

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

Quiroz Castillo, Luis Christofer

ASESOR:

Ing. Ever Rodríguez Guevara

CAJAMARCA – PERÚ

Octubre -2022

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que siempre a través de su sagrada palabra, me dio fortaleza y me guió siempre por el camino correcto, para desarrollar esta investigación.

Para mi asesor Ing. Ever Rodríguez Guevara quien me sirvió de guía para realizar esta investigación y poder concluirla.

A la Universidad Nacional de Cajamarca
-Facultad de Ingeniería Civil – Escuela
Académico Profesional de Ingeniería
Civil y a sus diferentes docentes que con sus enseñanzas siempre me han servido para crecer profesionalmente.

DEDICATORIA

A mi madre Aurora quien me brindo apoyo en todo momento para lograr mis objetivos, e incentivo a estudiar, mis logros se la debo a ella.

A mi futura esposa Karito quien por muchos años está a mi lado, brindándome su apoyo incondicional, siempre ayudándome a superar los problemas que se me han presentado, gracias por tu paciencia, amor y comprensión

A mi hija Andrea que siempre fue una motivación para seguir superándome como profesional y concluir con esta investigación.

LUIS

INDICE

AGRADECIMIENTO	2
DEDICATORIA	3
INDICE	4
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS.....	12
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema.	16
1.2. Formulación del problema	17
1.3. Justificación de la Investigación.	17
1.4. Alcances y delimitación de la Investigación	17
1.5. Limitaciones.	17
1.6. Objetivos	18
1.6.1. Objetivo General.....	18
1.6.2. Objetivos Específicos	18
1.7. Hipótesis.....	18
1.7.1. Hipótesis General	18
1.7.2. Hipótesis Específicas	18
1.8. Definición de Variables.....	18
1.8.1. Variable Independiente:.....	18
1.8.2. Variable Dependiente	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes Teóricos	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales	19

2.1.2. Antecedentes Nacionales	19
2.1.3. Antecedentes Locales	20
2.2 Bases Teóricas.....	20
2.2.1 Aditivos Químicos.....	20
2.2.2. Estabilización de Suelos	21
2.2.3. Estabilización con Aditivo TerraZyme.....	25
2.2.4. Definición de Suelo	29
2.2.5. Suelos Cohesivos.....	30
2.2.6. Ensayos de Suelos	31
2.2.7. Pavimento	39
2.2.9. Carretera	41
2.2.10. Estudio de Tránsito.....	45
2.2.12. Volumen de Tránsito.	47
2.3. Definición de Términos Básicos.	48
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1. Ubicación Geográfica.....	49
3.2. Tipo, nivel, diseño y método de investigación.....	49
3.2.1. Tipo de Investigación.	49
3.2.2 Nivel de Investigación.	49
3.2.3 Diseño de Investigación.	49
3.2.4. Método de Investigación.....	50
3.2.5. Población de estudio.	50
3.2.6. Muestra.	50
3.2.7. Unidad de Análisis.....	50
3.2.8. Unidad de Observación.....	50
3.2.9 Materiales a Utilizar.	50
3.2.10. Procedimiento.....	51

3.2.11. Ensayos para el suelo Cohesivo.....	51
3.3. Tratamiento, análisis de datos y presentación de Resultados.....	58
3.3.1 Estudios Mecánica de Suelos.	58
3.3.2. Estudio de Tráfico	64
3.3.3. Diseño de Afirmado.....	70
3.3.4. Resumen de metrados.....	75
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	77
4.2 Discusión de los Resultados.....	77
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1. CONCLUSIONES	79
5.2. RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
APÉNDICE.....	83
Panel fotográfico	83
Perfil Estratigráfico de Suelos.....	98
Volumen de Corte y Relleno.....	102
Análisis de Precios Unitarios	108
Análisis de Precios Unitarios Sin Aditivo.....	108
Análisis de Precios Unitarios con Aditivo.....	110
Resultados Ensayos Mecánica de Suelos	113
ANEXOS	175
Tablas utilizadas en el diseño de la Vía.	177
Salarios y Beneficios Sociales para el Régimen de Construcción Civil.	182
Tabla de Pesos y Medidas Máximas Permitidas en Vehículos	183
Cotización Afirmado y Maquinaria.....	184
Programación de Ejecución de Obra.....	187
Planos	189

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación CBR Patrón con el Porcentaje de Terrazyme	20
Tabla 2. Características y Procedimientos de cada tipo de estabilización de suelos	24
Tabla 3. Especificaciones técnicas de TerraZyme	28
Tabla 4: Grado de expansividad y valores medios de parámetros geotécnicos	30
Tabla 5: Tamaños de mallas Estándar.	31
Tabla 6. Valores típicos de consistencia del suelo.....	32
Tabla 7. Tipo y tamaño de material	33
Tabla 8. Especificaciones para la prueba Proctor Modificado (ASTM D-1557).....	34
Tabla 9. Usos de materiales de acuerdo al CBR	35
Tabla 10. Cargas Unitarias patrón – CBR.....	37
Tabla 11. Usos de material según CBR	39
Tabla 12. Categorías de la subrasante.....	40
Tabla 13. Factores de Equivalencia de Carga	46
Tabla 14. Coordenadas.....	49
Tabla 15. Puntos Críticos y Progresivas	50
Tabla 16. Clasificación de Suelos.....	58
Tabla 17. Densidad Máxima y Humedad Óptima.....	58
Tabla 18. Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 12ml/m ³	59
Tabla 19. Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 24ml/m ³	59
Tabla 20. Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 36ml/m ³	59
Tabla 21. Diseño Patrón CBR.....	60
Tabla 22. CBR con Aditivo TerraZyme 12 ML.....	60
Tabla 23. CBR con Aditivo TerraZyme 24 ML.....	60
Tabla 24. CBR con Aditivo TerraZyme 36 ml/m ³	61
Tabla 25. Comparación de los Resultados del CBR Patrón con el CBR con Aditivo Terrazyme	61
Tabla 26. Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-1.	61
Tabla 27. Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-2.	62
Tabla 28. Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-3.	63

Tabla 29. Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-4.	63
Tabla 30. Conteo Vehicular Día Lunes.....	65
Tabla 31. Conteo Vehicular Día Martes	66
Tabla 32. Conteo Vehicular Día Miércoles	67
Tabla 33. Conteo Vehicular Día Jueves.....	68
Tabla 34. Conteo Vehicular Día Viernes	69
Tabla 35. Tránsito Promedio Diario Semanal.....	70
Tabla 36. Tasa de Crecimiento de Vehículos.	71
Tabla 37. Cálculo de Número de EALS	72
Tabla 38. CBR para cada Calicata.	73
Tabla 39. Cálculo de Número de EALS.....	74
Tabla 40. CBR con Aditivo para cada Calicata	75
Tabla 41. Resumen de Metrados y Costos Sin Aditivo.	75
Tabla 42. Resumen de Metrados y Costos con Aditivo Terrazyme.....	76
Tabla 43. Incremento de Presupuesto sin Aditivo.....	76
Tabla 44. Perfil Estratigráfico Calicata C-1	98
Tabla 45. Perfil Estratigráfico Calicata C-2.....	99
Tabla 46. Perfil Estratigráfico Calicata C-3.....	100
Tabla 47. Perfil Estratigráfico Calicata C-4.....	101
Tabla 48. Volumen de Corte y Relleno, sin aditivo.....	102
Tabla 49. Volumen de Corte y Relleno, con aditivo.....	105
Tabla 50. Contenido de Humedad - Calicata C-1	113
Tabla 51. Análisis Granulométrico- Calicata C-1.....	114
Tabla 52. Límites de Consistencia - Calicata C-1.....	115
Tabla 53. Proctor Modificado - Calicata C-1.....	116
Tabla 54. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12 ml/m ³ ; Calicata C-1	117
Tabla 55. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 24 ml/m ³ ; Calicata C-1	118
Tabla 56. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36 ml/m ³ ; Calicata C-1	119
Tabla 57. CBR Calicata C-1.	120
Tabla 58. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-1	121
Tabla 59. CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m ³ , Calicata C-1.....	122

Tabla 60. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m3 Calicata C-1.	123
Tabla 61. CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m3, Calicata C-1.....	124
Tabla 62. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m3 Calicata - ...	125
Tabla 63. CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m3, Calicata C-1.....	126
Tabla 64. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m3 Calicata 1...	127
Tabla 65. Contenido de Humedad - Calicata C-2.	128
Tabla 66. Análisis Granulométrico- Calicata C-2.....	129
Tabla 67. Límites de Consistencia - Calicata C-2.....	130
Tabla 68. Proctor Modificado - Calicata C-2.....	131
Tabla 69. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12 ml/m3, Calicata C-2	132
Tabla 70. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12 ml/m3, Calicata C-2	133
Tabla 71. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36 ml/m3, Calicata C-2.....	134
Tabla 72. CBR Calicata C-2	135
Tabla 73. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-2	136
Tabla 74. CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m3, Calicata C-2.....	137
Tabla 75. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m3 CalicaC-2...	138
Tabla 76. CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m3, Calicata C-2.....	139
Tabla 77. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m3 Calicata- C-22.	140
Tabla 78. CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m3, Calicata C-2.....	141
Tabla 79. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m3 Calicata C-2	142
Tabla 80. Contenido de Humedad - Calicata C-3	143
Tabla 81. Análisis Granulométrico- Calicata C-3.....	144
Tabla 82. Límites de Consistencia - Calicata C-3.....	145
Tabla 83. Proctor Modificado - Calicata C-3.....	146
Tabla 84. Proctor Modificado, con Aditivo a 12ml/m3; Calicata C-3.....	147
Tabla 85. Proctor Modificado, con Aditivo a 24ml/m3; Calicata C-3.....	148
Tabla 86. Proctor Modificado, con Aditivo a 36ml/m3; Calicata C-3.....	149
Tabla 87. CBR Calicata C-3	150
Tabla 88. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-3	151

Tabla 89. CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m ³ , Calicata C-3.....	152
Tabla 90. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m ³ Calicata C-3	153
Tabla 91. CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m ³ , Calicata C-3.....	154
Tabla 92. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m ³ Calicata C-3	155
Tabla 93. CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m ³ , Calicata C-3.....	156
Tabla 94. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m ³ Calicata C-3	157
Tabla 95. Contenido de Humedad - Calicata C-4	158
Tabla 96. Análisis Granulométrico- Calicata C-4.....	159
Tabla 97. Límites de Consistencia - Calicata C-4.....	160
Tabla 98. Proctor Modificado - Calicata C-4.....	161
Tabla 99. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12ml/m ³ - Calicata C-4	162
Tabla 100. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 24ml/m ³ - Calicata C-4.	163
Tabla 101. Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36ml/m ³ - Calicata C-4.	164
Tabla 102. CBR Calicata C-4	165
Tabla 103. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-4	166
Tabla 104. CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m ³ , Calicata C-4.....	167
Tabla 105. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m ³ Calicata C-4	168
Tabla 106. CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m ³ , Calicata C-4.....	169
Tabla 107. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m ³ Calicata C-4	170
Tabla 108. CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m ³ , Calicata C-4.....	171
Tabla 109. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m ³ Calicata C-4	172
Tabla 110. Contenido de Humedad - Calicata C-5	173
Tabla 111. Análisis Granulométrico- Calicata C-5.....	174
Tabla 112. Clasificación de suelos SUCS.....	175
Tabla 113. Clasificación de suelos AASHTO	176
Tabla 114. Número de Calicatas para Exploración de Suelos	177

Tabla 115. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la Carretera por demanda y Orografía.	178
Tabla 116. Ancho de Bermas.....	179
Tabla 117. Anchos mínimos de Calzada.....	180
Tabla 118. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.....	181
Tabla 119. Costos de la Hora – Hombre.....	182

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de selección del Tipo de Estabilización.....	23
Figura 2. Carreteras sin sub base	26
Figura 3. Definición de los límites de Atterberg.	32
Figura 4. Curva esfuerzo Vs penetración (Corrección de origen)	38
Figura 5. Estructura Tradicional de una Trocha	39
Figura 6. Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°1.....	62
Figura 7. Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°2.....	62
Figura 8. Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°3.....	63
Figura 9. Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°4.....	64
Figura 10. Observamos la realización del levantamiento topográfico, del estudio.	83
Figura 11. Levantamiento de puntos topográficos.....	83
Figura 12. Excavación de Calicata C-1	84
Figura 13. Midiendo profundidad de la Calicata C-1	84
Figura 14. Excavación de Calicata C-2	85
Figura 15. Medición de la profundidad de la Calicata C-2.....	85
Figura 16. Tomando Coordenadas UTM de la Calicata C-2	86
Figura 17. Excavación de la Calicata C-3.....	86
Figura 18. Medición de la profundidad de la Calicata C-3.....	87
Figura 19. Se observa la realización del ensayo del lavado de finos.....	87
Figura 20. Muestras en el Horno para calcular el contenido de Humedad.....	88
Figura 24. Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado de la C-03	88
Figura 25. Ensayo Granulométrico por Lavado por la malla N° 200	89
Figura 26. Realizando el ensayo de Limite Liquido.....	89
Figura 27. Realizando el ensayo de Límite Líquido.....	90
Figura 25. Colocando al Horno a secar las muestras en ensayo de Límite Plástico	90
Figura 26. Enrazado de muestra en molde para Proctor Modificado para Calicata C-02	91
Figura 27. Peso de molde más muestra, ensayo Proctor Modificado.....	91
Figura 28. Ensayo Proctor Modificado en calicata C-03.....	92
Figura 29. Ensayo Proctor Modificado en calicata C-04.....	92
Figura 30. Ensayo CBR- Hinchamiento	93
Figura 31. Ensayo CBR- Hinchamiento	93
Figura 32. Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-01.....	94

Figura 33. Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-01.....	94
Figura 34. Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-03.....	95
Figura 35. Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-03.....	95
Figura 36. Adición de Aditivo Terrazyme a 12, 24 y 36ml/m ³	96
Figura 37. Adición de Aditivo Terrazyme a 12, 24 y 36ml/m ³	96
Figura 38. Ensayo CBR con aditivo Terrazyme 12, 24 y 36ml/m ³	97
Figura 39. Ensayo de Carga- Penetración con Aditivo Terrazyme 12,24 y 36ml/m ³	97

RESUMEN

Los suelos cohesivos existentes en la subrasante de una vía presentan problemas por su elevada plasticidad, baja capacidad de soporte e inestabilidad de volumen en función de la humedad, por ello en la presente tesis se analiza la influencia de la aplicación del aditivo químico Terrazyme en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos en la Prolongación Avenida Perú de Cajamarca. Según el estudio topográfico efectuado se clasificó como un terreno accidentado, además se realizó un análisis de tránsito obteniendo una carretera de tercera clase con velocidad de diseño de 30 km/h. Se realizó la excavación de cinco calicatas aplicando la norma técnica, se tomó muestra de cada estrato en un aproximado de 180 kg la cual ha sido llevado al laboratorio para identificar sus propiedades físicas y mecánicas, realizado el estudio se obtuvo un CBR de diseño de 3.7% y aplicando el aditivo Terrazyme en dosificación óptima de 24ml/m³ se obtuvo un CBR de diseño de 4.8%, en el diseño del afirmado dio como resultado un espesor de pavimento de 0.34 m sin aditivo y 0.29 m con aplicación del aditivo. En el análisis de costos se obtuvo un ahorro del 1.28% /km en el presupuesto, y un menor tiempo de ejecución.

Palabras Claves: Terrazyme, calicata, CBR, subrasante y suelo.

ABSTRACT

The existing cohesive soils in the subgrade of a road present problems due to their high plasticity, low bearing capacity and instability of volume depending on the humidity, therefore in this thesis the influence of the application of the chemical additive Terrazyme in the stabilization of cohesive soils for use as improved subgrade of pavements in the Prolongación Avenida Perú in Cajamarca is analyzed. According to the topographic study carried out, it was classified as a rough terrain, and a traffic analysis was performed, obtaining a third class road with a design speed of 30 km/h. The excavation of five pits was carried out applying the technical standard, a sample of each stratum was taken in an approximate of 180 kg which has been taken to the laboratory to identify its physical and mechanical properties, carried out the study was obtained a design CBR of 3.7% and applying the Terrazyme additive in optimal dosage of 24ml/m³ was obtained a design CBR of 4.8%, in the design of the pavement resulted in a pavement thickness of 0.34 m without additive and 0.29 m with the application of the additive. In the cost analysis, a saving of 1.28% /km was obtained in the budget, and a shorter execution time.

Key words: Terrazyme, calicata, CBR, subgrade and soil.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del problema.

El buen funcionamiento de cualquier proyecto en carreteras depende de la calidad del suelo de la subrasante, debido a que estos influyen en comportamiento de su estructura, por lo que es fundamental conocer si sus propiedades y características son adecuadas.

Uno de los suelos más frecuentes y que generalmente presentan baja calidad son los suelos cohesivos, que pueden generar muchas dificultades en los cimientos de un pavimento. Un tipo especial son los expansivos, que presentan cambios volumétricos cuantiosos cuando se someten a periodos de pérdida o ganancia de humedad.

Los cambios volumétricos que se generen en un suelo cohesivo de tipo expansivo, ocasionan daños graves a las estructuras que se apoyen sobre el mismo, por ello cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelo deberá evitarse las variaciones de humedad, para lo cual se debe pensar en su impermeabilización o en la aplicación de un proceso de estabilización.

La vía en estudio es la Prolongación Avenida Perú entre el Jr. Japón y Jr. José Villanueva de la ciudad de Cajamarca, es una Trocha Carrozable, que en la actualidad se encuentra completamente deteriorada, generado por los agentes atmosféricos y la abrasión que produce el tráfico, ocasionando dificultades, pérdida de tiempo e inseguridad para los vehículos que recorren esta vía diariamente.

Un tipo de estabilización es mediante el empleo de Terrazyme como aditivo estabilizador que se viene aplicando en diferentes partes del mundo y hace algún tiempo atrás.

En la ciudad de Cajamarca, la estabilización de suelos con Terrazyme se encuentra poco difundida, comúnmente se opta por otras opciones de mejoramiento de los suelos de baja calidad que conforman la subrasante, tales como el reemplazo de suelo o el uso de productos geosintéticos.

Es por esta razón el presente trabajo se enfoca a evaluar los efectos del aditivo químico Terrazyme como estabilizante de una subrasante de suelo cohesivo en la Prolongación Avenida

Perú. A partir de ello, se hará el diseño de la estructura del pavimento y se calculará el costo del mismo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la aplicación del aditivo químico Terrazyme en la capacidad de soporte (CBR) de suelos cohesivos para el uso como subrasante mejorada de pavimentos localizados en la Prolongación Avenida Perú entre el jirón Japón y el jirón José Villanueva?

1.3. Justificación de la Investigación.

El presente trabajo tiene por finalidad aumentar la propiedad más importante de suelos que es la capacidad portante (CBR) mediante el uso de aditivos químicos.

Existen diferentes aditivos químicos como: PROES, Eco Road 2000, Terrasil, Terrazyme, etc. De los cuales se ha escogido el aditivo químico Terrazyme debido que cuenta con un alto rendimiento y bajo costo, aplicable aún en suelos cohesivos logrando reducir la plasticidad e incrementar el CBR (STASOIL).

1.4. Alcances y delimitación de la Investigación

1.4.1. Alcances

Los resultados obtenidos con esta investigación, solo se aplican a suelos a suelos cohesivos presentes en la subrasante de la Prolongación Avenida Perú o a suelos similares que se encuentren en otros proyectos viales.

1.4.2. Delimitaciones

- La presente investigación se desarrolló en la zona Nor- oeste de la ciudad de Cajamarca, en la Prolongación Avenida Perú entre el Jr. Japón y Jr. José Villanueva
- Se ha realizado el mejoramiento de la capacidad de soporte (CBR) en la subrasante con la aplicación del aditivo químico estabilizante Terrazyme.

1.5. Limitaciones.

La investigación está limitada a suelos cohesivos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar la influencia de la aplicación de aditivos químicos (Terrazyme) en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos en la Prolongación Avenida Perú de Cajamarca 2021.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de mecánica de suelos, para identificar sus propiedades físicas y mecánicas.
- Determinar la influencia del aditivo en la capacidad de soporte de un suelo cohesivo a nivel de subrasante.
- Calcular los espesores de un pavimento con la aplicación de aditivo y de un pavimento tradicional sin mejoramiento de suelos, de acuerdo a la normativa vigente del MTC.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis General

- La aplicación del aditivo químico estabilizante Terrazyme en las cantidades óptimas incrementa el CBR de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos en uso, Cajamarca 2021.

1.7.2. Hipótesis Específicas

- La cantidad óptima del aditivo líquido Terrazyme aumentará la capacidad de soporte (CBR) del suelo a más del 100%.
- El uso del aditivo TerraZyme en el diseño de la estructura del pavimento de la carretera disminuirá su costo en más del 20% respecto a una sin la utilización de aditivos.
- El tiempo de ejecución del pavimento con el uso del aditivo TerraZyme es menor al del pavimento sin la utilización de aditivo.

1.8. Definición de Variables

1.8.1. Variable Independiente: Aditivo químico Terrazyme.

1.8.2. Variable Dependiente: CBR en suelos cohesivos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Teóricos

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Lozano Bocanegra, Ruiz Ramos y Carlos Alfonso, 2015, Bogotá – Colombia, desarrollaron un estudio en “Análisis del mejoramiento de un suelo de subrasante con un aditivo orgánico Terrazyme”, buscando tener mejoras en resistencia y disminución de plasticidad. En el análisis efectuado se obtuvo una densidad máxima de 1,686 gr/cm³ y humedad óptima de 14 % y aplicando el aditivo en un 7%, se obtuvo una densidad máxima de 1,802 gr/cm³ y humedad óptima de 10%. Además, con la estabilización del suelo se obtuvo un CBR de 8.8%; la resistencia del suelo en estado natural tiene una consistencia blanda y con el proceso de estabilización su consistencia pasó a ser fuerte lo que nos indica que se logró cumplir con los objetivos planteados.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

García Miranda y Llerena Campos, 2019, La Libertad; desarrollaron un estudio en “Influencia del Producto Bio- Enzimático Terrazyme como estabilizador de suelos de la carretera ruta N° LI-100, progresiva Km 5+031 – Km 21 +256, distrito de Chepén, Provincia de Chepén, departamento La Libertad”. Se extrajeron 10 muestras a lo largo de la carretera, de las cuales solo se tomaron 3 de ellas para su posterior aplicación de Terrazyme, estas muestras son C-04, C-06, C-07, correspondientes a las progresivas Km 10+000, Km 14+000 y Km 16+000. A estas muestras se les aplicó Terrazyme en dosificaciones 20, 30, 40 y 50ml/m³. La C-04 arrojó como resultado un CBR al natural del 51.2%, mientras que su óptimo CBR es de 105.3% con una dosificación de TerraZyme de 40 ml/m³. La C-06 arrojó como resultado un CBR al natural del 55.5%, mientras que su óptimo CBR es de 102.4% con una dosificación de TerraZyme de 40 ml/m³. La C-07 arrojó como resultado un CBR al natural del 46.9%, mientras que su óptimo CBR es de 110.9% con una dosificación de TerraZyme de 40 ml/m³. Esto demuestra que la aplicación del aditivo bio-enzimático TerraZyme mejoró las propiedades del suelo, como lo es el CBR, observando un claro aumento de este con la dosificación ideal para este suelo de 40 ml/m³.

Ortega Porta 2017, Huánuco; desarrolló un estudio en “Reducción de Costos y Operación en la estabilización de carreteras no pavimentadas con enzimas Terrazyme en el distrito de Amarilis” en la cual se realizará una comparación entre aditivo Terrazyme y Polycom (Los

resultados con aditivo Polycom se tomaran de otro estudio); para el estudio se realizaron 3 calicatas en las progresivas km 0+ 00, km 0+250 y km 0+ 500 en suelos de matriz limosa y arcillosa; se aplicó dosificaciones de Terrazyme (0.027, 0.054 ml). Se observó un incremento porcentual de CBR en 25.89% con la adición de 0.027ml de aditivo Terrazyme y un incremento de 46.67% con adición de 0.054ml de aditivo Terrazyme; con respecto al suelo natural sin aditivo. El costo de estabilización con el aditivo enzimático TerraZyme es de (s/. 103.75), menor que el aditivo PolyCom (s/. 164.42) en un ahorro total de (s/. 60.67) por m3 de material estabilizado

2.1.3. Antecedentes Locales

Fernández Gálvez, 2017, Cajamarca. En su tesis “Efecto del aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca” Esta investigación fue realizada en la zona de expansión al sur este de la Ciudad de Cajamarca- Huacariz, Provincia Cajamarca, Región Cajamarca. Para el estudio se extrajeron muestra de siete calicatas, siendo todas de clasificación SUCS: CL. Concluyendo que el aditivo Terrazyme tiene efecto en el aumento de la capacidad de soporte de la subrasante en un 19%, en los suelos arcillosos estudiados en Cajamarca.

