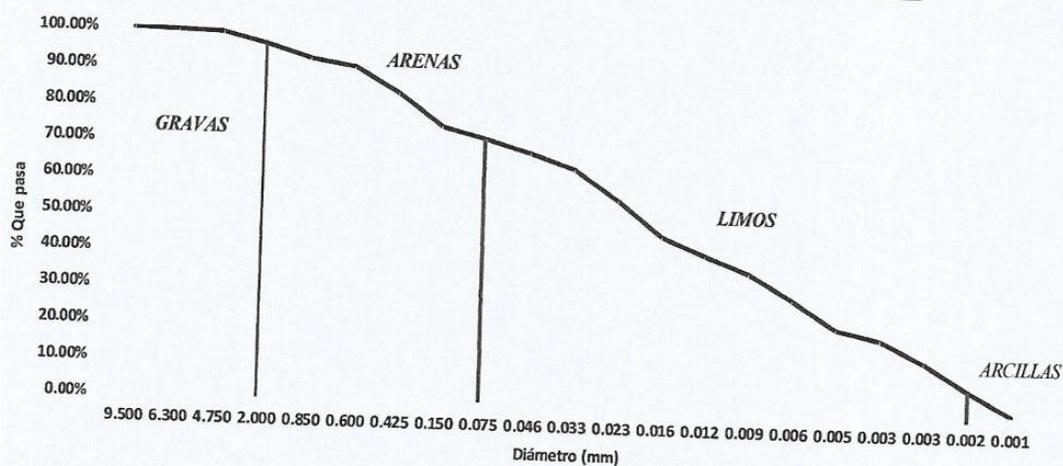
TESIS *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-9
Muestra	M-1
Localidad	Mocupe
Ubicación	Av. 28 de Julio

Peso de Tara	79.9 gr
Peso de Tara + Suelo seco	108.2 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de fino	71.79%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0	0	0.00%	0.00%	100.00%
1/4"	6.300	0.35	0.35	0.35%	0.35%	99.65%
N° 4	4.750	0.28	0.63	0.28%	0.63%	99.37%
N° 10	2.000	3.12	3.75	3.12%	3.75%	96.25%
N° 20	0.850	3.45	7.2	3.45%	7.20%	92.80%
N° 40	0.600	2.23	9.43	2.23%	9.43%	90.57%
N° 50	0.425	6.78	16.21	6.78%	16.21%	83.79%
N° 100	0.150	8.79	25	8.79%	25.00%	75.00%
N° 200	0.075	3.21	28.21	3.21%	28.21%	71.79%
< N° 200	0.046	Gravas	3.75%			68.42%
	0.033					64.24%
	0.023					56.21%
	0.016					46.46%
	0.012					41.52%
	0.009					37.08%
	0.006					30.17%
	0.005					22.59%
	0.003					19.91%
	0.003					13.97%
0.002	6.50%					
0.001	0.00%					
		Arenas				
		Limos				
		Arcillas				



Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

DOCUMENTO	B.20-FORM-COC-SHU
REVISION	03
AREA	CALIDAD
FECHA	06-Nov-19

TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

MATERIAL: Terreno Natural de la Localidad

PROCEDENCIA: Mocupe

CODIGO DE LA MUESTRA: MR-001

Muestra: C9-M1

FECHA ENSAYO: 06/11/2019

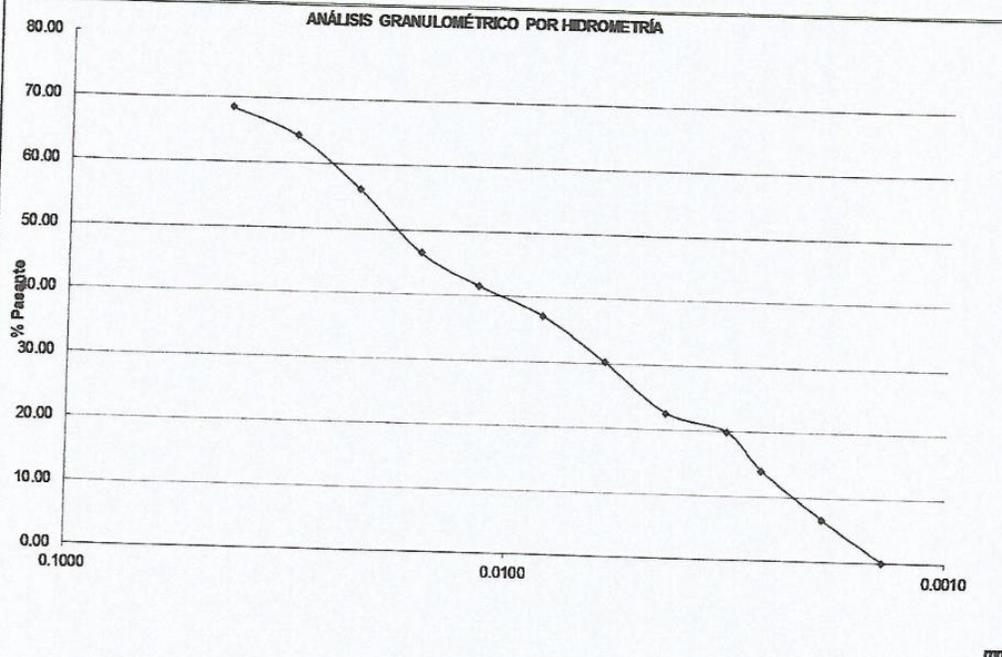
REALIZADO POR: Juan F. Castillo González

REVISADO POR: Henry Rivadeneyra Oblitas

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd		8	CORRECCION POR MENISCO, Cm		
VOLUMEN DEL HIDROMETRO		1000 cm ³	Ws, gr.	60	Gs: 2.564
				a=	1.021

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
06/11/2019	14:32	1	15.90	26.7	48.1	58.02	95.31	16.9	11.08	11.08	0.0130	0.0433	68.42
06/11/2019	14:33	2	15.40	26.7	45.2	52.60	89.48	16.4	11.25	5.62	0.0130	0.0309	64.24
06/11/2019	14:35	4	14.40	26.7	39.6	46.02	78.30	15.4	11.58	2.89	0.0130	0.0221	56.21
06/11/2019	10:42	8	13.10	26.6	32.9	38.04	64.71	14.1	12.00	1.50	0.0130	0.0160	46.46
06/11/2019	10:49	15	12.40	26.6	29.6	34.00	57.84	13.4	12.23	0.82	0.0130	0.0118	41.52
06/11/2019	11:04	30	11.74	26.6	26.6	30.36	51.65	12.7	12.45	0.41	0.0130	0.0084	37.08
06/11/2019	11:34	60	10.65	26.4	22.1	24.71	42.03	11.7	12.80	0.21	0.0131	0.0060	30.17
06/11/2019	12:34	120	9.34	25.9	17.2	18.50	31.47	10.3	13.23	0.11	0.0131	0.0044	22.59
06/11/2019	14:34	240	8.84	24.1	15.5	16.30	27.73	9.8	13.40	0.06	0.0134	0.0032	19.91
06/11/2019	16:34	360	7.65	24.0	11.8	11.44	19.46	8.7	13.79	0.04	0.0134	0.0026	13.97
06/11/2019	22:34	720	5.92	23.6	7.4	5.32	9.05	6.9	14.35	0.02	0.0135	0.0019	6.50
07/11/2019	10:34	1440	4.07	23.1	3.9	0.00	0.00	5.1	14.96	0.01	0.0136	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200	71.79
------------------------	-------



[Firma]
Rivadeneira Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico por tamizado
 REFERENCIA : N.T.P 339.128 ASTM D-422

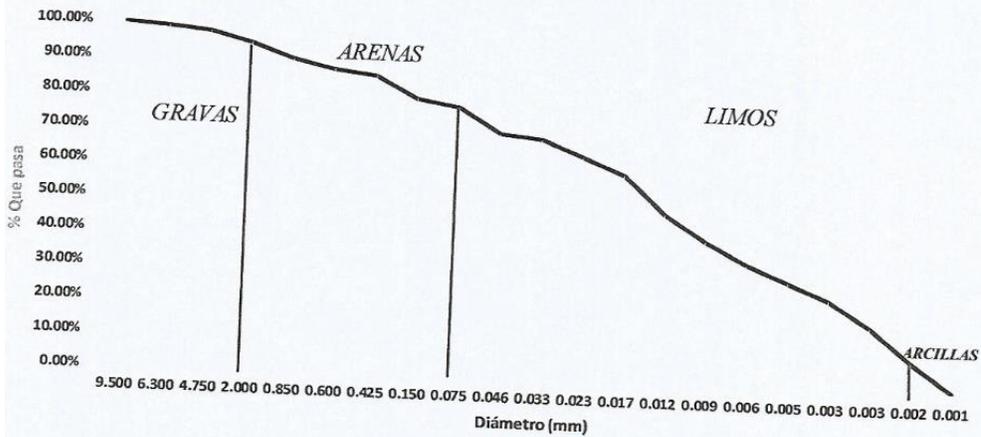
TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

REALIZADO : Juan Francisco Castillo González

Calicata	C-9
Muestra	M-2
Localidad	Mocupe
Ubicación	Av. 28 de Julio

Peso de Tara	60.4 gr
Peso de Tara + Suelo seco	82.4 gr
Peso Inicial	100.0 gr
Fracción de finos	78.04%

TAMICES		Peso Retenido	Peso acumulado	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
(Pul)	(mm)					
3/8"	9.500	0.29	0.29	0.29%	0.29%	99.71%
1/4"	6.300	0.61	0.9	0.61%	0.90%	99.10%
N° 4	4.750	1.27	2.17	1.27%	2.17%	97.83%
N° 10	2.000	2.94	5.11	2.94%	5.11%	94.89%
N° 20	0.850	4.39	9.5	4.39%	9.50%	90.50%
N° 40	0.600	2.49	11.99	2.49%	11.99%	88.01%
N° 50	0.425	1.61	13.6	1.61%	13.60%	86.40%
N° 100	0.150	6.27	19.87	6.27%	19.87%	80.13%
N° 200	0.075	2.09	21.96	2.09%	21.96%	78.04%
< N° 200	0.046	Gravas	4.82%			70.74%
	0.033					69.52%
	0.023					64.72%
	0.017					60.07%
	0.012					48.88%
	0.009					41.47%
	0.006					35.10%
	0.005					30.44%
	0.003					25.70%
	0.003					18.12%
	0.002					8.40%
0.001	0.00%					



[Signature]
 Rivadeneira Oblitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SUELOS Y CONCRETO

DOCUMENTO B 201-FORM-CCC-SHU

ANALISIS GRANULOMETRICO POR HIDROMETRIA
NORMA ASTM D421-58
NORMA ASTM D422-63 (2007)

REVISION 01

AREA CALIDAD

FECHA 05-Nov-19

TESIS : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MCCUPE

MATERIAL : Terreno Natural de la Localidad

FECHA ENSAYO 06/11/2019

PROCEDENCIA : Mocupe

REALIZADO POR Juan F. Castillo González

CODIGO DE LA MUESTRA : MR-001

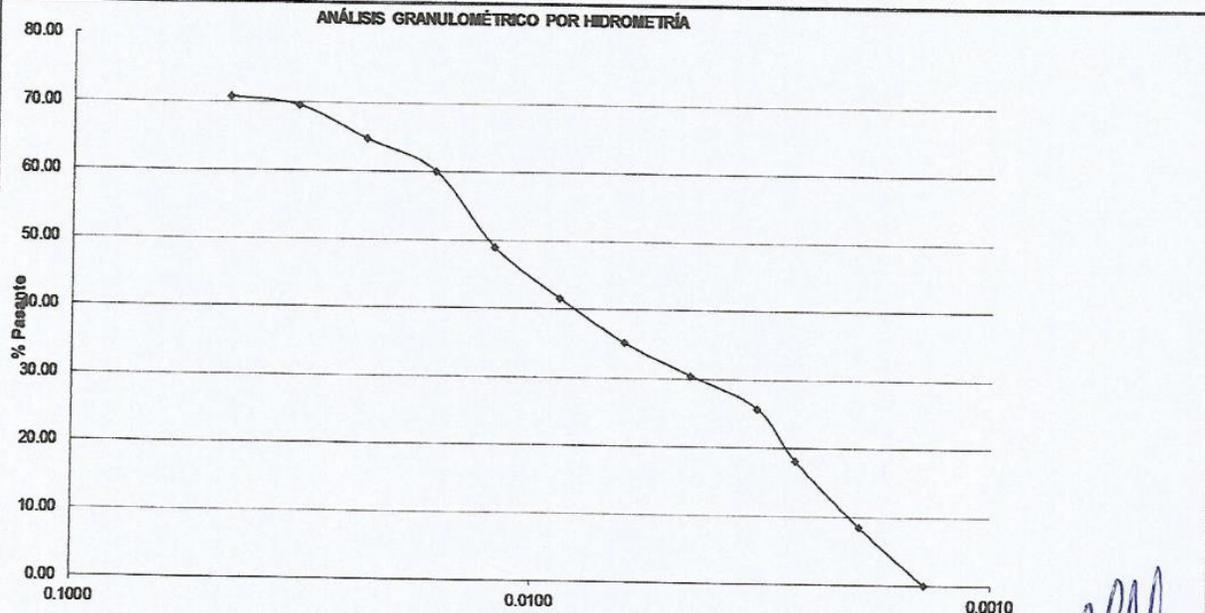
REVISADO POR Henry Rivadeneyra

Muestra : C9-M2

HIDROMETRO	151H	AGENTE DISPERSANTE	NaPO3	CONCENTRACION	0,05 N
CORRECCION POR DEFLOCULANTE Cd			8	CORRECCION POR MENISCO, Cm	
VOLUMEN DEL HIDROMETRO			60	Gs:	2.53
1000 cm ³			Ws, gr.	a=	1.030

FECHA	HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	L/t (cm/min)	K	D (mm)	% QUE PASA
06/11/2019	09:05	1	11.80	26.7	49.0	52.82	90.64	11.9	12.43	12.43	0.013	0.0459	70.74
06/11/2019	09:06	2	11.70	26.7	48.2	51.91	89.08	11.8	12.46	6.23	0.013	0.0325	69.52
06/11/2019	09:08	4	11.30	26.7	45.0	48.33	82.93	11.4	12.59	3.15	0.013	0.0231	64.72
06/11/2019	09:12	8	10.90	26.6	42.0	44.85	76.97	11.0	12.72	1.59	0.013	0.0164	60.07
06/11/2019	09:19	15	9.88	26.6	34.6	36.50	62.64	10.0	13.06	0.87	0.013	0.0121	48.68
06/11/2019	09:34	30	9.15	26.0	29.8	30.96	53.13	9.3	13.30	0.44	0.013	0.0087	41.47
06/11/2019	10:04	60	8.48	24.8	25.7	26.21	44.97	8.6	13.52	0.23	0.013	0.0063	35.10
06/11/2019	11:04	120	7.96	24.0	22.8	22.73	39.00	8.1	13.69	0.11	0.013	0.0045	30.44
06/11/2019	13:04	240	7.40	23.8	19.8	19.19	32.94	7.5	13.87	0.06	0.013	0.0032	25.70
06/11/2019	15:04	360	6.42	23.8	15.1	13.53	23.21	6.5	14.19	0.04	0.013	0.0027	18.12
06/11/2019	21:04	720	4.95	23.3	9.3	6.27	10.77	5.1	14.67	0.02	0.014	0.0019	8.40
07/11/2019	09:04	1440	3.33	23.1	4.7	0.00	0.01	3.4	15.20	0.01	0.014	0.0014	0.00

% PASANTE TAMIZ N° 200	78.04
------------------------	-------



Henry Rivadeneyra
Rivadeneyra Obilitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 06: Peso específico

Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Tesista Castillo Gonzalez Juan Francisco

Ubicación LOCALIDAD: MOCUPE , DISTRITO DE LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

<u>Calicata</u>		C-7; C-8; C-9	C-6; C-5; C-4	C-3; C-1; C-2
<u>Muestra</u>		M - 1	M-1	M - 1
1. N° de fiola		F-1	F-3	F-2
2. Peso de la fiola	g	90.5	90.51	90.51
3. Peso de la muestra de suelo - seco	g	25.0	25.0	25.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	g	115.5	115.5	115.5
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	g	356.5	356.4	356.4
6. Peso de la fiola + peso de agua	g	341.2	341.2	341
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5)	g/cm ³	2.56	2.56	2.57

OBSERVACIONES :


 RIVERA AGUIRRE, JUAN FRANCISCO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
PAVIMENTOS
 Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Tesista Castillo Gonzalez Juan Francisco

Pág. 01 de 01

Tesis

: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Ubicacion

LOCALIDAD: MOCUPE , DISTRITO DE LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-7; C-8; C-9
Muestra : M - 1

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.564

Calicata C-6; C-5; C-4
Muestra : M - 1

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.559

Calicata C-3; C-1; C-2
Muestra : M- 1

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.567

[Firma]
 RIVERA NEYRA JOLITAS DENIS
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Tesista Castillo Gonzalez Juan Francisco

Ubicación LOCALIDAD: MOCUPE , DISTRITO DE LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

ENSAYO : Peso específico relativo de sólidos (G_s)-Material que pasa la malla N° 4

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

<u>Calicata</u>		C-7; C-8; C-9	C-1; C-2; C-3	C-4; C-5; C-6
<u>Muestra</u>		M - 2	M-2	M - 2
<u>Profundidad</u>				
1. N° de fiola		F-1	F-3	F-2
2. Peso de la fiola	re	90.6	90.6	90.6
3. Peso de la muestra de suelo - seco	re	25.0	25.0	25.0
4. Peso de la muestra de suelo seco + peso de la fiola (2+3)	re	115.6	115.6	115.6
5. Peso de la muestra + Fiola + agua	re	352.6	352.8	352.4
6. Peso de la fiola + peso de agua	re	337.5	337.7	337.3
7. Peso específico relativo de sólidos (G_s) (3)/((3+6)-5)	g/cm ³	2.53	2.54	2.53

OBSERVACIONES :


 RIVERA GONZALEZ JUAN FRANCISCO
 TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y
PAVIMENTOS

Av. San Josemaría Escrivá N°855. Chiclayo - Perú

ENSAYO : SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.

REFERENCIA : NTP 339.131 ASTM D - 854

Tesista Castillo Gonzalez Juan Francisco

Pág. 01 de 01

Tesis

: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Ubicacion

LOCALIDAD: MOCUPE , DISTRITO DE LAGUNAS, PROVINCIA DE CHICLAYO Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

Calicata C-7; C-8; C-9
Muestra M - 2

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.53

Calicata C-1; C-2; C-3
Muestra M-2

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.54

Calicata C-4; C-5; C-6
Muestra M - 2

Peso específico relativo de sólidos (G_s) g/cm^3 2.53

Rivero Neyra Jblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 07: Método capacidad de soporte (Proctor Y CBR) – Terreno natural Calicata N°1:

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Lugar: Avenida Victor Raul, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Realizado: Castillo González Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:
 Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 0,30 a 1,80 m
 Calicata : C-1

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.

56 Golpes

25 Golpes

10 Golpes

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON

Máxima densidad seca	1,647 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.1 %

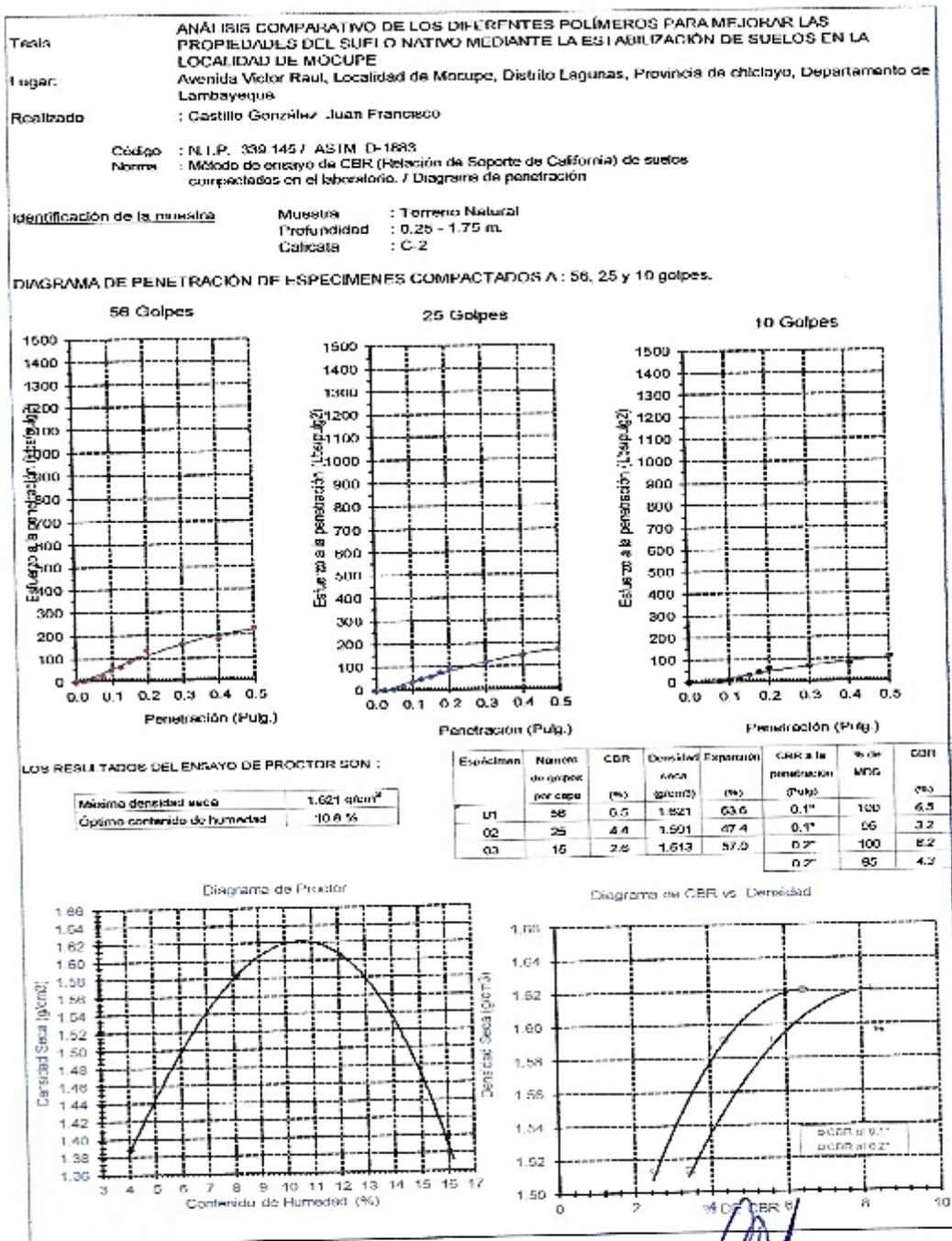
Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.0	1.669	48.4	0.1"	100	5.4
02	25	5.2	1.639	55.0	0.1"	95	3.4
03	10	3.4	1.586	46.4	0.2"	100	6.6
					0.2"	95	4.6

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs Densidad

Rivaldo Castro Obitos Revny
TÉCNICO DE LABORATORIO

Calicata N° 2



Calicata N°3

Texto: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Lugar: Avenida Victor Raul, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

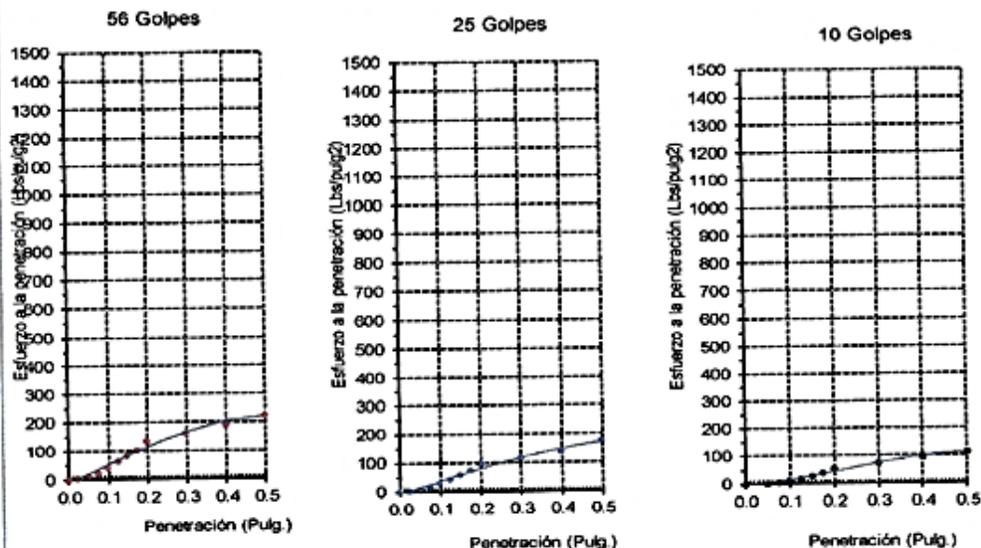
Realizado: Castillo González Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 0,20 - 1,70 m
 Calicata : C-3

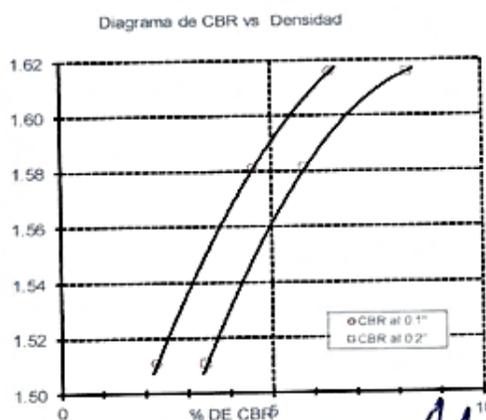
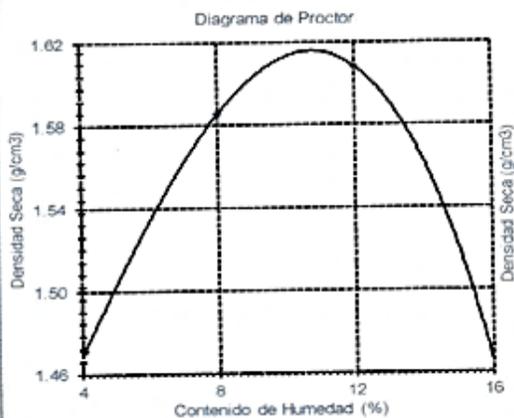
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

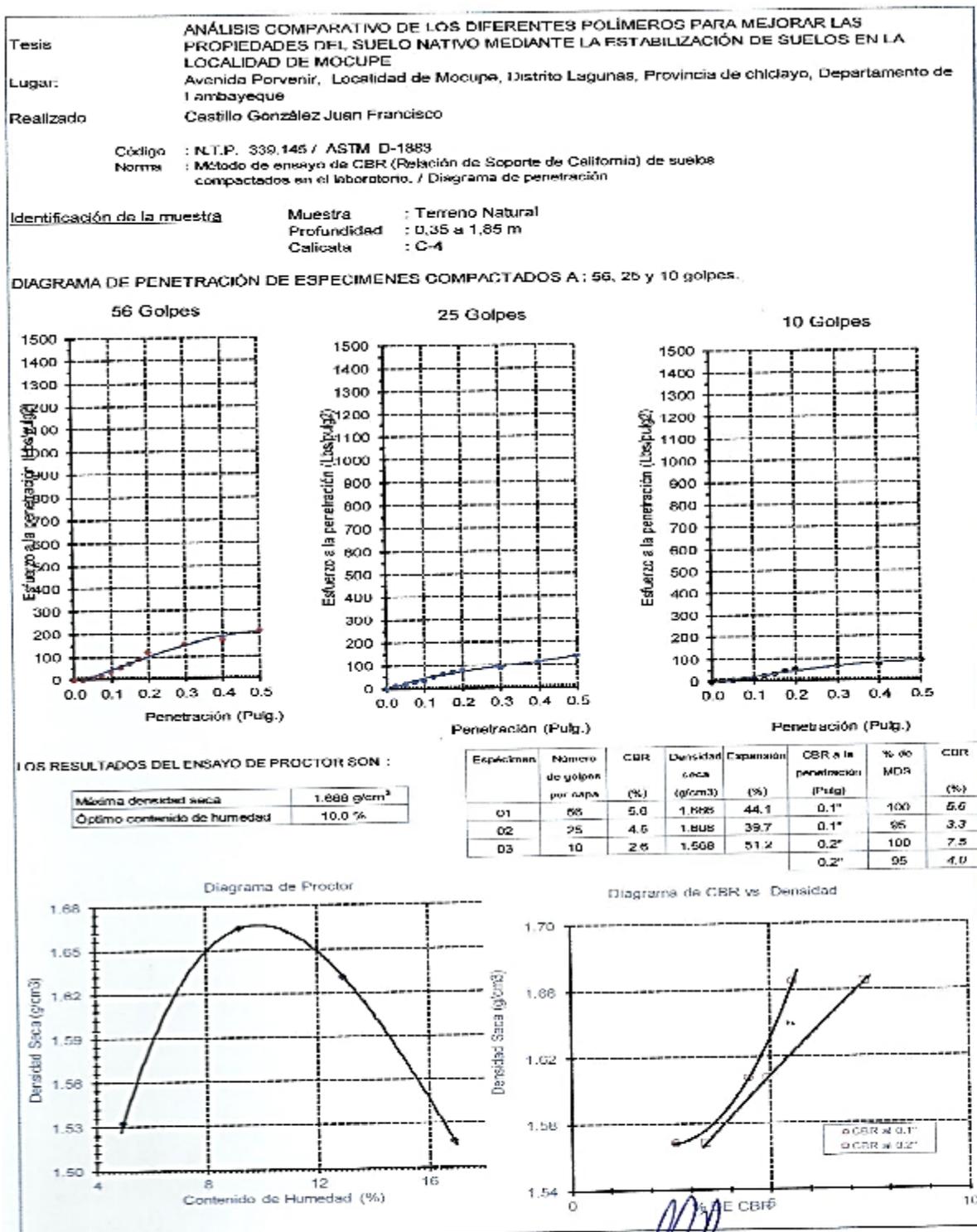
Máxima densidad seca	1.616 g/cm³
Óptimo contenido de humedad	10.8 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.4	1.616	44.9	0.1"	100	6.4
02	25	4.6	1.581	48.2	0.1"	95	3.1
03	10	2.3	1.511	53.4	0.2"	100	8.3
					0.2"	95	4.3



Rivadeneira Jolitas Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Calicata N°4

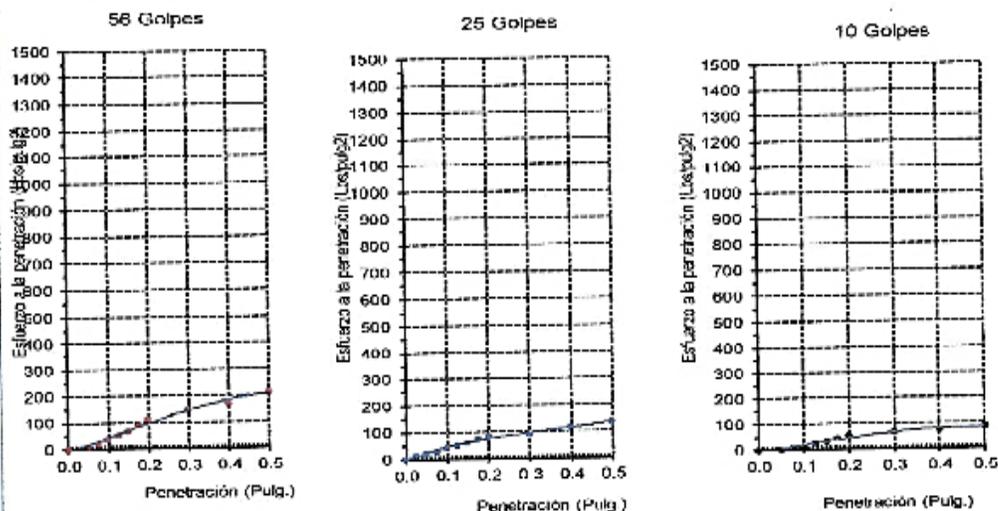


Calicata N°5

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 Lugar: Avenida Forvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
 Realizado: Castillo González Juan Francisco
 Código: N.T.P. 339 145 / ASTM D-1883
 Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra: Terreno Natural
 Profundidad: 0
 Calicata: C-5

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.

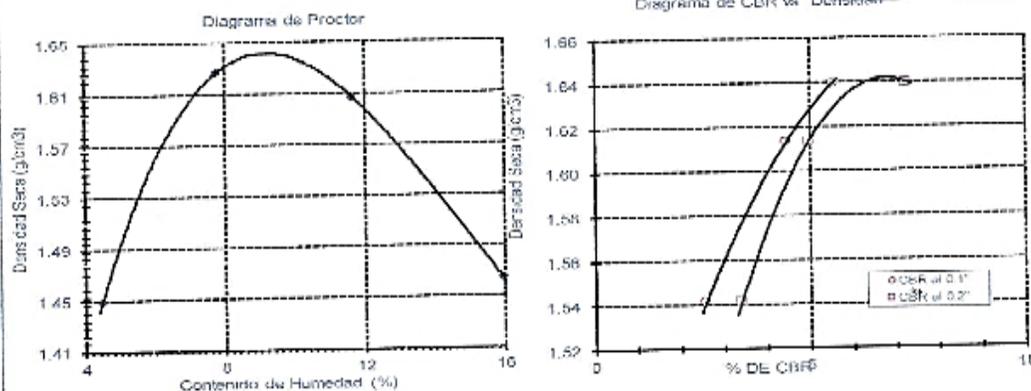


LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON:

Máxima densidad seca	1.641 g/cm³
Óptimo contenido de humedad	9.2 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm³)	Exposición (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDG	CBR (%)
01	56	5.5	1.640	46.7	0.1"	100	5.6
02	25	4.5	1.614	41.3	0.1"	85	3.0
03	10	2.6	1.541	50.3	0.2"	100	7.3
					0.2"	85	3.8

Diagrama de CBR vs. Densidad



[Handwritten Signature]
 RIVINDO J. J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Calicata N° 6

Tesis ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Lugar: Avenida Pervenir, Localidad de Mocupe, Distrito Logunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Realizado Castillo González Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 0.35 - 1.85 m.
 Calicata : C-6

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.

56 Golpes

25 Golpes

10 Golpes

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Expecimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MMS	CBR (%)
01	56	5.9	1.882	34.3	0.1"	100	3.9
02	25	4.8	1.882	42.7	0.1"	95	3.0
03	10	2.9	1.508	45.2	0.2"	100	5.7
					0.2"	95	4.1

Diagrama de Proctor

Diagrama de CBR vs. Densidad

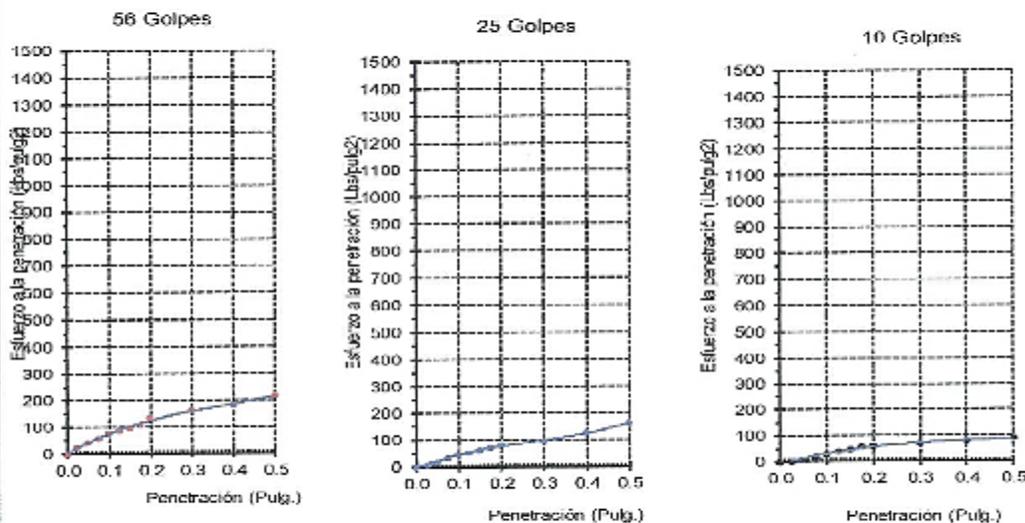
Rivadeneira Obitias Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Calicata N° 7

Tests: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida 28 de Julio, Localidad de Mocupe, Distrito Llaganas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural
 Profundidad : 0,25- 1,75
 Calicata : C-7

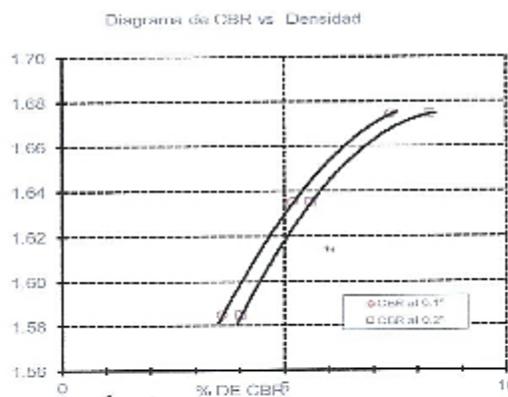
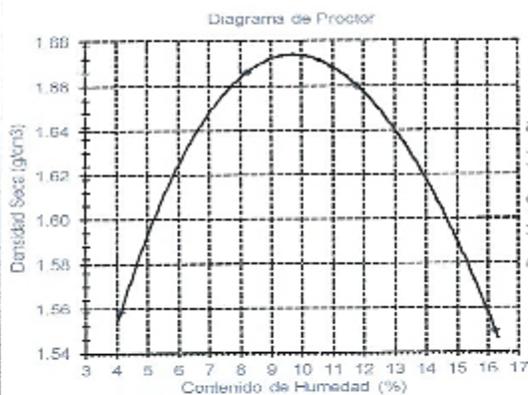
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

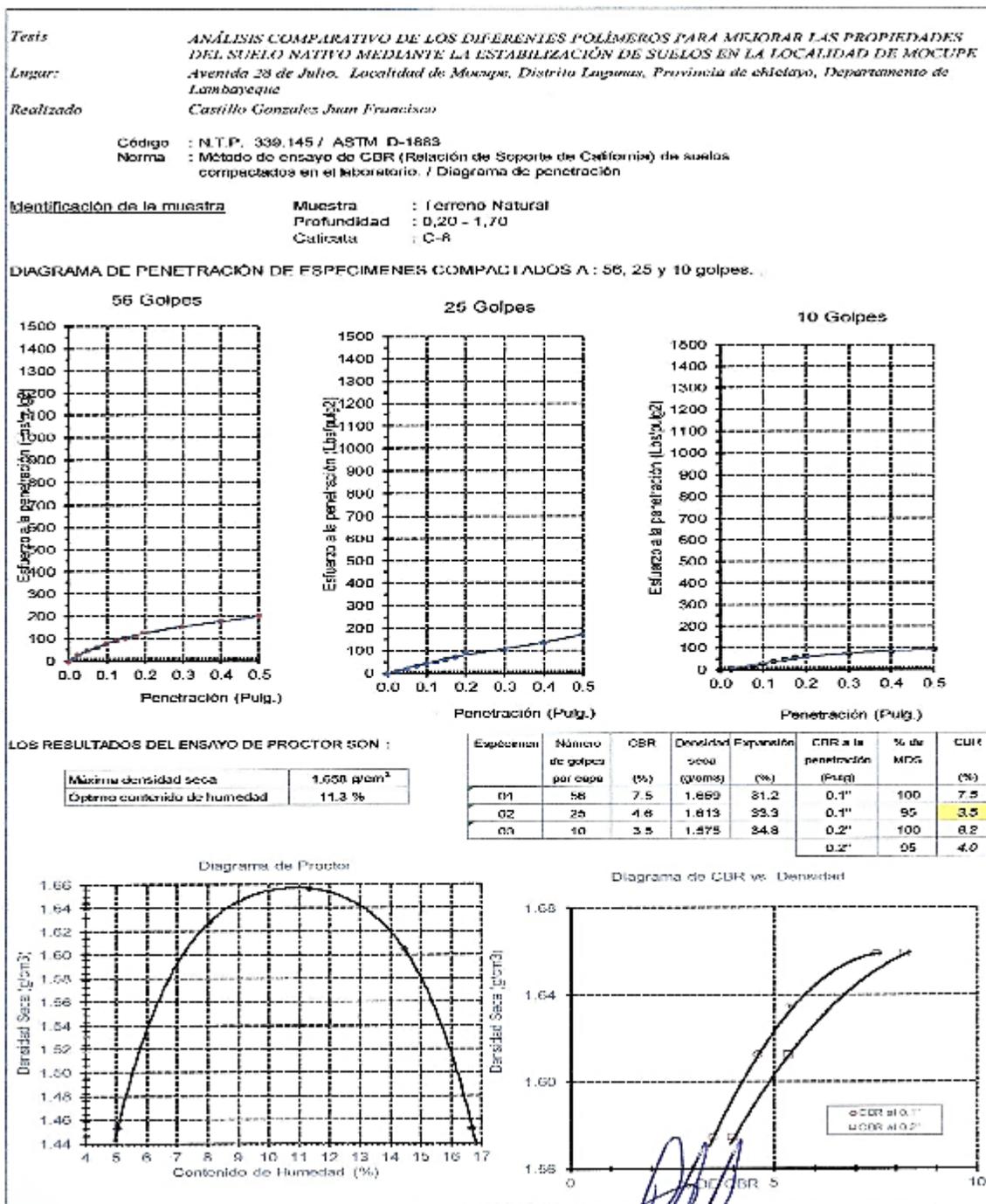
Máxima densidad seca	1.674 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	9.8 %

Espejón	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	05	7.4	1.674	41.2	0.1"	100	7.4
02	25	5.2	1.635	42.2	0.1"	95	3.0
03	10	5.6	1.585	51.7	0.2"	100	8.3
					0.2"	95	4.2

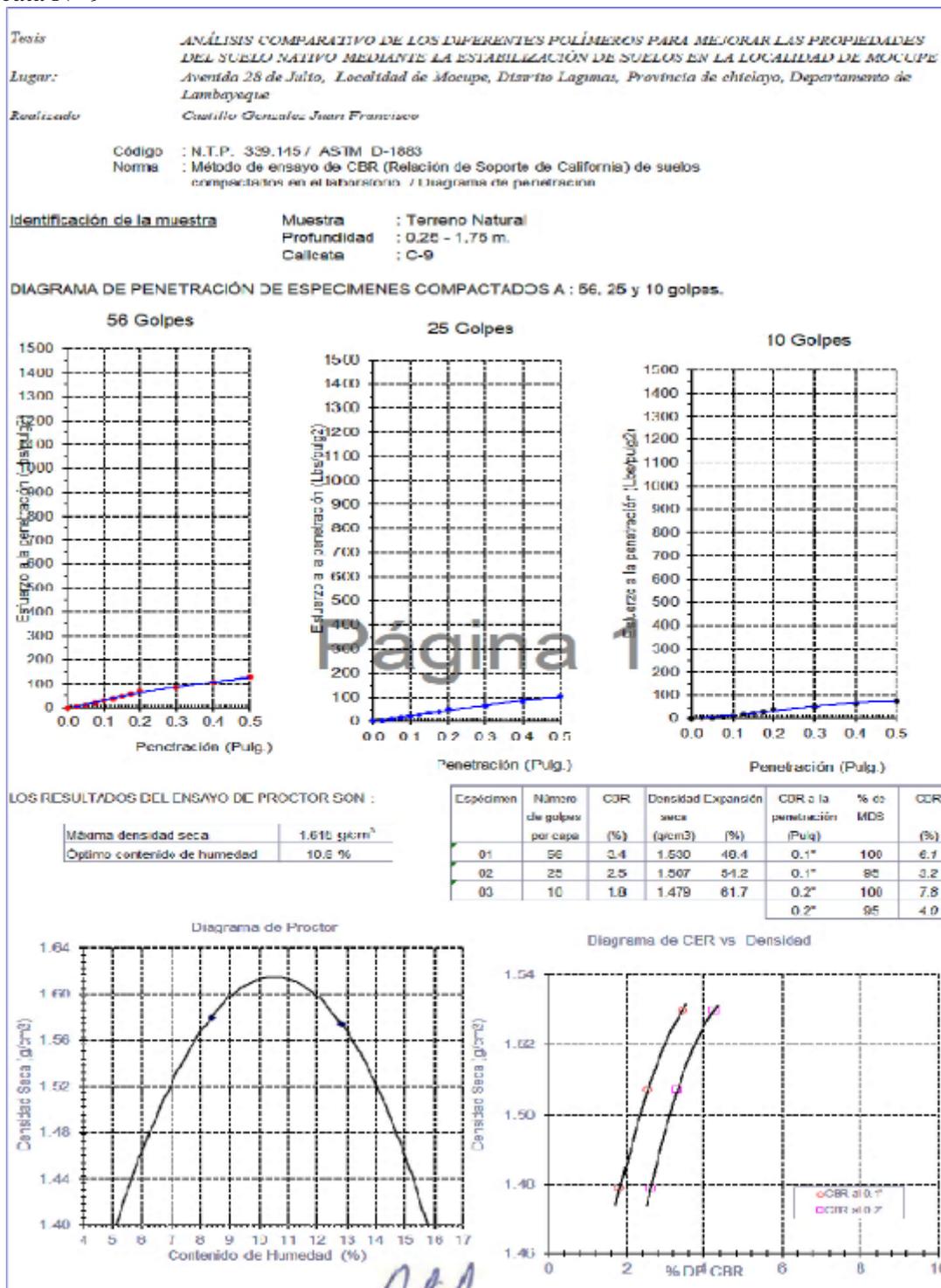


Rivindenyta Jblitas denry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Calicata N°8