Tabla 1.

Comparación CBR Patrón con el Porcentaje de Terrazyme

Calicata	CBR Patrón al 100%	CBR 10ml al 100%	CBR 20ml al 100%	CBR 30ml al 100%	CBR 40ml al 100%	CBR 60ml al 100%
C-1	5.6	5.9	6.1	6.3	5.9	5.4
C-2	6.51	6.3	6.51	6.7	6.2	5.9
C-3	6.7	6.1	6.4	6.6	6.2	5.9
C-4	6.2	5.6	5.9	6.1	5.9	5.4
C-5	5.9	5.9	6.2	6.6	6.1	5.7
C-6	5.9	4	3.8	6.8	6.5	6.1
C-7	5.7	6.2	6.5	6.8	6.2	5.9

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Aditivos Químicos

Los aditivos químicos son agregados naturales, y de enzimas, proporcionan una apropiada

distribución en el suelo, por producto de su interacción, posee la propiedad de actuar de manera eficiente con la capa de suelo y el agua, con el fin de mejorar el estado físico del suelo natural. Al entrar en contacto con la mezcla el suelo, agua y aire, disminuye la plasticidad, y minora el hinchamiento. Los aditivos químicos necesitan del Ph del suelo para que el terreno natural enriquezca sus propiedades, el producto que se utilizara en cualquier estabilización no debe ocasionar riesgos de contaminación ambiental, ni amenaza para la salud de seres vivos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 273)

2.2.2. Estabilización de Suelos

La estabilización de suelos consiste en proporcionar a los mismos, resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Hay diferentes técnicas y estas son variadas; van desde la añadidura de otro suelo, hasta la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. El mecanismo de estabilización cualquiera que sea, es seguido de un proceso de compactación. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

2.2.2.1. Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos

A continuación, se describen algunas pautas para instaurar la estabilización de suelos según el MTC. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

- 1) Se estiman como materiales idóneos para las capas de la subrasante suelos con CBR \geq 6%. Si estos son menores (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten en áreas blandas o zonas húmedas locales, será materia de un estudio especial para la estabilización, reemplazo o mejoramiento.
- 2) Si la capa de subrasante es limosa o arcillosa y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan introducirse en las capas granulares del pavimento contaminándolas, se debe proyectarse una capa de material anticontaminante de 10 cm. de espesor como mínimo o un geotextil.
- 3) La superficie de la subrasante debe estar por encima del nivel de la napa freática con una altura mínima de 0.60 m, en caso que tengamos una subrasante muy Buena a una altura mínima de 0.80 m, si se trata de una subrasante buena a regular; a una altura de 1.00 m, si se trata de una subrasante pobre; a una altura de 1.20 m cuando se trate de una subrasante inadecuada.

- 4) En zonas por encima de los 4000 msnm, se tendrá que realizar un estudio el efecto de las heladas en los suelos. El factor de congelamiento está relacionado con la profundidad de la napa freática, y la reacción del suelo al congelamiento.
- 5) Para instaurarse un tipo de estabilización de suelos es indispensable determinar el tipo de suelo existente. Los suelos que prevalecen en este ámbito son: Las arcillas, los limos, o las arenas arcillosas o limosas.

Los factores que intervienen para elegir un método de estabilización son:

- Tipo de suelo para la estabilización.
- Uso propuesto del suelo estabilizador.
- Tipo de adición para la estabilización de suelos.
- Experiencia en el tipo de estabilización que se realizará.
- Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
- Disponibilidad del equipo adecuado
- Costos comparativos

El siguiente diagrama sintetiza un procedimiento para determinar el método apropiado de estabilización:

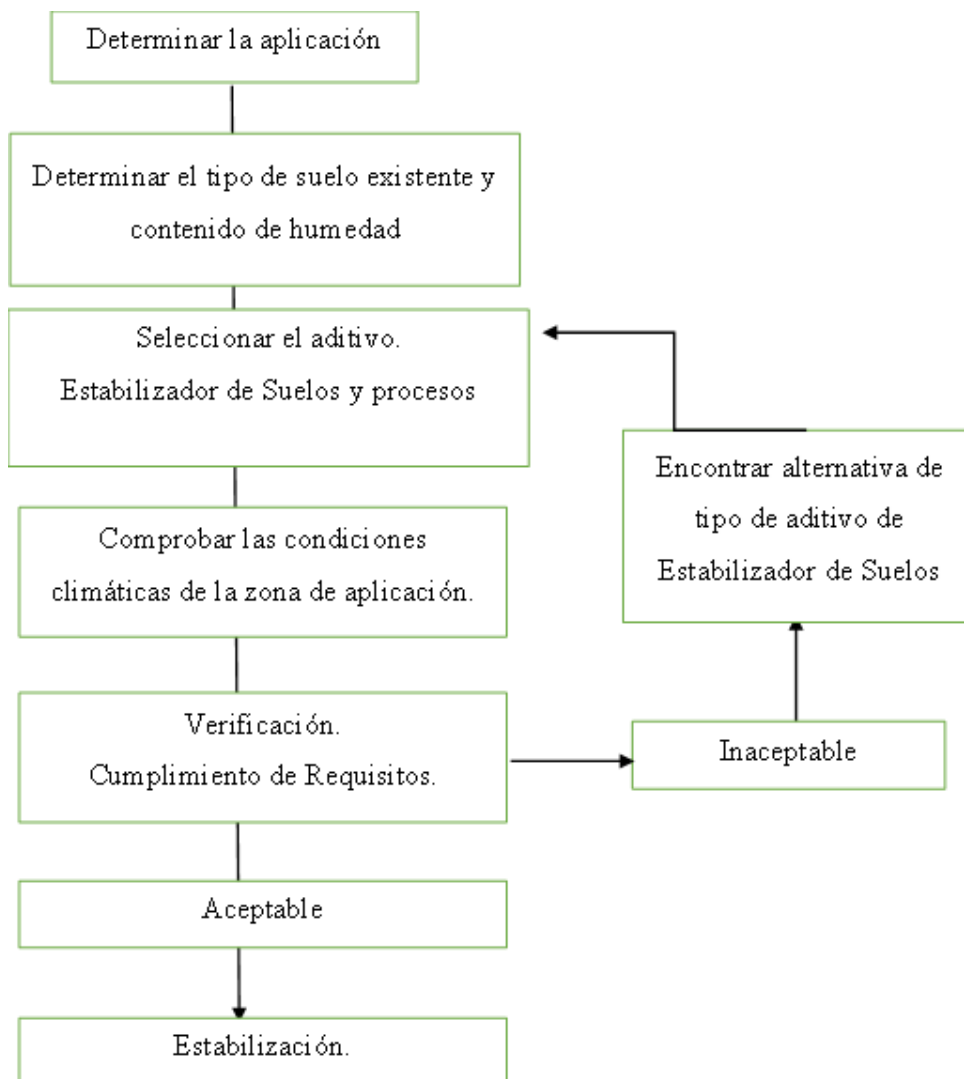


Figura 1.

Proceso de selección del Tipo de Estabilización.

Fuente: Manual de Carreteras 2013

2.2.2.2. Tipos de estabilización de suelos

En la siguiente tabla se muestran los tipos de estabilización, características y procedimientos respectivamente; y para cada caso que pueda presentarse en los tipos de estabilización

Tabla 2.

Características y Procedimientos de cada tipo de estabilización de suelos

Tipos de Estabilización	Características y Procedimientos
Estabilización mecánica	Radica en someter a una acción mecánica reiterada de corta duración sobre una masa de suelo, sin modificar su composición básica y estructura.
Estabilización por combinación de suelos	Consiste en cortar 15 cm del suelo existente y reemplazar por material de préstamo, para luego humedecerlos hasta lograr la humedad apropiada de compactación. Luego se mezclan y compactan hasta conseguir la densidad y los espesores mínimos exigidos.
Estabilización por sustitución de suelos	<p>Caso 1. Capa se construye directamente sobre el suelo natural: Se deberá escarificar 15 cm del suelo natural. Después, colocar y compactar el material de préstamo en capas hasta conseguir el nivel de subrasante y densidad exigidos. Los materiales serán humedecidos con el fin de alcanzar la humedad adecuada de compactación.</p> <p>Caso 2: Excavar previamente el suelo natural y reemplazarlo por material de préstamo: Consiste en remover el suelo existente, de acuerdo a un espesor constituido. Luego, compactar y colocar en capas el material de adición hasta adquirir el nivel de subrasante exigido.</p>
Estabilización química.	<p>Suelos estabilizados con cal: Se debe mezclar suelo con agua y cal. El efecto más importante que la cal produce en el suelo es modificar su plasticidad. Asimismo, incrementa la humedad óptima de compactación. Esto tiene como resultados la densificación de suelos de humedad natural elevada, lo que permite construir la capa de rodadura sobre estos suelos.</p> <p>Suelos estabilizados con cemento Portland: Radica en mezclar cemento Portland, suelo disgregado, agua y otras adiciones eventuales, para ser compactado y curado. Logrando que el material suelto se transforme en otro material endurecido, de mayor resistencia.</p> <p>Suelos estabilizados con escoria: Su fin es evitar la explotación de canteras nuevas; al no requerir que los agregados sean procesados, se produce una reducción en cuanto al consumo de energía y combustibles, disminuyendo la emisión de dióxido de carbono al medio ambiente y conservando el paisaje de la zona.</p> <p>Suelos estabilizados con productos asfálticos: Su objetivo es incrementar la estabilidad debido a sus propiedades aglomerantes (propias del ligante), que produce la fusión entre las partículas del suelo, obteniendo un suelo impermeable, logrando más estabilidad ante las condiciones climáticas más adversas.</p>

Fuente: Manual de Carreteras (MTC,2013)

2.2.3. Estabilización con Aditivo TerraZyme

Terrazyme está basado en la fermentación de enzimas biológicas y se utiliza para incrementar y conservar el equilibrio de los suelos: Es una formulación especial líquida de enzimas orgánicas, que intervienen como catalizador para ampliar el grado de adherencia y compactación de las partículas de los suelos. Es natural, no tóxica de enzimas que modifica las propiedades físicas y químicas del suelo, logrando una mayor densidad de compactación y acrecentando la estabilidad del suelo por una unión de las partículas del mismo.

Logrando un adecuado comportamiento estructural en gravas arcillosas que contengan la plasticidad necesaria para una buena adherencia. incrementando la capacidad de soporte y disminuyendo significativamente el polvo y la formación de encalaminados.

TerraZyme, es una opción para la estabilización de carreteras su composición mejora la calidad de las obras de ingeniería. Cataliza la degeneración de los materiales orgánicos en el suelo modificando favorablemente sus características físicas y químicas. Logrando una mejor cohesión química de partículas del suelo y una organización más permanente y durable. Estos suelos obtienen un gran porcentaje de compactación con poco esfuerzo mecánico. El aumento de la densidad mejora la unión entre las partículas dando una grande resistencia a la deformación de caminos, a la migración ascendente de las partículas finas y a la penetración de agua.

El procesamiento constructivo es sencillo pues no requiere de equipo adicional, solo es necesario tener en cuenta la graduación y plasticidad. La iniciación del tránsito es a las 4 horas dependiendo de cómo se presente el clima. (Rollins, 1998, pp. 1-9)

2.2.3.1 Reacción con el Suelo

Es un aditivo para suelos producido por extractos de plantas naturales mediante el uso de la fermentación. Contiene productos de un tratamiento metabólico microbioal, incluyendo enzimas. Las moléculas interactúan con las partículas cohesivas del suelo para aumentar los límites de solidez en el tiempo. El proceso disminuye la permeabilidad y plasticidad en suelos arcillosos, elimina el agua y aumenta los límites de solidez entre las partículas cohesivas. Este aumento de límites ayuda a estabilizar los suelos, disminuye el daño y deformación que generalmente se produce como resultado de determinadas condiciones húmedas de los suelos. El aumento de la densidad y solidez de los suelos tiene un crucial impacto en la performance de las carreteras. Es un catalizador eficiente que fortalece y calera la unión del material de la base del camino. Crea una base más estable, cohesiva y densa, cuya resistencia a la compresión se incrementa con el tiempo. (Rollins, 1998)

Características

- Elevado rendimiento y bajo costo.
- Uso de equipo normal.
- Aplicable aún en suelos de muy baja calidad.
- Es 100% natural.
- Compatible con el medio ambiente.
- Ecológico: No tóxico y Biodegradable.
- De manejo seguro.
- No inflamable.

Áreas de Aplicación

- En la construcción y rehabilitación de carreteras, caminos de tierra, caminos secundarios, áreas de control de erosión y otros.
- Tratamiento de sub-base antes de asfaltar caminos primarios, áreas de estacionamiento y pistas de aeropuertos.
- Lugares de ambiente ecológico sensibles, plantaciones, parques, senderos y otros.
- Estabilizador contra erosión y escurrimiento de bermas de caminos, canales y acequias.
- Complemento de relleno en reparaciones de caminos y baches.
- Sellador de fondos de lagunas, tanques y rellenos sanitarios.

Estratos de Pavimentos Aplicables

Trocas Carrozables

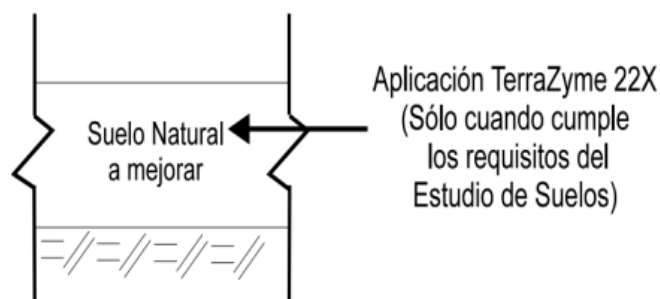


Figura 2.

Carreteras sin sub base

Fuente: Rollins (1998)

2.2.3.2. Ventajas de TerraZyme. (Rollins, 1998)

- Bajo costo de mantenimiento y elevado rendimiento en caminos de tierra en diversas condiciones del clima
- Disminuye el mantenimiento de caminos, incrementa la estabilidad reduce la penetración de agua en la base del camino. Aminorar los efectos de ondulaciones, enclaminado y baches, dando mayor tiempo de vida útil y menor costo de mantenimiento, incluyendo a los vehículos.
- Puede usarse material de baja calidad, disminuyendo la necesidad de importar material, al utilizar material del propio suelo, se puede emplear finos cohesivos no granulares, de baja calidad que se halla en el camino entre 10 y 15cm. de profundidad. Puede utilizarse materiales de menos costo, con mayor contenido de finos (20-30% pasando por malla N°200).
- Requiere el mismo equipo que se emplea en la construcción de carreteras con menor esfuerzo que se ejecuta para operaciones normales de recubrimiento de superficies. La única diferencia en la operación de escarificado y nivelación es adicionar el producto, con la adecuada cantidad de agua para mojar todas las partículas del suelo y conseguir la humedad óptima para la compactación.
- Incrementa la resistencia de la compresión, es un catalizador orgánico y refuerza la unión del material de la base del camino. Instaure una base más estable, cohesiva y densa. La resistencia de la compresión se acrecienta con el tiempo.
- Enriquece la capacidad del camino de soportar carga (%CBR), la integridad estructural de la base del camino con el tiempo intensifica la capacidad para soportar carga (CBR). Aumentando la vida útil del camino.
- Disminuye el esfuerzo de compactación y hace más sencillo trabajar el suelo, aumentando la lubricación de las partículas del suelo. Hace el suelo más sencillo, permitiendo que se logre la densidad deseada con menos pasadas del compactador (rodillo).
- Incrementa la densidad del suelo modificando la atracción electro-química en las partículas del suelo y liberando agua estancada, logrando reducir los vacíos entre las partículas del suelo. Obteniendo así una fundación del camino más seca, densa, firme y con menos polvo.

- Reduce la permeabilidad de agua de suelos más cohesivos, retrae el escurrimiento y migración del agua que generalmente se produce en los vacíos que existen entre las partículas.
- El Estabilizador actúa a cambios bruscos de temperatura, la acción de las heladas y en zonas lluviosas en alturas. (Rollins, 1998)

2.2.3.3 Especificaciones Técnicas TerraZyme.

Tabla 3.

Especificaciones técnicas de TerraZyme

Aspecto	TerraZyme
Tecnología	Sistema enzimático
Efecto en la estructura mineral de la arcilla	Disminuye la permeabilidad y la plasticidad, aumenta la densidad y CBR.
Características y	Reacciones e intercambio iónico, electroquímico con las partículas de la arcilla; disminución de tensión superficial; degeneración enzimática del material orgánico en el suelo.
Naturaleza	Tecnología de fermentación de vegetales. Líquido.
Rango	Amplio rango de suelos naturales incluyendo materiales con elevado contenido arcilloso cohesivo.
Aplicación	Un Bidón de 20Lts. Rinde para 660m ³ , con un largo de 1100m, ancho de 4m, y espesor de 15cm. Rinde 1 Lt. para 220m ² ó 1 Lt. sirve para 33m ³ .
Fabricante	NATURE plus, Inc. (USA) Presentación: Bidones de 20Lts
Medio ambiente	Ecológico. No tóxico, biodegradable.
Propiedades a 25 °C	PH = 4 – 9 Gravedad específica = 1,0-1,10 Color = Marrón claro, viscosidad, CPS = 20 Olor = Inodoro
Test de laboratorio y evaluación	Análisis usuales durante la pre - construcción: Granulometría del suelo, límite líquido e índice de plasticidad, PH, Humedad natural, Ensayo Proctor. DCP/CBR y medidas de densidad en carreteras tratadas, para instaurar el incremento de compactación con respecto al tiempo. Las condiciones en el campo y resultado se simulan en el laboratorio

Fuente: Rollins (1998)

2.2.4. Definición de Suelo

Suelo son sedimentos no consolidados de partículas sólidas, producto de la alteración de las rocas, o suelos transportados por agentes como el viento, hielo o agua con ayuda de la gravedad y puede tener materia orgánica. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, p. 34)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2012, indica que el suelo de fundación es el terreno formado por suelo, roca o mezcla de ambos, cuya porción nivelada y compactada sirva de soporte a los pavimentos.

2.2.4.1 Características de los suelos

A. Principales tipos de suelos.

Según el origen de los elementos que componen los suelos, se clasifican en dos grupos: suelos que se originan de la descomposición física y/o química de las rocas; y aquellos cuyo origen es principalmente orgánico.

Los suelos más comunes identificados por los Ingenieros Civiles son los siguientes (Crespo Villalaz, 2004, pp. 21-22):

- **Gravas:** Las gravas son aglomeraciones sueltas de fragmentos de roca y su tamaño varía desde 7.62 cm hasta 2.0 mm y generalmente son redondeadas. Podemos encontrarlos en lechos, en depresiones de terrenos rellenados por el acarreo de los ríos.
- **Arenas:** Son materiales de granos finos y se originan de la denudación de las rocas, como también pueden ser producidas por trituración artificial. Sus partículas cambian desde 2 mm hasta 0.05 mm de diámetro. Las arenas y las gravas suelen encontrarse en el mismo lugar.
- **Limos:** Son suelos de granos finos cuyo tamaño varía entre 0.05 mm y 0.005 mm existen dos tipos limos orgánicos que se obtienen en canteras o el que suele originarse en los ríos que es el limo orgánico.
- **Arcillas:** Son partículas de suelo con diámetro menor a 0.005 mm y cuya masa tiene como propiedad que al mezclarse con agua su consistencia es plástica. Conforman gran parte de los suelos y sedimentos, pues son productos finales de la meteorización de los silicatos.

Tienen una estructura basada en el apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los grupos tetraédricos $(\text{SiO})^{-4}_4$ se unen compartiendo tres de sus cuatro oxígenos con

otros vecinos formando capas, de extensión infinita y fórmula $(Si_2O_5)^{2-}$, que establecen la unidad elemental de los filosilicatos. En ellas, los tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por Al^{+3} o Fe^{+3} .

2.2.5. Suelos Cohesivos

Formado por pequeñas partículas y gran cantidad arcilla para lograr que el suelo se adhiera a sí mismo. Estos suelos tienen la propiedad de experimentar cambios volumétricos debido a la humedad, se le conoce como suelos expansivos. Los asentamientos que experimentan las estructuras por causa de las deformaciones y producto de los aumentos de carga sobre el suelo que los soporta, fueron identificados como los causantes de daños en las estructuras, estas no solo presentan daños por asentamiento sino también por expansión. (Zepeda Garrido, 2004, pp. 125)

2.2.5.1 Expansibilidad del suelo

Corresponde al incremento de volumen que ocupa el material que conforma el suelo, provocado por la absorción del agua (retención de agua en los poros), esta propiedad es la característica de las arcillas expansivas. La expansividad se produce cuando las moléculas de agua quedan detenidas en la red cristalina, entre las cadenas de silicatos de las arcillas que se encuentran unidos por enlaces débiles, pasando a ocupar mayor volumen inicial sin que ocurra reacción química. (Orjuela Ortiz & Pérez Rojas, 2018)

Tabla 4:

Grado de expansividad y valores medios de parámetros geotécnicos

Grado	Expansividad	Finos (%)	Limite Líquido	Hinchamiento Libre (%)
I	Baja	< 30	< 35	<1
II	Baja a Media	30 – 60	35 – 50	1-4
III	Media a Alta	60 – 95	50 – 65	4-10
IV	Muy alta	> 95	> 65	>10

Fuente: Yandry Maldonado, 2018.

2.2.6. Ensayos de Suelos

2.2.6.1. Contenido de Humedad

El contenido de humedad o la humedad de un suelo es la relación, referida como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, pág. 49).

2.2.6.2. Granulometría

Elaborar y precisar cuantitativamente las partículas de suelo. Este proceso describe el método para establecer los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N°200). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016, p. 303)

Tabla 5:

Tamaños de mallas Estándar.

Criba N°	Abertura
4	4.75
6	3.35
8	2.36
10	2
16	1.18
20	0.85
30	0.6
40	0.425
50	0.3
60	0.25
80	0.18
100	0.15
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: Braja (2010)

2.2.6.3. Plasticidad de los suelos

Hay suelos que al agregar su contenido de agua presentan una consistencia característica. Estos suelos fueron llamados arcillas pues en la mecánica de suelos podemos definir la plasticidad como la propiedad en la que las partículas de suelo son capaces de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico y sin alteración de volumen. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005, p. 126)

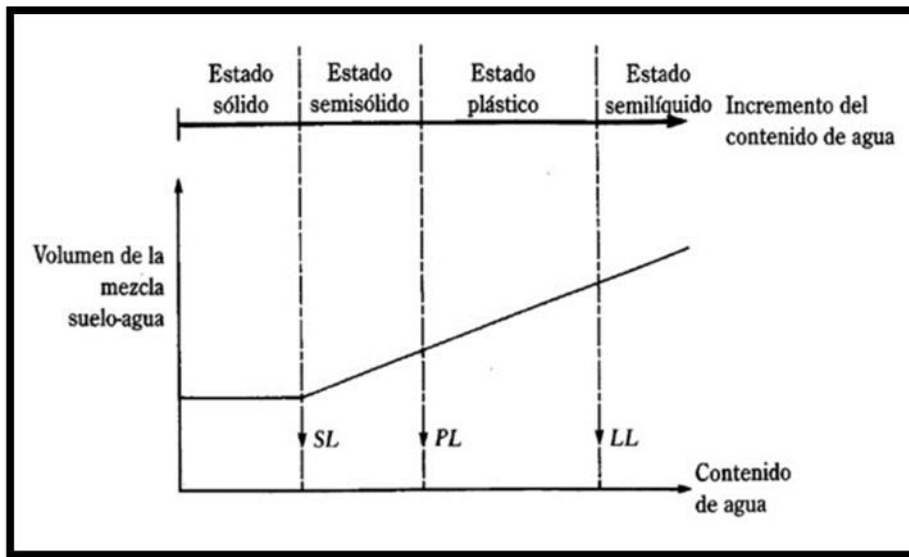


Figura 3.

Definición de los límites de Atterberg.

Fuente: Juárez Badillo, Rico Rodríguez

Tabla 6.

Valores típicos de consistencia del suelo.

Parámetro	Tipo de Suelo		
	Arena	Limo	Arcilla
LL	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	15 - 20	20 - 25	25 - 50
IP	0 - 3	10 - 15	10 - 100

Fuente: Bañon Blázquez, 2000.

2.2.6.4 Clasificación de suelos

2.2.6.3.1. Clasificación SUCS

Fue propuesta por Arturo Casagrande como una adaptación más general a su sistema de clasificación en el año 1942. Se divide en suelos de grano grueso, fino y suelos orgánicos. Ver la tabla 114 que se muestra en anexos (Montejo Fonseca, 2002, p. 49).

2.2.6.3.2. Clasificación AASHTO

Los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos del A- 1 al A-7, de acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento. Estos a su vez se dividen en un total de 12 subgrupos. Ver la tabla 1150 que se muestra en anexos. (Montejo Fonseca, 2002, p. 48)

Tabla 7.

Tipo y tamaño de material.

Tipo de Material	Tamaño de Partículas
Grava	<ul style="list-style-type: none">• 75 mm - 4.75 mm
Arena	<ul style="list-style-type: none">• Arena gruesa: 4.75 mm -2.00 mm• Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm• Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	<ul style="list-style-type: none">• Limo: 0.075 mm - 0.005 mm• Arcilla : menor a 0.005 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014.

2.2.6.5. Compactación

Es la fuerza encargada de suprimir el aire, necesita energía mecánica para su obtención. El grado de compactación se calcula de acuerdo a sus términos de peso unitario seco. (Braja M., 2013, p. 91)

Características a mejorar, con la compactación son:

- Resistencia
- Compresibilidad
- Relación esfuerzo – deformación.
- Permeabilidad.

- Flexibilidad.
- Resistencia a la erosión.

2.2.6.6. Ensayo Proctor

R. Proctor en 1933 establece las relaciones que existen entre el contenido de humedad y el peso unitario seco de un suelo. Su propósito fue determinar la cantidad óptima de agua, utilizada en el amasado del suelo; a su vez determinar el grado de compactación que se obtiene al compactar el suelo a esa humedad óptima. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

A. Prueba de Proctor Modificado (ASTM D-1557).

El objetivo es determinar un óptimo contenido de humedad, para lo cual es necesario encontrar la máxima densidad seca del suelo, con una compactación definida.

Tabla 8.

Especificaciones para la prueba Proctor Modificado (ASTM D-1557)

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	4 pulg (101.6 mm)	4 pulg (101.6 mm)	6 pulg (152.4 mm)
Volumen de molde	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.0333 pie ³ (944 cm ³)	0.075 pie ³ (2124 cm ³)
Peso de pizón	10 lb (4.54 kg)	10 lb (4.54 kg)	10 lb (4.54 kg)
Altura de caída del pizón.	18 pulg (457.2mm)	18 pulg (457.2mm)	18 pulg (457.2mm)
Número de golpes de pizón por capa de suelo.	25	25	56
Número de capas de compactación.	5	5	5
Energía de compactación.	56,000 pie.lb/pie ³ (2700 kN.m/m ³)	56,000 pie.lb/pie ³ (2700 kN.m/m ³)	56,000 pie.lb/pie ³ (2700 kN.m/m ³)
Suelo por usarse.	Porción que pasa la malla N°4(4.57mm). Puede usarse si 20% o menos por peso es retenido de la malla de 3/8 pulg. (9.5mm)	Porción que pasa la malla 3/8 pulg. (9.5mm). Puede usarse si el suelo es más de 20% y 20% o menos por peso es retenido en la malla de 3/8pulg. (9.5mm)	Porción que pasa la malla de 3/4 pulg (19.0mm). Puede usarse si más de 20% por peso del material es retenido en la malla de 3/8 pulg (9.5mm) y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 3/4 pulg (19.00mm)

Fuente: Braja (2010)

2.2.6.7. Valor De Soporte California (CBR)

Este ensayo tiene como objetivo encontrar la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Este ensayo se realizó por parte de la División de Carreteras de California en 1929 como una forma de clasificación y evaluación de la capacidad de un suelo para ser usado como sub-base o material de base en construcciones de carreteras y aeropuertos. El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, logrando obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje CBR (o simplemente CBR), está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad establecida, una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, una probeta con una muestra estándar de material triturado. (Hernández Canales, 2008, p. 15)

La siguiente tabla nos da una clasificación típica para infraestructura de pavimentos:

Tabla 9.

Usos de materiales de acuerdo al CBR

CBR	CLASIFICACIÓN		SISTEMA		DE
	GENERAL	USOS	CALIFICACIÓN		
			SUCS	AASHTO	
0 % – 3%	Muy pobre	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7	
3% – 7%	Pobre a regular.	Subrasante	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7	
7% – 20%	Regular	Sub – base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A2, A4, A6, A7	
20% - 50%	Bueno	Base, sub – base	GM, GC, W, SM, SP, GP	A1b, A2-5, A3, A2-6	
>50%	Excelente	Base	GW, GM	A1-a, A2-4, A3	

Fuente: Carlos Crespo Villalaz, 2004.

a) **Procedimiento de prueba**

- **Tamaño del material.**

Norma técnica peruana 339 el material que se utiliza es el que pasa por la malla N°4.

- **Compactación.**

Norma técnica peruana 339.145, señala que debe determinarse el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca mediante el procedimiento de Proctor modificado, siendo aplicado para este propósito en otro tipo de molde (molde CBR) y el pisón grande (10 libras con altura de caída de 45.72 cm máximo). Siendo compactada en 5 capas con 12, 25 y 56 golpes por capa.

- **Sobrecarga**

Norma técnica peruana 339.145, se suministra una sobrecarga que ejerce la misma presión de contacto como se realizaría en una capa de pavimento colocada sobre de la base, subbase, subrasante.

- **Penetración**

Norma técnica peruana 339.145, señala que la muestra al estar compactada y preparada con sobrecargas se debe someter a la prueba de penetración, aplicando un pistón (diámetro de 2”) con una velocidad de penetración aproximada de 0.05” (1.27 mm) por minuto y así conseguir lecturas de cargas a las siguientes penetraciones: 0.025 pulgadas (0.635 mm), 0.050 pulgadas (1.270 mm), 0.075 pulgadas (1.905 mm), 0.100 pulgadas (2.540 mm), 0.200 pulgadas (5.080 mm), 0.300 pulgadas (7.620 mm), 0.400 pulgadas (10.16 mm), 0.500 pulgadas (12.70 mm).

- **Cálculo del índice de CBR**

Norma Técnica Peruana 339.145, señala que el índice de CBR se adquiere como la relación de carga unitaria en kg/cm² (lb/pulg²) necesarias para obtener una cierta profundidad de penetración del pistón (área de 20.27 cm²) dentro de la muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la carga unitaria patrón requerida para obtener la misma profundidad de penetración en una muestra estándar de material triturada y dada en porcentaje, para ello se emplear la siguiente fórmula:

$$CBR = 100 * \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}}$$

Los valores de carga unitaria que se deben usar en la fórmula son:

Tabla 10.

Cargas Unitarias patrón – CBR

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN	
mm	Pulg.	Kg/cm ²	Lb/pulg ²
2.54	0.1	70.00	1000
5.08	0.2	105.00	1500
7.62	0.3	133.00	1900
10.16	0.4	162.00	2300
12.70	0.5	183.00	2600

Fuente: Carlos Crespo Villalaz, 2004.

El índice de CBR está basado en la relación de carga para una penetración de 2.54 mm (0.1”), pero, si el valor del CBR para una penetración de 5.08 mm (0.2”) es superior, dicho valor debe tomarse como valor final de CBR.

- **Curva: Esfuerzo – Penetración**

Se debe calcular la penetración aplicada, dividiendo la carga entre el área del pistón, después dibujar la curva esfuerzo penetración. Esta curva en algunos casos puede tener forma cóncava hacia arriba por las irregularidades de la superficie. En estos casos el punto cero se debe corregir trazando una recta tangente a la mayor pendiente de la curva y moviendo el origen al punto en que la tangente corta la abscisa (Ver figura 4). (Crespo Villalaz, 2004)

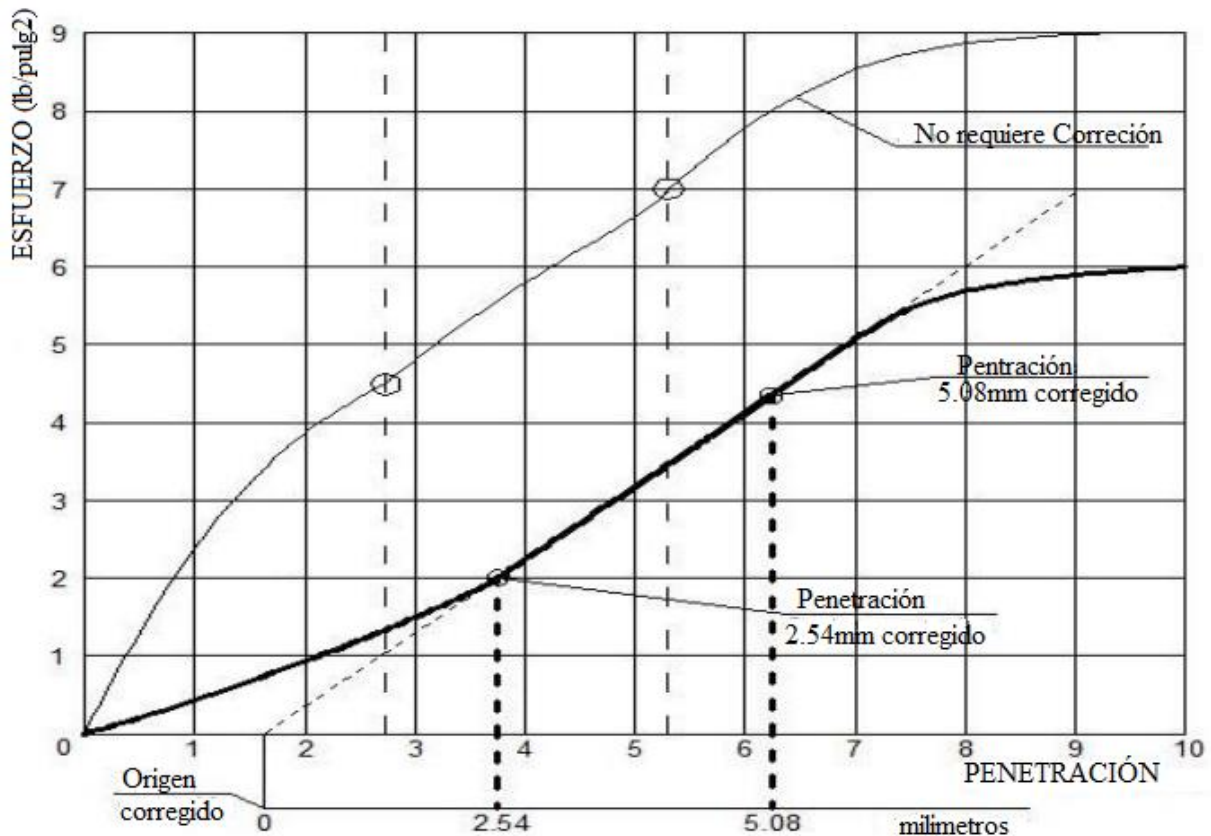


Figura 4.

Curva esfuerzo Vs penetración (Corrección de origen)

Fuente: Crespo Villalaz, 2004

b) Consideraciones:

- En suelos del tipo A-1, A-2-4 y A-2-6, la razón de soporte se calcula solo para 5 mm de penetración (0.2”).
- En suelos del tipo A-4, A-5, A-6 y A-7, cuando la razón de 5 mm es mayor que a 2.5 mm se corrobora el resultado; si este sigue persistiendo, la razón de soporte corresponderá a 5 mm de penetración.
- En los tipos de suelos A-3, A-2-5 y A-2-7, el procedimiento a utilizar dependerá del criterio del ingeniero. Con el resultado del CBR se puede clasificar al suelo usando la tabla siguiente:

Tabla 11.

Usos de material según CBR

CBR	CLASIFICACIÓN
0 – 5	Subrasante muy mala.
5 – 10	Subrasante mala.
10 – 20	Subrasante regular a buena.
20 – 30	Subrasante muy buena.
30 – 50	Sub base buena
50 – 80	Base buena.
80 - 100	Base muy buena.

Fuente: Carlos Crespo Villalaz, 2004.

2.2.7. Pavimento

Es una estructura conformada por varias capas construida sobre la subrasante de la carretera, con el fin resistir y distribuir esfuerzos producidos por los vehículos y lograr una mejora en las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito. Está conformada por las siguientes capas: base, sub-base y capa de rodadura, las cuales van apoyadas sobre el suelo natural o subrasante como se muestra en la Figura N°8. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras, 2013)

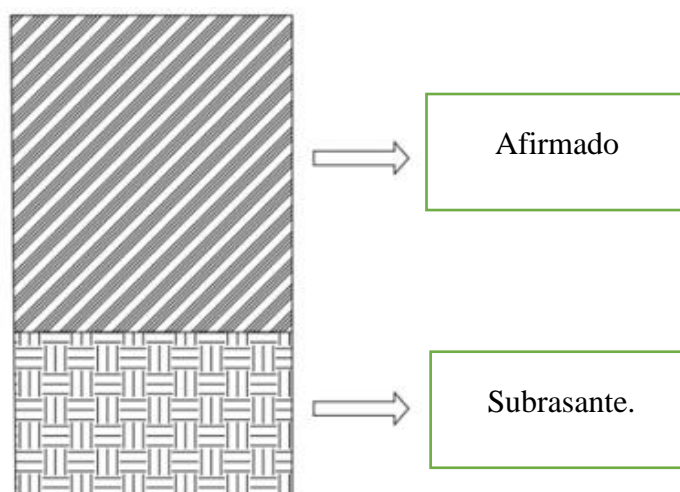


Figura 5.

Estructura Tradicional de una Trocha.

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos. (MTC 2017)

a) Capa de Rodadura

Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de concreto de cemento Portland (rígido), de tipo bituminoso (flexible) o de adoquines, siendo su función sostener directamente el tránsito.

b) Subrasante

Es el soporte natural, compactado y preparado, en esta se puede construir un pavimento. Subrasante se emplea para dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor de la capacidad de soporte, debe tenerse cuidado con la expansión de suelos. Las propiedades fundamentales para analizar en la subrasante son: las propiedades hidráulicas (permeabilidad), propiedades físicas (granulometría, límites de consistencia, densidad, contenido de agua), y propiedades de rigidez (módulo de resiliencia y CBR). (Menéndez, 2013)

Se consideran como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%.

Tabla 12.

Categorías de la subrasante.

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.

2.2.8. Los Parámetros determinantes en la respuesta de la Subrasante.

El comportamiento de la subrasante depende de tres características, que se encuentran interrelacionadas entre sí, siendo éstas las siguientes. (Oviedo Bellott, 2013, p. 7)

- **La capacidad soporte:** La subrasante debe tener la capacidad de soportar cargas transmitidas por la estructura del pavimento; en función del grado de compactación, su

contenido de humedad y el tipo de suelo. La finalidad del pavimento es proveer una superficie cómoda al tránsito vehicular. A su vez es imprescindible que la subrasante soporte un gran número de repeticiones de carga sin presentar deformaciones. (Oviedo Bellott, 2013)

- **Contenido de Humedad:** El distinto grado de humedad de la subrasante perjudica determinantemente su capacidad de carga, llegando a provocar inclusive contracciones y/o expansiones indeseables, principalmente en suelos finos.

El contenido de humedad es dañado esencialmente por las condiciones de elevación del nivel freático, drenaje, infiltración etc. Una subrasante con un alto contenido de humedad tendrá deformaciones prematuras ante el paso de las cargas ocasionadas por el tráfico vehicular. (Oviedo Bellott, 2013)

2.2.9. Carretera

Camino para el tránsito vehicular de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas son: pendiente transversal, sección transversal, pendiente longitudinal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018)

2.2.9.1. Clasificación de Carreteras

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2018):

- Autopistas de Primera Clase:** Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, sus calzadas están divididas por un separador central cuyo tamaño mínimo es de 6.00 m; cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 m de ancho mínimo, con un control total de accesos (ingresos y salidas) proporcionando flujos vehiculares continuos, estos no deben tener cruces o pasos a nivel y contando con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras tiene que ser pavimentada.
- Autopistas de Segunda Clase:** Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, sus calzadas están divididas por un separador central, cuyas medidas puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en este caso se instalará un sistema de contención

vehicular; cada calzada debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, constando con un control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proveen flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras tiene que ser pavimentada.

- C. **Carreteras de Primera Clase:** Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, tienen una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas se recomienda que tenga puentes peatonales o en su defecto dispositivos de seguridad vial, que admitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras tiene que ser pavimentada.

- D. **Carreteras de Segunda Clase:** Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, presentan una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho mínimo. Puede contar con cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que tenga puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que admitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- E. **Carreteras de Tercera Clase:** Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, cuentan con una calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo. Excepcionalmente estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, teniendo el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras mayormente funcionan como soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. Sin son pavimentadas deben cumplir las condiciones geométricas estipuladas.

- F. **Trochas Carrozables:** Son vías transitables, que no tienen las características geométricas de una carretera, por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas tienen un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

2.2.9.2 Afirmados

Son carreteras no pavimentadas las presentan revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura, las cuales corresponden a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de Ejes Equivalentes de hasta 300,000 EE en un lapso de tiempo de diez años; estas carreteras se clasifican en (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 137):

- a) **Carreteras de tierra:** formadas por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo y finos ligantes.
- b) **Carreteras gravosas:** conformadas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado por zarandeo o manualmente, de tamaño máximo de 75 mm.
- c) **Carreteras afirmadas:** está formada por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas por medios mecánicos (zarandeo) o de manera natural, con una dosificación especificada, compuesta por una combinación de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño límite 25mm. Estos pueden ser: afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado o afirmados con gravas naturales o zarandeadas.
- d) **Carreteras con superficie de rodadura tratada con materiales industriales.**

2.2.9.2.1. Metodología de diseño.

Se presenta un diseño para estructuras de pavimentos cuya capa de rodadura estará formada por material de afirmado en su totalidad, siendo esta como una capa de material granular destinada a soportar las cargas de tránsito vehicular, que también puede ser tratada para el control de polvo.

Esta metodología permitirá diseñar de manera técnica y rápida el espesor de una capa de afirmado, tomando en cuenta la resistencia de la subrasante y el tránsito estimado para un periodo de diseño.

En el funcionamiento estructural influye: tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados durante el periodo de diseño, expresados en ejes equivalentes (EE); y, los materiales granulares cuyas propiedades mecánicas y comportamiento están considerados en las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras vigente; a su vez forman parte las estabilizaciones y mejoramientos de suelos de la subrasante o el tratamiento de las capas de revestimiento granular. Esta metodología establece el espesor del diseño en

función de los siguientes parámetros sigue (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013, p. 137):

- Características de la Subrasante
- Nivel de Tránsito.

A. Método Naasra.

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se consideró la siguiente ecuación del método NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013):

$$e = [219 - 211x \log_{10}(CBR) + 58x \log_{10}(CBR)^2]x \log_{10} \left(\frac{ESAL}{120} \right)$$

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

A.1. CBR de Diseño.

una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO, para caminos con tránsito mayor a 100 vehículos por día, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo, a partir del cual se determinará los suelos que controlarán el diseño y se establecerá el programa de ensayos y/o correlaciones para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54mm.

Dada la variabilidad que presentan los suelos (aún dentro de un mismo grupo de suelos y en un sector homogéneo), así como los resultados de los ensayos de CBR (valor soporte del suelo), se efectuará un mínimo de 6 ensayos de CBR por sector homogéneo del suelo, con el fin de aplicar un criterio estadístico para la selección de un valor único de soporte del suelo. En caso de que en un determinado sector se presente una gran heterogeneidad en los suelos de subrasante, que no permite definir uno como predominante, el diseño se basará en el suelo más

débil que se encuentre. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones , Manual para el Diseño de Caminod no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito, 2005, p. 135)

2.2.10. Estudio de Tránsito

Se encarga estudiar la cantidad y tipo de vehículos que pasan en un tramo de una carretera en un tiempo determinado.

Para la presente tesis se consideraron los siguientes factores.

A. Conteo Vehicular

Consiste en contabilizar la cantidad de vehículos que transitan en una determinada carretera, en lapsos de tiempo de 15 minutos, teniendo en cuenta el tipo de vehículo de acuerdo a su peso y numero de ejes.

Para la realización del conteo vehicular se tomaron en cuenta los días laborables de una semana, y las horas de mayor tránsito vehicular de 6:30 am a 8:00 pm.

B. Tipos de Eje

Se consideran (Morales Almanza, Orozco Peralta, & Campos Moreira, 2012, pp. 39 - 40):

- Los vehículos livianos (automóviles, camionetas)
- Buses urbanos como inter-urbanos y camiones de dos ejes.
- Camiones de más de dos ejes y camiones articulados (tráiler y semitrailer etc.

Estas se clasifican en:

B.1. Eje simple:

Compuesto por dos neumáticos o ruedas, una en cada extremo del eje.

B.2. Eje Tándem.

Está formado por dos ejes simples de neumáticos dobles, con una separación de centros de 1 a 2.45m.

B.3.Eje Tridem:

Está formado por tres ejes simples de neumáticos dobles, sus centros tienen una separación de 1 a 2.45m.

Tabla 13.

Factores de Equivalencia de Carga

Carga bruta por eje		Factores de equivalencia de Carga		
KN	lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1000	0.00002		
8.9	2000	0.00018		
17.8	4000	0.00209	0.0003	
26.7	6000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12000	0.189	0.014	0.003
62.3	14000	0.36	0.027	0.006
71.2	16000	0.623	0.047	0.011
80	18000	1	0.077	0.017
89	20000	1.51	0.121	0.027
97.9	22000	2.18	0.18	0.04
106.8	24000	3.03	0.26	0.057
115.6	26000	4.09	0.364	0.08
124.5	28000	5.39	0.495	0.109
133.4	30000	6.97	0.658	0.145
142.3	32000	8.88	0.857	0.191
151.2	34000	11.18	1.095	0.246
160.1	36000	13.93	1.38	0.313
169	38000	17.2	1.7	0.393
178	40000	21.08	2.08	0.487
187	42000	25.64	2.51	0.597
195.7	44000	31	3	0.723
204.5	46000	37.24	3.55	0.868
213.5	48000	44.5	4.17	1.033
222.4	50000	52.88	4.86	1.22
231.3	52000		5.63	1.43
240.2	54000		6.47	1.66
249	56000		7.41	1.91
258	58000		8.45	2.2
267	60000		9.59	2.51
275.8	62000		10.84	2.85
284.5	64000		12.22	3.22
293.5	66000		13.73	3.62
302.5	68000		15.38	4.05
311.5	70000		17.19	4.52
320	72000		19.16	5.03
329	74000		21.32	5.57
338	76000		23.66	6.15
347	78000		26.22	6.78
356	80000		29	7.45
364.7	82000		32	8.2
373.6	84000		35.3	8.9
382.5	86000		38.8	9.8
391.4	88000		41.6	10.6
400.3	90000		46.8	11.6

Fuente: Diseño moderno de Pavimentos.

2.2.12. Volumen de Tránsito.

Realizamos estudios de volúmenes de tránsito para reunir datos de la cantidad de vehículos y peatones que transitan por un determinado punto de la carretera durante un periodo de tiempo. El periodo de tiempo varía desde 15 minutos hasta un año, dependiendo del uso anticipado de los datos. (Cal, Reyes, & Cardenas, 2000, p. 152)

2.2.12.1. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales.

Es la cantidad total de vehículos que pasan durante un periodo de tiempo determinado, de acuerdo a la duración del lapso de tiempo determinado, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito totales o absolutos (Cal, Reyes, & Cardenas, 2000):

- Tránsito anual (TA): es el número total de vehículos que pasan durante un año, en este caso $T=1$ año.
- Tránsito mensual (TM): es el número total de vehículos que pasan durante un mes, en este caso $T = 1$ mes.
- Tránsito semanal (TS): es el número total de vehículos que pasan durante una semana, en este caso $T = 1$ semana.
- Tránsito diario (TD): es el número de vehículos que pasan durante un día, en este caso $T = 1$ día.
- Tránsito horario (TH): es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso $T = 1$ hora.
- Tasa de flujo o flujo (q): es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora, en este caso $T < 1$ hora.

En todos los casos anteriores, los períodos especificados, un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico. Por lo tanto, pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos seguidos y período en minutos seguidos inferiores a una hora.

2.2.12.2. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios.