Calicata N° 9



Rigoberto Jovitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

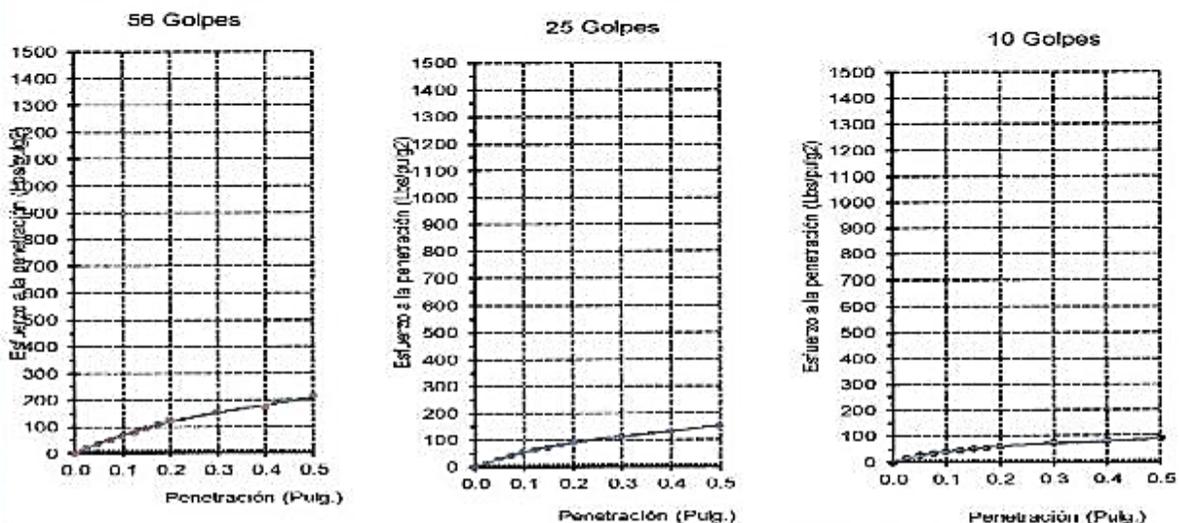
Anexo N° 08: Método capacidad de soporte (Proctor y CBR) – almidón TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 4%

Tesis ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra
Muestra : Terreno Natural + Almidón al 4%
Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
Calicata : C-5

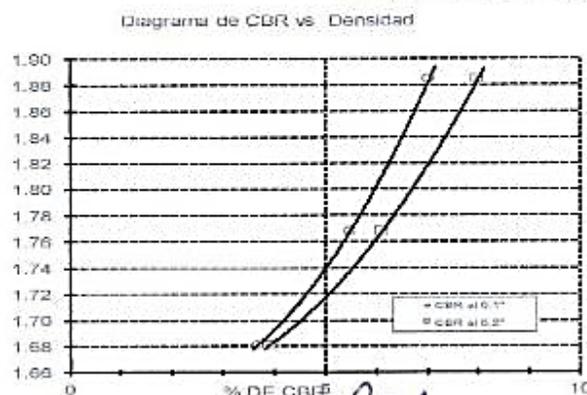
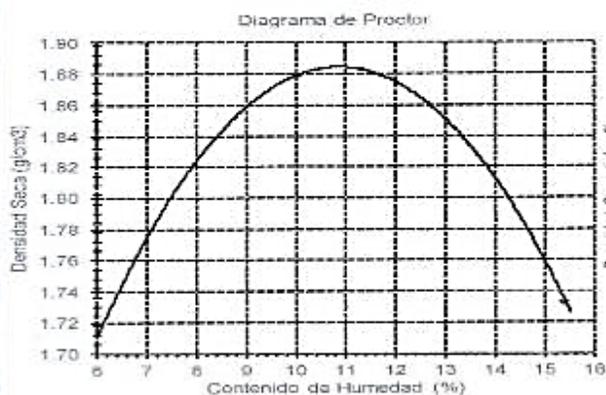
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.885 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.9 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.0	1.885	39.6	0.1"	100	7.1
02	25	5.5	1.788	33.3	0.1"	85	6.0
03	10	3.7	1.681	38.4	0.2"	100	8.0
					0.2"	85	6.7



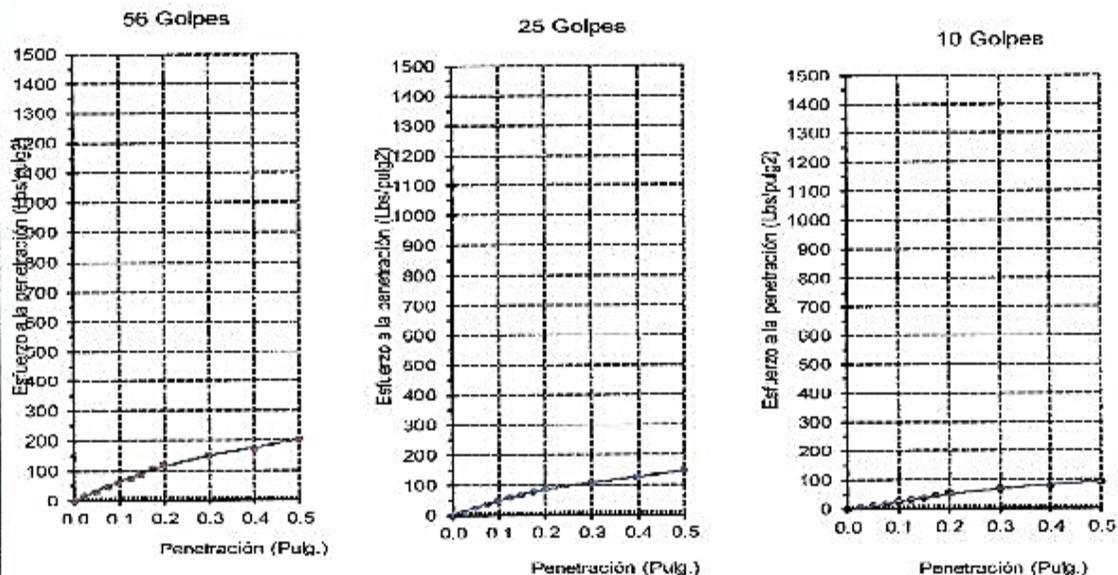
Rivaroloneys Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 4%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

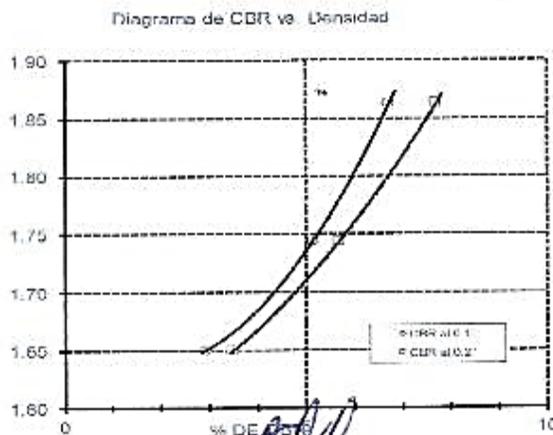
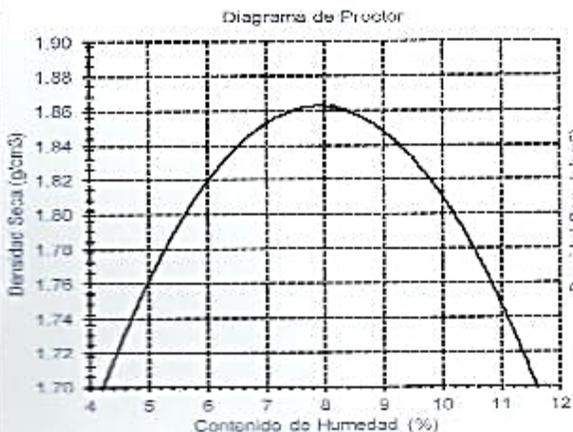
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPÉCIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.863 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	8.1 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CMR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.7	1.853	38.8	0.1"	100	6.7
02	25	5.2	1.745	38.2	0.1"	95	5.8
03	10	2.9	1.650	45.1	0.2"	100	7.7
					0.2"	95	6.3



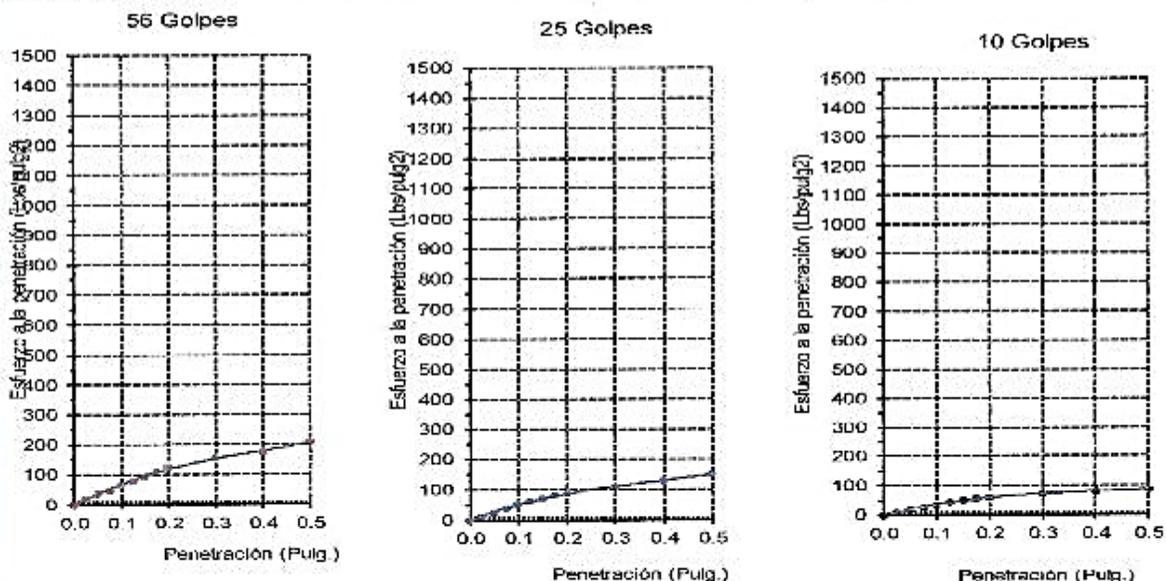
Rivadeneira Obilitas Denis
TECNICO DE LABORATORIO

Tesis ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPPE
Tugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chelago, Departamento de Iquitos
Realizado Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra Muestra : Terreno Natural + Almidón al 4%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

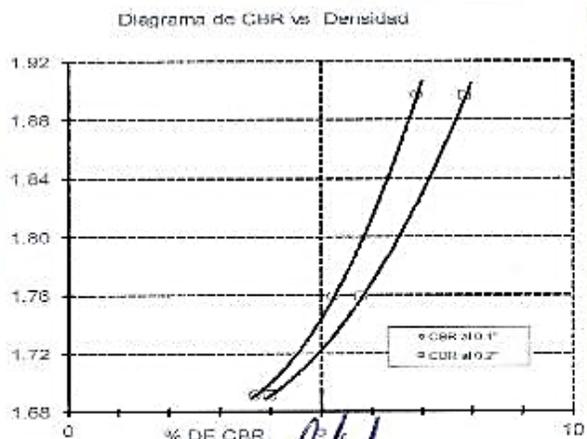
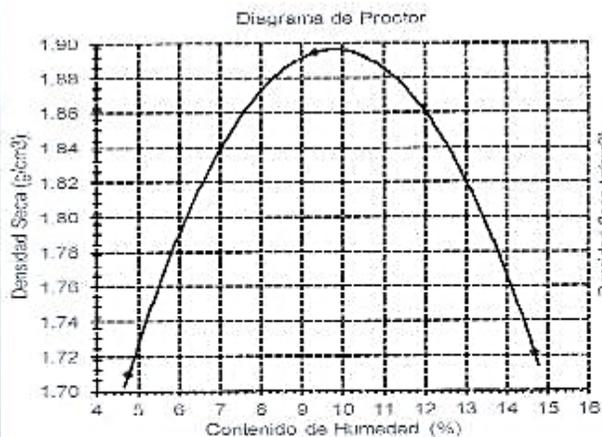
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.89 / g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.0 %

Experiencia	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	6.9	1.897	33.5	0.1"	100	6.9
02	25	5.3	1.758	36.3	0.1"	95	6.3
03	10	3.7	1.692	37.4	0.2"	100	7.9
					0.2"	95	7.0



[Handwritten Signature]
TÉCNICO DE LABORATORIO

TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 6%

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Leguano, Provincia de Chichayo, Departamento de Lambayeque

Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Leguano, Provincia de Chichayo, Departamento de Lambayeque

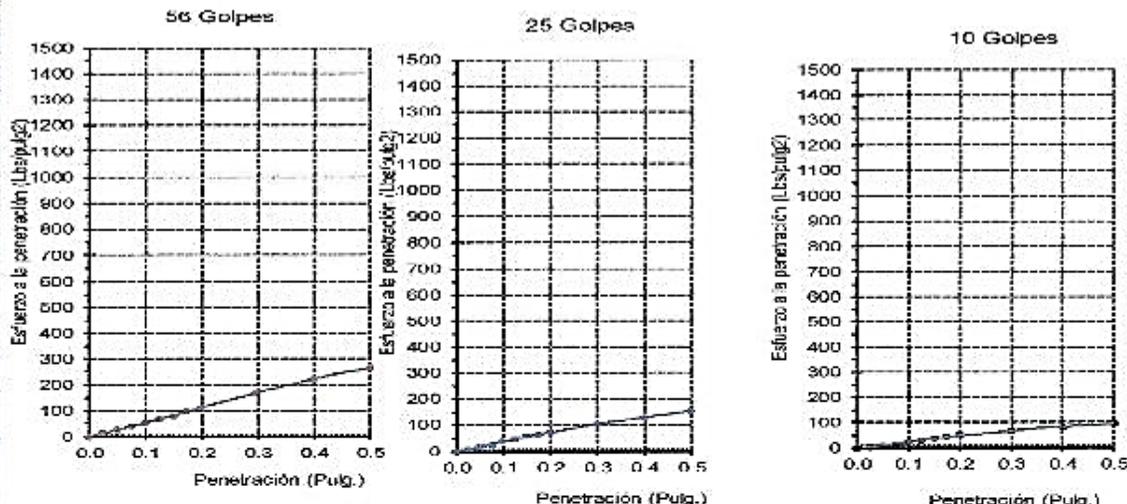
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339 145 / ASTM D-1883

Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 6%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

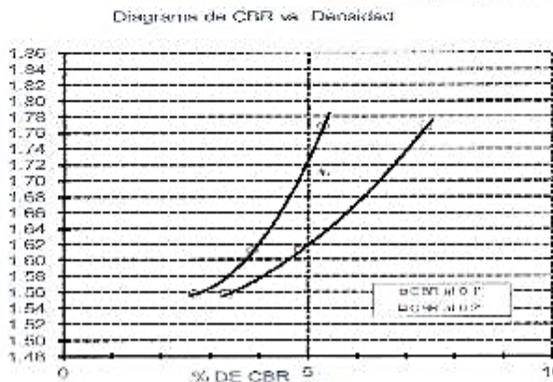
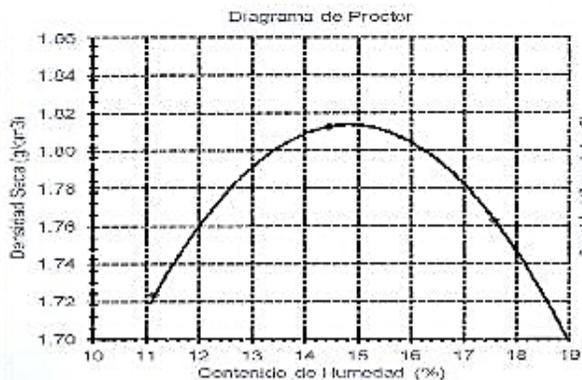
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 26 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.814 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.0 %

Especimen	Número de golpes por golpe	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	5.3	1.769	49.0	0.1"	100	5.9
02	26	3.9	1.813	43.3	0.1"	95	6.3
03	10	2.7	1.857	38.5	0.2"	100	8.2
					0.2"	86	7.9



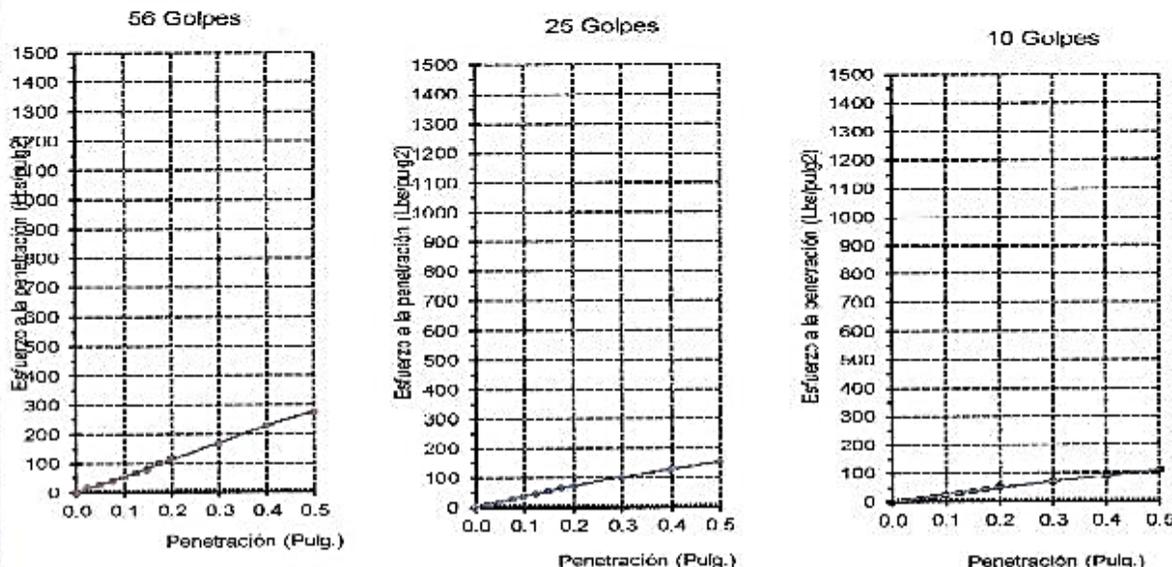

 RIVINDA NEYRA JOLITAS DELUI,
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MCKUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mckupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiriquí, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 5%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

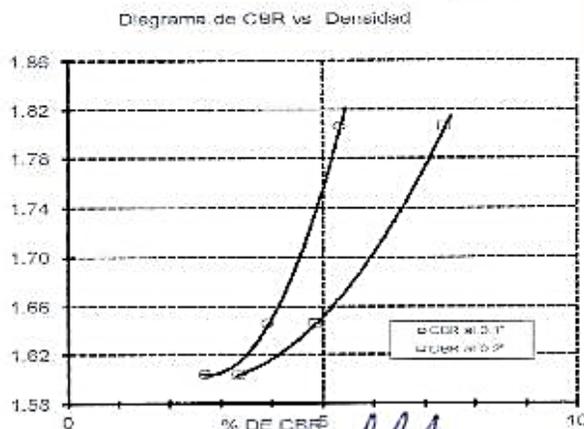
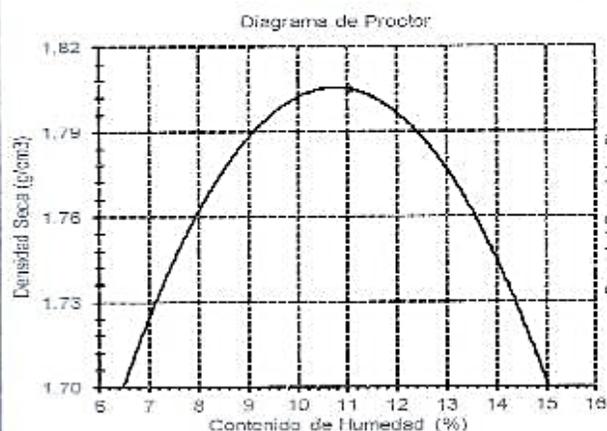
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECÍMENES COMPACTADOS A 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.805 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	10.8 %

Especimen	Numero de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDE	CBR (%)
01	56	5.4	1.805	15.9	0.1"	100	5.4
02	25	3.9	1.646	44.1	0.1"	95	6.0
03	10	2.7	1.604	46.6	0.2"	100	7.4
					0.2"	95	7.4



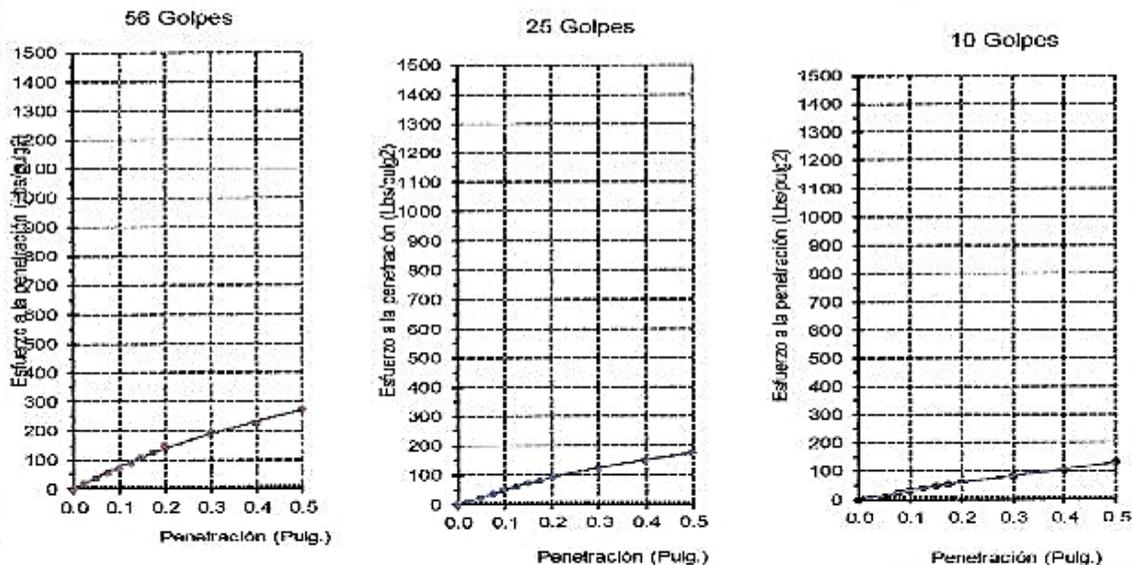
[Handwritten Signature]
 RIVADENEYRA JUBILAS JR.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE.
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Ichilayo, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 6%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