Se define el volumen de tránsito promedio diario (TPD), como el número total de vehículos que pasan durante un periodo dado, (en días completos) igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del periodo. De acuerdo al número de días de este periodo, se presentan los siguientes volúmenes de tránsito promedio diario, dado en vehículos por día (Cal y Cárdenas, 2000):

1. Tránsito promedio diario anual (TPDA).

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

2. Tránsito promedio diario mensual (TPDM).

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

3. Tránsito promedio diario semanal (TPDS).

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

2.3. Definición de Términos Básicos.

Aditivo: Productos de origen natural o químico que se mezclan con los suelos con el propósito de estabilizarlos. Así aumentar la capacidad de soporte y la impermeabilización del suelo tratado. (Martinez Chávez, 2019, p. 41)

Suelos Cohesivo: Compuestos en su mayoría por partículas de limo y arcillas, que son partículas extremadamente finas, sujetas a fuerzas de tipo eléctrico y molecular(arcillas), fundamentalmente superficiales, tienen una mayor resistencia al corte debido a la atracción mutua de sus partículas(cohesión).(INACAP, Chile)

Arcilla: Suelo de grano fino, tienen un diámetro menor de 0.005mm, que mezclándose con agua tienden a volverse maleables, dúctiles y plásticas; poseen gran adherencia debido a su almacenamiento de agua, dando gran plasticidad. (Zea Osorio, 2005, p. 1)

Estabilización de Suelo: Procesos químicos y físicos que tienden a cambiar las propiedades de los suelos que interesan para un determinado uso en la ingeniería, obteniendo como objetivo que la mezcla (estabilizante + material) sea el adecuado para cierta finalidad, sustituyendo este a otros materiales no disponibles o más costosos. (Álvarez Pabón, 2010)

Terrazyme: Es un aditivo para suelos producido a partir de extractos de plantas naturales utilizando la tecnología de fermentación. Interactúan con las partículas cohesivas del suelo aumentando los límites de solidez con el pasar del tiempo. (Stasoil)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se desarrollará en la zona Nor- oeste de la ciudad de Cajamarca, debido que allí se encuentra la zona en estudio que presenta suelos inestables, el cual permitirá tener información suficiente para desarrollar el presente estudio.

Departamento : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Distrito : Cajamarca

Tabla 14.

Coordenadas

Puntos	Cordenadas UTM y Geográficas				Cota/ Altitud (msnm)
	Este (X)	Norte (Y)	Latitud	Longitud	
Punto Inicial	773113.932	9208580.612	07°09'11.53669"S	078°31'37.98650"W	2795.00
Punto Final	773170.885	9209738.84	07°08'33.84409"S	078°31'36.33410"W	2763.00

3.2. Tipo, nivel, diseño y método de investigación.

3.2.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación fue experimental, porque la investigación se apoyará en las observaciones de fenómenos provocados y manipulados en laboratorio de mecánica de suelos.

3.2.2 Nivel de Investigación.

Aplicativo, ya que se planteó resolver un problema.

3.2.3 Diseño de Investigación.

Para el estudio se determinó la influencia que tuvo el uso del aditivo Terrazyme en la estabilidad de la subrasante de la trocha carrozable, se realizó tres dosificaciones 12ml/m³, 24ml/m³ y 36ml/m³ (Aditivo + Agua) para ser usadas en los ensayos de laboratorio de suelos y ser transmitidas en campo.

3.2.4. Método de Investigación.

El método de la investigación hipotético deductivo, donde aplicaremos un procedimiento que partirá de unas afirmaciones en calidad de hipótesis y se buscare objetar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

3.2.5. Población de estudio.

Toda la subrasante del suelo cohesivo perteneciente a la Prolongación Avenida Perú, entre el Jirón Japón y el Jirón José Villanueva.

3.2.6. Muestra.

Para la presente investigación se realizará un muestreo no probabilístico del suelo cohesivo por criterio técnico o juicio debido a que la muestra se seleccionó a base del conocimiento y juicio del investigador. La elección se hará de acuerdo al criterio profesional, basándose en al Manual de Carreteras. Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2013).

Tabla 15.

Puntos Críticos y Progresivas

Calicata	Norte	Este	Cota m.s.n.m.
C-1	9208603.8	773118.6	2809
C-2	9208817.8	773204.3	2801
C-3	9209100.9	773193.1	2789
C-4	9209465.3	773168.8	2777

3.2.7. Unidad de Análisis

Influencia del aditivo químico Terrazyme en el CBR de los suelos cohesivos

3.2.8. Unidad de Observación

- Probetas de suelo estabilizado con aditivo TerraZyme.
- Probetas de suelo en estado natural sin aditivos (patrón)

3.2.9 Materiales a Utilizar.

- Material de suelo cohesivo extraído de la Subrasante de la Prolongación Avenida Perú.

- Terrazyme
- Agua potable.

3.2.10. Procedimiento.

El procedimiento utilizado en la elaboración de la tesis inició con el levantamiento topográfico, determinando la longitud de carretera; luego se continuo con la verificación de estratos, determinando que se debería realizar 04 calicatas a una distancia de 300 metros aproximadamente; de acuerdo al Manual de Carreteras.

Evaluados los puntos donde se va a realizar las calicatas se procedió a la excavación manual a una profundidad promedio de 1.80 metros, encontrando dos estratos en cada calicata; tomados los datos de las calicatas se procedió con el muestreo de cada estrato.

Una vez obtenida la muestra alterada se llevó al laboratorio para realizar los ensayos correspondientes, teniendo en cuenta la realización de los siguientes ensayos:

3.2.11. Ensayos para el suelo Cohesivo

A. Determinación contenido de humedad (W%)

Referencias: NTP 339 -127

Material:

- Muestra alterada extraída del suelo en estudio.

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura
- Taras

Procedimiento

- Se pesó la tara (W_t).
- Pesamos la muestra húmeda más la tara (W_{h+t})
- Se secó la muestra en la estufa, durante 24 horas a 105°C .
- Se pesó la muestra más la tara (W_{s+t}).
- Se determinó el peso del agua $W_w = (W_{h+t}) - (W_{s+t})$.
- Se determinó el peso de la muestra seca $W_s = (W_{s+t}) - (W_t)$.
- Se determinó el contenido de humedad $W\% = W_w/W_s * 100$

B. Análisis granulométrico mediante tamizado por lavado.

Referencias: ASTM D421

Material:

- Para la realización del ensayo se utilizará una muestra seca aproximadamente 600 gr. (suelo arcilloso).

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Juego de tamices
- Estufa con control de temperatura
- Taras

Procedimiento:

- Realizado el secado de la muestra al aire libre se procedió a cuartear la muestra, una cuarta parte de la muestra de aproximadamente 800 gr se separó para la realización del ensayo.
- Una vez separada la muestra esta se pesó la muestra seca (W_s)
- Pesada la muestra se coloca en un recipiente, se cubrió con agua y se dejó con el agua durante algunas horas.
- Se realizó el lavado de la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua, hasta dejar las partículas que se retienen totalmente limpias.
- La muestra retenida en la malla N° 200 se retiró en un recipiente y se colocó en el horno para que esta se seque en el horno a una temperatura de 105°C.
- A las 24 horas después de secada la muestra se sacó del horno y se tamizó agitándolo en los tamices de forma natural.
- Se pesó los pesos retenidos en cada malla anotándolo en la libreta de anotaciones.
- Se calculó los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (% RP)
- $\% RP = PRP/W_s * 100$
- Se calculó los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP.
- Se calculó los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz.
- Se dibujará la curva granulométrica en escala semilogarítmica.

C. Límite líquido

Referencias: NTP 339-130.

Material:

- Muestra seca que pasa tamiz N°40.

Equipos:

- Tamiz N°40
- Copa Casagrande.
- Ranurador metálico.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura
- Espátula
- Probeta de 1 00 ml.
- Capsula de porcelana.
- Taras identificadas.
- Agua destilada.
- Gotero de aplicación de agua.

Procedimiento

- De una parte, del cuarteo se selección muestra seca, se tamizo por la malla N° 40 aproximadamente 600 gr, la muestra pasante de la malla N° 40, se separa para la realización del ensayo.
- En una capsula de porcelana se mezcló el suelo con aproximadamente 500 gr con agua destilada mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme.
- Se colocó una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro se realizó una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra quedó dividida en dos partes.
- Se elevó y dejó caer la copa mediante la nivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto con la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm., se registró el número de golpes.
- Con una espátula se retiró la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y se colocó en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Se retiró el suelo remanente de la Copa de Casagrande y se procedió a colocar en una capsula de porcelana, agregamos agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, y agitamos suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).
- Se Repitió el ensayo dos veces más.

- Una vez obtenido los resultados procedemos a dibujar la curva de fluidez (la recta) en escala semilogarítmica, en el eje de las abscisas se registró el número de golpes en escala logarítmica, en el eje de ordenadas los contenidos de humedad en escala natural.
- Se determinó la orden correspondiente a los 25 golpes en la curva de fluidez, este valor será el límite líquido del suelo.

D. Límite plástico.

Referencias: MTC E111-199.

Material:

- Muestra seca una porción pasante de la malla No 40.

Equipos:

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura a 105 °C.
- Espátula.
- Capsula de porcelana.
- Placa de vidrio.
- Taras identificadas.

Procedimiento

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido se agito el suelo en pasta de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Se enrolló la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm. De diámetro y que presenten agrietamientos, determinamos su contenido de humedad.
- Se repitió el ensayo una vez más.
- El límite plástico es el promedio de los dos valores de contenidos de humedad.

E. Compactación Proctor Modificado.

Referencias: MTC E115-199.

Material:

- Muestra alterada seca.
- Papel filtro.

Equipos:

- Equipo proctor modificado, molde de 10.16cm de diámetro, placa de base y collar de extensión
- Pisón proctor modificado.
- Balanza con aproximación de 1 gr
- Estufa con control de temperatura.
- Espátula.
- Probeta de 1 000 ml.
- Taras identificadas.

Procedimiento:

- Se preparó la muestra seca para el ensayo, método utilizado: método A.
- Se preparó 05 muestras con una determinada cantidad de agua de tal manera que el contenido de humedad de cada una de ellas varió aproximadamente en 1 1/2 % entre ellas.
- Se Ensambló el molde cilíndrico con la placa de base y el collar de extensión y el papel filtro.
- Se compactó cada muestra en 5 capas y cada capa con 25 golpes, al terminar de compactar la última capa, se retiró el collar de extensión, se enrasó con la espátula y se determina la densidad húmeda (Dh).
- Se determinó el contenido de humedad de cada muestra compactada (W%), utilizando muestras representativas de la parte superior e inferior.
- Se determinó la densidad seca de cada muestra compactada (Ds).
- $D_s = D_h / (1 + W\%/100)$
- Se Dibujó la curva de compactación en escala natural, los datos de contenido de humedad se registraron en el eje de las abscisas y los datos de densidad seca en el eje de ordenadas.
- Se Determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad.

F. Ensayo CBR en laboratorio

Referencias: AASHTO T190

Material:

- Muestra alterada seca.
- Papel filtro. Equipos:

- Equipo CBR (3 moldes cilíndricos con placa de base y collar de extensión, 3 discos espaciadores, 3 placas de expansión, e sobrecarga cada una de 4.5 kg. de peso y 3 trípodes)
- Pisón Proctor modificado.
- Balanza con aproximación de 1 gr
- Estufa con control de temperatura.
- Espátula.
- Probeta de 1 000 ml.
- Recipiente de 6 kg. De capacidad.
- Taras identificadas.

Procedimiento:

Consta de 3 fases: ensayo de compasión CBR, ensayo de hinchamiento y ensayo carga-penetración.

A. Ensayo de compactación CBR:

- Se Preparó la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación Proctor modificado.
- Se ensambló los moldes cilíndricos con sus placas de base, collares de extensión, discos espaciadores y papeles filtro.
- Se Compactó la muestra en los 3 CBR en cada uno de ellos en 5 capas, el primero con 12 golpes, el segundo con 25 golpes y el tercero con 56 golpes por capa.
- Se determinó la humedad de las muestras de cada molde.
- Se determinó la densidad seca de las muestras de cada molde.

B. Ensayo de hinchamiento

- Se Invirtió las muestras de tal manera que la superficie libre quede en la parte superior cuando se ensambla nuevamente los moldes en sus placas de base.
- Se colocó sobre cada muestra el papel filtro, la placa de expansión, la sobrecarga, el trípode y el dial de expansión.
- Se colocó los tres moldes debidamente equipados en un tanque de agua durante 4 días (96 horas), registrar las lecturas de expansión cada 24 horas.

C. Ensayo de carga - penetración.

- Después de los 4 días se retiró los moldes del tanque, se dejó drenar durante 15 minutos.
- Se Colocó la sobrecarga en cada molde, llevamos a la prensa hidráulica, se procedió el ensayo de penetración. aplicando un pisón a una velocidad de 0.05 pulg/min., registramos las lecturas de carga y de penetración de cada muestra.
- Se determinó nuevamente la densidad humedad y el contenido de humedad de las muestras de cada molde.
- Se Dibujó las 03 curvas esfuerzos - deformación correspondientes a las muestras de cada molde, en escala natural, los valores de la penetración se registraron en el eje de las abscisas y los valores de los esfuerzos en el eje de las ordenadas. (algunas veces es necesario corregir las curvas y cambiar el origen de las coordenadas).
- Se Determinó los esfuerzos correspondientes a 0.1 y 0.2 de penetración de cada una de las curvas esfuerzo - deformación.
- Se determinamos los índices CBR para 0.1 y 0.2 de penetración, los cuales se obtienen dividiendo cada valor correspondiente a 0.1" y 0.2" de la muestra ensayada entre el esfuerzo correspondiente a 0.1" y 0.2" de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondiente a 0.1" y 0.2" de la muestra ensayada entre el esfuerzo patrón correspondiente a 0.1" y 0.2".

$$CBR = \frac{\sigma_t}{\sigma_p} \times 100$$

σ_t : esfuerzo de la muestra ensayada

σ_p : esfuerzo patron

- Se Dibujó las dos curvas densidad seca versus CBR correspondientes a 0.1" y 0.2" de penetración.

G. Ensayos de CBR con adición de 12ml/m³, 24ml/m³ y 36ml/m³.

Los procedimientos para la realización de los ensayos están descritos en el acápite 3.2.10, con la diferencia que las muestras fueron alteradas con la adición de Terrazyme en sus diversos tratamientos.

3.3. Tratamiento, análisis de datos y presentación de Resultados.

Después de haber realizado las exploraciones geotécnicas, se ha determinado las características físicas de los suelos de fundación a 1.80 m aproximadamente de profundidad:

3.3.1 Estudios Mecánica de Suelos.

En las siguientes tablas se presentan un resumen de los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de Mecánica de Suelos.

Tabla 16.

Clasificación de Suelos.

CALICATA N°	C-1	C-2	C-3	C-4
Profundidad (m)	1.84 m	1.82m	1.67 m	1.91 m
% pasa Tamiz N° 3/8"	88.9	100.0	100.0	100.0
% pasa Tamiz N° 4	79.6	100.0	100.0	100.0
% pasa Tamiz N° 10	71.0	79.5	90.1	95.3
% pasa Tamiz N° 40	65.7	70.1	88.1	94.0
% pasa Tamiz N° 100	58.0	60.6	87.8	93.4
% pasa Tamiz N° 200	52.0	51.5	84.8	92.3
Limite Líquido.	48.2	53.5	58.1	55.2
Limite Plástico.	9.4	6.3	39.4	20.0
Índice de Plasticidad	38.79	47.21	18.69	35.2
Clasificación SUCS.	CL	CH	MH	CH
Clasificación AASTHO	A-6	A-7-6	A-4	A-7-6
% de Humedad	14.1	28.2	14.5	16.4

Tabla 17.

Densidad Máxima y Humedad Óptima.

CALICATA	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm3)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	1.775	10.4
C-2	1.717	11.9
C-3	1.85	13.9
C-4	1.9	12.5

Tabla 18.Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 12ml/m³.

CALICATA	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	1.755	10.2
C-2	1.737	11.9
C-3	1.794	10.9
C-4	1.868	11.5

Tabla 19.Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 24ml/m³

CALICATA	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	1.780	10.3
C-2	1.725	10.9
C-3	1.775	12.2
C-4	1.823	12.8

Tabla 20.Proctor Modificado, con aditivo Terrazyme a 36ml/m³.

CALICATA	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm³)	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-1	1.786	10.7
C-2	1.720	11.4
C-3	1.791	11.2
C-4	1.800	12.9

Tabla 21.

Diseño Patrón CBR

DISEÑO PATRÓN								
CALICATA/ ESTRATO	CBR 95%	CBR 100%	L.L.	L.P	I.P	CONTENIDO DE HUMEDAD	DE	CLASIFICACIÓN AASTHO
C-1 E-02	4.3 %	5.6 %	48	30	18	14.1		A-6
C-2 E-02	5.0 %	7.0%	54	20	34	28.2		A-7-6
C-3 E-02	3.7 %	6.0%	58	39	19	14.5		A-4
C-4 E-02	4.0 %	7.3%	55	20	35	16.4		A-7-6

Tabla 22.

CBR con Aditivo TerraZyme 12 ml/m3

CALICATA/ ESTRATO	CLASIFICACION SUCS	CBR 95%	CBR 100%
C-1 E-02	CL	4.6 %	6.1 %
C-2 E-02	CH	5.2 %	7.4 %
C-3 E-02	MH	5.7 %	6.9 %
C-4 E-02	CH	5.9 %	8.0 %

Tabla 23.

CBR con Aditivo TerraZyme 24 ml/m3

CALICATA/ ESTRATO	CLASIFICACION SUCS	CBR 95%	CBR 100%
C-1 E-02	CL	4.8 %	6.5 %
C-2 E-02	CH	5.3 %	7.9 %
C-3 E-02	MH	5.9 %	7.4 %
C-4 E-02	CH	6.6 %	8.3 %

Tabla 24.CBR con Aditivo TerraZyme 36 ml/m³

CALICATA	CLASIFICACION SUCS	CBR 95%	CBR 100%
C-1	CL	4.0 %	6.3 %
C-2	CH	5.2 %	7.5 %
C-3	MH	6.3 %	7.2 %
C-4	CH	6.7 %	8.1 %

Tabla 25.

Comparación de los Resultados del CBR Patrón con el CBR con Aditivo Terrazyme

Calicata	SUCS	CBR Patrón al 100%	CBR 12ml al 100%	% Incremento	CBR 24ml al 100%	% Incremento	CBR 36ml al 100%	% Incremento
C-1	CL	5.6%	6.1%	9 %	6.5%	16 %	6.3 %	13%
C-2	CH	7.0%	7.4%	6 %	7.9%	13 %	7.5 %	7%
C-3	MH	6.0%	6.9%	15 %	7.4%	23 %	7.2	20%
C-4	CH	7.3%	8.0%	10 %	8.3%	14 %	8.1%	11%

Tabla 26.

Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-1.

CALICATA C-1	CBR 95%	CBR 100%
PATRÓN	4.3	5.6
TERRAZYME		
12ml/m³	4.6	6.1
24ml/m³	4.8	6.5
36ml/m³	4.0	6.3

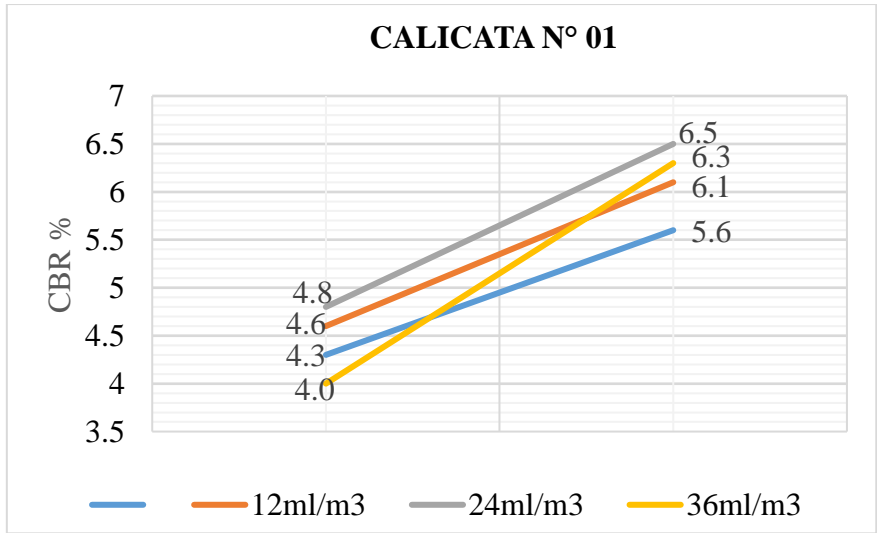


Figura 6.

Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°1

Tabla 27.

Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-2.

CALICATA C-2		CBR 95%	CBR 100%
PATRÓN		5.0	7.0
TERRAZYME	12ml/m ³	5.2	7.4
	24ml/m ³	5.3	7.9
	36ml/m ³	5.2	7.5

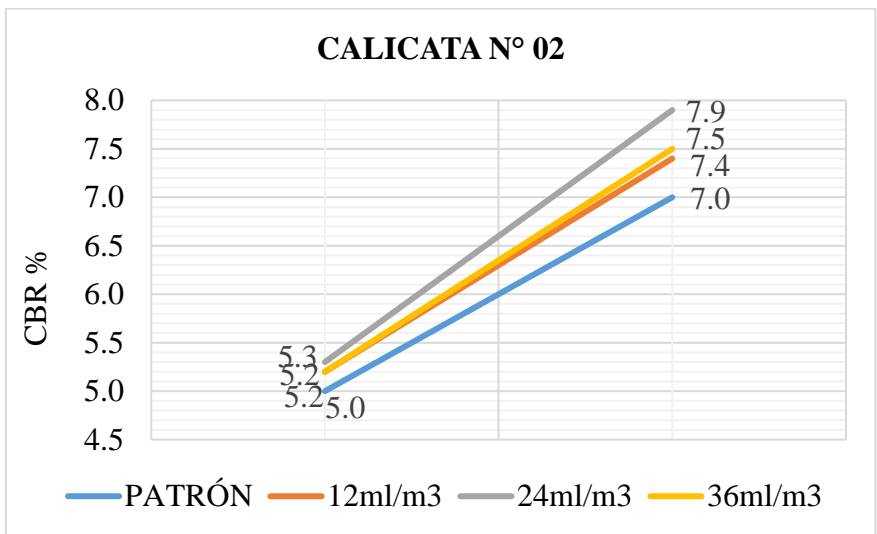


Figura 7.

Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°2

Tabla 28.

Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-3.

CALICATA C-3	CBR 95%	CBR 100%
PATRÓN	3.7	6.0
TERRAZYME 12ml/m3	5.7	6.9
TERRAZYME 24ml/m3	5.9	7.4
TERRAZYME 36ml/m3	6.3	7.2

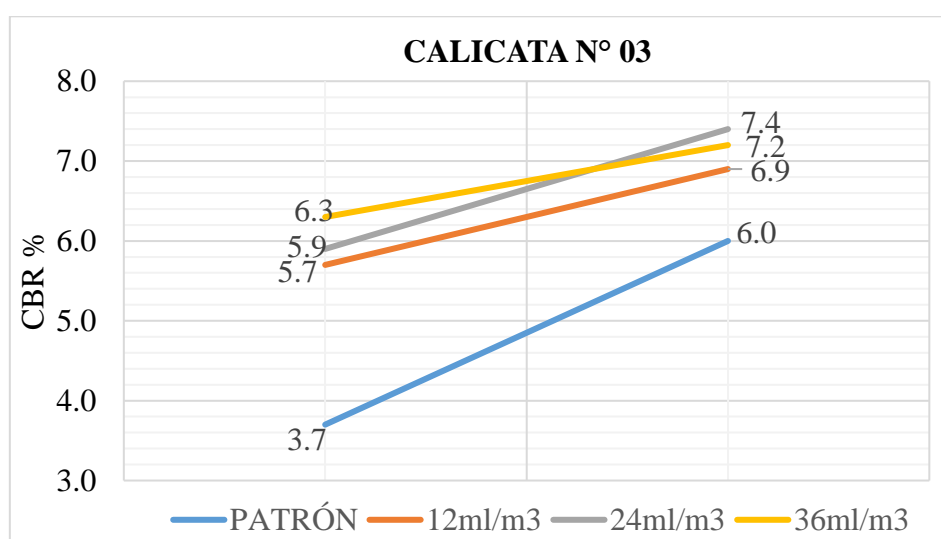


Figura 8

Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°3

Tabla 29.

Comparación de CBR al 95% con CBR al 100% de la Calicata C-4.