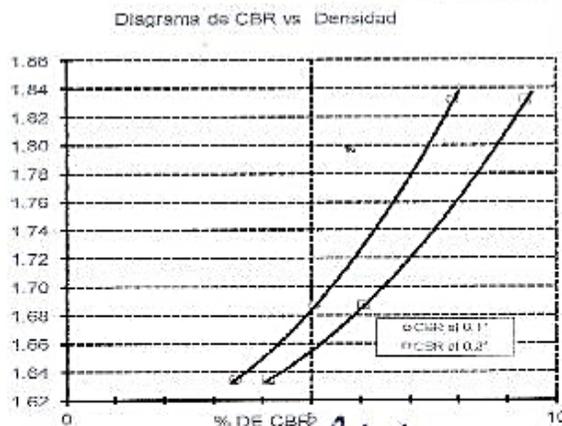
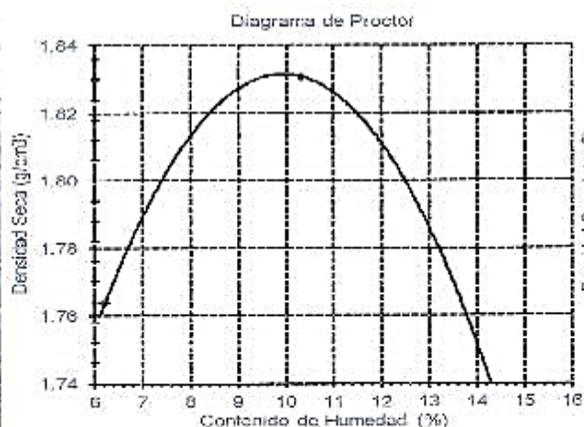
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.832 gram ³
Óptimo contenido de humedad	10.1 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (gram ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	7.9	1.832	29.0	0.1"	100	7.9
02	25	5.1	1.887	31.9	0.1"	95	6.8
03	10	3.5	1.835	12.5	0.2"	100	3.1
					0.2"	95	3.1



Juan Francisco Castillo Gonzalez
 TÉCNICO DE LABORATORIO

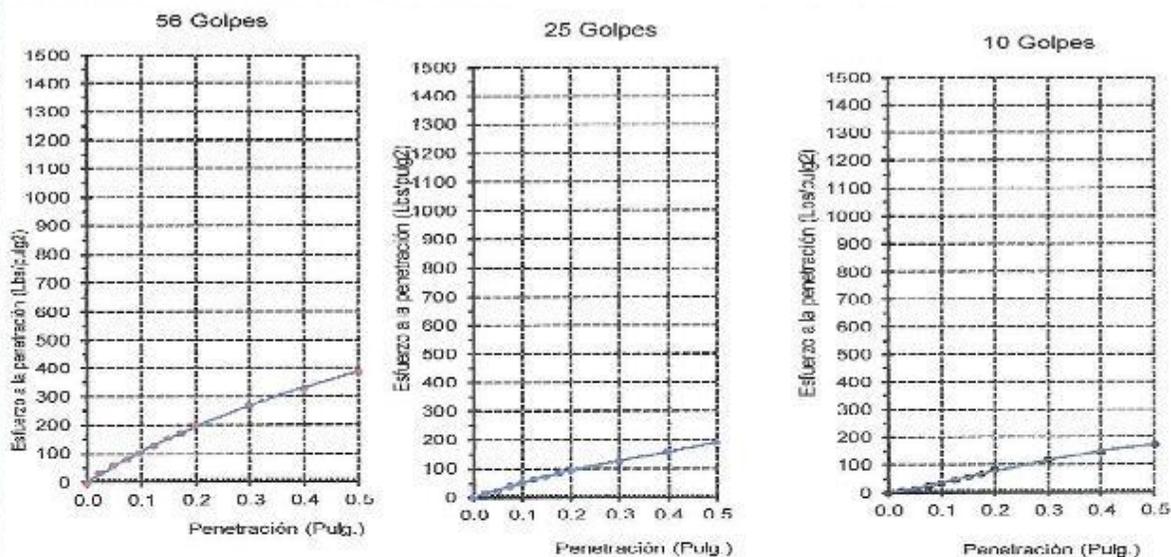
TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 8%

Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
 Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
 Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Muestra : Terreno Natural + Almidón al 8%
 Profundidad : 0.25 - 1.75 m.
 Calicata : C-5

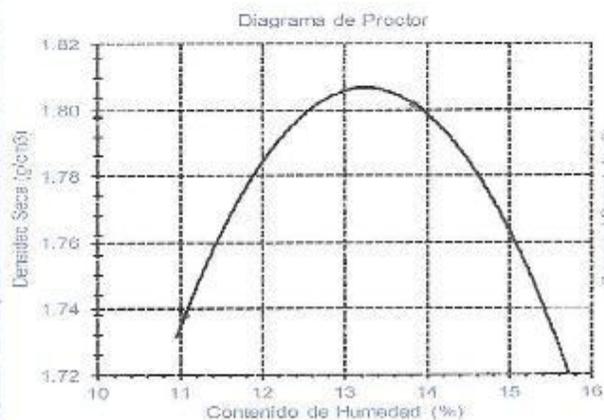
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.807 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.4 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de M.D.S	CBR (%)
01	56	10.4	1.791	42.8	0.1*	100	10.8
02	25	5.1	1.579	45.7	0.1*	95	7.7
03	10	3.7	1.499	58.2	0.2*	100	13.3
					0.2*	95	8.0




TECNICO DE LABORATORIO

Teels *ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE*

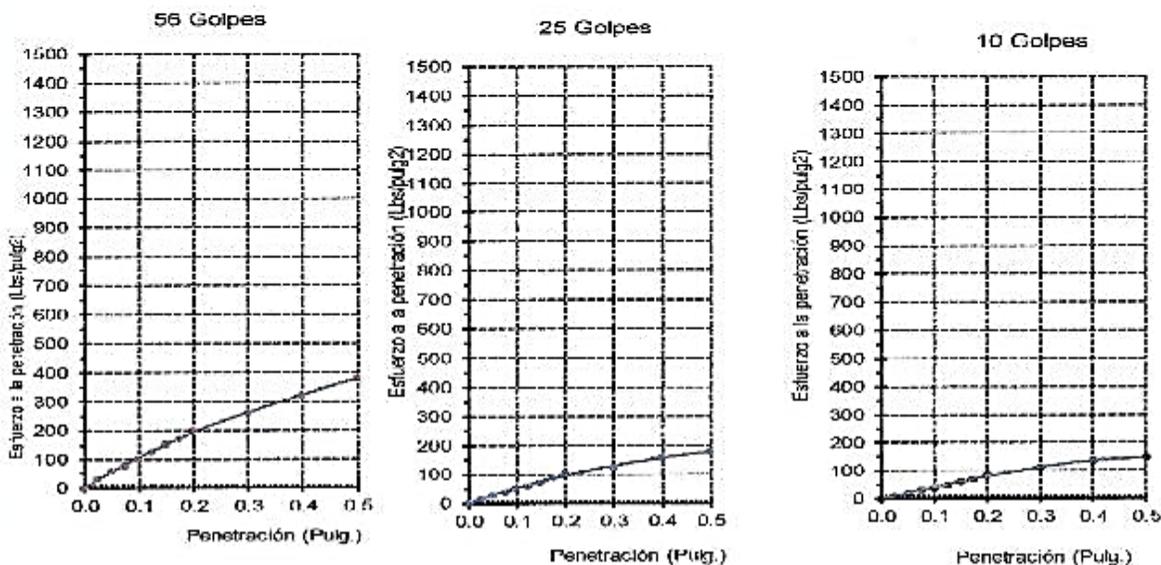
Lugar: *Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lajunas, Provincia de Chichayo, Departamento de Lambayeque*

Realizado *Castillo González Juan Francisco*

Código : N.T.P. 339 146 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra **Muestra** : Terreno Natural + Almidón al 8%
Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
Calicata : C-5

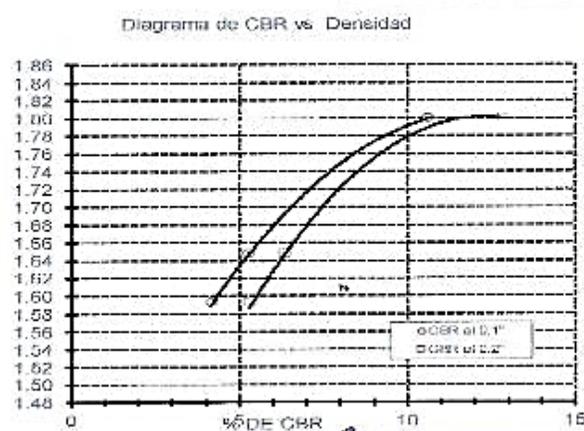
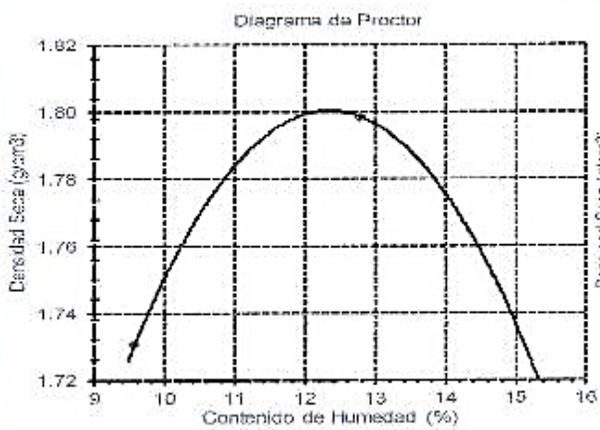
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.800 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	12.5 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expanción (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CLIC (%)
01	56	10.7	1.800	44.2	0.1"	110	70.7
02	25	5.8	1.648	57.2	0.1"	95	6.6
03	10	4.2	1.593	55.1	0.2"	100	72.9
					0.2"	95	7.5



[Handwritten Signature]
Rivardey Oblitas Arroyo
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE, Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

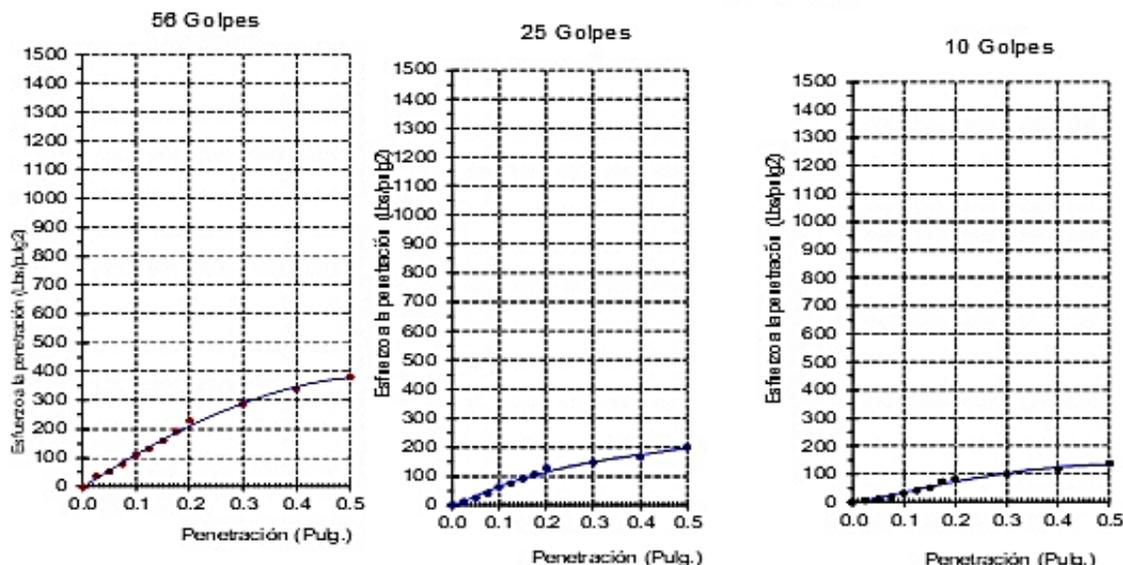
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Realizado : Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1653
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Muestra : Terreno Natural + Almidón al 8%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m
 Calicata : C-5

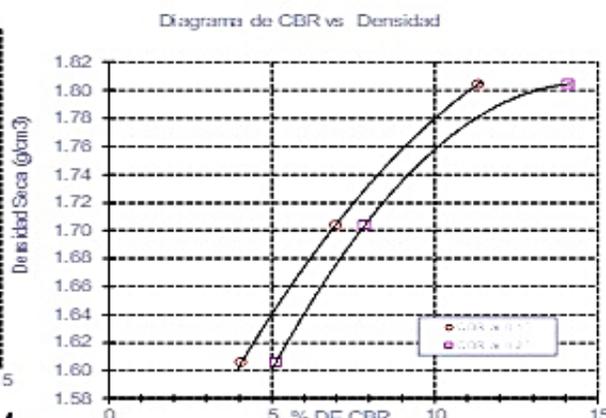
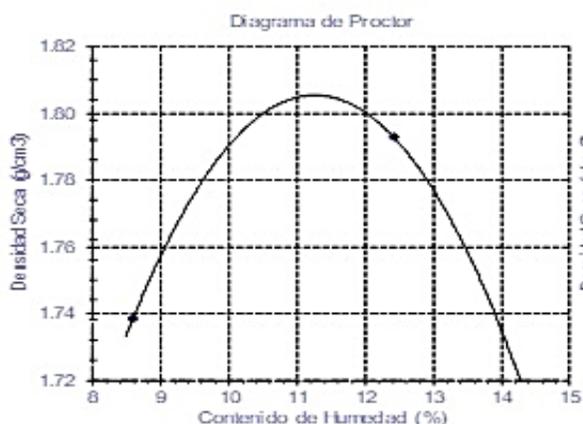
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.805 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	11.4 %

Espejamiento	Número de golpes por capas	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (lb/pulg ²)	% de MDS	CBR (%)
01	56	11.3	1.805	31.6	0.1"	100	11.4
02	25	7.0	1.704	33.3	0.1"	96	7.3
03	15	4.1	1.606	38.0	0.2"	100	14.1
					0.2"	96	8.2



Rivadeneira Obilias Henry
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 9% (óptimo)

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

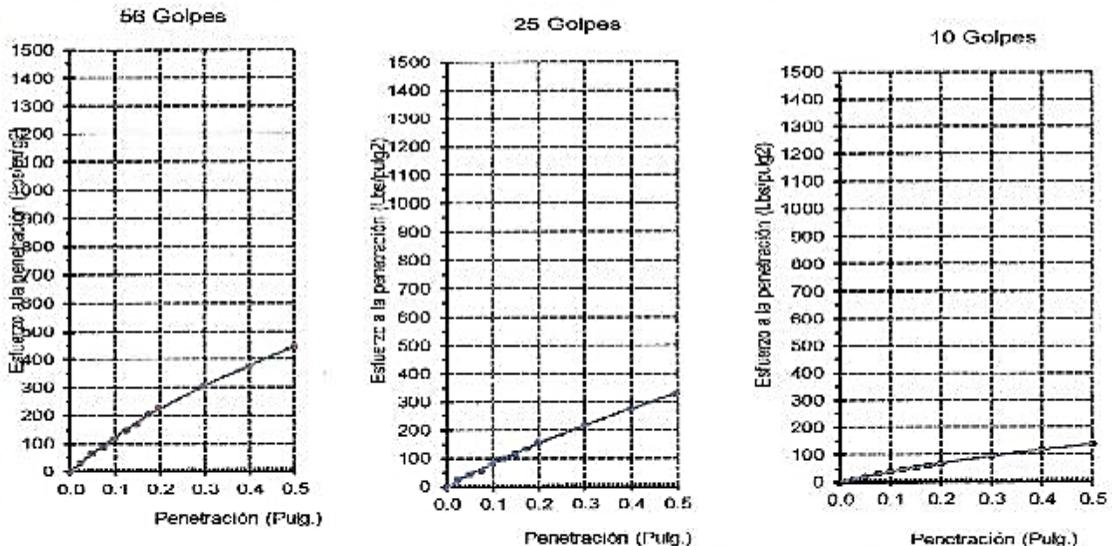
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:
Muestra: Terreno Natural + Almidón al 9%
Profundidad: 0,25 - 1,75 m.
Calicata: C-5

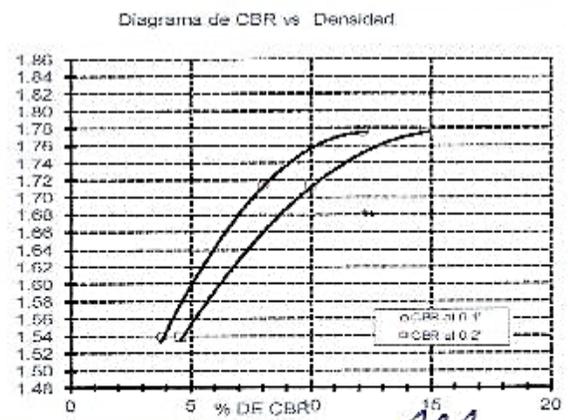
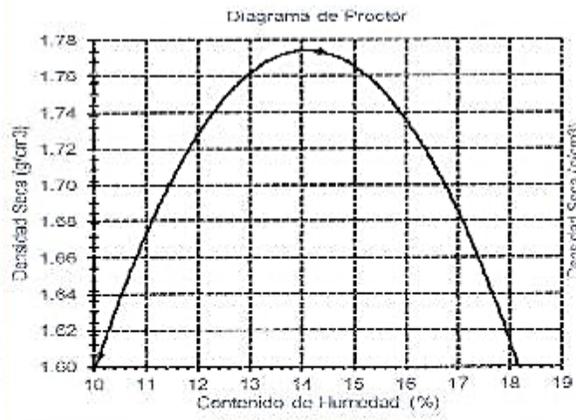
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENS COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1,775 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14,2 %

Especimen	Numero de golpes por capa	CUPT (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Exponción (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12,2	1,775	22,5	0,1"	100	12,2
02	25	8,0	1,714	39,2	0,1"	95	7,4
03	10	3,8	1,638	51,1	0,2"	100	14,8
					0,2"	95	9,2



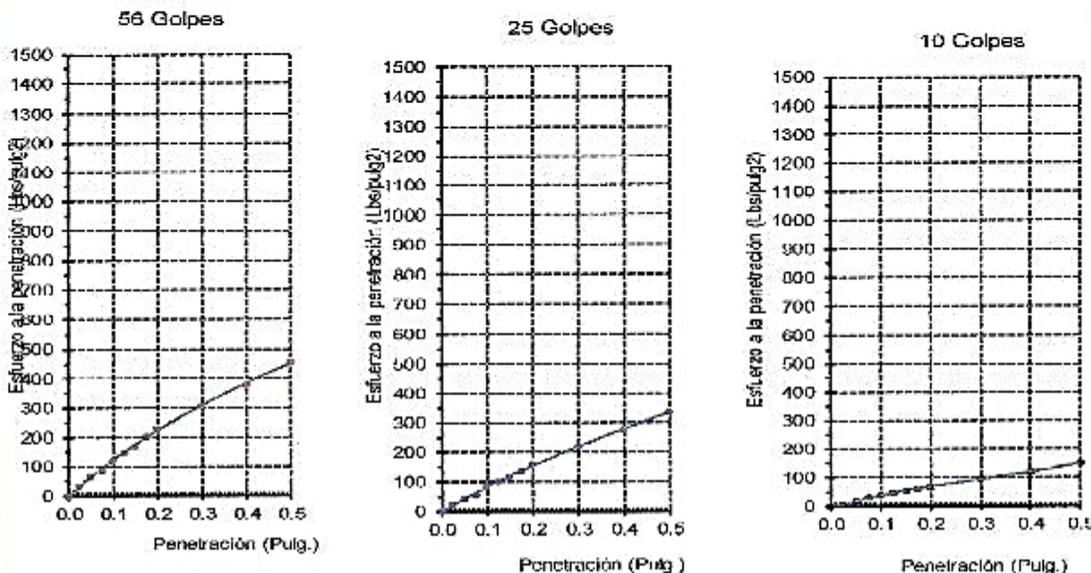

TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesis: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE**
 Lugar: **Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chilayo, Departamento de Lambayeque**
 Realizado: **Castillo Gonzalez Juan Francisco**

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 3%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

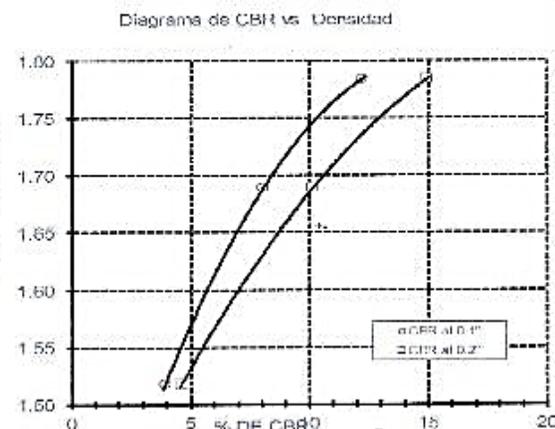
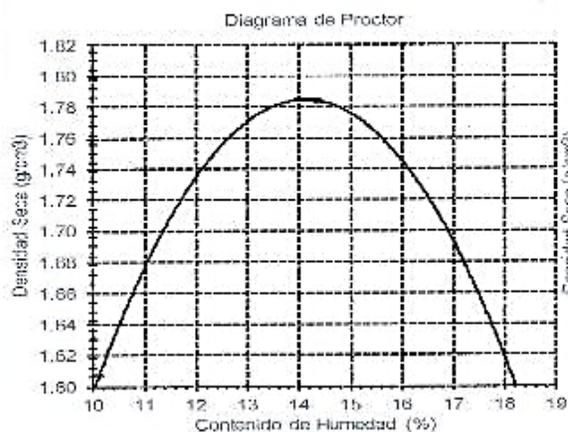
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A: 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.784 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	14.2 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.2	1.784	17.6	0.1"	100	12.2
02	25	8.1	1.690	30.6	0.1"	95	8.2
03	10	3.9	1.619	44.0	0.2"	100	15.0
					0.2"	95	10.4

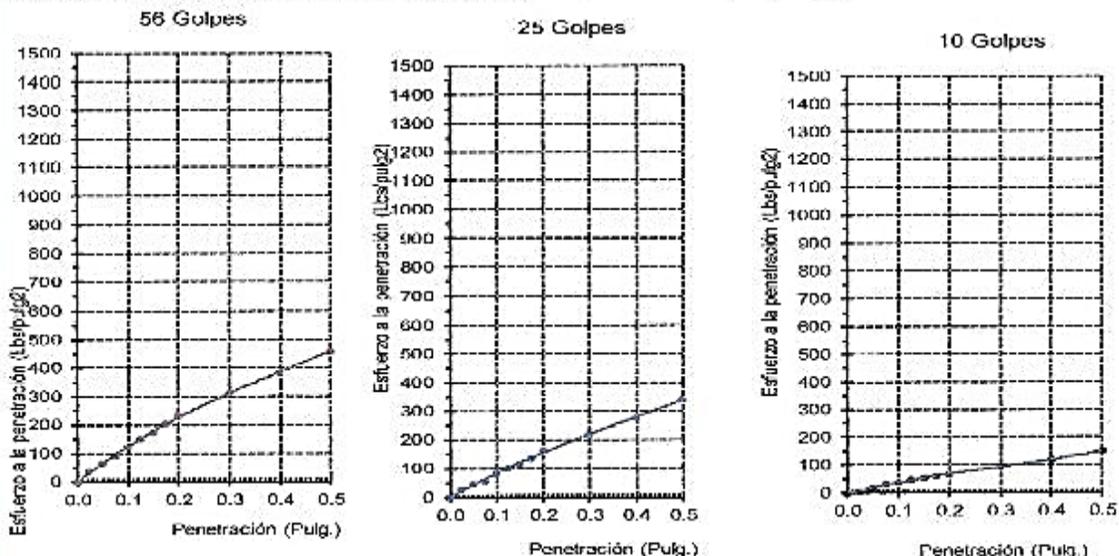


Rivadeneira y Alitas Henry
 LABORATORIO

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Ica, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco
Código: N.I.P. 339.14b / ASIM D 1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 9%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

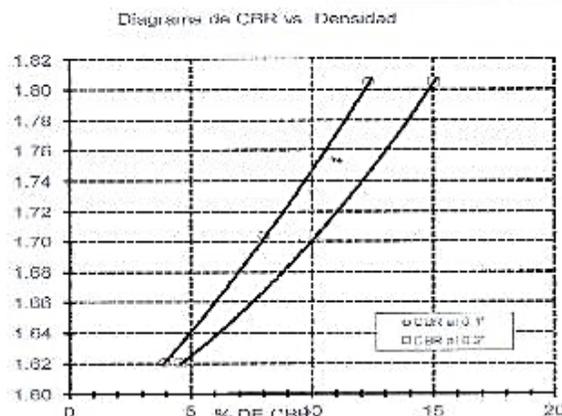
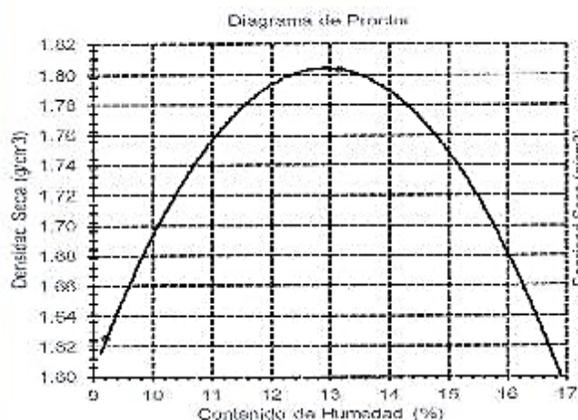
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

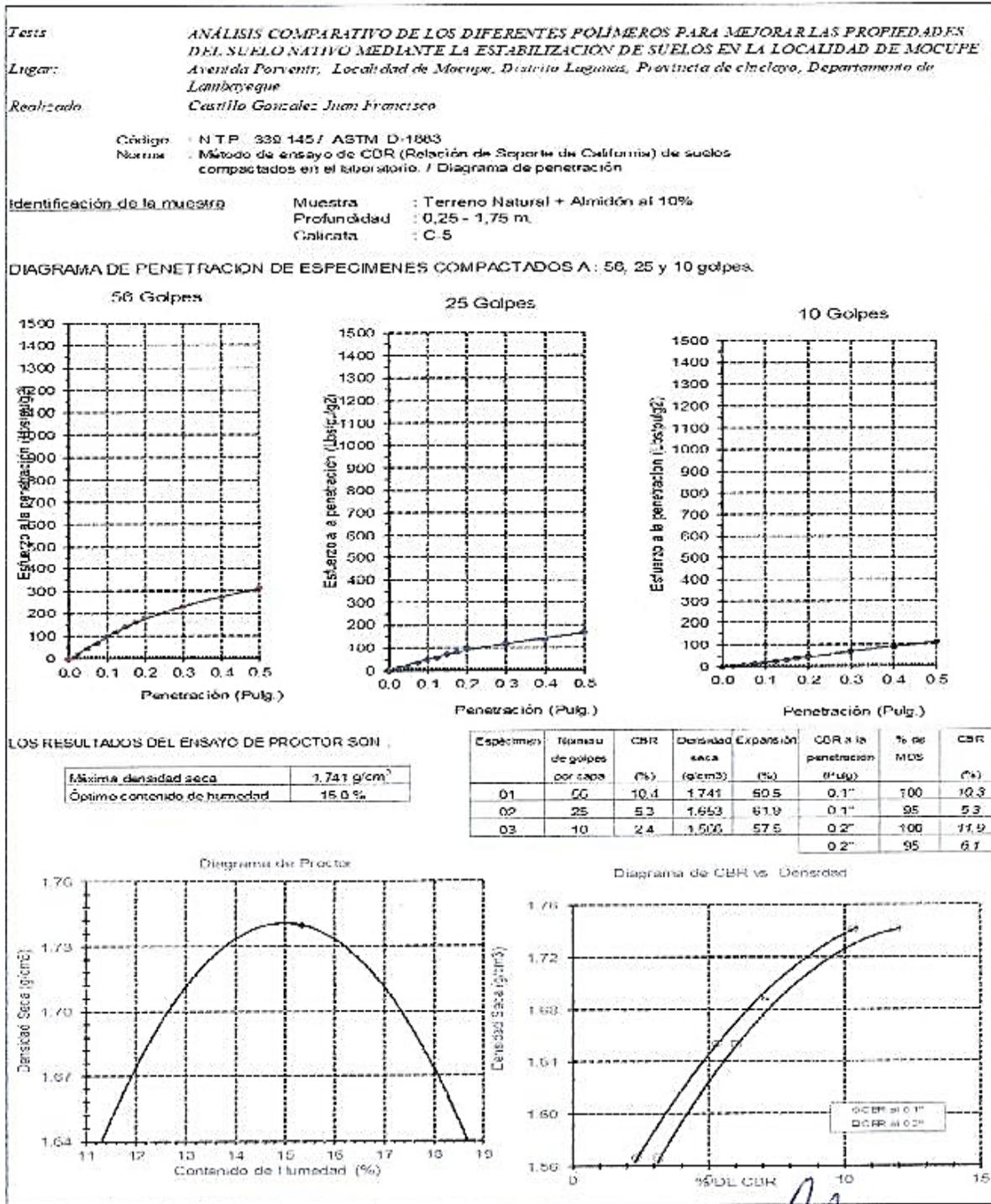
Máxima densidad seca	1.805 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	13.0 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (1"lg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	12.4	1.805	17.9	0.1"	100	12.4
02	25	8.1	1.704	30.8	0.1"	95	8.6
03	10	3.9	1.621	44.0	0.2"	100	15.0
					0.2"	95	10.9



[Handwritten Signature]
 RIVERO YRIBARRETA JENNY
 TÉCNICO DE LABORATORIO

TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 10%

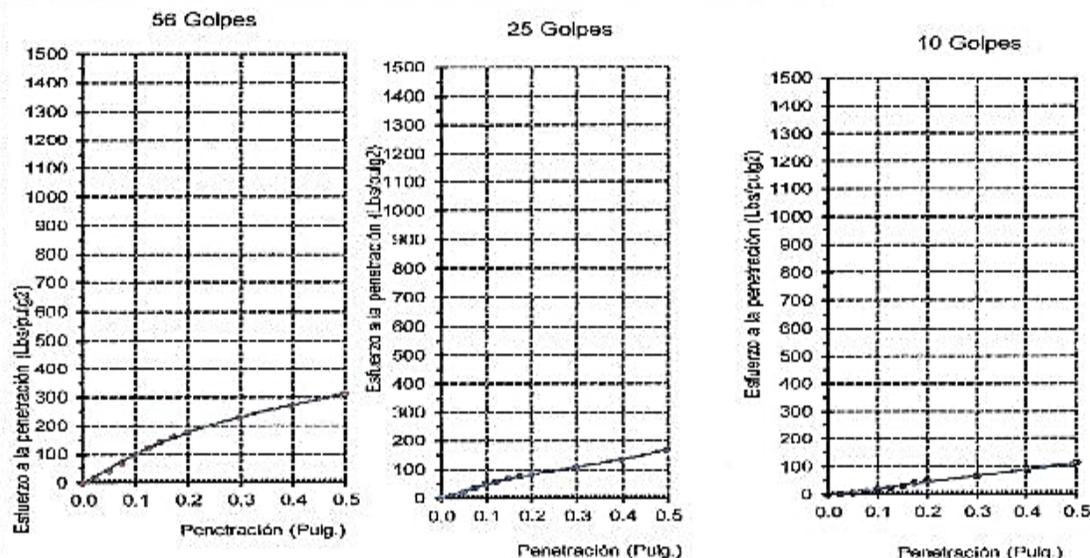


Tests : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SURLO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado : Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 339.145 / ASTM D-1853
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : **Muestra** : Terreno Natural + Almidón al 10%
Profundidad : 0.25 - 1.75 m.
Caliceta : C-5

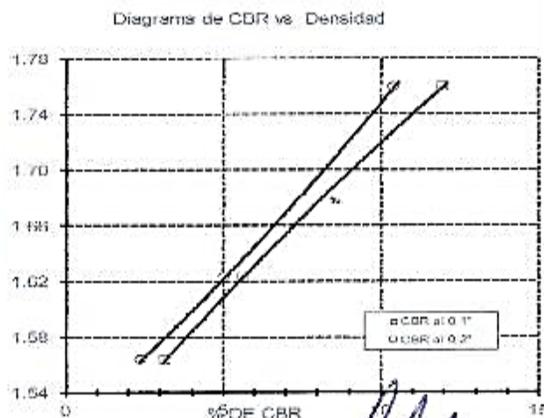
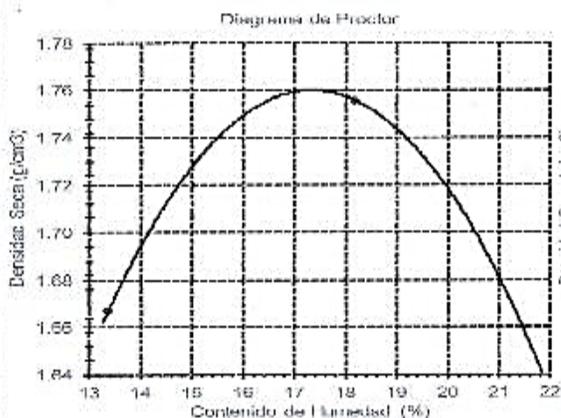
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.760 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	17.5 %

Especimen	Número de golpes por capa	CDR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.760	86.3	0.1"	100	10.6
02	25	5.1	1.623	48.1	0.1"	95	7.9
03	10	2.4	1.564	53.4	0.2"	100	12.0
					0.2"	95	7.7



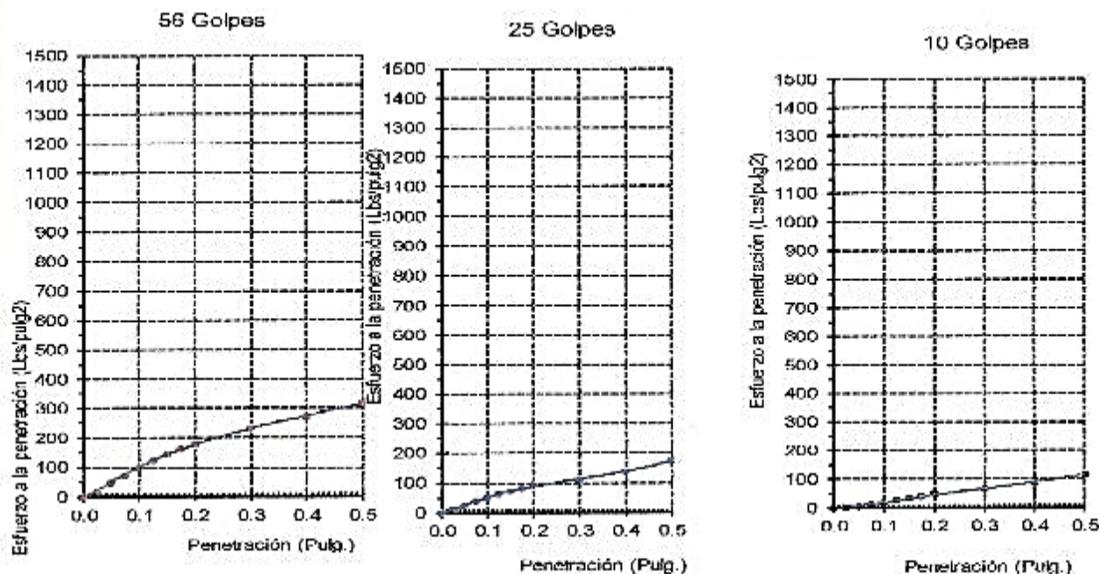
[Handwritten Signature]
TECNICO DE LABORATORIO

Tesis : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado : Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código : N.T.P. 309.145 / ASTM D-1883
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra : Muestra : Terreno Natural + Almidón al 10%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

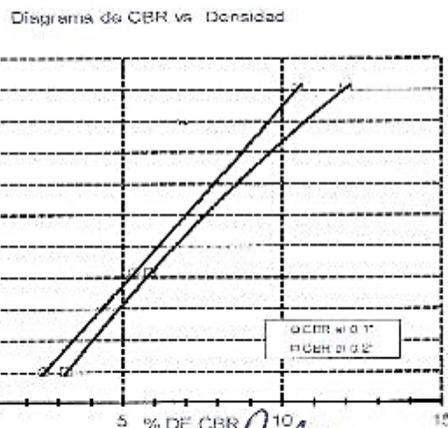
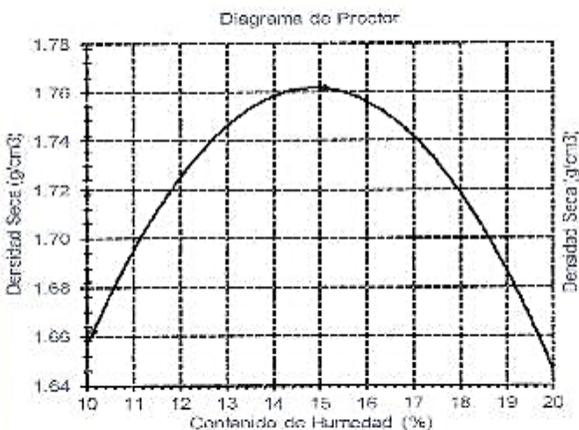
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.762 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.0 %

Especimen	Número de golpes por capas	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expanción (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDG	CBR (%)
01	56	10.5	1.762	29.3	0.1"	100	10.5
02	25	5.4	1.643	11.8	0.1"	95	6.8
03	10	2.6	1.580	46.8	0.2"	100	12.1
					0.2"	95	7.2



[Handwritten Signature]
 RIVERA J. J. J. J. J.
 TECNICO DE LABORATORIO

TERRENO NATURAL + ALMIDÓN 12%

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE

Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Ichilo, Departamento de Lambayeque

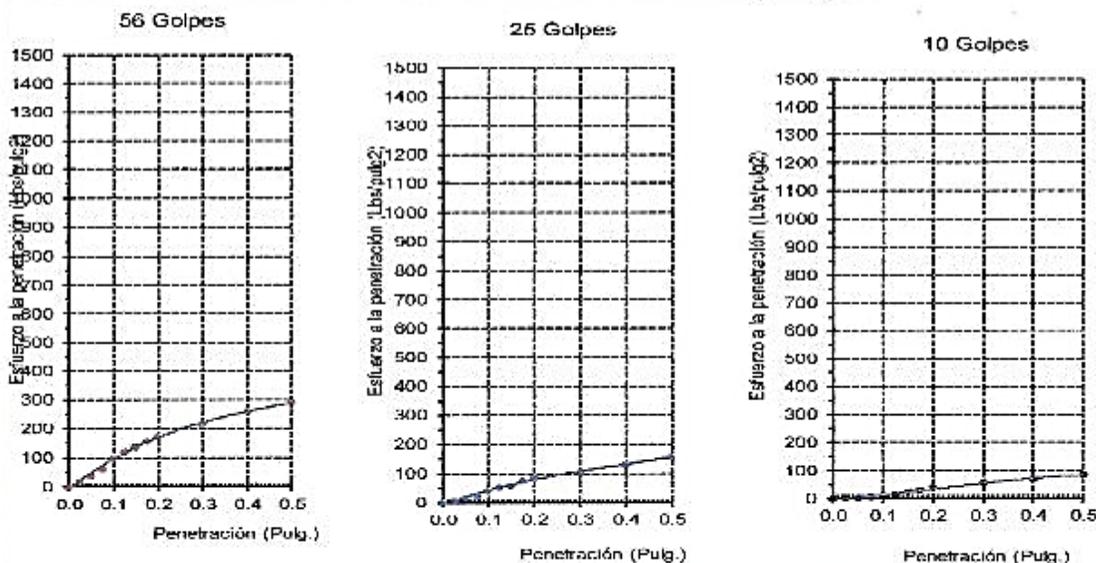
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883

Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 12%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

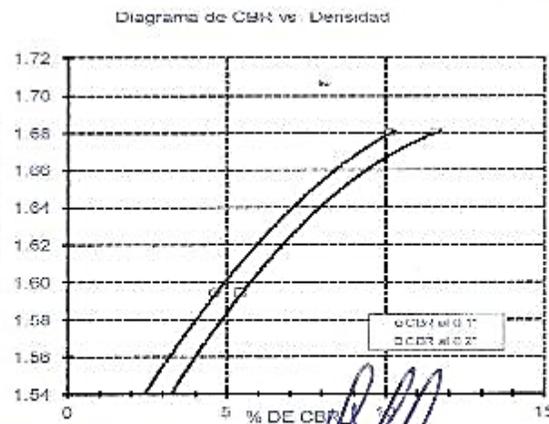
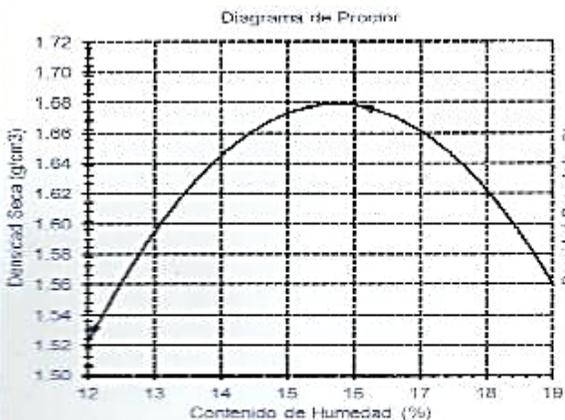
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.680 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.8 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Exparación (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.2	1.680	66.6	0.1"	100	10.2
02	25	4.7	1.594	60.9	0.1"	95	4.7
03	10	1.7	1.522	68.3	0.2"	100	11.6
					0.2"	95	5.5



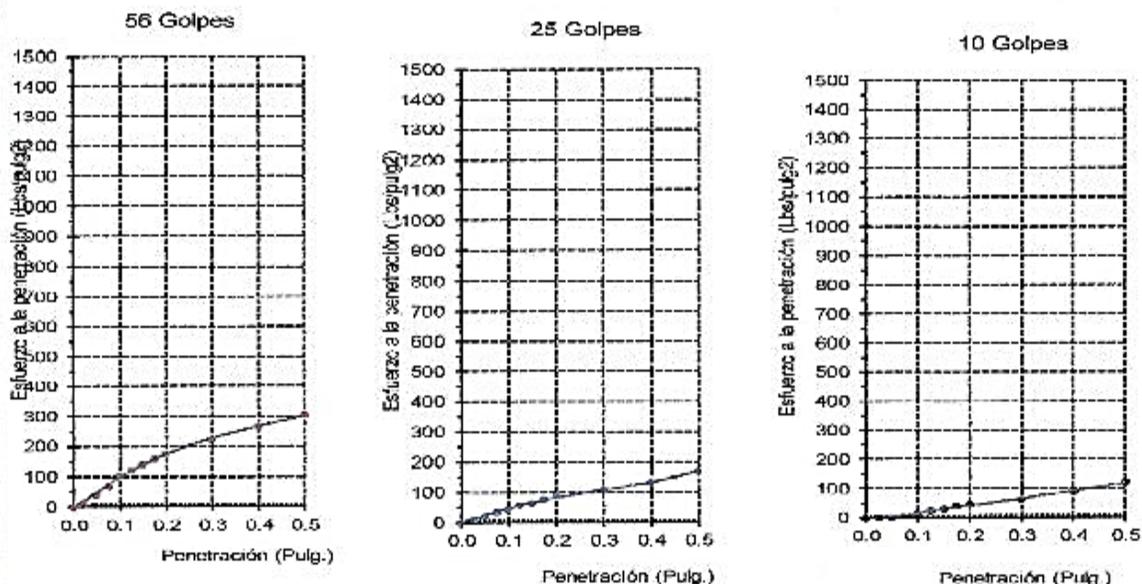

 Juan Francisco Castillo Gonzalez
 Ingeniero Civil

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 12%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

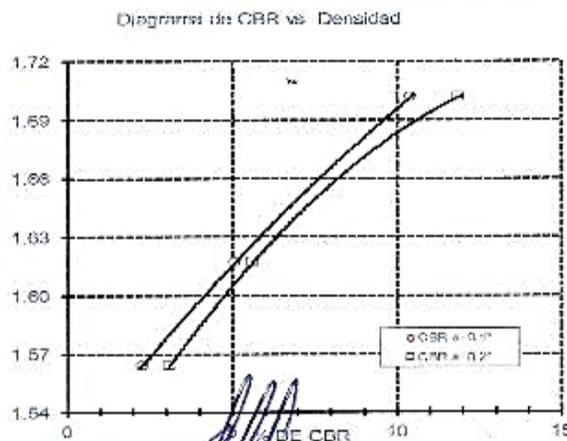
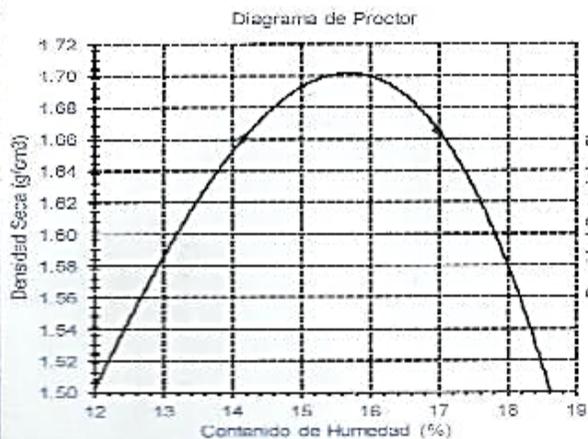
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.702 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.7 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.4	1.702	35.0	0.1"	100	10.5
02	25	5.1	1.617	48.0	0.1"	95	5.1
03	10	2.3	1.564	52.5	0.2"	100	11.9
					0.2"	95	5.6