CALICATA C-4	CBR 95%	CBR 100%
PATRÓN	4.0	7.3
TERRAZYME 12ml/m3	5.9	8.0
TERRAZYME 24ml/m3	6.6	8.3
TERRAZYME 36ml/m3	6.7	8.1

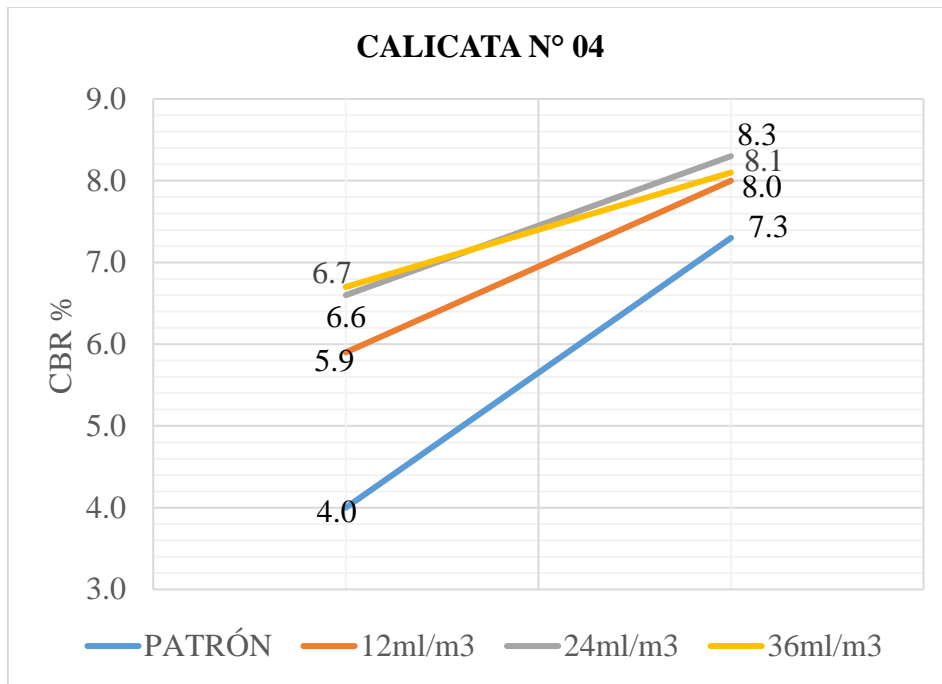


Figura 9.

Comparación CBR al 95% y CBR 100% de la Calicata N°4

3.3.2. Estudio de Tráfico

Realizando el estudio de tráfico, se ha logrado determinar el Transito Promedio Diario Semanal (TPDS), para lo cual se partió realizando un conteo vehicular en los días laborables de una semana; además tomando en cuenta las horas de máxima congestión vehicular que son de 6:30 am hasta 8:00 pm; agrupando la cuantificación de vehículos cada 15 minutos.

Lo que nos ha servido para realizar el diseño de un afirmado sin aditivo, y un diseño de afirmado con la aplicación del aditivo Terrazyme.

Posteriormente se procedió a determinar el presupuesto tomando como herramienta el Software S10 y además realizar una programación del tiempo de ejecución en el Software Ms Project.

Tabla 30.

Conteo Vehicular Día Lunes

HORA		CONTEO VEHICULAR - LUNES							TOTAL	VHMD (veh/h)
		AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN		
06:30	06:45	2	3	0	0	0	0	0	5	33
06:45	07:00	3	5	1	0	0	0	1	10	34
07:00	07:15	3	4	3	0	0	0	1	11	30
07:15	07:30	4	3	0	0	0	0	0	7	23
07:30	07:45	5	1	0	0	0	0	0	6	26
07:45	08:00	2	3	1	0	0	0	0	6	27
08:00	08:15	0	3	1	0	0	0	0	4	25
08:15	08:30	5	3	2	0	0	0	0	10	30
08:30	08:45	4	0	3	0	0	0	0	7	31
08:45	09:00	1	3	0	0	0	0	0	4	30
09:00	09:15	3	6	0	0	0	0	0	9	37
09:15	09:30	7	2	2	0	0	0	0	11	32
09:30	09:45	3	1	2	0	0	0	0	6	27
09:45	10:00	3	3	4	0	0	0	1	11	26
10:00	10:15	2	1	1	0	0	0	0	4	28
10:15	10:30	6	0	0	0	0	0	0	6	35
10:30	10:45	2	2	1	0	0	0	0	5	34
10:45	11:00	7	4	1	0	0	0	1	13	34
11:00	11:15	4	4	3	0	0	0	0	11	32
11:15	11:30	3	2	0	0	0	0	0	5	24
11:30	11:45	1	0	4	0	0	0	0	5	28
11:45	12:00	5	4	1	0	0	0	1	11	32
12:00	12:15	0	3	0	0	0	0	0	3	28
12:15	12:30	1	5	2	0	0	0	1	9	30
12:30	12:45	4	4	1	0	0	0	0	9	30
12:45	13:00	4	3	0	0	0	0	0	7	24
13:00	13:15	3	1	0	0	0	0	1	5	25
13:15	13:30	5	1	3	0	0	0	0	9	27
13:30	13:45	2	0	0	0	0	0	1	3	20
13:45	14:00	2	2	3	0	0	0	1	8	23
14:00	14:15	1	2	4	0	0	0	0	7	25
14:15	14:30	0	1	1	0	0	0	0	2	26
14:30	14:45	4	0	1	0	0	0	1	6	28
14:45	15:00	5	5	0	0	0	0	0	10	29
15:00	15:15	4	4	0	0	0	0	0	8	27
15:15	15:30	3	0	1	0	0	0	0	4	27
15:30	15:45	2	1	4	0	0	0	0	7	26
15:45	16:00	5	3	0	0	0	0	0	8	23
16:00	16:15	3	5	0	0	0	0	0	8	21
16:15	16:30	1	1	1	0	0	0	0	3	21
16:30	16:45	0	1	2	0	0	0	1	4	27
16:45	17:00	3	0	3	0	0	0	0	6	26
17:00	17:15	1	6	1	0	0	0	0	8	28
17:15	17:30	3	2	3	0	0	0	1	9	25
17:30	17:45	2	1	0	0	0	0	0	3	19
17:45	18:00	4	3	1	0	0	0	0	8	24
18:00	18:15	1	3	0	0	0	0	1	5	20
18:15	18:30	2	1	0	0	0	0	0	3	18
18:30	18:45	1	4	3	0	0	0	0	8	19
18:45	19:00	0	3	1	0	0	0	0	4	17
19:00	19:15	1	2	0	0	0	0	0	3	15
19:15	19:30	2	2	0	0	0	0	0	4	
19:30	19:45	3	1	2	0	0	0	0	6	
19:45	20:00	2	0	0	0	0	0	0	2	
TOTAL		149	127	67	0	0	0	13	356	

Tabla 31.

Conteo Vehicular Día Martes

HORA		CONTEO VEHICULAR - MARTES							TOTAL	VHMD (veh/h)
		AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN		
06:30	06:45	2	3	1	0	0	0	0	6	31
06:45	07:00	3	2	2	0	0	0	1	8	29
07:00	07:15	4	3	2	0	0	0	0	9	26
07:15	07:30	3	4	1	0	0	0	0	8	23
07:30	07:45	2	2	0	0	0	0	0	4	24
07:45	08:00	3	2	0	0	0	0	0	5	28
08:00	08:15	1	3	2	0	0	0	0	6	27
08:15	08:30	4	2	2	0	0	0	1	9	32
08:30	08:45	3	4	1	0	0	0	0	8	32
08:45	09:00	0	3	1	0	0	0	0	4	30
09:00	09:15	2	5	3	0	0	0	1	11	35
09:15	09:30	5	3	1	0	0	0	0	9	27
09:30	09:45	2	0	3	0	0	0	1	6	30
09:45	10:00	4	2	3	0	0	0	0	9	29
10:00	10:15	1	0	2	0	0	0	0	3	33
10:15	10:30	5	4	3	0	0	0	0	12	40
10:30	10:45	0	3	1	0	0	0	1	5	33
10:45	11:00	6	5	1	0	0	0	1	13	33
11:00	11:15	5	3	2	0	0	0	0	10	33
11:15	11:30	2	1	1	0	0	0	1	5	32
11:30	11:45	0	2	3	0	0	0	0	5	32
11:45	12:00	7	3	2	0	0	0	1	13	38
12:00	12:15	5	1	3	0	0	0	0	9	33
12:15	12:30	0	3	1	0	0	0	1	5	27
12:30	12:45	3	5	3	0	0	0	0	11	31
12:45	13:00	5	3	0	0	0	0	0	8	26
13:00	13:15	2	0	0	0	0	0	1	3	27
13:15	13:30	4	2	3	0	0	0	0	9	26
13:30	13:45	1	4	1	0	0	0	0	6	25
13:45	14:00	3	3	2	0	0	0	1	9	24
14:00	14:15	0	1	1	0	0	0	0	2	20
14:15	14:30	3	4	1	0	0	0	0	8	26
14:30	14:45	2	2	0	0	0	0	1	5	27
14:45	15:00	3	2	0	0	0	0	0	5	26
15:00	15:15	4	3	1	0	0	0	0	8	30
15:15	15:30	2	5	2	0	0	0	0	9	30
15:30	15:45	1	0	3	0	0	0	0	4	25
15:45	16:00	4	4	1	0	0	0	0	9	28
16:00	16:15	3	5	0	0	0	0	0	8	27
16:15	16:30	0	3	1	0	0	0	0	4	28
16:30	16:45	2	1	3	0	0	0	1	7	33
16:45	17:00	3	2	3	0	0	0	0	8	32
17:00	17:15	4	4	1	0	0	0	0	9	32
17:15	17:30	3	3	2	0	0	0	1	9	28
17:30	17:45	4	0	2	0	0	0	0	6	24
17:45	18:00	3	4	1	0	0	0	0	8	26
18:00	18:15	2	2	0	0	0	0	1	5	25
18:15	18:30	3	2	0	0	0	0	0	5	25
18:30	18:45	2	3	3	0	0	0	0	8	26
18:45	19:00	3	1	2	0	0	0	1	7	21
19:00	19:15	1	4	0	0	0	0	0	5	16
19:15	19:30	3	2	1	0	0	0	0	6	
19:30	19:45	2	0	1	0	0	0	0	3	
19:45	20:00	1	1	0	0	0	0	0	2	
TOTAL		145	138	79	0	0	0	16	378	

Tabla 32.

Conteo Vehicular Día Miércoles

HORA		CONTEO VEHICULAR - MIERCOLES								VHMD (veh/h)
		AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	TOTAL	
06:30	06:45	1	2	0	0	0	0	0	3	26
06:45	07:00	3	3	3	0	0	0	1	10	30
07:00	07:15	3	3	1	0	0	0	0	7	24
07:15	07:30	2	2	2	0	0	0	0	6	24
07:30	07:45	1	4	1	0	0	0	1	7	24
07:45	08:00	3	1	0	0	0	0	0	4	22
08:00	08:15	2	4	1	0	0	0	0	7	27
08:15	08:30	0	3	3	0	0	0	0	6	26
08:30	08:45	2	0	2	0	0	0	1	5	27
08:45	09:00	4	4	1	0	0	0	0	9	27
09:00	09:15	1	3	2	0	0	0	0	6	24
09:15	09:30	4	2	1	0	0	0	0	7	19
09:30	09:45	1	1	2	0	0	0	1	5	21
09:45	10:00	3	0	3	0	0	0	0	6	21
10:00	10:15	1	0	0	0	0	0	0	1	21
10:15	10:30	3	3	3	0	0	0	0	9	27
10:30	10:45	1	2	1	0	0	0	1	5	24
10:45	11:00	0	4	1	0	0	0	1	6	24
11:00	11:15	4	2	1	0	0	0	0	7	30
11:15	11:30	1	2	2	0	0	0	1	6	31
11:30	11:45	1	1	3	0	0	0	0	5	31
11:45	12:00	4	5	2	0	0	0	1	12	33
12:00	12:15	3	1	4	0	0	0	0	8	26
12:15	12:30	1	2	2	0	0	0	1	6	21
12:30	12:45	2	3	2	0	0	0	0	7	20
12:45	13:00	2	2	1	0	0	0	0	5	20
13:00	13:15	1	1	0	0	0	0	1	3	15
13:15	13:30	2	3	0	0	0	0	0	5	17
13:30	13:45	2	3	2	0	0	0	0	7	16
13:45	14:00	0	0	0	0	0	0	0	0	11
14:00	14:15	1	1	3	0	0	0	0	5	14
14:15	14:30	0	3	1	0	0	0	0	4	11
14:30	14:45	0	1	0	0	0	0	1	2	14
14:45	15:00	2	0	1	0	0	0	0	3	18
15:00	15:15	0	1	1	0	0	0	0	2	22
15:15	15:30	1	4	2	0	0	0	0	7	25
15:30	15:45	2	1	3	0	0	0	0	6	24
15:45	16:00	1	4	2	0	0	0	0	7	22
16:00	16:15	2	3	0	0	0	0	0	5	21
16:15	16:30	1	2	2	0	0	0	1	6	23
16:30	16:45	0	2	2	0	0	0	0	4	24
16:45	17:00	2	3	1	0	0	0	0	6	26
17:00	17:15	3	4	0	0	0	0	0	7	23
17:15	17:30	2	2	3	0	0	0	0	7	22
17:30	17:45	3	1	2	0	0	0	0	6	19
17:45	18:00	2	0	1	0	0	0	0	3	22
18:00	18:15	1	3	1	0	0	0	1	6	25
18:15	18:30	2	2	0	0	0	0	0	4	24
18:30	18:45	1	4	3	0	0	0	1	9	25
18:45	19:00	2	2	2	0	0	0	0	6	19
19:00	19:15	0	5	0	0	0	0	0	5	14
19:15	19:30	2	2	1	0	0	0	0	5	
19:30	19:45	1	1	1	0	0	0	0	3	
19:45	20:00	0	1	0	0	0	0	0	1	
TOTAL		89	118	78	0	0	0	14	299	

Tabla 33.

Conteo Vehicular Día Jueves.

HORA		CONTEO VEHICULAR - JUEVEZ								VHMD (veh/h)
		AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN	TOTAL	
06:30	06:45	2	1	1	0	0	0	1	5	23
06:45	07:00	1	2	0	0	0	0	0	3	21
07:00	07:15	3	4	1	0	0	0	1	9	18
07:15	07:30	2	3	1	0	0	0	0	6	13
07:30	07:45	1	2	0	0	0	0	0	3	12
07:45	08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	16
08:00	08:15	2	2	0	0	0	0	0	4	19
08:15	08:30	3	2	0	0	0	0	0	5	21
08:30	08:45	4	1	2	0	0	0	0	7	20
08:45	09:00	1	2	0	0	0	0	0	3	18
09:00	09:15	3	3	0	0	0	0	0	6	17
09:15	09:30	2	2	0	0	0	0	0	4	14
09:30	09:45	2	1	2	0	0	0	0	5	10
09:45	10:00	1	0	0	0	0	0	1	2	10
10:00	10:15	1	0	0	0	0	0	2	3	15
10:15	10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	20
10:30	10:45	0	4	1	0	0	0	0	5	23
10:45	11:00	3	3	1	0	0	0	0	7	20
11:00	11:15	2	3	3	0	0	0	0	8	18
11:15	11:30	1	2	0	0	0	0	0	3	17
11:30	11:45	1	1	0	0	0	0	0	2	20
11:45	12:00	5	0	0	0	0	0	0	5	26
12:00	12:15	4	2	1	0	0	0	0	7	35
12:15	12:30	1	4	1	0	0	0	0	6	40
12:30	12:45	0	5	3	0	0	0	0	8	43
12:45	13:00	5	6	3	0	0	0	0	14	43
13:00	13:15	4	4	4	0	0	0	0	12	36
13:15	13:30	5	3	1	0	0	0	0	9	30
13:30	13:45	4	4	0	0	0	0	0	8	29
13:45	14:00	0	3	3	0	0	0	1	7	28
14:00	14:15	1	2	3	0	0	0	0	6	25
14:15	14:30	3	5	0	0	0	0	0	8	20
14:30	14:45	3	2	0	0	0	0	2	7	16
14:45	15:00	4	0	0	0	0	0	0	4	12
15:00	15:15	1	0	0	0	0	0	0	1	11
15:15	15:30	0	4	0	0	0	0	0	4	13
15:30	15:45	2	1	0	0	0	0	0	3	12
15:45	16:00	2	1	0	0	0	0	0	3	11
16:00	16:15	1	1	1	0	0	0	0	3	12
16:15	16:30	1	2	0	0	0	0	0	3	14
16:30	16:45	0	1	1	0	0	0	0	2	19
16:45	17:00	2	1	1	0	0	0	0	4	23
17:00	17:15	3	1	0	0	0	0	1	5	27
17:15	17:30	5	3	0	0	0	0	0	8	24
17:30	17:45	2	4	0	0	0	0	0	6	17
17:45	18:00	2	5	1	0	0	0	0	8	13
18:00	18:15	1	0	1	0	0	0	0	2	10
18:15	18:30	0	0	1	0	0	0	0	1	13
18:30	18:45	0	0	2	0	0	0	0	2	15
18:45	19:00	1	2	2	0	0	0	0	5	15
19:00	19:15	1	2	2	0	0	0	0	5	11
19:15	19:30	2	1	0	0	0	0	0	3	
19:30	19:45	2	0	0	0	0	0	0	2	
19:45	20:00	0	1	0	0	0	0	0	1	
TOTAL		102	108	43	0	0	0	9	262	

Tabla 34.

Conteo Vehicular Día Viernes

HORA		CONTEO VEHICULAR VIERNES							TOTAL	VHMD (veh/h)
		AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMIÓN		
06:30	06:45	0	3	2	0	0	0	0	5	30
06:45	07:00	2	4	1	0	0	0	0	7	29
07:00	07:15	3	4	3	0	0	0	0	10	30
07:15	07:30	5	3	0	0	0	0	0	8	28
07:30	07:45	1	2	1	0	0	0	0	4	21
07:45	08:00	4	3	1	0	0	0	0	8	22
08:00	08:15	3	4	1	0	0	0	0	8	23
08:15	08:30	0	1	0	0	0	0	0	1	21
08:30	08:45	0	5	0	0	0	0	0	5	27
08:45	09:00	0	6	2	0	0	0	1	9	27
09:00	09:15	1	2	3	0	0	0	0	6	26
09:15	09:30	4	3	0	0	0	0	0	7	24
09:30	09:45	0	2	2	0	0	0	1	5	27
09:45	10:00	3	4	1	0	0	0	0	8	26
10:00	10:15	2	1	1	0	0	0	0	4	26
10:15	10:30	4	6	0	0	0	0	0	10	33
10:30	10:45	1	0	2	0	0	0	1	4	35
10:45	11:00	4	1	2	0	0	0	1	8	38
11:00	11:15	6	4	1	0	0	0	0	11	38
11:15	11:30	3	5	3	0	0	0	1	12	39
11:30	11:45	1	3	3	0	0	0	0	7	39
11:45	12:00	0	4	3	0	0	0	1	8	42
12:00	12:15	5	3	4	0	0	0	0	12	42
12:15	12:30	4	5	2	0	0	0	1	12	43
12:30	12:45	3	6	1	0	0	0	0	10	44
12:45	13:00	2	5	1	0	0	0	0	8	43
13:00	13:15	4	4	4	0	0	0	1	13	42
13:15	13:30	5	6	2	0	0	0	0	13	32
13:30	13:45	6	3	0	0	0	0	0	9	25
13:45	14:00	4	1	1	0	0	0	1	7	26
14:00	14:15	2	1	0	0	0	0	0	3	26
14:15	14:30	3	2	0	0	0	0	1	6	29
14:30	14:45	4	3	2	0	0	0	1	10	30
14:45	15:00	3	2	2	0	0	0	0	7	23
15:00	15:15	5	0	1	0	0	0	0	6	22
15:15	15:30	2	4	1	0	0	0	0	7	25
15:30	15:45	0	1	2	0	0	0	0	3	28
15:45	16:00	3	3	0	0	0	0	0	6	35
16:00	16:15	4	4	1	0	0	0	0	9	36
16:15	16:30	5	5	0	0	0	0	0	10	32
16:30	16:45	2	5	3	0	0	0	0	10	27
16:45	17:00	3	2	2	0	0	0	0	7	21
17:00	17:15	3	0	2	0	0	0	0	5	20
17:15	17:30	0	3	2	0	0	0	0	5	18
17:30	17:45	0	1	3	0	0	0	0	4	20
17:45	18:00	2	3	1	0	0	0	0	6	21
18:00	18:15	0	3	0	0	0	0	0	3	16
18:15	18:30	2	4	1	0	0	0	0	7	16
18:30	18:45	3	0	2	0	0	0	0	5	13
18:45	19:00	0	0	1	0	0	0	0	1	13
19:00	19:15	2	1	0	0	0	0	0	3	14
19:15	19:30	3	1	0	0	0	0	0	4	
19:30	19:45	2	2	1	0	0	0	0	5	
19:45	20:00	0	1	1	0	0	0	0	2	
TOTAL		133	154	75	0	0	0	11	373	

Tabla 35.

Tránsito Promedio Diario Semanal

DÍAS	VEHICULOS LIVIANOS				BUSES		CAMIONES	TOTAL
	AUTO	TAXI	CAMIONETA	COMBI	MINIBUS	BUS	CAMION	
Lunes	149	127	67	0	0	0	13	356
Martes	145	138	79	0	0	0	16	378
Miercoles	89	118	78	0	0	0	14	299
Juevez	102	108	43	0	0	0	9	262
Viernes	133	154	75	0	0	0	11	373
TPDS	124	129	68	0	0	0	13	334

$$TPDS = \frac{356+378+299+262+373}{5}$$

TPDS = 334 veh/día.

3.3.3. Diseño de Afirmado**3.3.3.1. Diseño de Afirmado sin Aditivo.**

Para el diseño del espesor de afirmado se ha utilizado el método Nassra.

Calzada:	6.0	m
Bermas:	0.5	m
Tasa de Crecimiento:	1.29	%
Periodo de Diseño:	5.0	años
Factor de Crecimiento:		

$$Fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$Fc = 5.13$$

Para hallar la Tasa de Crecimiento de Vehículos en la Ciudad de Cajamarca elegimos el más desfavorable.

Tabla 36.

Tasa de Crecimiento de Vehículos.










Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Fuente: Censo 2017, OPMI - MTC

Tabla 37.

Cálculo de Número de EALS

1° Determinamos # EALS

VEHICULO / TIPO	TREN DE CARGAS (Tn)		VEH/DÍA	VEH/AÑO	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR DISTRIBUCIÓN	FACTOR CRECIMIENTO	FACTOR CAMIÓN	# EALS
	0.5	0.5							
			253	92345	0.5	1	5.13	0.00037	175.3
AUTO	0.5	0.5							
			68	24820	0.5	1	5.13	0.00074	94.2
CAMIONETA	1	1							
			13	4745	0.5	1	5.13	3.7071	90249.5
C2	7	11							
TOTAL # EALS									90519

1 tn = 2204 lb → F. Camión = 0.00037
 7 tn = 15428 lb → F. Camión = 0.54778
 11 tn = 24244 lb → F. Camión = 3.15932

2° Calculamos CBR de diseño sin aditivo.

Tabla 38.

CBR para cada Calicata.

CALICATA	CBR AL 95%
C1	4.3 %
C2	5.0 %
C3	3.7 %
C4	4.0 %

Para el CBR de diseño elegiremos el menor de las cuatro calicatas, según lo que nos indica el Manual para el diseño de Vías no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

CBR de diseño: 3.7%

3° Cálculo del espesor de pavimento – Método NASSRA.

$$e = [219 - 211x \log_{10}(CBR) + 58x \log_{10}(CBR)^2]x \log_{10} \left(\frac{ESAL}{120} \right)$$

$$e = 339.07 \text{ mm}$$

$$e = 34 \text{ cm o } 13.4 \text{ pulg.}$$

3.3.3.2. Diseño de Afirmado con Aditivo Terrazyme

Para el diseño del espesor de Afirmado con aplicación de aditivo utilizaremos el método Nassra.

Calzada	:	6.0 m
Bermas	:	0.5 m
Tasa de Crecimiento	:	1.29 %
Periodo de crecimiento	:	5.0 años.
Factor de Crecimiento		





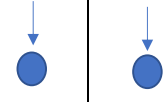
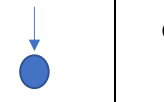



$$Fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$Fc = 5.13$$

Tabla 39.

Cálculo de Número de EALS

1° Determinamos # EALS

VEHICULO / TIPO	TREN DE CARGAS (Tn)		VEH/DÍA	VEH/AÑO	FACTOR DIRECCIÓN	FACTOR DISTRIBUCIÓN	FACTOR CRECIMIENTO	FACTOR CAMIÓN	# EALS
	0.5	0.5							
			253	92345	0.5	1	5.13	0.00037	175.3
AUTO	0.5	0.5							
			68	24820	0.5	1	5.13	0.00074	94.2
CAMIONETA	1	1							
			13	4745	0.5	1	5.13	3.7071	90249.5
C2	7	11							
TOTAL # EALS									90519

1 tn = 2204 lb → F. Camión = 0.00037
 7 tn = 15428 lb → F. Camión = 0.54778
 11 tn = 24244 lb → F. Camión = 3.15932

2° Calculamos el CBR con aditivo para el diseño.

Tabla 40.