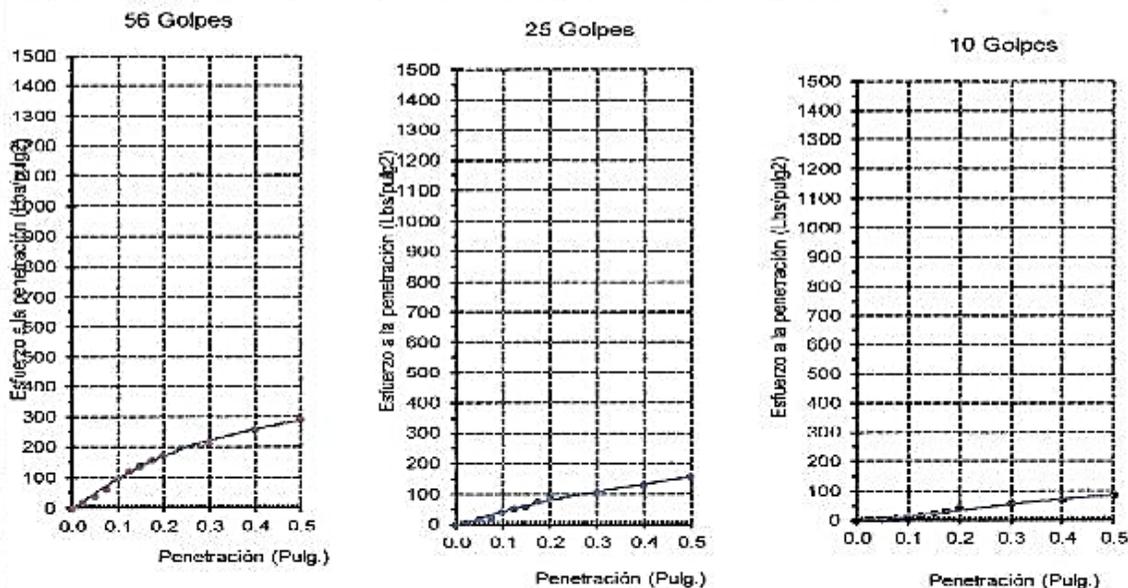
Rivero Vega Abúlas Henry
TECNICO DE LABORATORIO

Tesis: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUIPE
Lugar: Avenida Porvenir, Localidad de Mocupe, Distrito Lagunas, Provincia de Ichilayo, Departamento de Lambayeque
Realizado: Castillo Gonzalez Juan Francisco

Código: N.T.P. 339.145 / ASTM D-1883
Norma: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporta de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra: Muestra : Terreno Natural + Almidón al 12%
 Profundidad : 0,25 - 1,75 m.
 Calicata : C-5

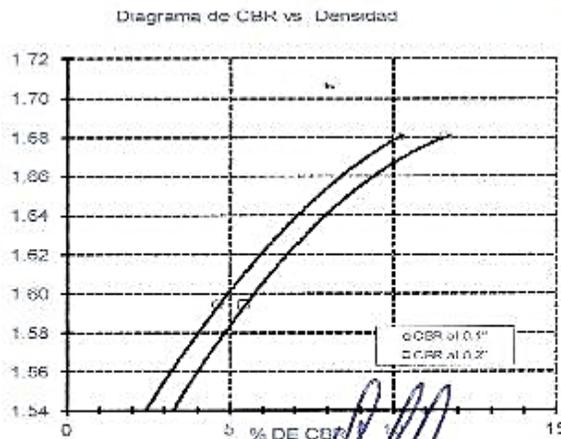
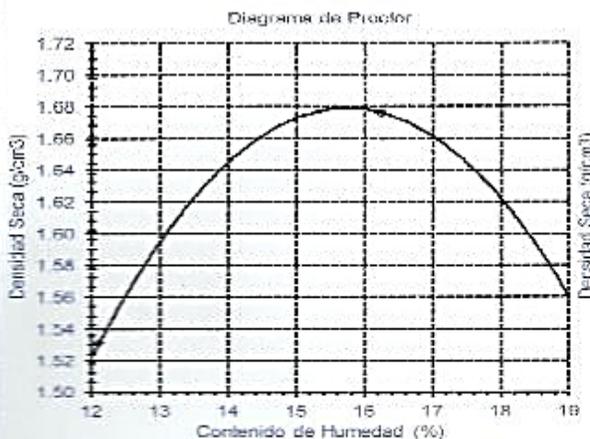
DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 10 golpes.



LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.680 g/cm ³
Óptimo contenido de humedad	15.8 %

Especimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Densidad seca (g/cm ³)	Expansión (%)	CBR a la penetración (Pulg.)	% de MDS	CBR (%)
01	56	10.2	1.680	58.6	0.1"	100	10.2
02	25	4.7	1.594	60.9	0.1"	95	4.7
03	10	1.7	1.522	66.3	0.2"	100	11.6
					0.2"	95	5.5



Juan Francisco Castillo Gonzalez
 TECNICO DE LABORATORIO

Anexo N° 09: Método capacidad de soporte (Proctor y CBR) – terrasil

CBR: TERRENO NATURAL + TERRASIL 0.5 kg/m³

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO:
 : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.

NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.40%)

FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

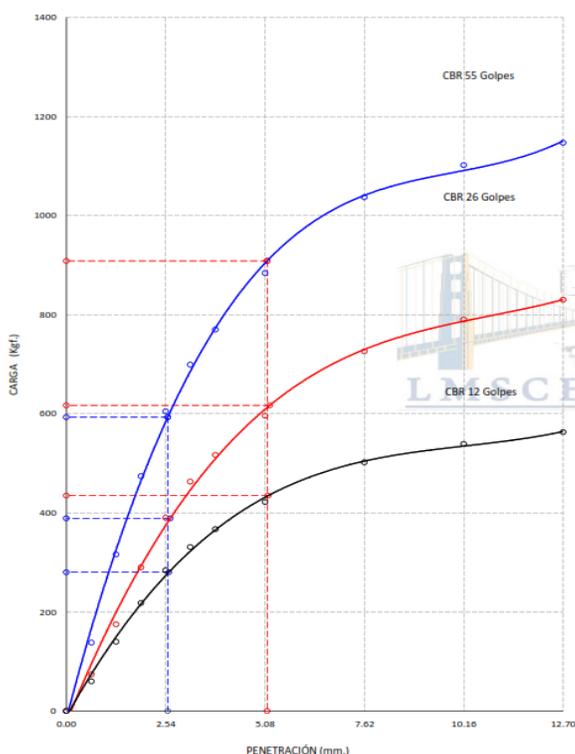


GRAFICO DEL PROCTOR

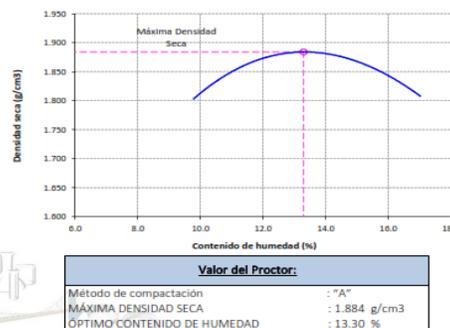
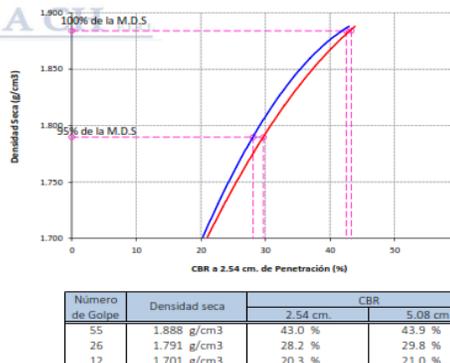


GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	30.8	43.0	19.8	28.2	14.3	20.3
105.46		5.08	0.2	45.0	43.9	31.4	29.8	22.1	21.0

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	42.5 %	43.3 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	28.1 %	29.7 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 Ing. Juan Francisco Castillo González
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

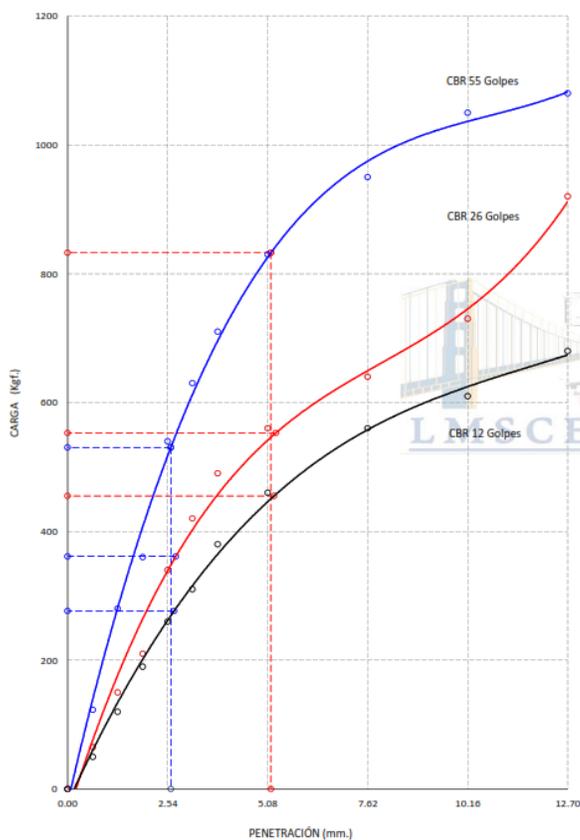
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (0.50%)

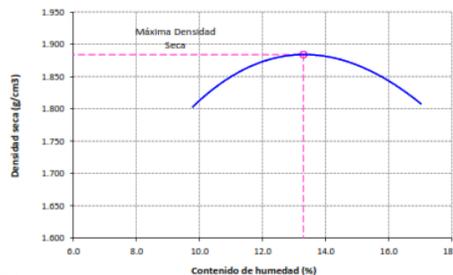
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



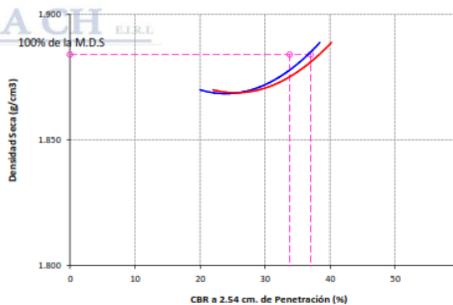
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	27.5	38.4	18.4	26.2	14.1	20.0
105.46	5.08	0.2	42.3	40.2	28.2	26.7	23.2	22.0

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.884 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 13.30 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.889 g/cm ³	38.4 %	40.2 %
26	1.869 g/cm ³	26.2 %	26.7 %
12	1.870 g/cm ³	20.0 %	22.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	33.8 %	37.0 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	20.0 %	22.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE ANIBAL FORMASCA BASTA
 TÉCNICO DE SUELOS Y FUNDACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (0.50%)

FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRÁFICO CARGA vs PENETRACIÓN

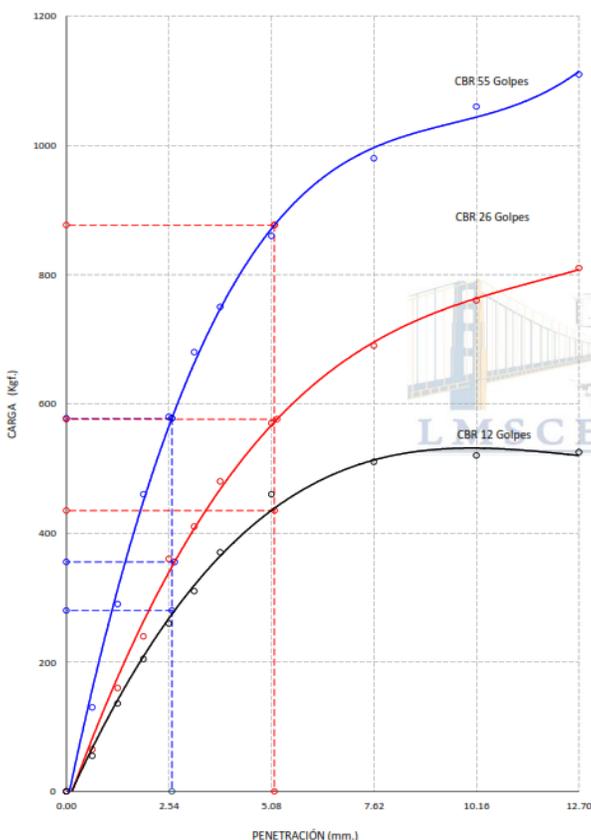
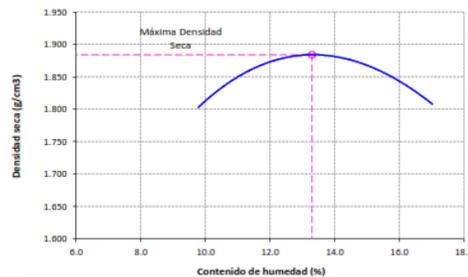


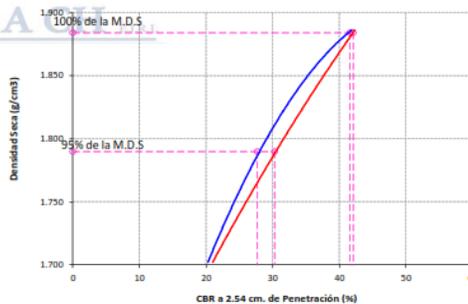
GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:

Método de compactación : "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA : 1.884 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 13.30 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.886 g/cm ³	41.8 %	42.3 %
26	1.766 g/cm ³	25.7 %	27.8 %
12	1.702 g/cm ³	20.3 %	21.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	41.6 %	42.1 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	27.7 %	30.3 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

STAND.	CARGA Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
	70.31	2.54	0.1	29.5	41.8	18.1	25.7	14.3	20.3
	105.46	5.08	0.2	43.8	42.3	29.3	27.8	22.1	21.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 CORPORACION COMPAÑIA ESTADUNIDENSE DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR: TERRENO NATURAL + TERRASIL 1 kg/m³

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

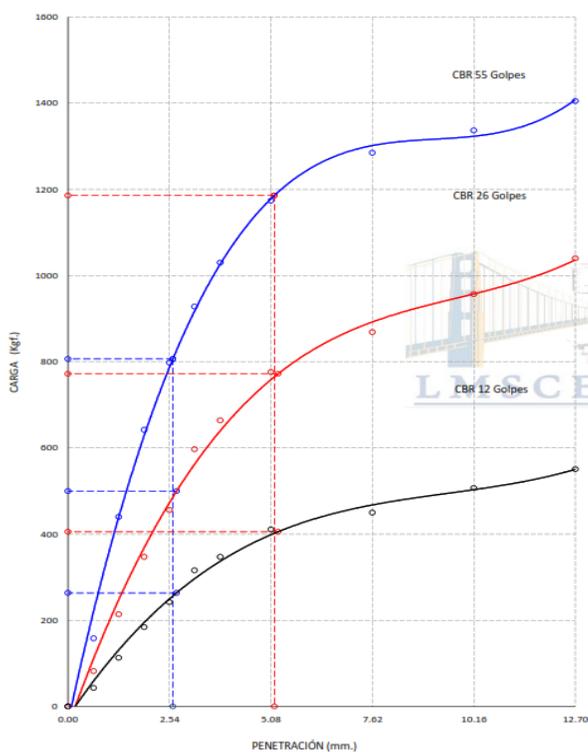
SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO. NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.00%)

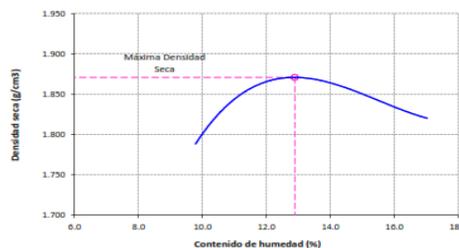
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



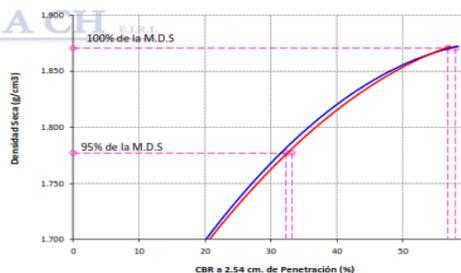
STAND.	CARGA Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	40.6	58.4	25.5	36.2	13.4	19.1	
105.46	5.08	0.2	59.8	57.3	39.3	37.3	20.7	19.6	

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.871 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.89 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.872 g/cm ³	58.4 %	57.3 %
26	1.802 g/cm ³	36.2 %	37.3 %
12	1.692 g/cm ³	19.1 %	19.6 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	58.0 %	56.8 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	32.3 %	33.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 Ing. Juan Francisco Castillo González
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

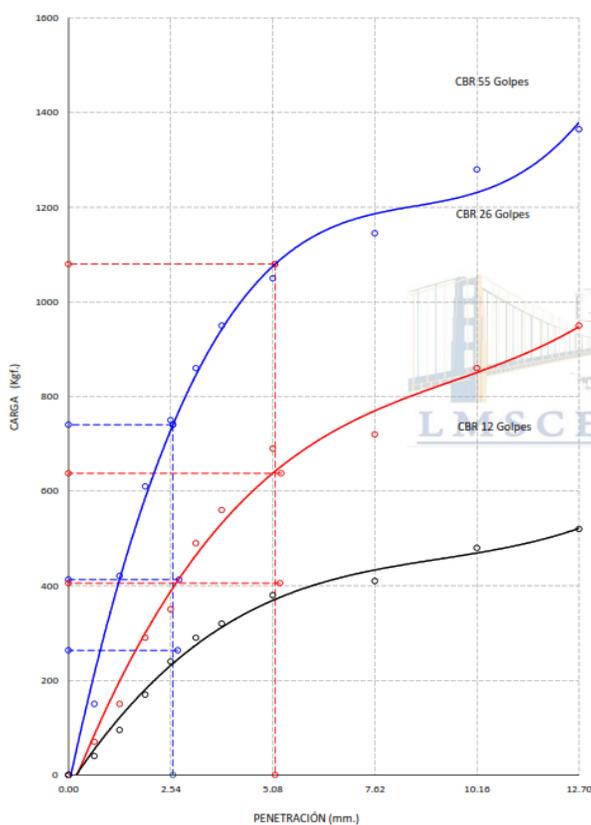
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.00%)

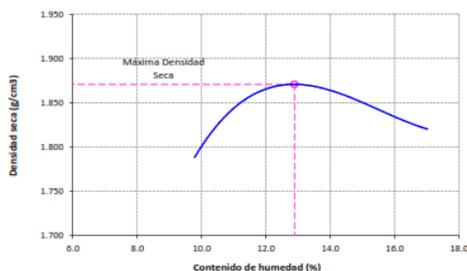
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



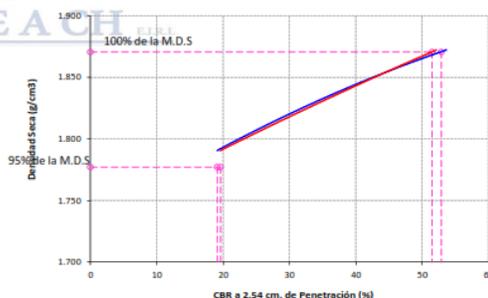
CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	38.2	53.6	21.0	29.9	13.4	19.1
105.46		5.08	0.2	53.5	52.2	32.5	30.8	20.7	19.6

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.871 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.89 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.872 g/cm ³	53.6 %	52.2 %
26	1.820 g/cm ³	29.9 %	30.8 %
12	1.791 g/cm ³	19.1 %	19.6 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	52.9 %	51.5 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	19.1 %	19.6 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 FONDO CENTRAL, ZONAPARCA BUENA VISTA, CIUDAD DE RIQUAZO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO:
 : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
 NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.00%)

FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

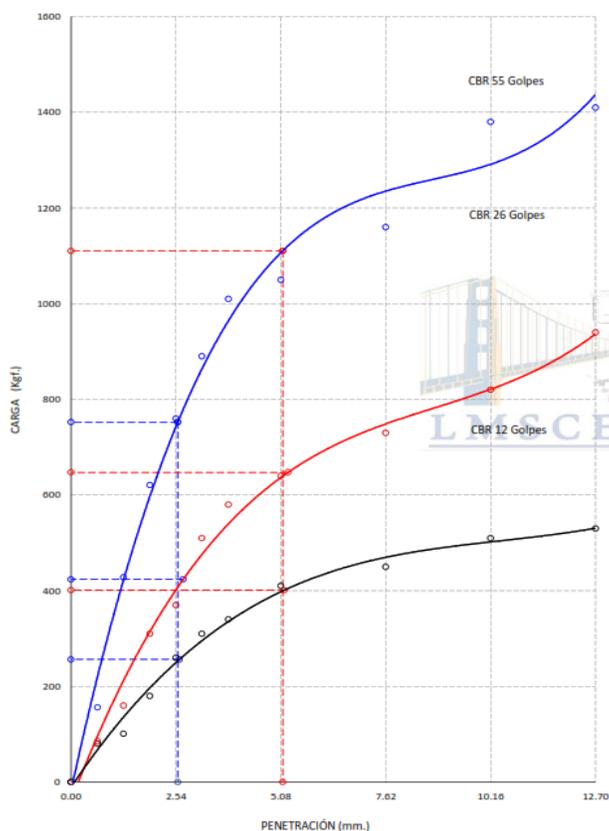
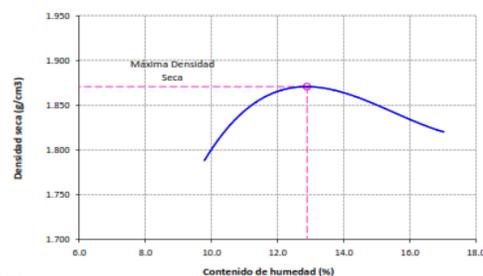
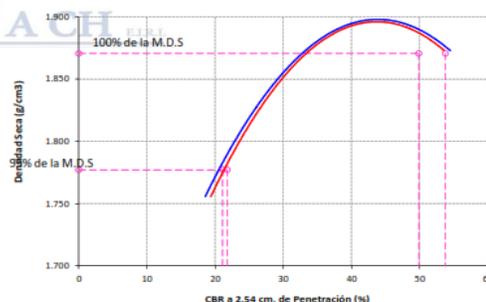


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.871 g/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.89 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.873 g/cm³	54.5 %	53.6 %
26	1.859 g/cm³	30.7 %	31.3 %
12	1.756 g/cm³	18.6 %	19.4 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	53.8 %	49.9 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	21.1 %	21.8 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	38.7	54.5	21.6	30.7	13.0	18.6
105.46	5.08	0.2	53.5	53.6	33.0	31.3	20.4	19.4

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 JORGE ARIBAL COMAPARCA BARTA
 INGENIERO DE SUELOS Y FUNDACIONES

CBR: TERRENO NATURAL + TERRASIL 1.4 kg/m³

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

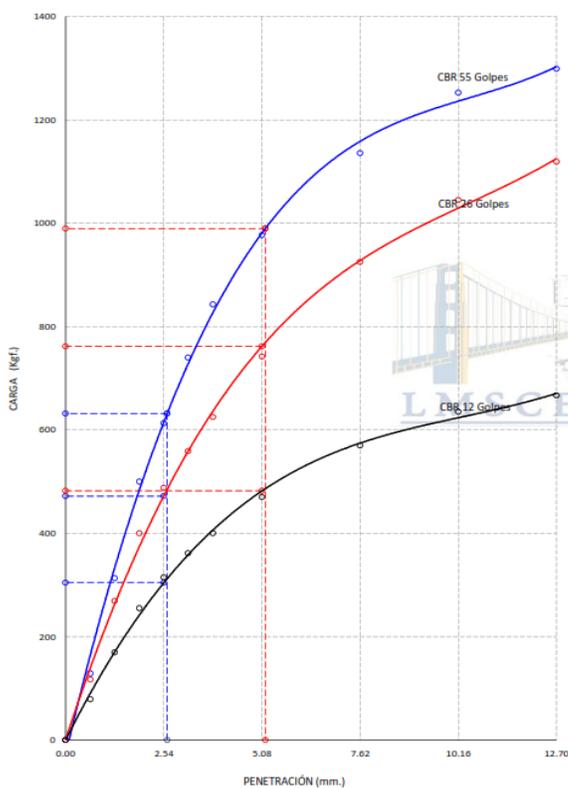
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO. NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.40%)

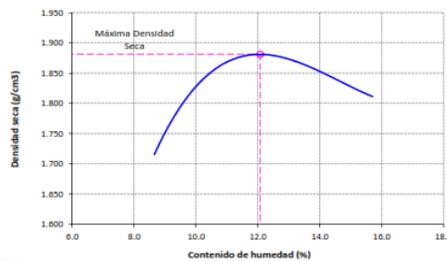
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



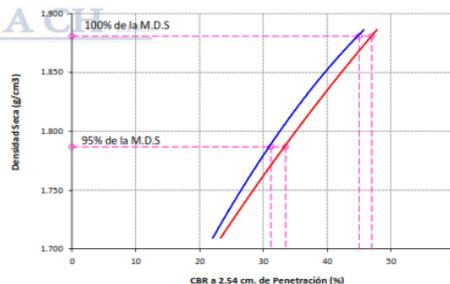
CARGA STAND.	PENETRACIÓN	55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN			
		Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1		31.2	45.8	24.0	34.2	15.5	22.1
105.46	5.08	0.2		49.8	47.8	38.8	36.8	24.6	23.3

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.881 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.08 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.886 g/cm3	45.8 %	47.8 %
26	1.812 g/cm3	34.2 %	36.8 %
12	1.709 g/cm3	22.1 %	23.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	45.0 %	47.0 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	31.2 %	33.5 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

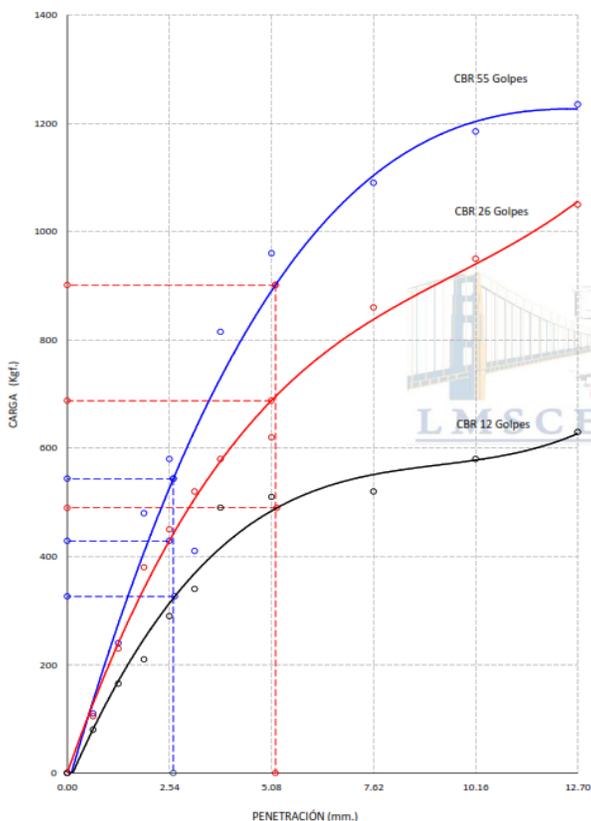
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.40%)

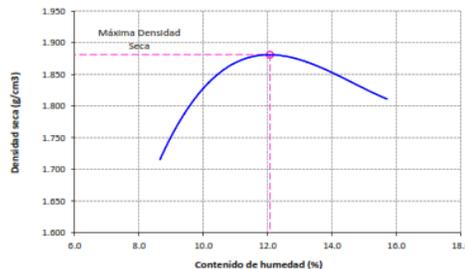
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



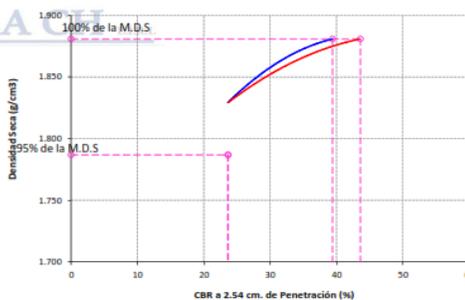
CARGA STAND.	CARGA Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	29.5	39.4	21.8	31.1	16.6	23.6	
105.46	5.08	0.2	48.9	43.5	35.0	33.2	24.9	23.7	

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.881 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.08 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.881 g/cm ³	39.4 %	43.5 %
26	1.861 g/cm ³	31.1 %	33.2 %
12	1.829 g/cm ³	23.6 %	23.7 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	39.4 %	43.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	23.6 %	23.7 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS
 CHICLAYO E.I.R.L.
 JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
 INGENIERO CIVIL
 TÍTULO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

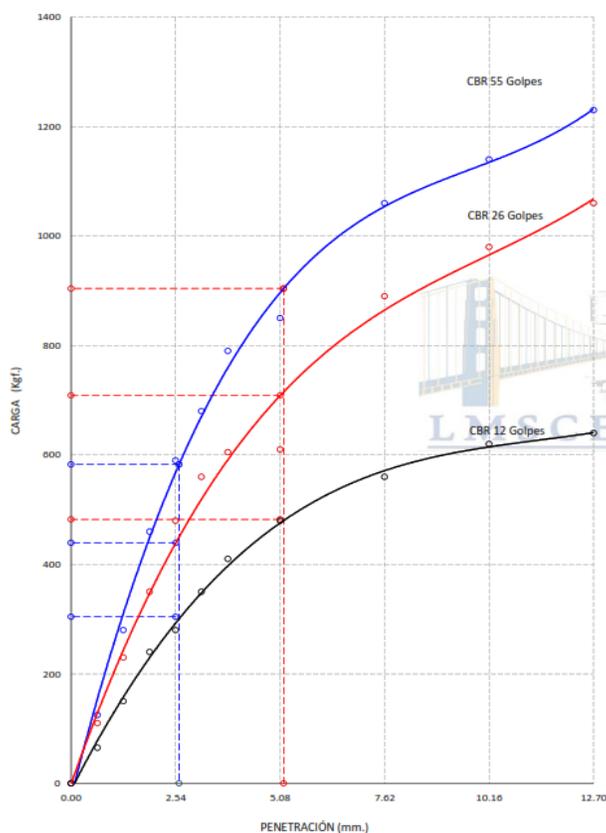
SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

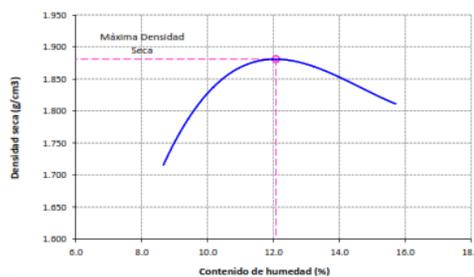
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.40%)

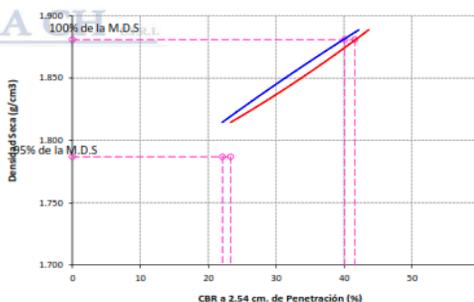
FECHA DEL ENSAYO: 11/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

CARGA STAND.	Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	30.0	42.2	22.4	31.8	15.5	22.1
105.46		5.08	0.2	43.3	43.7	36.1	34.2	24.6	23.3

GRAFICO DEL PROCTOR**Valor del Proctor:**

Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.881 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.08 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.

Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.889 g/cm ³	42.2 %	43.7 %
26	1.852 g/cm ³	31.8 %	34.2 %
12	1.814 g/cm ³	22.1 %	23.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	40.1 %	41.6 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	22.1 %	23.3 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 S.A.S.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE ORTIZ COMAPARCA SANTA
 TERC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR: TERRENO NATURAL + TERRASIL 1.5 kg/m³

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

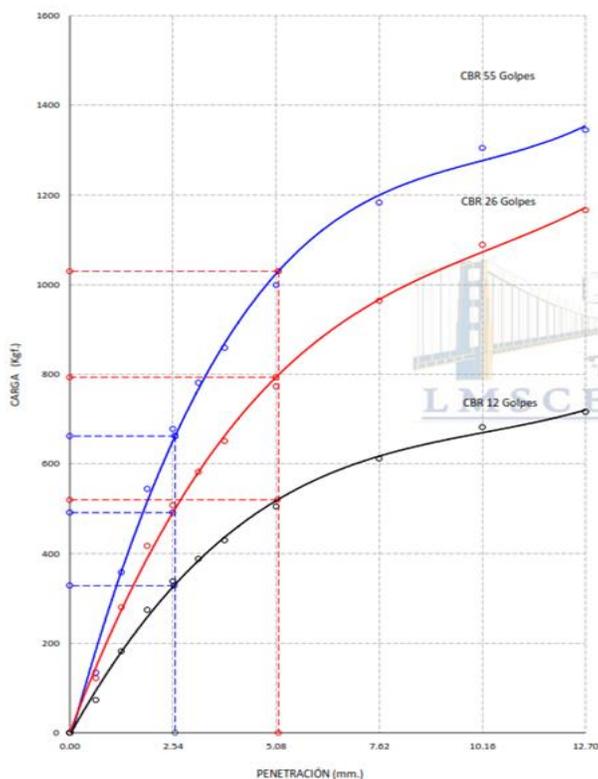
SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO. NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.50%)

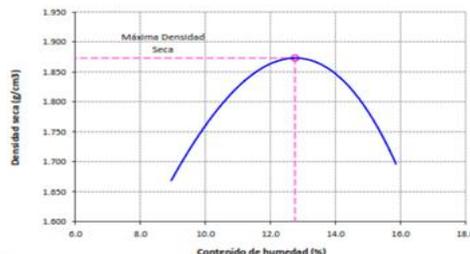
FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



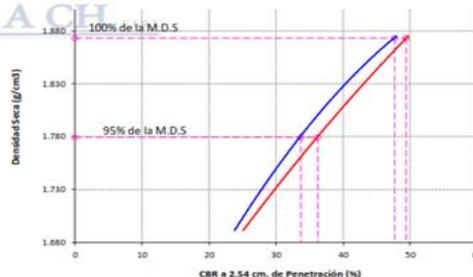
CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	34.5	48.0	25.0	35.6	16.7	23.8
105.46	5.08	0.2	50.9	49.7	40.4	38.3	26.5	25.1

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.873 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.76 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.875 g/cm ³	48.0 %	49.7 %
26	1.796 g/cm ³	35.6 %	38.3 %
12	1.692 g/cm ³	23.8 %	25.1 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	47.7 %	49.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	33.7 %	36.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag. 02 de 02

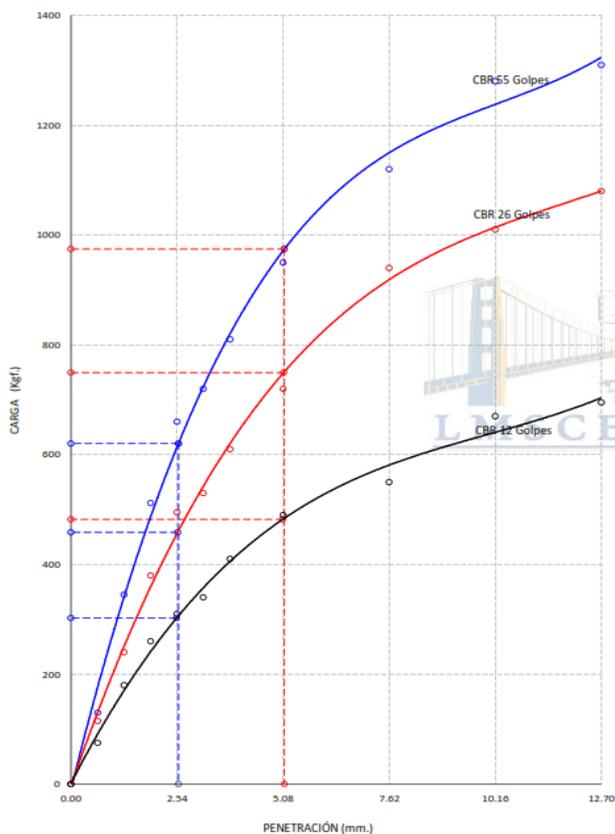
SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.50%)

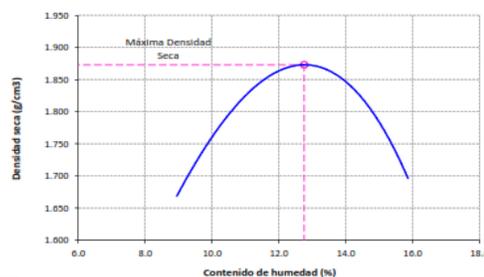
FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



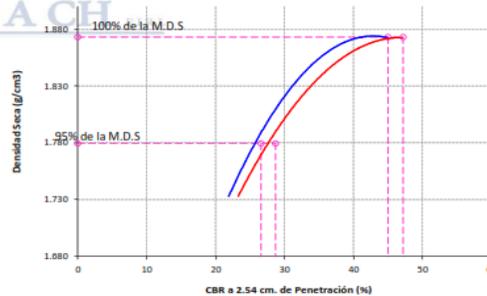
CARGA STAND.	Kg/cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31		2.54	0.1	33.6	44.9	23.4	33.2	15.4	21.9
105.46		5.08	0.2	48.4	47.1	38.2	36.2	24.6	23.3

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.873 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.76 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.873 g/cm ³	44.9 %	47.1 %
26	1.844 g/cm ³	33.2 %	36.2 %
12	1.733 g/cm ³	21.9 %	23.3 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	45.0 %	47.2 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	26.6 %	28.7 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE PERAZA
 JEFE DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCION: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

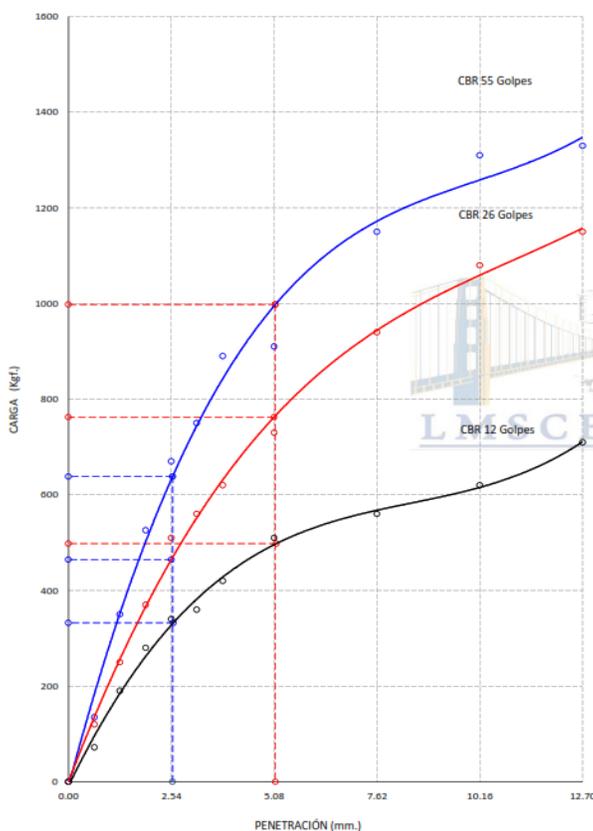
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (1.50%)

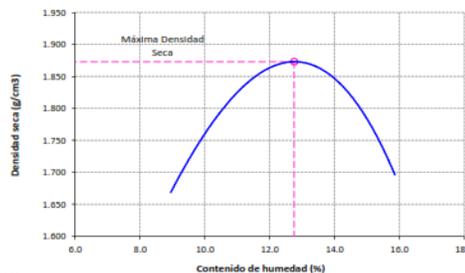
FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRÁFICO CARGA vs PENETRACIÓN



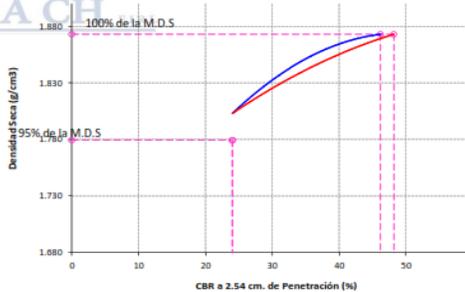
STAND.	CARGA Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm	Pulg	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
	70.31	2.54	0.1	34.1	46.2	23.7	33.7	16.9	24.1
	105.46	5.08	0.2	46.3	48.2	38.8	36.8	25.4	24.0

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.873 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.76 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.873 g/cm ³	46.2 %	48.2 %
26	1.847 g/cm ³	33.7 %	36.8 %
12	1.803 g/cm ³	24.1 %	24.0 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1" 2.54 cm.	0.2" 5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	46.2 %	48.2 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	24.1 %	24.0 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 J. Castillo
 INGENIERO CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 T.S.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CBR: TERRENO NATURAL + TERRASIL 2.0 kg/m³

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag : 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO. NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA
IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (2.00%)

FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

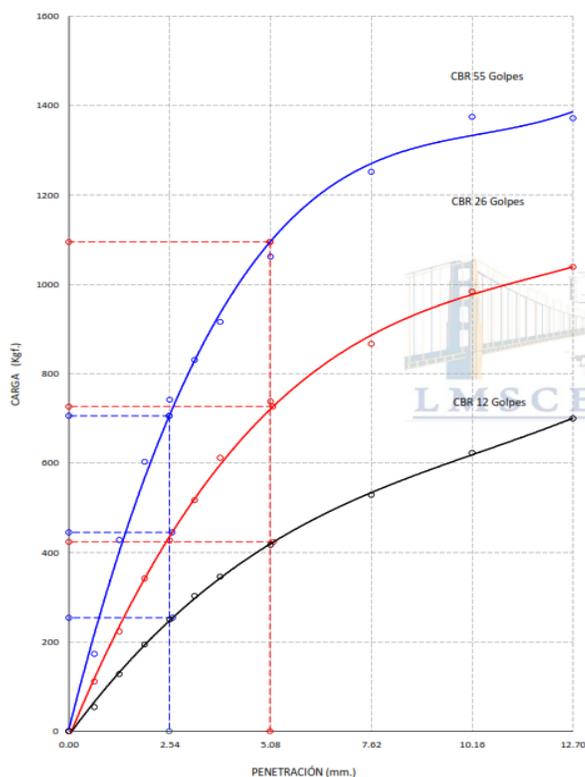
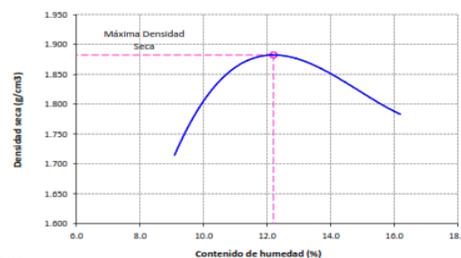
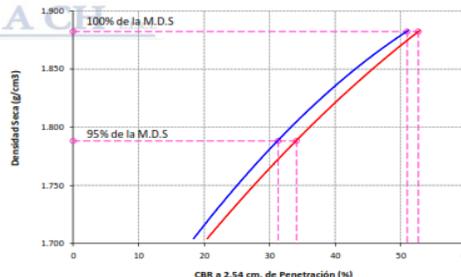


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.882 g/cm ³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.20 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C. B. R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.883 g/cm ³	51.1 %	52.9 %
26	1.794 g/cm ³	32.2 %	35.1 %
12	1.704 g/cm ³	18.4 %	20.5 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	51.0 %	52.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	31.3 %	34.1 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm ²	PENETRACIÓN	55 GOLPES CORRECCIÓN				26 GOLPES CORRECCIÓN				12 GOLPES CORRECCIÓN			
		Mm.	Pulg.	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
70.31	2.54	0.1	37.8	51.1	22.7	32.2	12.9	18.4					
105.46	5.08	0.2	54.1	52.9	37.0	35.1	21.6	20.5					

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZALEZ
 INGENIERO CIVIL EN OBRAS DE SUELOS Y FUNDACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (2.00%)

FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN

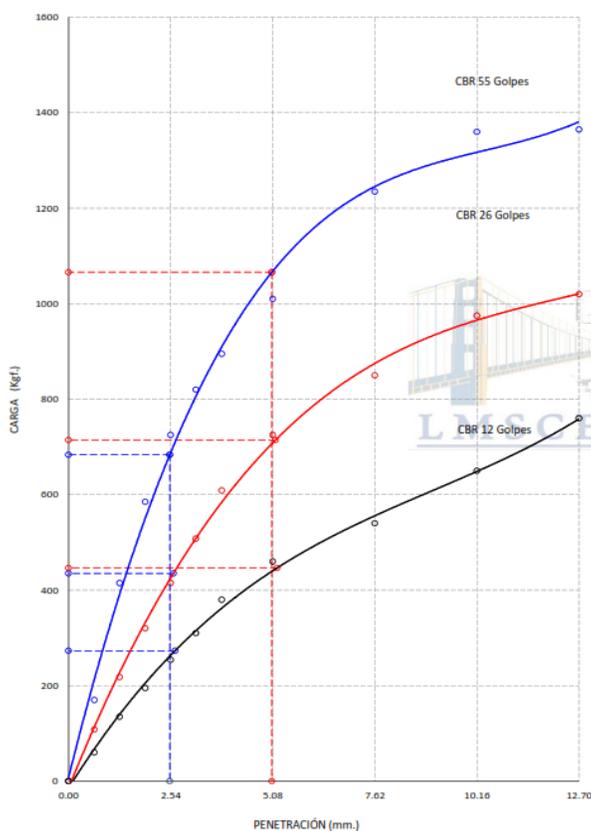
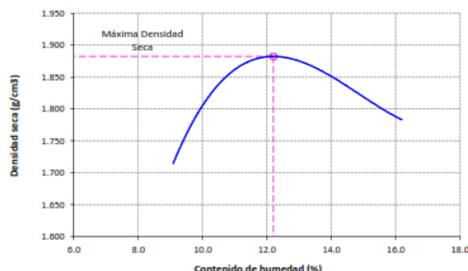
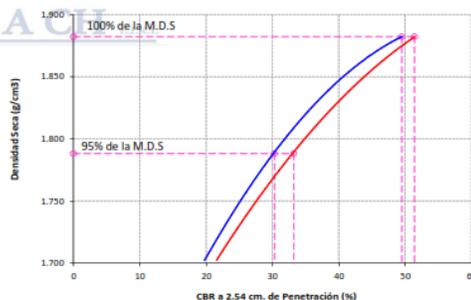


GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.882 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.20 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.882 g/cm3	49.5 %	51.5 %
26	1.798 g/cm3	31.5 %	34.5 %
12	1.702 g/cm3	19.8 %	21.6 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	49.5 %	51.4 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	30.3 %	33.2 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