CBR con Aditivo para cada Calicata

CALICATA	CBR CON ADITIVO (24ml/m3) AL 95%
C1	4.8 %
C2	5.3 %
C3	5.9 %
C4	6.6 %

CBR de diseño = 4.8%

3° Calculamos espesor de pavimento – Método NASSRA

$$e = [219 - 211 \times \log_{10}(CBR) + 58 \times \log_{10}(CBR)^2] \times \log_{10} \left(\frac{ESAL}{120} \right)$$

e = 294.01 mm

e = 29 cm. o 11.4 pulg.

3.3.4. Resumen de metrados

Tabla 41.

Resumen de Metrados y Costos Sin Aditivo.

ITEMS	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	COSTO	TOTAL
1.01. MOVIENTO DE TIERRAS					
1.01.01.	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	9779.24	5.98 S/	58,479.86
1.02. PAVIMENTO					
1.02.01.	RESPOSICIÓN DE AFIRMADO	m3	263.89	43.51 S/	11,481.85
1.03. TRANSPORTE					
1.03.02.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3k	290.28	1.59 S/	461.54
1.03.04.	TRANSPORTE D EMATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO D > 1KM	m3k	316.67	1.72 S/	544.67
				Costo total de afirmado sin aditivo en 1+186 Km	S/ 70,967.92
				Costo total de afirmadosin aditivo en 1 +000 Km	S/ 59,838.05

Tabla 42.

Resumen de Metrados y Costos con Aditivo Terrazyme.

ITEMS	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	COSTO	TOTAL
1.01. MOVIMIENTO DE TIERRAS					
1.01.01.	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	9330.68	S/ 5.98	S/ 55,797.47
1.02. PAVIMENTO					
1.02.01.	RESPOSICIÓN DE AFIRMADO	m3	280.39	S/ 47.06	S/ 13,195.15
1.03. TRANSPORTE					
1.03.02.	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1KM	m3k	308.43	S/ 1.59	S/ 490.40
1.03.04.	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO D > 1KM	m3k	336.47	S/ 1.72	S/ 578.72
Costo total de afirmado con aditivo en 1+ 186 Km					S/ 70,061.75
Costo total de afirmado con aditivo en 1+ 000 Km					S/ 59,073.99

Tabla 43.

Incremento de Presupuesto sin Aditivo.

Costo de afirmado sin aditivo en 1 Km	S/ 58,838.05
Costo de afirmado con aditivo en 1 Km	S/ 59,073.99
Incremento de presupuesto al no utilizar aditivo por Km	S/ 764.06
Porcentaje de incremento sin aditivo	1.28%

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Discusión de los Resultados.

Después de haber realizado las exploraciones geotécnicas, se ha determinado las características físicas de los suelos existente de fundación a 1.80 m de profundidad aproximadamente:

- (A) En la tabla 16 observamos que según la clasificación SUCS en suelo de la subrasante de la Calicata 1: CL, en la Calicata 2 y Calicata 4: CH y en la Calicata 3: MH . Y según la clasificación ASSHTO en la Calicata 1: A-6, en la Calicata 2 y Calicata 4: A-7-6, y en la Calicata 3: A-4

- (B) En las tablas 18, 19 y 20 observamos los resultados obtenidos con adición del Aditivo Terrazyme en dosificaciones de 12ml/m³, 24ml/m³ y 36ml/m³; en la que se muestra una clara variación del CBR al 95% y CBR al 100%; y según los resultados presentados en la Tesis “Efecto del Aditivo Terrazyme en la estabilización de suelos arcillosos de subrasante en la zona de expansión de la ciudad de Cajamarca”; presentan resultados similares, ver Tabla 1.

- (C) El CBR con aditivo Terrazyme a 24ml/m³ mejoro en un 23% con respecto al CBR del suelo sin adicionar Terrazyme.

- (D) En el estudio de tránsito que se ha realizado (Ver tabla 33) obtenemos un TPDS de 334 veh/día, siendo el día con más tránsito vehicular el día martes con 378 veh/día; obteniendo de este resultado una clasificación de carretera de tercera clase con los siguientes parámetros: Velocidad de diseño de 30 km/h, Radio mínimo de diseño 35 m, Ancho de calzada de 6.00 metros, ancho de Berma 0.50 m, cuneta de profundidad de 0.30 m y un ancho de 0.75 m.

- (E) En el acápite 3.3.3. diseño del afirmado con el CBR obtenido del estudio de mecánica de suelos tenemos:
CBR de diseño sin aditivo 3.7% obteniendo un $e = 0.34\text{m}$ y con del CBR de diseño con aditivo es de 4.8% obtenemos un $e = 0.29\text{ m}$.

(F) En las tablas 39, 40 y 41 del estudio de costos el presupuesto sin aditivo obtenemos que el costo de afirmado / km es de 59 838.05 nuevos soles y el presupuesto del afirmado con aditivo es de 59 073.99 nuevos soles; dando como resultado un ahorro al utilizar aditivo Terrazyme de 764.06 soles/km, representando un ahorro del 1.28 %/km con respecto al presupuesto de afirmado sin aditivo.

(G) En programación de obra de un afirmado sin aditivo obtenemos un tiempo de ejecución de 16 días y aplicando el aditivo Terrazyme obtenemos un tiempo de ejecución de 15 días por lo que concluimos que el tiempo de ejecución aplicando aditivo es menor generando un ahorro para el ejecutor. (Ver anexo, Programación de ejecución de Obra).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- (A) En la oscultación de 04 calicatas, a una profundidad promedio de 1.80 metros; en el suelo que conforma la Prolongación Avenida Perú se clasifico como A-6, A-7-6, A-4 y A-7-6 según AASTHO y como CL, CH, MH y CH, según SUCS; para las muestras de suelo cohesivo de las calicatas C1, C2, C3 y C4 respectivamente.
- (B) En el levantamiento topográfico realizado se ha obtenido una longitud total de 1+185.72 km, y un tipo de terreno accidentado.
- (C) Se concluye que al aplicar el aditivo Terrazyme en el suelo de la prolongación de la Av. Perú en la ciudad de Cajamarca se obtiene un mejoramiento en la capacidad de soporte (CBR) de 123% teniendo un incremento del 23% en una dosificación de 24ml/m³. Por lo que se puede decir que se tiene un mejoramiento significativo a nivel de sub rasante.
- (D) El espesor calculado del afirmado sin aditivo es de $e = 0.34$ m y el espesor calculado de afirmado con aditivo es de $e = 0.29$ m, ambos espesores fueron diseñados con el Método Nassra. Al realizar el estudio del costo de un afirmado con aditivo y afirmado sin aditivo llegamos a la conclusión que la reducción de costo es de 1.28% / km no llegando al 20% esperado, que se planteó en la Hipótesis.
- (E) El tiempo de ejecución de un afirmado con aditivo es menor al no usar aditivo.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar trabajos de investigación utilizando aditivo químico Terrazyme en proporciones de 10,20,30,40 ml/m³; y posiblemente obtener una nueva dosificación óptima para el mejoramiento de la Sub rasante en suelos cohesivos.

Realizar estudios con diferentes tipos de suelos utilizando dosificaciones de aditivo Terrazyme para analizar su reacción y así proponer mejoras en la construcción de carreteras.

Se sugiere hacer nuevos estudios de investigación acerca del uso de otros aditivos que mejoren la estabilidad de los suelos de vías no pavimentadas, donde se encuentren otros tipos de suelos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Morales Almanza, R., Orozco Peralta, E., & Campos Moreira, S. (2012). *Determinación de los Factores Equivalentes de Carga y Cálculo de los Ejes Equivalentes de Carga de la Carretera León-Peneyola*. Nicaragua.
- Álvarez Pabón, J. (2010). *Estabilización de Subrasantes*. Colombia.
- Angelone, S., Garibay, M., & Cauhapé, M. (2006). *Geología y Geotecnia - Permeabilidad de Suelos*. Colombia.
- Braja M., D. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México: Cengage Learning.
- Cal, R., Reyes, M., & Cardenas, J. (2000). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y Aplicaciones*. México: Ediciones Alfamoega.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos Y Cimentaciones*. México: Limusa.
- Hernández Canales, J. C. (2008). *Características Físicas y Propiedades Mecánicas de los Suelos y sus Métodos de medición*. Guatemala.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos*. México: Limusa.
- Lopez Mateos, A. (2015). *Cuestionario acerca de los Movimientos de Tierras*. México.
- Martinez Chávez, E. (2019). *Estabilización de Suelos Cohesivos con Aditivo Organosilanos a Nivel de Subrasante*. Huancayo.
- Menéndez, J. (2013). *Ingeniería de Pavimentos*. Lima - Perú: Instituto de Construcción y Gerencia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2005). *Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito*. Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Carreteras : Diseño de Geométrico*. Lima - Perú.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos*. Colombia: Agora.

- Orjuela Ortiz, J., & Pérez Rojas, J. (2018). *Análisis experimental de la expansividad en suelos bentoníticos*. Colombia.
- Oviedo Bellott, R. (2013). *Mejoramiento de Subrasantes de baja Capacidad Portante por medio de la Aplicación de Correlación Defelctométrica*. Lima - Perú.
- Rollins, K. (1998). *Effect of Soil treatment with Terrazyme on CBR %*. Natural Plus.
- Stasoil. (s.f.). *Terrazyme*. Lima - Perú: Natureplus, Inc.
- Zea Osorio, N. (2005). *Caracterización de las Arcillas para la fabricación de Ladrillos Artesanales*. Guatemala.
- Zepeda Garrido, J. A. (2004). *Mecánica de Suelos no Saturados*. México: Universidad Autónoma de Querétaro.

APÉNDICE

Panel fotográfico

Figura 10.

Observamos la realización del levantamiento topográfico, del estudio



Figura 11.

Levantamiento de puntos topográficos.



Figura 12.

Excavación de Calicata C-1



Figura 13.

Midiendo profundidad de la Calicata C-1



Figura 14

Excavación de Calicata C-2



Figura 15.

Medición de la profundidad de la Calicata C-2



Figura 16.

Tomando Coordenadas UTM de la Calicata C-2



Figura 17.

Excavación de la Calicata C-3



Figura 18.

Medición de la profundidad de la Calicata C-3



Figura 19.

Se observa la realización del ensayo del lavado de finos



Figura 20.

Muestras en el Horno para calcular el contenido de Humedad.



Figura 21.

Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado de la C-03



Figura 22.

Ensayo Granulométrico por Lavado por la malla N° 200



Figura 23

Realizando el ensayo de Limite Liquido



Figura 24.

Realizando el ensayo de Limite Liquido



Figura 25.

Colocando al Horno a secar las muestras en ensayo de Límite Plástico



Figura 26.

Enrazado de muestra en molde para Proctor Modificado para Calicata C-02

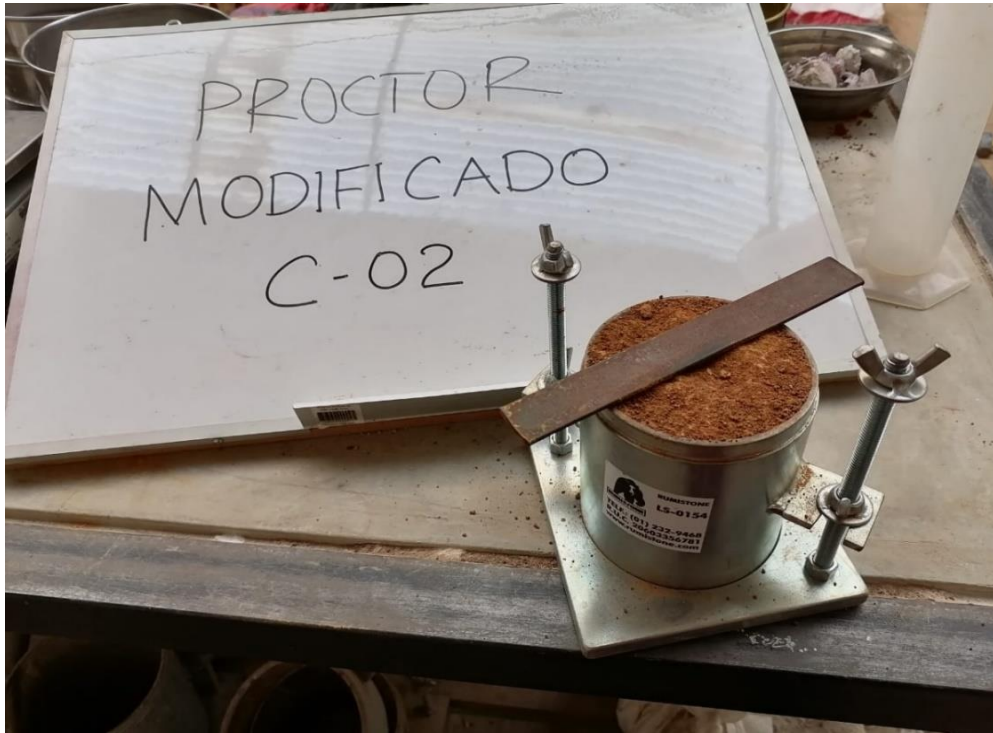


Figura 27.

Peso de molde más muestra, ensayo Proctor Modificado.



Figura 28.

Ensayo Proctor Modificado en calicata C-03



Figura 29.

Ensayo Proctor Modificado en calicata C-04



Figura 30.

Ensayo CBR- Hinchamiento.



Figura 31.

Ensayo CBR- Hinchamiento



Figura 32.

Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-01



Figura 33.

Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-01



Figura 34.

Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-03



Figura 35.

Ensayo CBR, Carga- Penetración en la calicata C-03



Figura 36.

Adición de Aditivo Terrazyme a 12, 24 y 36ml/m³



Figura 37.

Adición de Aditivo Terrazyme a 12, 24 y 36ml/m³



Figura 38.

Ensayo CBR con aditivo Terrazyme 12, 24 y 36ml/m³



Figura 39.

Ensayo de Carga- Penetración con Aditivo Terrazyme 12,24 y 36ml/m³



Perfil Estratigráfico de Suelos.

Tabla 44.

Perfil Estratigráfico Calicata C-1




PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS				
TRAMO		: 0 + 10 m		
CALICATA		: C-1		
PROFUNDIDAD		: 1.84		
UBICACIÓN		: Prolongación Avenida Perú.		
ELABORADA PO		: Luis Christofer Quiroz Castillo		
COORDENADAS UTM :		CALICATA N° : C-1		
E= 773118.6 N=9208603.8 C=2795				
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	SIMBOLOGÍA
0.00  1.84	0.33	E1	SUCS : N/A AASTHO : N/A	Material de relleno con espesor de 0.33m N/A
		E2	SUCS : CL AASTHO A-6	Presenta un color mostaza, con un espesor de 1.51m 
				

Tabla 45.

Perfil Estratigráfico Calicata C-2

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS					
TRAMO	:	0 + 10 - 0 + 320m			
CALICATA	:	C-2			
PROFUNDIDAD	:	1.82 m			
UBICACIÓN	:	Prolongación Avenida Perú.			
ELABORADA POR	:	Luis Christofer Quiroz Castillo			
COORDENADAS UTM :		CALICATA N° : C-2			
E= 773204.3 N=9208817.8 C=2781					
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	SIMBOLOGÍA	
0.00  1.82	0.29	E1	SUCS : N/A	Material de relleno con un espesor de 0.29m	N/A
			AASTHO : N/A		
	1.53	E2	SUCS : CH AASTHO A-7-6	Presenta un color mostaza, con un espesor de 1.53m	
					

Tabla 46

Perfil Estratigráfico Calicata C-3


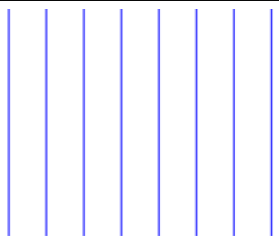


PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS				
TRAMO	:	0 + 320 - 0 +660m		
CALICATA	:	C-3		
PROFUNDIDAD	:	1.67 m		
UBICACIÓN	:	Prolongación Avenida Perú.		
ELABORADA POR	:	Luis Christofer Quiroz Castillo		
COORDENADAS UTM :		CALICATA N° : C-3		
E= 773193.1 N=9209100.9 C=2779				
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	SIMBOLOGÍA
0.00  1.67	0.35	E1	SUCS : N/A AASTHO : N/A	Material de relleno con un espesor de 0.35m
		E2	SUCS : MH AASTHO A-4	Presenta un color mostaza oscuro con un espesor de 1.32m
				

Tabla 47.

Perfil Estratigráfico Calicata C-4

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE SUELOS				
TRAMO	:	0 + 660m - 0 + 920m		
CALICATA	:	C-4		
PROFUNDIDAD	:	1.91 m		
UBICACIÓN	:	Prolongación Avenida Perú.		
ELABORADA POI	:	Luis Christofer Quiroz Castillo		
COORDENADAS UTM :		CALICATA N° : C-4		
E= 773168.8 N=9209465.3 C=2776				
PROFUNDIDAD (m)	ESTRATO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	SIMBOLOGÍA
0.00  1.91	0.35	E1	SUCS : N/A AASTHO : N/A	Material de relleno con un espesor de 0.35m
		E2	SUCS : CH AASTHO A-7-6	Presenta un color mostaza, con un espesor 1.56m
				

Volumen de Corte y Relleno.

Tabla 48.

Volumen de Corte y Relleno, sin aditivo

TABLA DE VOLUMENES e = 0.34m							
PROGRESIVA	AR (m2)	AC (m2)	VOL.RELL (m3)	VOL CORTE (m3)	VOL ACUM. RELL (m3)	VOL ACUM. CORTE (m3)	VOLUMEN NETO (m3)
0+000.00	0.16	3.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.41	6.03	2.85	49.70	2.85	49.70	46.85
0+020.00	0.00	8.65	1.03	73.40	3.88	123.10	119.23
0+030.00	0.00	6.59	0.00	76.20	3.88	199.30	195.43
0+040.00	0.00	5.91	0.00	62.50	3.88	261.80	257.93
0+050.00	0.03	3.98	0.08	49.45	3.95	311.25	307.30
0+055.00	0.01	3.43	0.10	18.53	4.05	329.78	325.73
0+060.00	0.01	3.74	0.10	35.85	4.15	365.63	361.48
0+075.00	0.05	3.49	0.45	54.23	4.60	419.85	415.25
0+080.00	0.16	2.80	0.53	15.73	5.13	435.58	430.45
0+090.00	0.00	3.62	0.40	32.10	5.53	467.68	462.15
0+100.00	0.01	3.81	0.03	37.15	5.55	504.83	499.28
0+110.00	0.07	3.25	0.40	35.30	5.95	540.13	534.18
0+120.00	0.09	3.41	0.80	33.30	6.75	573.43	566.68
0+125.00	0.00	3.27	0.11	16.70	6.86	590.13	583.26
0+130.00	0.18	3.17	0.23	16.10	7.09	606.23	599.14
0+140.00	0.14	4.72	1.60	39.45	8.69	645.68	636.99
0+150.00	0.00	6.91	0.35	58.15	9.04	703.83	694.79
0+160.00	0.00	8.44	0.00	76.75	9.04	780.58	771.54
0+170.00	0.00	9.34	0.00	88.90	9.04	869.48	860.44
0+180.00	0.00	8.76	0.00	90.50	9.04	959.98	950.94
0+190.00	0.00	6.72	0.00	77.40	9.04	1037.38	1028.34
0+195.00	0.02	5.68	0.03	31.00	9.06	1068.38	1059.31
0+200.00	0.00	6.56	0.03	30.60	9.09	1098.98	1089.89
0+210.00	0.46	8.41	1.15	74.85	10.24	1173.83	1163.59
0+220.00	1.08	10.25	7.70	93.30	17.94	1267.13	1249.19
0+230.00	0.55	11.59	8.15	109.20	26.09	1376.33	1350.24
0+240.00	0.00	13.41	1.38	125.00	27.46	1501.33	1473.86
0+250.00	0.00	16.49	0.00	149.50	27.46	1650.83	1623.36
0+260.00	0.02	16.75	0.05	166.20	27.51	1817.03	1789.51
0+270.00	0.03	19.37	0.25	180.60	27.76	1997.63	1969.86
0+280.00	0.00	18.36	0.08	188.65	27.84	2186.28	2158.44
0+285.00	0.01	15.71	0.01	85.18	27.85	2271.45	2243.60
0+290.00	0.00	13.22	0.01	72.33	27.86	2343.78	2315.91
0+300.00	0.00	10.50	0.00	118.60	27.86	2462.38	2434.51
0+310.00	0.01	10.54	0.03	105.20	27.89	2567.58	2539.69
0+315.00	0.01	12.32	0.05	57.15	27.94	2624.73	2596.79

0+320.00	0.00	13.08	0.01	63.50	27.95	2688.23	2660.28
0+330.00	0.00	13.81	0.00	134.45	27.95	2822.68	2794.73
0+340.00	0.00	14.35	0.00	140.80	27.95	2963.48	2935.53
0+350.00	0.00	12.37	0.00	133.60	27.95	3097.08	3069.13
0+360.00	0.00	10.43	0.00	114.00	27.95	3211.08	3183.13
0+370.00	0.00	10.37	0.00	104.00	27.95	3315.08	3287.13
0+380.00	0.01	9.52	0.03	99.45	27.98	3414.53	3386.55
0+390.00	0.00	8.71	0.03	91.15	28.00	3505.68	3477.68
0+400.00	0.01	8.91	0.03	88.10	28.03	3593.78	3565.75
0+410.00	0.00	9.71	0.03	93.10	28.05	3686.88	3658.83
0+420.00	0.00	9.03	0.00	93.70	28.05	3780.58	3752.53
0+430.00	0.00	7.69	0.00	83.60	28.05	3864.18	3836.13
0+440.00	0.01	7.70	0.03	76.95	28.08	3941.13	3913.05
0+450.00	0.00	11.23	0.03	94.65	28.10	4035.78	4007.68
0+460.00	0.00	12.35	0.00	117.90	28.10	4153.68	4125.58
0+470.00	0.15	11.52	0.38	119.35	28.48	4273.03	4244.55
0+480.00	0.18	10.12	1.65	108.20	30.13	4381.23	4351.10
0+490.00	0.09	9.36	1.35	97.40	31.48	4478.63	4447.15
0+500.00	0.03	8.31	0.60	88.35	32.08	4566.98	4534.90
0+510.00	0.06	6.72	0.45	75.15	32.53	4642.13	4609.60
0+520.00	0.01	6.12	0.35	64.20	32.88	4706.33	4673.45
0+530.00	0.00	6.70	0.03	64.10	32.90	4770.43	4737.53
0+540.00	0.00	7.79	0.00	72.45	32.90	4842.88	4809.98
0+550.00	0.00	7.96	0.00	78.75	32.90	4921.63	4888.73
0+560.00	0.00	7.25	0.00	76.05	32.90	4997.68	4964.78
0+570.00	0.00	6.25	0.00	67.50	32.90	5065.18	5032.28
0+580.00	0.00	4.90	0.00	55.75	32.90	5120.93	5088.03
0+590.00	0.12	1.44	0.30	31.70	33.20	5152.63	5119.43
0+600.00	3.49	0.00	18.05	3.60	51.25	5156.23	5104.98
0+615.00	8.91	0.00	93.00	0.00	144.25	5156.23	5011.98
0+620.00	7.56	0.01	41.18	0.01	185.43	5156.24	4970.81
0+630.00	3.09	0.26	53.25	1.35	238.68	5157.59	4918.91
0+640.00	0.43	2.68	17.60	14.70	256.28	5172.29	4916.01
0+650.00	0.17	9.04	3.00	58.60	259.28	5230.89	4971.61
0+660.00	0.00	12.26	0.43	106.50	259.70	5337.39	5077.69
0+670.00	0.00	12.96	0.00	126.10	259.70	5463.49	5203.79
0+680.00	0.00	14.72	0.00	138.40	259.70	5601.89	5342.19
0+690.00	0.00	16.00	0.00	153.60	259.70	5755.49	5495.79
0+700.00	0.00	17.16	0.00	165.80	259.70	5921.29	5661.59
0+710.00	0.00	16.58	0.00	168.70	259.70	6089.99	5830.29
0+720.00	0.11	15.15	0.28	158.65	259.98	6248.64	5988.66
0+730.00	0.00	15.04	0.28	150.95	260.25	6399.59	6139.34
0+740.00	0.00	15.48	0.00	152.60	260.25	6552.19	6291.94
0+750.00	0.00	15.88	0.00	156.80	260.25	6708.99	6448.74
0+760.00	0.00	15.39	0.00	156.35	260.25	6865.34	6605.09
0+770.00	0.04	14.67	0.10	150.30	260.35	7015.64	6755.29

0+780.00	0.11	8.65	0.75	116.60	261.10	7132.24	6871.14
0+790.00	0.00	6.51	0.28	75.80	261.38	7208.04	6946.66
0+800.00	0.00	5.85	0.00	61.80	261.38	7269.84	7008.46
0+810.00	0.00	6.30	0.00	60.75	261.38	7330.59	7069.21
0+820.00	0.00	6.00	0.00	61.50	261.38	7392.09	7130.71
0+830.00	0.00	5.71	0.00	58.55	261.38	7450.64	7189.26
0+840.00	0.00	5.33	0.00	55.20	261.38	7505.84	7244.46
0+850.00	0.00	4.94	0.00	51.35	261.38	7557.19	7295.81
0+860.00	0.00	4.94	0.00	49.40	261.38	7606.59	7345.21
0+870.00	0.00	4.48	0.00	47.10	261.38	7653.69	7392.31
0+880.00	0.00	6.08	0.00	52.80	261.38	7706.49	7445.11
0+890.00	0.00	6.97	0.00	65.25	261.38	7771.74	7510.36
0+900.00	0.00	8.38	0.00	76.75	261.38	7848.49	7587.11
0+910.00	0.00	10.16	0.00	92.70	261.38	7941.19	7679.81
0+920.00	0.00	10.26	0.00	102.10	261.38	8043.29	7781.91
0+930.00	0.00	12.12	0.00	111.90	261.38	8155.19	7893.81
0+940.00	0.00	14.22	0.00	131.70	261.38	8286.89	8025.51
0+950.00	0.00	12.00	0.00	131.10	261.38	8417.99	8156.61
0+960.00	0.00	10.04	0.00	110.20	261.38	8528.19	8266.81
0+970.00	0.00	7.26	0.00	86.50	261.38	8614.69	8353.31
0+980.00	0.00	7.58	0.00	74.20	261.38	8688.89	8427.51
0+990.00	0.00	6.92	0.00	72.50	261.38	8761.39	8500.01
1+000.00	0.00	6.41	0.00	66.65	261.38	8828.04	8566.66
1+010.00	0.00	6.26	0.00	63.35	261.38	8891.39	8630.01
1+020.00	0.00	6.56	0.00	64.10	261.38	8955.49	8694.11
1+030.00	0.00	6.67	0.00	66.15	261.38	9021.64	8760.26
1+040.00	0.03	4.35	0.08	55.10	261.45	9076.74	8815.29
1+050.00	0.18	3.52	1.05	39.35	262.50	9116.09	8853.59
1+060.00	0.00	4.63	0.45	40.75	262.95	9156.84	8893.89
1+070.00	0.00	5.88	0.00	52.55	262.95	9209.39	8946.44
1+080.00	0.00	5.81	0.00	58.45	262.95	9267.84	9004.89
1+090.00	0.00	6.42	0.00	61.15	262.95	9328.99	9066.04
1+100.00	0.00	10.79	0.00	86.05	262.95	9415.04	9152.09
1+110.00	0.00	9.96	0.00	103.75	262.95	9518.79	9255.84
1+120.00	0.04	2.90	0.10	64.30	263.05	9583.09	9320.04
1+130.00	0.08	1.48	0.60	21.90	263.65	9604.99	9341.34
1+140.00	0.00	2.53	0.20	20.05	263.85	9625.04	9361.19
1+150.00	0.00	2.70	0.00	26.15	263.85	9651.19	9387.34
1+160.00	0.00	3.15	0.00	29.25	263.85	9680.44	9416.59
1+170.00	0.00	3.48	0.00	33.15	263.85	9713.59	9449.74
1+180.00	0.00	4.48	0.00	39.80	263.85	9753.39	9489.54
1+185.72	0.03	4.56	0.04	25.85	263.89	9779.24	9515.35

Tabla 49.

Volumen de Corte y Relleno, con aditivo.

TABLA DE VOLUMENES e = 0.29m							
PROGRESIVA	AR (m2)	AC (m2)	VOL.RELL (m3)	VOL CORTE (m3)	VOL ACUM. RELL (m3)	VOL ACUM. CORTE (m3)	VOLUMEN NETO (m3)
0+000.00	0.17	3.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.41	5.65	2.90	45.95	2.90	45.95	43.05
0+020.00	0.00	8.27	1.03	69.60	3.93	115.55	111.63
0+030.00	0.00	6.19	0.00	72.30	3.93	187.85	183.93
0+040.00	0.00	5.51	0.00	58.50	3.93	246.35	242.43
0+050.00	0.03	3.58	0.08	45.45	4.00	291.80	287.80
0+055.00	0.01	3.03	0.10	16.53	4.10	308.33	304.23
0+060.00	0.01	3.34	0.10	31.85	4.20	340.18	335.98
0+075.00	0.06	3.09	0.53	48.23	4.73	388.40	383.68
0+080.00	0.17	2.42	0.58	13.78	5.30	402.18	396.88
0+090.00	0.00	3.22	0.43	28.20	5.73	430.38	424.65
0+100.00	0.01	3.43	0.03	33.25	5.75	463.63	457.88
0+110.00	0.08	2.86	0.45	31.45	6.20	495.08	488.88
0+120.00	0.10	3.02	0.90	29.40	7.10	524.48	517.38
0+125.00	0.00	2.87	0.13	14.73	7.23	539.20	531.98
0+130.00	0.18	2.79	0.23	14.15	7.45	553.35	545.90
0+140.00	0.14	4.33	1.60	35.60	9.05	588.95	579.90
0+150.00	0.00	6.53	0.35	54.30	9.40	643.25	633.85
0+160.00	0.00	8.04	0.00	72.85	9.40	716.10	706.70
0+170.00	0.00	8.94	0.00	84.90	9.40	801.00	791.60
0+180.00	0.00	8.38	0.00	86.60	9.40	887.60	878.20
0+190.00	0.00	6.32	0.00	73.50	9.40	961.10	951.70
0+195.00	0.02	5.28	0.03	29.00	9.43	990.10	980.68
0+200.00	0.00	6.16	0.03	28.60	9.45	1018.70	1009.25
0+210.00	0.46	8.03	1.15	70.95	10.60	1089.65	1079.05
0+220.00	1.08	9.85	7.70	89.40	18.30	1179.05	1160.75
0+230.00	0.55	11.19	8.15	105.20	26.45	1284.25	1257.80
0+240.00	0.00	13.01	1.38	121.00	27.83	1405.25	1377.43
0+250.00	0.00	16.11	0.00	145.60	27.83	1550.85	1523.03
0+260.00	0.02	16.37	0.05	162.40	27.88	1713.25	1685.38
0+270.00	0.03	18.99	0.25	176.80	28.13	1890.05	1861.93
0+280.00	0.00	17.95	0.08	184.70	28.20	2074.75	2046.55
0+285.00	0.01	15.34	0.01	83.23	28.21	2157.98	2129.76
0+290.00	0.00	12.83	0.01	70.43	28.23	2228.40	2200.18
0+300.00	0.00	10.10	0.00	114.65	28.23	2343.05	2314.83
0+310.00	0.01	10.14	0.03	101.20	28.25	2444.25	2416.00
0+315.00	0.01	11.92	0.05	55.15	28.30	2499.40	2471.10

0+320.00	0.00	12.67	0.01	61.48	28.31	2560.88	2532.56
0+330.00	0.00	13.42	0.00	130.45	28.31	2691.33	2663.01
0+340.00	0.00	13.95	0.00	136.85	28.31	2828.18	2799.86
0+350.00	0.00	11.97	0.00	129.60	28.31	2957.78	2929.46
0+360.00	0.00	10.05	0.00	110.10	28.31	3067.88	3039.56
0+370.00	0.00	9.99	0.00	100.20	28.31	3168.08	3139.76
0+380.00	0.01	9.12	0.03	95.55	28.34	3263.63	3235.29
0+390.00	0.00	8.31	0.03	87.15	28.36	3350.78	3322.41
0+400.00	0.01	8.51	0.03	84.10	28.39	3434.88	3406.49
0+410.00	0.00	9.31	0.03	89.10	28.41	3523.98	3495.56
0+420.00	0.00	8.65	0.00	89.80	28.41	3613.78	3585.36
0+430.00	0.00	7.29	0.00	79.70	28.41	3693.48	3665.06
0+440.00	0.01	7.30	0.03	72.95	28.44	3766.43	3737.99
0+450.00	0.00	10.83	0.03	90.65	28.46	3857.08	3828.61
0+460.00	0.00	11.97	0.00	114.00	28.46	3971.08	3942.61
0+470.00	0.15	11.14	0.38	115.55	28.84	4086.63	4057.79
0+480.00	0.18	9.74	1.65	104.40	30.49	4191.03	4160.54
0+490.00	0.09	8.98	1.35	93.60	31.84	4284.63	4252.79
0+500.00	0.03	7.91	0.60	84.45	32.44	4369.08	4336.64
0+510.00	0.06	6.34	0.45	71.25	32.89	4440.33	4407.44
0+520.00	0.01	5.74	0.35	60.40	33.24	4500.73	4467.49
0+530.00	0.00	6.30	0.03	60.20	33.26	4560.93	4527.66
0+540.00	0.00	7.39	0.00	68.45	33.26	4629.38	4596.11
0+550.00	0.00	7.56	0.00	74.75	33.26	4704.13	4670.86
0+560.00	0.00	6.85	0.00	72.05	33.26	4776.18	4742.91
0+570.00	0.00	5.85	0.00	63.50	33.26	4839.68	4806.41
0+580.00	0.00	4.52	0.00	51.85	33.26	4891.53	4858.26
0+590.00	0.13	1.06	0.33	27.90	33.59	4919.43	4885.84
0+600.00	3.89	0.00	20.10	2.65	53.69	4922.08	4868.39
0+615.00	9.30	0.00	98.93	0.00	152.61	4922.08	4769.46
0+620.00	7.96	0.01	43.15	0.01	195.76	4922.09	4726.33
0+630.00	3.48	0.26	57.20	1.35	252.96	4923.44	4670.48
0+640.00	0.44	2.28	19.60	12.70	272.56	4936.14	4663.58
0+650.00	0.17	8.64	3.05	54.60	275.61	4990.74	4715.13
0+660.00	0.00	11.86	0.43	102.50	276.04	5093.24	4817.20
0+670.00	0.00	12.56	0.00	122.10	276.04	5215.34	4939.30
0+680.00	0.00	14.32	0.00	134.40	276.04	5349.74	5073.70
0+690.00	0.00	15.62	0.00	149.70	276.04	5499.44	5223.40
0+700.00	0.00	16.76	0.00	161.90	276.04	5661.34	5385.30
0+710.00	0.00	16.19	0.00	164.75	276.04	5826.09	5550.05
0+720.00	0.11	14.75	0.28	154.70	276.31	5980.79	5704.48
0+730.00	0.00	14.66	0.28	147.05	276.59	6127.84	5851.25
0+740.00	0.00	15.10	0.00	148.80	276.59	6276.64	6000.05
0+750.00	0.00	15.48	0.00	152.90	276.59	6429.54	6152.95
0+760.00	0.00	14.99	0.00	152.35	276.59	6581.89	6305.30
0+770.00	0.04	14.28	0.10	146.35	276.69	6728.24	6451.55

0+780.00	0.11	8.28	0.75	112.80	277.44	6841.04	6563.60
0+790.00	0.00	6.13	0.28	72.05	277.71	6913.09	6635.38
0+800.00	0.00	5.47	0.00	58.00	277.71	6971.09	6693.38
0+810.00	0.00	5.91	0.00	56.90	277.71	7027.99	6750.28
0+820.00	0.00	5.61	0.00	57.60	277.71	7085.59	6807.88
0+830.00	0.00	5.32	0.00	54.65	277.71	7140.24	6862.53
0+840.00	0.00	4.95	0.00	51.35	277.71	7191.59	6913.88
0+850.00	0.00	4.56	0.00	47.55	277.71	7239.14	6961.43
0+860.00	0.00	4.55	0.00	45.55	277.71	7284.69	7006.98
0+870.00	0.00	4.10	0.00	43.25	277.71	7327.94	7050.23
0+880.00	0.00	5.70	0.00	49.00	277.71	7376.94	7099.23
0+890.00	0.00	6.58	0.00	61.40	277.71	7438.34	7160.63
0+900.00	0.00	7.99	0.00	72.85	277.71	7511.19	7233.48
0+910.00	0.00	9.77	0.00	88.80	277.71	7599.99	7322.28
0+920.00	0.00	9.88	0.00	98.25	277.71	7698.24	7420.53
0+930.00	0.00	11.74	0.00	108.10	277.71	7806.34	7528.63
0+940.00	0.00	13.84	0.00	127.90	277.71	7934.24	7656.53
0+950.00	0.00	11.62	0.00	127.30	277.71	8061.54	7783.83
0+960.00	0.00	9.65	0.00	106.35	277.71	8167.89	7890.18
0+970.00	0.00	6.88	0.00	82.65	277.71	8250.54	7972.83
0+980.00	0.00	7.18	0.00	70.30	277.71	8320.84	8043.13
0+990.00	0.00	6.54	0.00	68.60	277.71	8389.44	8111.73
1+000.00	0.00	6.03	0.00	62.85	277.71	8452.29	8174.58
1+010.00	0.00	5.86	0.00	59.45	277.71	8511.74	8234.03
1+020.00	0.00	6.17	0.00	60.15	277.71	8571.89	8294.18
1+030.00	0.00	6.27	0.00	62.20	277.71	8634.09	8356.38
1+040.00	0.03	3.97	0.08	51.20	277.79	8685.29	8407.50
1+050.00	0.19	3.14	1.10	35.55	278.89	8720.84	8441.95
1+060.00	0.00	4.23	0.48	36.85	279.36	8757.69	8478.33
1+070.00	0.00	5.50	0.00	48.65	279.36	8806.34	8526.98
1+080.00	0.00	5.42	0.00	54.60	279.36	8860.94	8581.58
1+090.00	0.00	6.03	0.00	57.25	279.36	8918.19	8638.83
1+100.00	0.00	10.39	0.00	82.10	279.36	9000.29	8720.93
1+110.00	0.00	9.58	0.00	99.85	279.36	9100.14	8820.78
1+120.00	0.05	2.50	0.13	60.40	279.49	9160.54	8881.05
1+130.00	0.08	1.09	0.65	17.95	280.14	9178.49	8898.35
1+140.00	0.00	2.15	0.20	16.20	280.34	9194.69	8914.35
1+150.00	0.00	2.30	0.00	22.25	280.34	9216.94	8936.60
1+160.00	0.00	2.75	0.00	25.25	280.34	9242.19	8961.85
1+170.00	0.00	3.08	0.00	29.15	280.34	9271.34	8991.00
1+180.00	0.00	4.07	0.00	35.75	280.34	9307.09	9026.75
1+185.72	0.04	4.18	0.06	23.60	280.39	9330.68	9050.29

Análisis de Precios Unitarios

Análisis de Precios Unitarios Sin Aditivo.

Presupuesto	0102005	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021					
Subpresupuesto	001	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021					
Partida	01.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO					
Rendimiento	m3/DIA	810.0000	EQ. 810.0000	Costo unitario directo por : m3	5.98		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0020	29.16	0.06
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0099	17.34	0.17
							0.23
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.23	0.01
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP INC.COMBUSTIBLE.		hm	1.0000	0.0099	580.00	5.74
							5.75

Partida	01.02.01	REPOSICION DE AFIRMADO					
Rendimiento	m3/DIA	520.0000	EQ. 520.0000	Costo unitario directo por : m3	43.51		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0154	29.16	0.45	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0154	19.19	0.30	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0923	17.34	1.60	
						2.35	
Materiales							
0207040003	MATERIAL DE AFIRMADO	m3		1.2000	24.56	29.47	
0207070002	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	m3		0.1000	17.22	1.72	
						31.19	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES RODILLO LISO VIBRATORIO	%mo		5.0000	2.35	0.12	
03011000060003	AUTOPROPULSADO 101-135hp 10- 12tn	hm	1.0000	0.0154	180.00	2.77	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0154	460.00	7.08	
						9.97	

Partida	01.03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D > 1 km					
Rendimiento	m3k/DIA	1,312.5000	EQ. 1,312.5000	Costo unitario directo por : m3k	1.59		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Equipos							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0061	260.00	1.59	
						1.59	

Partida	01.03.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROR D > 1 km				
Rendimiento	m3k/DIA	1,211.5400	EQ. 1,211.5400	Costo unitario directo por : m3k	1.72	
Código	Descripción Recurso	Equipos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0066	260.00 1.72
						1.72

Análisis de Precios Unitarios con Aditivo.

Presupuesto	0102006	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021 - CON APLICACIÓN DE ADITIVO TERRAZYME				
Subpresupuesto	001	INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021- CON APLICACIÓN DE ADITIVO TERRAZYME				
Partida	01.01.01	CORTE DE MATERIAL SUELTO				
Rendimiento	m3/DIA	810.0000	EQ. 810.0000	Costo unitario directo por : m3	5.98	
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0020	29.16 0.06
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0099	17.34 0.17
		Equipos				0.23
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	0.23 0.01
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP INC.COMBUSTIBLE.		hm	1.0000	0.0099	580.00 5.74
						5.75

Partida	01.02.01		REPOSICION DE AFIRMADO			
Rendimiento	m3/DIA	520.0000	EQ. 520.0000	Costo unitario directo por : m3	47.06	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0154	29.16	0.45
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0154	19.19	0.30
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.0923	17.34	1.60
2.35						
Materiales						
0207040003	MATERIAL DE AFIRMADO	m3		1.2000	24.56	29.47
0207070002	AGUA PARA LA CONSTRUCCIÓN	m3		0.1000	17.22	1.72
0207070004	TERRAZYME	l		0.0360	98.48	3.55
34.74						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.35	0.12
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135hp	hm	1.0000	0.0154	180.00	2.77
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0154	460.00	7.08
9.97						

Partida	01.03.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D > 1 km				
Rendimiento	m3k/DIA	1,312.5000	EQ. 1,312.5000	Costo unitario directo por : m3k	1.59	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0061	260.00	1.59
						1.59

Partida	01.03.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROR D > 1 km				
Rendimiento	m3k/DIA	1,211.5400	EQ. 1,211.5400	Costo unitario directo por : m3k	1.72	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0066	260.00	1.72
						1.72

Resultados Ensayos Mecánica de Suelos

Tabla 50.

Contenido de Humedad - Calicata C-1

ENSAYO :		CONTENIDO DE HUMEDAD	
		NORMA ASTM D2216	
Tesis:		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"	
Descripción:	CALICATA N° 01		
Fecha:	02-Nov-21		
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO		
Condiciones de Secado: 110°C		Método : Horno (O)	
Ubicación	E = 773118.6	N = 9208603.8	C = 2795
Profundidad	1.84 mts		
Muestra o ensayo	1	2	
RECIPIENTE No	N- 01	N- 05	
Pr + Ph A	505.2	556.5	
Pr + Ps B	448.0	496.7	
Pr C	56.7	57.0	
P. AGUA D = A - B	57.3	59.8	
Ps E = B - C	391.3	439.7	
% DE HUMEDAD $W\%=(D/E) * 100$	14.6	13.6	Promedio = 14.1
CLASIFICACION SUCS	CL		
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HUMEDO			
PS= PESO SECO			

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 Eber Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 51.

Análisis Granulométrico- Calicata C-1

ENSAYO:		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NORMA ASTM D 421			
Tesis:		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización:	E 773118.6	N =	9208603.8	Cota m.s.n.m.	2795
Descripción:	CALICATA N° 01				
Fecha:	02-Nov-21				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa	Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2 ²)] Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*(-2 ²)-(-No.4)*(-2 ²) Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar.	
1/2"	0.0	0.0	100.0	Peso suelo Húmedo que pasa (g) 640.0	
3/8"	65.0	11.1	88.9	Peso suelo seco que pasa (g) 466.8	
1/4"	105.2	17.9	82.1	Peso suelo seco retenido (g) 120.0	
No. 4	120.0	20.4	79.6	Peso suelo seco total (g) 586.8	
No. 8				OVER=	0.00% CLASIFICACIÓN SUCS: Cu= -
No. 10	73.8	29.0	71.0		CL
No. 16	77.1	29.3	70.7	ARENA=	27.6 % CLASIFICACIÓN AASHTO: COLOR: -
No. 20	83.1	30.0	70.0	FINOS=	52 % A-6 MOSTAZA
No. 30	89.9	30.8	69.2	DESCRIPCIÓN: Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava	
No. 40	120.0	34.3	65.7	Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4	
No. 50	124.6	34.8	65.2	% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. 60	132.6	35.8	64.2	No. Tara	G-25
No. 100	186.0	42.0	58.0	Peso Húmedo + Tara	1000.0
No. 140	205.6	44.2	55.8	Peso Seco + Tara	745.0
No. 200	238.0	48.0	52.0	Peso Seco + Tara	745.0
Platillo	238.1			Peso de Tara	58.4
				Peso del Agua	255.0
				Peso Seco	686.7
				Cont. de humedad %	37.1
					Suelo Seco (-No. 200) g 448.7
					Suelo Seco (+No. 200) g 238.0
					Suelo Seco (-No. 200) % 52.0

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Eber Rodríguez Guibara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 52.

Límites de Consistencia - Calicata C-1.

Ensayo: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318																												
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"																												
Localización: E = 773118.6 N = 9208603.8 Cota m.s.n.m. 2795																												
Descripción: CALICATA N° 01																												
Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO																												
Fecha: 02-Nov-21																												
LÍMITES DE CONSISTENCIA																												
LÍMITE LÍQUIDO																												
Muestra o ensayo	1	2	3																									
No DE GOLPES	15	25	35																									
RECIPIENTE No	A- 40	A- 50	A- 58																									
Pr + Ph	69.38	83.07	76.25																									
Pr + Ps	55.60	65.12	60.64																									
P. AGUA	13.78	17.95	15.61																									
Pr	28.37	28.00	27.04																									
Ps	27.23	37.12	33.60																									
% DE HUMEDAD	50.61	48.36	46.46																									
LÍMITE PLÁSTICO																												
RECIPIENTE No	B-13	B-18																										
Pr + Ph	31.54	31.40																										
Pr + Ps	30.47	30.37																										
P. AGUA	1.07	1.03																										
Pr	26.91	26.82																										
Ps	3.56	3.55	Promedio= 30																									
% DE HUMEDAD	30.06	29.01																										
				HUMEDAD NATURAL %: 14.1 LÍMITE LÍQUIDO %: 48 LÍMITE PLÁSTICO %: 30 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 18																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Golpes</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>				No. Golpes	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022	
No. Golpes	Factor K																											
20	0.974																											
21	0.979																											
22	0.985																											
23	0.990																											
24	0.995																											
25	1.000																											
26	1.005																											
27	1.009																											
28	1.014																											
29	1.018																											
30	1.022																											
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO																												

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

Tabla 53.

Proctor Modificado - Calicata C-1.