CARGA STAND. Kg./cm²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
	Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
70.31	2.54	0.1	36.9	49.5	22.2	31.5	13.9	19.8
105.46	5.08	0.2	51.4	51.5	36.4	34.5	22.7	21.6

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- Excavación realizado a cielo abierto.
- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JOSE ANTONIO TOMAFARCA BUNTA
 JEFE DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 02 de 02

SOLICITANTE: : JUAN FRANCISCO CASTILLO GONZÁLEZ
ATENCIÓN: : ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
PROYECTO: : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS DIFERENTES POLÍMEROS PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL SUELO NATIVO MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN LA LOCALIDAD DE MOCUPE
UBICACIÓN: martes, 1 de Setiembre de 2020
FECHA RECEPCIÓN: viernes, 11 de Setiembre de 2020

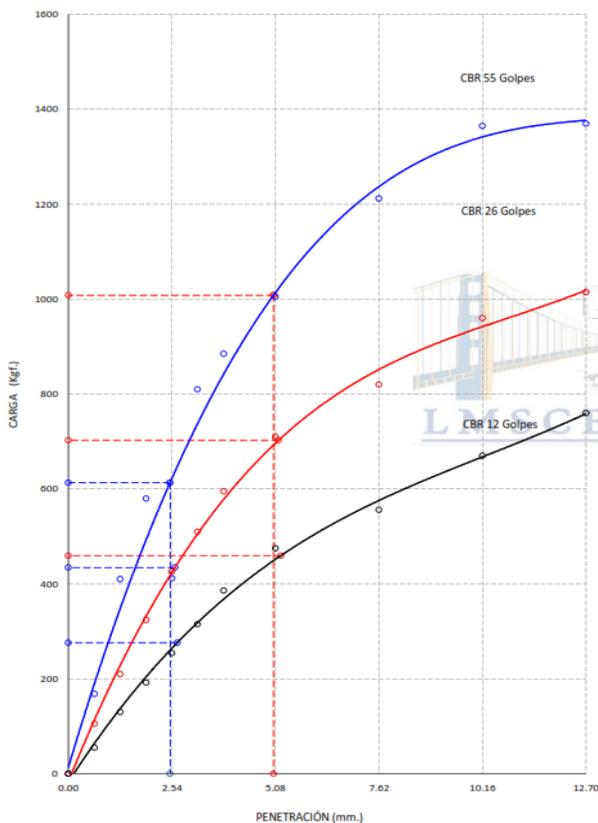
CBR DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO.
NORMA: MTC E 132, Basado en la Norma ASTM D-1883 y AASHTO T-193

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Suelo estabilizado con Aditivo.
PRESENTACIÓN: Aditivo: TERRASIL (2.00%)

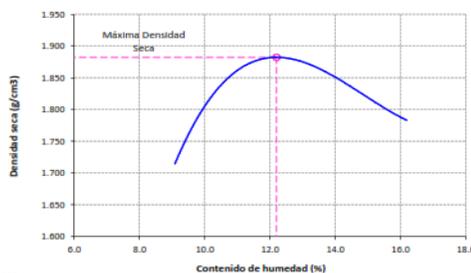
FECHA DEL ENSAYO: 2/09/2020

GRAFICO CARGA vs PENETRACIÓN



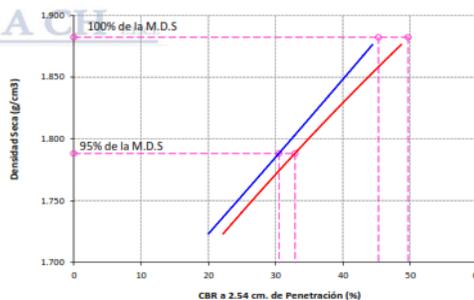
STAND.	CARGA Kg./cm ²	PENETRACIÓN		55 GOLPES CORRECCIÓN		26 GOLPES CORRECCIÓN		12 GOLPES CORRECCIÓN	
		Mm.	Pulg.	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%
	70.31	2.54	0.1	21.0	44.4	22.1	31.5	14.1	20.0
	105.46	5.08	0.2	51.2	48.7	35.8	33.9	23.4	22.2

GRAFICO DEL PROCTOR



Valor del Proctor:	
Método de compactación	: "A"
MÁXIMA DENSIDAD SECA	: 1.882 g/cm3
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 12.20 %

GRAFICO PARA DETERMINACION DEL C.B.R.



Número de Golpe	Densidad seca	CBR	
		2.54 cm.	5.08 cm.
55	1.876 g/cm3	44.4 %	48.7 %
26	1.794 g/cm3	31.5 %	33.9 %
12	1.723 g/cm3	20.0 %	22.2 %

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS.

Valor del CBR de Penetración:	0.1"	0.2"
	2.54 cm.	5.08 cm.
C.B.R. al 100 % de la M.D.S.:	45.3 %	49.7 %
C.B.R. al 95 % de la M.D.S.:	30.5 %	32.9 %
Condiciones del Ensayo:	Saturado	

OBSERVACIONES:

- 1.- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- 2.- Excavación realizado a cielo abierto.
- 3.- Según lo indicado por el peticionario, la muestra procede de la Suelo estabilizado con Aditivo.
- 4.- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obras. (Artículo 5 - SUELOS Y CIMENTACIONES - Norma E.050)

LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 FONDOS: AV. TAPACHACA N.º 14
 CHICLAYO - PERU
 FONOS: 051 051 425 1111
 051 051 425 1112

Anexo N° 10: Permeabilidad – Terreno natural

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.SEMP
ASFALTOS

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cet: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

PERMEABILIDAD DEL SUELO
(AASHTO T125-66)

PROYECTO	"Análisis Comparativo de los Diferentes Polímeros para Mejorar las Propiedades del Suelo Nativo Mediante la Estabilización de Suelos en la Localidad de Mocupe".	
UBICACIÓN	: Localidad de Mocupe	
MATERIAL	: Terreno Natural	RESP. LAB.: S.B.F.
MUESTRA	: M-01	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Juan Francisco Castillo González	FECHA: 16/09/2020

Donde:

$$K = \frac{a * L * Ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)}{A * t}$$

$$fc = \frac{\gamma_t}{\gamma_{20}}$$

- K: Coeficiente de permeabilidad (cm/s)
a: Área de la sección de la bureta (cm²)
L: Altura de la muestra de suelo (cm)
A: Área de la sección de la muestra ensayada (cm²)
T: Tiempo del ensayo (seg)
h1: Altura de agua al comienzo del ensayo (cm)
h2: Altura de agua al finalizar el ensayo (cm)
Ln: Logaritmo natural
fc: Factor de corrección de temperatura (fc)
Yt: Viscosidad del agua a temperatura de la muestra
Y20: Viscosidad del agua a 20°C

Muestra	T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm ²)	L (cm)	A (cm ²)	fc	K20 (cm/s)
01	1800	100.00	97.10	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00005
02	1800	97.10	96.90	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00000
03	1800	96.90	95.80	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00002
04	1800	95.80	93.90	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00003
05	1800	93.90	91.50	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00004
06	1800	91.50	89.40	3.142	70.00	70.882	0.953	0.00004
K promedio							3.07E-05	
Descripción							POCO PERMEABLE	

 SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Secundino Burza Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



Anexo N° 11: Permeabilidad – terreno natural + 8.8% Almidón de papa

**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.**


Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook:  Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emlaboratorios.com

PERMEABILIDAD DEL SUELO
(AASHTO T125-66)

PROYECTO	"Análisis Comparativo de los Diferentes Polímeros para Mejorar las Propiedades del Suelo Nativo : Mediante la Estabilización de Suelos en la Localidad de Mocupe".		
UBICACIÓN	: Localidad de Mocupe		
MATERIAL	: Terreno Natural + Almidón	RESP. LAB.:	S.B.F.
MUESTRA	: M-01	TEC. LAB.:	C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Juan Francisco Castillo González	FECHA:	16/09/2020

Donde:

$$K = \frac{a * L * Ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)}{A * t}$$

$$fc = \frac{\gamma_t}{\gamma_{20}}$$

K: Coeficiente de permeabilidad (cm/s)
a: Área de la sección de la bureta (cm²)
L: Altura de la muestra de suelo (cm)
A: Área de la sección de la muestra ensayada (cm²)
T: Tiempo del ensayo (seg)
h1: Altura de agua al comienzo del ensayo (cm)
h2: Altura de agua al finalizar el ensayo (cm)
Ln: Logaritmo natural
fc: Factor de corrección de temperatura (fc)
Yt: Viscosidad del agua a temperatura de la muestra
Y20: Viscosidad del agua a 20°C

Muestra	T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm ²)	L (cm)	A (cm ²)	fc	K20 (cm/s)
01	1800	100.00	99.75	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000004
02	1800	99.75	99.46	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000005
03	1800	99.46	99.10	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000006
04	1800	99.10	98.62	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000008
05	1800	98.62	98.10	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000009
06	1800	98.10	97.80	3.142	70.00	70.882	0.953	0.000005
K promedio							6.10E-06	
Descripción							MUY POCO PERMEABLE	

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

**SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**
Secundino Burgos Fernández
ING. CIVIL
REG. CIP. 169278



Anexo N° 12: Permeabilidad – terreno natural + Terrasil 1.4 kg/m³SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS
Y PAVIMENTOS S.A.C.

Calle Juan Pablo II N° 682, of. 2do Piso - Urb. Las Brisas - Chiclayo.
Telf. (074) 619319 - Cel: 948 852 622 / 954 131 476 / 998 928 250
Email: servicios_lab@hotmail.com
Búscanos en Facebook: Laboratorios de Suelos Chiclayo
Pág. WEB: www.emplaboratorios.com

PERMEABILIDAD DEL SUELO
(AASTHO T125-66)

PROYECTO	"Análisis Comparativo de los Diferentes Polímeros para Mejorar las Propiedades del Suelo Nativo : Mediante la Estabilización de Suelos en la Localidad de Mocupe".	
UBICACIÓN	: Localidad de Mocupe	
MATERIAL	: Terreno Natural + Terrasil 1.4%	RESP. LAB.: S.B.F.
MUESTRA	: M-01	TEC. LAB.: C.A.D.S.
SOLICITANTE	: Juan Francisco Castillo González	FECHA: 16/09/2020

Donde:

- K: Coeficiente de permeabilidad (cm/s)
a: Área de la sección de la bureta (cm²)
L: Altura de la muestra de suelo (cm)
A: Área de la sección de la muestra ensayada (cm²)
T: Tiempo del ensayo (seg)
h1: Altura de agua al comienzo del ensayo (cm)
h2: Altura de agua al finalizar el ensayo (cm)
Ln: Logaritmo natural
fc: Factor de corrección de temperatura (fc)
Yt: Viscosidad del agua a temperatura de la muestra
Y20: Viscosidad del agua a 20°C

$$K = \frac{a * L * Ln \left(\frac{h_1}{h_2} \right)}{A * t}$$

$$fc = \frac{\gamma_t}{\gamma_{20}}$$

Muestra	T (seg)	h1 (cm)	h2 (cm)	a (cm ²)	L (cm)	A (cm ²)	fc	K20 (cm/s)
01	1800	100.00	99.99	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000002
02	1800	99.99	99.97	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000003
03	1800	99.97	99.94	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000005
04	1800	99.94	99.91	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000005
05	1800	99.91	99.89	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000003
06	1800	99.89	99.87	3.142	70.00	70.882	0.953	0.0000003
K promedio							3.57E-07	
Descripción							IMPERMEABLE	

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

César A. Díaz Saavedra
César A. Díaz Saavedra
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Secundino Burgos Fernández
ING./CIVIL
REG. CIE 169278



Anexo N° 13: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – Terreno natural

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.651
 Contenido de Humedad: 9.49%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO				
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h ²	Vol	Δ Volumen
1	2144	10.35	12.40	1043.26	7.92%	1974	10.18	12.15	988.92	5.21%
2	2117	10.35	12.25	1030.64	7.61%	1956	10.16	12.10	980.99	4.82%
3	2120	10.35	12.25	1030.64	7.50%	1961	10.15	12.10	979.06	5.01%
4	2130	10.35	12.25	1030.64	8.03%	1959	10.15	12.05	975.01	5.40%
Máximo contenido de humedad (%)					8.03%	Máx Δ V				5.4%



LMSCEACH
 JORGE ANDAR TOMAPASCA PANTA
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.636
 Contenido de Humedad: 9.34%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					Raspado				
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h2	Vol	Δ Vol.	Masa	ϕ (cm)	h3 (cm)	Vol (Cm3)	
1	1841	10.30	11.10	924.88	9.23%	1671	10.18	10.90	887.18	4.08%	1665	10.16	10.89	882.89	
2	1798	10.30	11.08	923.22	7.29%	1667	10.22	10.82	887.60	3.86%	1659	10.20	10.80	882.50	
3	1794	10.30	11.05	920.72	7.58%	1658	10.19	10.84	884.03	3.98%	1650	10.18	10.82	880.67	
4	1801	10.25	11.10	915.93	8.00%	1657	10.13	10.90	878.49	4.09%	1650	10.11	10.88	873.42	
5	1789	10.25	11.08	914.28	7.88%	1648	10.15	10.80	873.87	4.42%	1641	10.13	10.79	869.62	
6	1734	10.22	11.10	910.57	7.90%	1597	10.15	10.80	873.87	4.03%	1591	10.12	10.47	842.17	
7	1683	10.20	11.12	908.65	8.02%	1548	10.10	10.80	865.28	4.77%	1541	10.08	10.37	827.54	
8	1636	10.20	11.10	907.01	7.21%	1518	10.10	10.82	866.88	4.42%	1512	10.08	10.8	861.86	
9	1663	10.20	11.05	902.93	8.66%	1519	10.05	10.81	857.53	5.03%	1511	10.04	10.8	855.03	
Máximo contenido de humedad (%)					9.23%	Máx Δ V					5.0%				


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.
 TEG. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo N° 14: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – terreno natural + 8.8% Almidón

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural +8.8% Almidón
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.794
 Contenido de Humedad: 12.50%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO				
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h2	Vol	Δ Volumen
1	1730	10.5	11.7	1013.10	9.65%	1563	10.25	11.5	948.93	6.33%
2	1698	10.45	11.68	1001.76	8.48%	1554	10.2	11.45	935.61	6.60%
3	1704	10.45	11.65	999.19	8.92%	1552	10.15	11.45	926.46	7.28%
4	1699	10.4	11.65	989.65	8.77%	1550	10.15	11.43	924.84	6.55%
Máximo contenido de humedad (%)					9.65%	Máx Δ V				7.3%


LMSCEACH
 JORGE ANDRÉS TOMAFASCA PARIZA
 TEC. DE SUELOS Y FUNDACIONES

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural +8.8% Almidón
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.800
 Contenido de Humedad: 12.86%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSION					42 HORAS DE SECADO					Raspado				
	Masa Húmeda	ϕ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	ϕ (cm)	h2	Vol	Δ Volumen	Masa	ϕ (cm)	h3 (cm)	Vol (Cm3)	
1	1710	10.50	11.70	1013.10	10.84%	1525	10.25	11.50	948.93	6.33%	1513	10.24	11.49	946.26	
2	1671	10.45	11.65	999.19	9.69%	1509	10.22	11.49	942.57	5.67%	1503	10.21	11.47	939.08	
3	1661	10.46	11.67	1002.82	9.81%	1498	10.20	11.45	935.61	6.70%	1492	10.18	11.43	930.32	
4	1639	10.45	11.65	999.19	9.03%	1491	10.20	11.45	935.61	6.36%	1485	10.18	11.43	930.32	
Máximo contenido de humedad (%)					10.84%	Máx Δ V					6.7%				


LMSCEACH
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.
 JORGE AMÉRICO TOMAPASCÁ PARRA
 TFC. DE SUELOS Y FUNDACIONES

Anexo N° 15: Durabilidad (Ensayo de humedecimiento y secado de muestras de suelo compactado) – Terreno natural + 1.4 kg/m³ Terrasil

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural +1.4% Terrasil
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.880
 Contenido de Humedad: 12.20%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSION					42 HORAS DE SECADO					
	Masa Húmeda	φ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	φ (cm)	h2	Vol	Δ Volumen	
1	1711	9.9	10.85	835.20	2.75%	1664	9.88	10.83	830.29	0.59%	
2	1674	9.89	10.83	831.98	3.11%	1622	9.88	10.83	829.07	0.35%	
3	1664	9.89	10.83	831.98	2.64%	1620	9.88	10.83	830.29	0.20%	
4	1661	9.88	10.83	830.29	2.47%	1620	9.87	10.82	827.85	0.29%	
5	1665	9.88	10.82	829.53	2.76%	1619	9.87	10.82	826.63	0.35%	
6	1664	9.87	10.82	827.85	2.70%	1619	9.86	10.81	825.41	0.29%	
7	1666	9.87	10.82	827.85	2.88%	1618	9.86	10.81	825.41	0.29%	
8	1661	9.86	10.81	825.41	2.77%	1615	9.85	10.80	822.97	0.30%	
9	1662	9.86	10.81	825.41	2.83%	1615	9.85	10.80	821.76	0.44%	
10	1658	9.85	10.81	823.74	2.90%	1610	9.84	10.80	820.92	0.34%	
11	1659	9.85	10.8	822.97	2.95%	1610	9.84	10.79	820.54	0.30%	
12	1652	9.85	10.8	822.97	2.54%	1610	9.84	10.79	820.54	0.30%	
Máximo contenido de humedad (%)					3.11%	Máx Δ V					0.6%


JORGE ANÍBAL TOMAFARCA PANTOJA
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, EMULSIONES Y ASFALTOS CHICLAYO E.I.R.L.



INFORME DE ENSAYO

Tesista: Juan Francisco Castillo González
 Ubicación: Mocupe
 Identificación: Muestra Terreno Natural +1.4% Terrasil
 Proyecto: Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe.
 Ensayo: Ensayo de humedecimiento y secado de mezclas de suelo compactadas
 Densidad Seca: 1.884
 Contenido de Humedad: 11.94%
 Método: A

# Ciclos	5 HORAS DE INMERSIÓN					42 HORAS DE SECADO					Raspado			
	Masa Húmeda	φ (cm)	h	Vol	W1	Masa Seca	φ (cm)	h2	Vol	Δ Volumen	Masa	φ (cm)	h3 (cm)	Vol (Cm3)
1	1749	10.20	10.85	886.58	4.26%	1675	10.18	10.84	881.89	0.53%	1671	10.18	10.84	881.43
2	1722	10.20	10.82	884.13	3.83%	1656	10.18	10.82	879.40	0.54%	1652	10.17	10.82	878.53
3	1699	10.19	10.83	883.22	3.35%	1642	10.17	10.81	877.72	0.62%	1638	10.17	10.81	876.86
4	1681	10.17	10.81	878.65	3.87%	1616	10.16	10.80	875.36	0.37%	1611	10.16	10.79	874.44
5	1676	10.16	10.79	874.78	3.82%	1612	10.15	10.78	872.25	0.29%	1608	10.15	10.77	871.42
6	1671	10.15	10.78	871.84	3.83%	1607	10.14	10.76	868.83	0.35%	1604	10.14	10.76	868.84
7	1660	10.14	10.76	868.92	3.49%	1602	10.13	10.76	867.20	0.20%	1598	10.12	10.75	864.69
8	1648	10.12	10.75	864.69	3.28%	1594	10.11	10.75	862.98	0.20%	1590	10.10	10.74	860.47
9	1634	10.11	10.75	862.98	3.24%	1581	10.10	10.74	860.47	0.29%	1565	10.09	10.73	857.97
10	1620	10.10	10.74	860.47	3.95%	1556	10.10	10.72	858.87	0.19%	1552	10.09	10.72	857.17
11	1611	10.10	10.75	861.27	3.66%	1552	10.09	10.73	857.97	0.38%	1547	10.09	10.72	857.17
12	1599	10.10	10.72	858.87	3.31%	1546	10.09	10.72	857.17	0.20%	1542	10.08	10.72	855.47
	Máximo contenido de humedad (%)				4.26%		Máx. Δ V			0.6%				


LMSCEACH
 S.A.
 JORGE ANDRÉS TOMARPARCA PASTÁ
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo N° 16: Mantenimiento con el polímero natural almidón de papa 8.8%

Partida:	PERFILADO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE	Costo por	m2	S/.	123.85	
	RENDIMIENTO	600.00	m2/día			
	JONADA LAB.	8.00	horas			
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal
Mano de obra					0.39	
OPERARIO	hh	0.50	0.0067	20.97	0.14	
OFICIAL	hh	0.50	0.0067	17.00	0.11	
PEÓN	hh	0.50	0.0067	20.97	0.14	
Materiales					120.98	
ALMIDÓN DE PAPA (25kg)	Bls		1.54	78.55	120.97	
AGUA	m3		0.0060	2.35	0.01	
Equipos					2.47	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.39	0.02	
CAMIÓN CISTERNA (2500 GLNS.)	hm	0.50	0.0067	110.68	0.74	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP. 7 - 9 Ton	hm	0.50	0.0067	165.35	1.10	
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	0.25	0.0033	184.35	0.61	

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Perfilado, nivelación y compactación de la subrasante.	m ²	23,793.59	123.85	2,946,797.58
Costo Directo				2,946,797.58
IGV (18%)				530,423.56
Total				3,477,221.14
Longitud (km)				1.8
Costo por Kilometro				1,931,789.52

AÑO	Mantenimiento sin Proyecto	Costo de inversión	Costo de mantenimiento
2022 (0)	0	3,751,074.81	
2023 (1)	0		3,477,221.14
2024 (2)	0		3,477,221.14
2025 (3)	0		3,477,221.14
2026 (4)	0		3,477,221.14
2027 (5)	0		3,477,221.14
2028 (6)	0		3,477,221.14
2029 (7)	0		3,477,221.14
2030 (8)	0		3,477,221.14
2031 (9)	0		3,477,221.14
2032 (10)	0		3,477,221.14

Anexo N° 17: Mantenimiento con el polímero industrial Terrasil 1.4 kg/m³

Partida: Riego de Terrasil		Costo por m ²		S/.		1.81
RENDIMIENTO		700.00 m ² /día				
JONADA LAB.		8.00 horas				
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	SubTotal
Mano de obra						0.19
ASISTENTE TÉCNICO DEL SISTEMA	hh	1.00	0.0114	16.55	0.19	
Materiales						0.97
AGUA	m ³		0.0060	2.35	0.01	
TERRASIL	l		0.0200	48.02	0.96	
Equipos						0.64
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.19	0.01	
CAMIÓN CISTERNA	hm	0.50	0.0057	110.68	0.63	

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Parcial
Riego de Terrasil	m ²	23,793.59	1.81	42,960.69
Costo Directo				42,960.69
IGV (18%)				7,732.92
Total				50,693.61
Longitud (km)				1.8
Costo por Kilometro				28,163.12

AÑO	Mantenimiento sin Proyecto	Costo de inversión	Costo de mantenimiento
2022 (0)	0	889,005.04	
2023 (1)	0		-
2024 (2)	0		-
2025 (3)	0		-
2026 (4)	0		-
2027 (5)	0		50,693.61
2028 (6)	0		-
2029 (7)	0		-
2030 (8)	0		-
2031 (9)	0		-
2032 (10)	0		50,693.61