ENSAYO :		RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor)			
		ASTM D 698 / 1557			
Tesis:		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización	E = 773118.60	N = 9208603.80	C = 2795.0		
Descripción	CALICATA N° 01				
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
Fecha:	02-Nov-21				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		6%	8%	10%	12%
Peso Molde + material húmedo		5371.0	5495.0	5579.0	5601.0
Peso del molde (g).		3748.00	3748.00	3748.00	3748.00
Peso de material húmedo (g).		1623.0	1747.0	1831.0	1853.0
Volumen del molde (cm ³).		943.92	943.92	943.92	943.92
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.719	1.851	1.940	1.963
Cápsula + material húmedo (g).		122.7	152.2	171.1	158.5
Cápsula + material seco (g).		116.6	142.6	158.4	144.5
Peso del agua (g).		6.2	9.6	12.8	14.0
Número de cápsula		M-8	N-07	M-7	M-5
Peso de la cápsula (g).		27.3	26.2	27.9	28.1
Peso de suelo seco (g).		89.3	116.4	130.4	116.4
Contenido de agua (%).		6.9	8.3	9.8	12.0
Densidad seca (g/cm ³).		1.609	1.710	1.767	1.752
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g
Clasificación SUCS : CL					

	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.775
	HUMEDAD OPTIMA %	10.4

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Eber Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 54.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12 ml/m³; Calicata C-1

Ensayo:	RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 12ML/M3 ASTM D 698 / 1557								
Tesis:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"								
Localización	E = 773118.60	N = 9208603.80	C = 2809.0						
Descripción:	CALICATA 1								
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO								
DETERMINACIÓN	1	2	3	4					
Agua Agregada	6%	8%	10%	12%					
Peso Molde + material húmedo	5342.0	5466.0	5560.0	5520.0					
Peso del molde (g).	3748.00	3748.00	3748.00	3748.00					
Peso de material húmedo (g).	1594.0	1718.0	1812.0	1772.0					
Volumen del molde (cm ³).	943.92	943.92	943.92	943.92					
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.689	1.820	1.920	1.877					
Cápsula + material húmedo (g).	122.7	152.2	171.1	158.5					
Cápsula + material seco (g).	116.6	142.6	158.4	144.5					
Peso del agua (g).	6.2	9.6	12.8	14.0					
Número de cápsula	A- 10	A- 11	A- 12	A- 13					
Peso de la cápsula (g).	28.4	25.8	27.5	28.2					
Peso de suelo seco (g).	88.2	116.8	130.9	116.3					
Contenido de agua (%).	7.0	8.2	9.8	12.1					
Densidad seca (g/cm ³).	1.579	1.682	1.749	1.675					
Tipo molde	4" diámetro		Volumen Molde	T° Secado	Peso molde				
Metodo	A		943.92 CC	110°C	3748.0 g				
Clasificación SUCS : CL									
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)</td> <td>1.755</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA %</td> <td>10.2</td> </tr> </table>	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.755	HUMEDAD OPTIMA %	10.2
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.755								
HUMEDAD OPTIMA %	10.2								

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 55.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 24 ml/m³; Calicata C-1

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 24ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773118.60	N = 9208603.80	C = 2809.0		
Descripción:	CALICATA 1				
Realizado por :	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	
Agua Agregada	6%	8%	10%	12%	
Peso Molde + material húmedo	5366.0	5490.0	5578.0	5554.0	
Peso del molde (g).	3748.00	3748.00	3748.00	3748.00	
Peso de material húmedo (g).	1618.0	1742.0	1830.0	1806.0	
Volumen del molde (cm ³).	943.92	943.92	943.92	943.92	
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.714	1.845	1.939	1.913	
Cápsula + material húmedo (g).	122.9	152.3	171.1	158.5	
Cápsula + material seco (g).	116.7	142.6	158.4	144.5	
Peso del agua (g).	6.2	9.7	12.7	14.0	
Número de cápsula	B- 01	B- 02	B- 03	B- 04	
Peso de la cápsula (g).	29.5	26.5	27.1	28.9	
Peso de suelo seco (g).	87.2	116.1	131.3	115.6	
Contenido de agua (%).	7.1	8.4	9.7	12.1	
Densidad seca (g/cm ³).	1.600	1.703	1.768	1.706	
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g
Clasificación SUCS : CL					
					DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) 1.780
					HUMEDAD OPTIMA % 10.3

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 56.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36 ml/m³; Calicata C-1.

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 36ML/M ³ ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773118.60	N = 9208603.80	C = 2809.0		
Descripción	CALICATA 1				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		6%	8%	10%	12%
Peso Molde + material húmedo		5352.0	5467.0	5572.0	5554.0
Peso del molde (g).		3748.00	3748.00	3748.00	3748.00
Peso de material húmedo (g).		1604.0	1719.0	1824.0	1806.0
Volumen del molde (cm ³).		943.92	943.92	943.92	943.92
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.699	1.821	1.932	1.913
Cápsula + material húmedo (g).		122.9	152.5	171.2	158.5
Cápsula + material seco (g).		116.7	142.6	158.4	144.5
Peso del agua (g).		6.2	9.9	12.9	14.0
Número de cápsula		B- 01	B- 02	B- 03	B- 04
Peso de la cápsula (g).		29.5	26.5	27.1	28.9
Peso de suelo seco (g).		87.2	116.1	131.3	115.6
Contenido de agua (%).		7.1	8.5	9.8	12.1
Densidad seca (g/cm ³).		1.586	1.678	1.760	1.706
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g
Clasificación SUCS : CL					
					DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³) 1.786
					HUMEDAD OPTIMA % 10.7

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhonny Vasquez Torres
Jhonny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 57.

CBR Calicata C-1.

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)											
ASTM D1883											
"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"											
Tesis : COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"											
Descripción : CALICATA 1											
Realizado por : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CL											
Ubicación : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA											
Coordenadas : E:773118.6 N: 9208603.8 C: 2795											
COMPACTACION C B R											
MOLDE		3			2			1			
Altura Molde mm.		117			117			117			
N° Capas		5			5			5			
N°Golp x Capa		12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	
P. Húm.+ Molde	11746	11757.88	11820	11841.55	12260	12283.44	12260	12283.44	12260	12283.44	
Peso Molde (gr)	7964	7964.00	7964	7964.00	7964	7964.00	7964	7964.00	7964	7964.00	
Peso Húmedo (gr)	3782	3793.88	3856	3877.55	4296	4319.44	4296	4319.44	4296	4319.44	
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	
Densidad H.(gr/cc)	1.787	1.793	1.822	1.833	2.030	2.042	2.030	2.042	2.030	2.042	
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10	P-05	M - 10	P-05	M - 10	
P.Húmedo + Tara	127.4	861.10	158.6	884.40	158.4	854.40	158.4	854.40	158.4	854.40	
Peso Seco + Tara	118.5	793.91	146.1	808.30	144.2	768.56	144.2	768.56	144.2	768.56	
Peso Agua (gr)	8.8	67.19	12.4	76.10	14.2	85.84	14.2	85.84	14.2	85.84	
Peso Tara (gr)	27.3	125.40	26.2	114.50	28.1	99.80	28.1	99.80	28.1	99.80	
P. Muestra Seca	91.2	668.51	120.0	693.80	116.2	668.76	116.2	668.76	116.2	668.76	
Cont. Humedad	9.7%	10.05%	10.4%	10.97%	12.2%	12.84%	12.2%	12.84%	12.2%	12.84%	
Cont.Hum.Prom.	9.7%	10.05%	10.4%	10.97%	12.2%	12.84%	12.2%	12.84%	12.2%	12.84%	
DENSIDAD SECA	1.629	1.629	1.650	1.652	1.809	1.809	1.809	1.809	1.809	1.809	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			
LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	
24	1	5.000	5.000	4.29	7.500	7.500	6.43	7.900	7.900	6.78	
48	2	5.700	5.700	4.89	7.800	7.800	6.69	8.400	8.400	7.20	
72	3	5.810	5.810	4.98	7.950	7.950	6.82	8.670	8.670	7.44	
96	4	5.830	5.830	5.00	8.230	8.230	7.06	8.940	8.940	7.67	
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN											
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2	
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	
0.64	0.025	10.2	0.52	7.37	19.3	0.98	13.95	29.7	1.51	21.47	
1.27	0.050	14.2	0.72	10.26	29.1	1.48	21.04	45.6	2.32	32.96	
1.91	0.075	16.7	0.85	12.07	39.0	1.99	28.19	69.0	3.51	49.88	
2.54	0.100	18.0	0.92	13.01	48.0	2.44	34.70	87.0	4.43	62.89	
5.08	0.200	22.0	1.12	15.90	60.0	3.06	43.37	110.0	5.60	79.52	
7.62	0.300	25.1	1.28	18.14	72.1	3.67	52.12	125.0	6.37	90.36	
10.16	0.400	28.6	1.46	20.67	83.7	4.26	60.50	140.9	7.18	101.85	
12.70	0.500	31.5	1.60	22.77	95.5	4.86	69.03	160.0	8.15	115.66	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

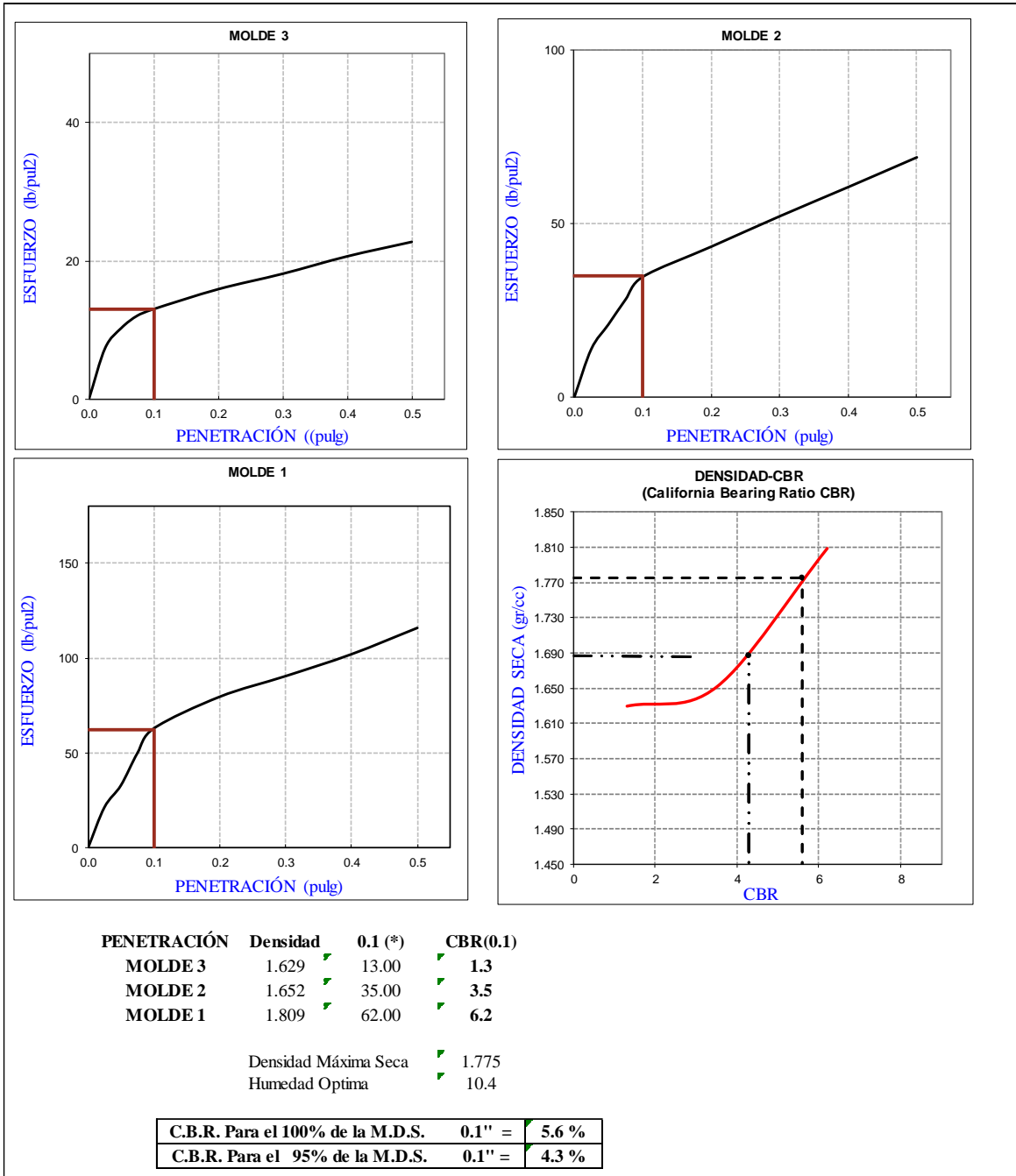

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 58.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-1



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ezer Rodríguez Guibara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 59.

CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m3, Calicata C-1

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 12ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 1 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CL UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E:773118.6 N: 9208603.8 C: 2795 FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACION C B R										
MOLDE	3			2			1			
Altura Molde mm.	117			117			117			
N° Capas	5			5			5			
N°Golp x Capa	12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR		
P. Húm.+ Molde	11531	11549.55	11768	11789.25	12215	12236.18				
Peso Molde (gr)	7924	7924.00	7964	7964.00	7964	7964.00				
Peso Húmedo (gr)	3607	3625.55	3804	3825.25	4251	4272.18				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.705	1.71	1.798	1.81	2.009	2.02				
Número de Tara	R-16	M - 5	R- 18	M - 9	R- 20	M - 10				
P.Húmedo + Tara	127.6	864.70	159.6	862.40	158.4	852.30				
Peso Seco + Tara	118.5	794.32	146.1	783.34	143.2	761.27				
Peso Agua (gr)	9.1	70.38	13.4	79.06	15.2	91.03				
Peso Tara (gr)	27.5	125.40	26.3	114.50	28.1	99.80				
P. Muestra Seca	91.0	668.92	119.8	668.84	115.2	661.47				
Cont. Humedad	10.0%	10.52%	11.2%	11.82%	13.2%	13.76%				
Cont.Hum.Prom.	10.0%	10.52%	11.2%	11.82%	13.2%	13.76%				
DENSIDAD SECA	1.550	1.547	1.617	1.618	1.775	1.776				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.100	5.100	4.37	5.700	5.700	4.89	6.400	6.400	5.49
48	2	6.200	6.200	5.32	6.800	6.800	5.83	7.600	7.600	6.52
72	3	6.700	6.700	5.75	7.200	7.200	6.17	8.300	8.300	7.12
96	4	7.000	7.000	6.00	7.500	7.500	6.43	8.600	8.600	7.38
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	15.6	0.79	11.28	23.1	1.18	16.70	33.1	1.69	23.93
1.27	0.050	20.1	1.02	14.53	33.4	1.70	24.14	50.1	2.55	36.22
1.91	0.075	23.2	1.18	16.77	44.5	2.27	32.17	70.1	3.57	50.67
2.54	0.100	26.2	1.33	18.94	51.1	2.60	36.94	88.1	4.49	63.68
5.08	0.200	36.6	1.86	26.46	66.3	3.38	47.93	119.5	6.09	86.38
7.62	0.300	43.8	2.23	31.66	78.5	4.00	56.75	140.8	7.17	101.78
10.16	0.400	50.2	2.56	36.29	88.6	4.51	64.05	157.9	8.04	114.14
12.70	0.500	54.4	2.77	39.32	96.6	4.92	69.83	166.7	8.49	120.50

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

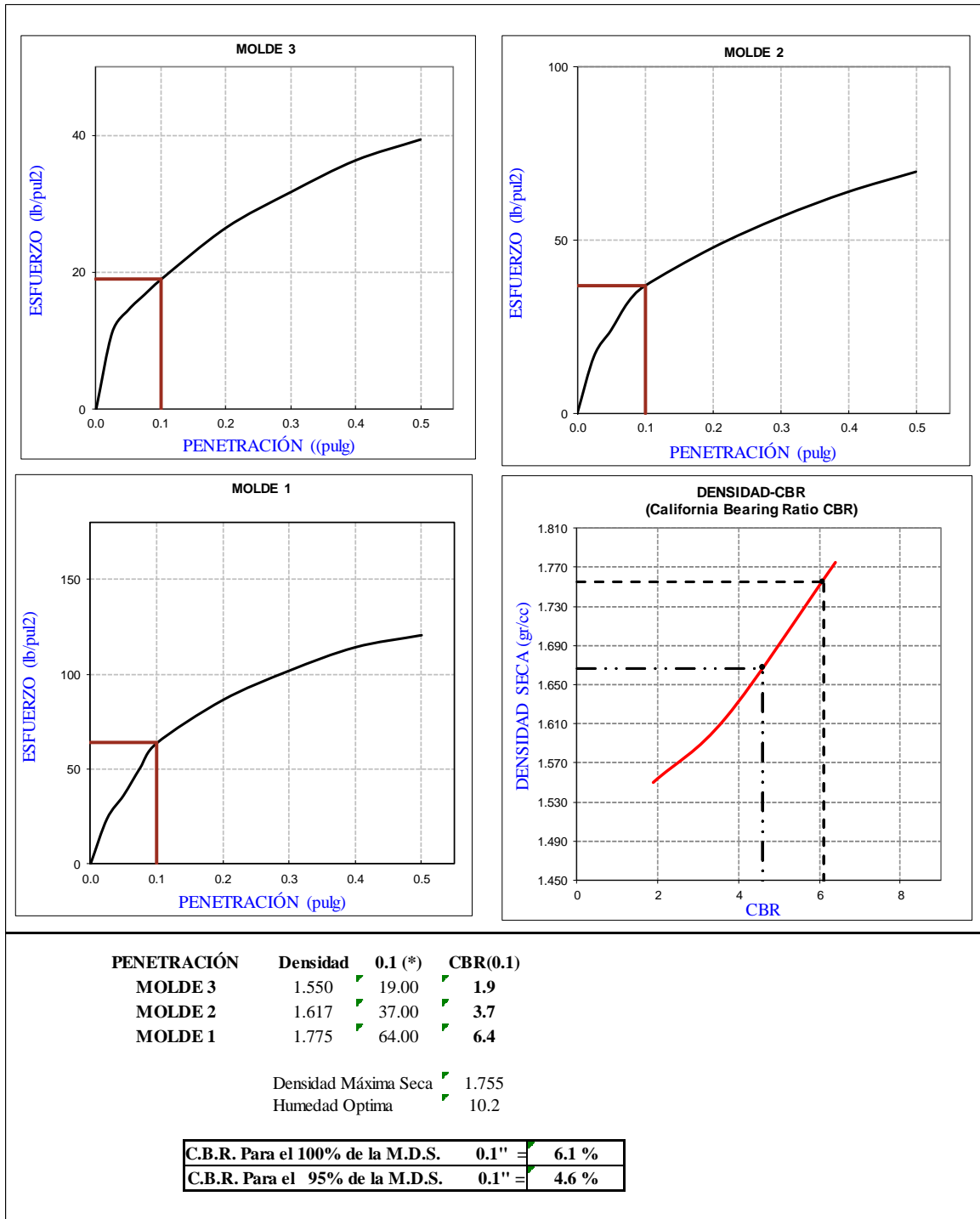

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 60.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m3 Calicata C-1.



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 61.

CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m³, Calicata C-1

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 -TERRAZYME A 24ML/M ³										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 1										
REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CL										
UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA										
COORDENADAS : E:773118.6 N: 9208603.8 C: 2795										
COMPACTACION C B R										
MOLDE	3			2			1			
Altura Molde mm.	117			117			117			
N° Capas	3			3			3			
N° Gols x Capa	12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	
P. Húm. + Molde	11608	11628.03	11877	11900.29	12295	12320.77				
Peso Molde (gr)	7924	7924.00	7964	7964.00	7964	7964.00				
Peso Húmido (gr)	3684	3704.03	3913	3936.29	4331	4356.77				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.741	1.75	1.849	1.86	2.047	2.06				
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P. Húmido + Tara	232.5	814.50	158.6	823.40	158.4	850.12				
Peso Seco + Tara	215.3	753.32	146.1	753.10	144.2	764.44				
Peso Agua (gr)	17.2	61.18	12.4	70.30	14.2	85.68				
Peso Tara (gr)	27.3	125.40	26.2	114.50	28.1	99.80				
P. Muestra Seca	188.0	627.92	120.0	638.60	116.2	664.64				
Cont. Humedad	9.1%	9.74%	10.4%	11.01%	12.2%	12.89%				
Cont.Hum.Prom.	9.15%	9.74%	10.35%	11.01%	12.22%	12.89%				
DENSIDAD SECA	1.595	1.595	1.676	1.676	1.824	1.825				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	4.200	4.200	3.60	4.500	4.500	3.86	5.100	5.100	4.37
48	2	4.900	4.900	4.20	5.200	5.200	4.46	5.900	5.900	5.06
72	3	5.200	5.200	4.46	5.700	5.700	4.89	6.400	6.400	5.49
96	4	5.360	5.360	4.60	6.000	6.000	5.15	6.800	6.800	5.83
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	15.2	0.77	10.99	26.5	1.35	19.16	39.0	1.99	28.19
1.27	0.050	23.5	1.20	16.99	41.5	2.11	30.00	62.5	3.18	45.18
1.91	0.075	30.1	1.53	21.76	53.2	2.71	38.46	88.6	4.51	64.05
2.54	0.100	34.0	1.73	24.58	60.8	3.10	43.95	100.5	5.12	72.65
5.08	0.200	40.1	2.04	28.99	70.5	3.59	50.96	116.2	5.92	84.00
7.62	0.300	46.3	2.36	33.47	77.2	3.93	55.81	132.8	6.76	96.00
10.16	0.400	50.2	2.56	36.29	85.1	4.33	61.52	146.9	7.48	106.19
12.70	0.500	54.4	2.77	39.32	94.2	4.80	68.09	159.7	8.13	115.44

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

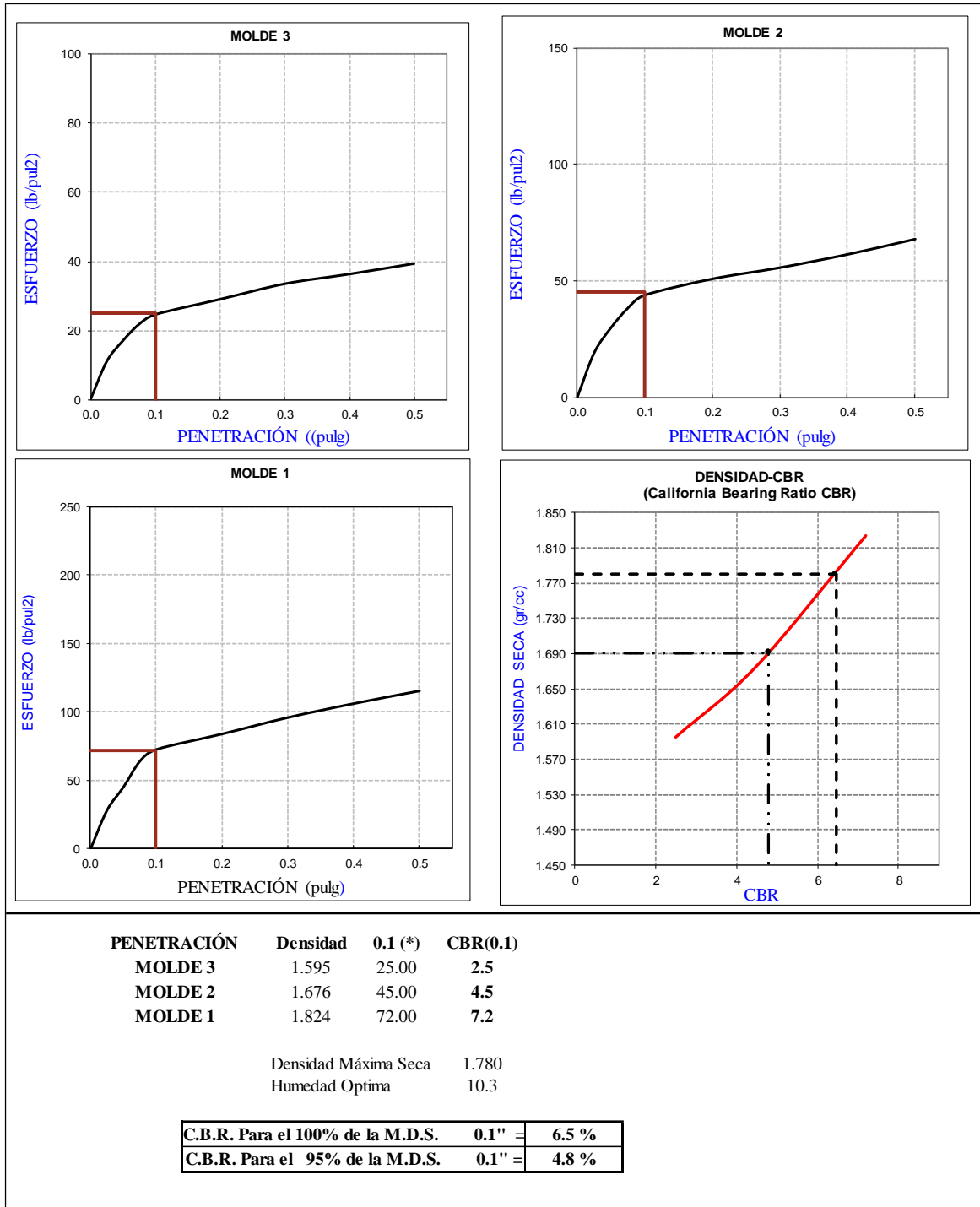

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 62.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m³ Calicata C-1



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guibara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 63.

CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m3, Calicata C-1

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 36ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 1 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CL UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773118.6 N: 9208603.8 C: 2795 FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACION C B R										
MOLDE		3			2			1		
Altura Molde mm.		117			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N° Gols x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR
P. Húm.+ Molde	11745	11753.42	12035	12057.35	12300	12323.10				
Peso Molde (gr)	7924	7924.00	7964	7964.00	7964	7964.00				
Peso Húmedo (gr)	3821	3829.42	4071	4093.35	4336	4359.10				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.806	1.81	1.924	1.93	2.049	2.06				
Número de Tara	R-30	M - 6	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P. Húmedo + Tara	127.6	814.75	158.6	861.20	158.4	864.92				
Peso Seco + Tara	118.5	751.04	146.1	787.46	144.2	777.97				
Peso Agua (gr)	9.1	63.71	12.4	73.74	14.2	86.95				
Peso Tara (gr)	27.3	125.12	26.2	114.50	28.1	99.80				
P. Muestra Seca	91.2	625.92	120.0	672.96	116.2	678.17				
Cont. Humedad	9.9%	10.18%	10.4%	10.96%	12.2%	12.82%				
Cont.Hum.Prom.	9.94%	10.18%	10.35%	10.96%	12.22%	12.82%				
DENSIDAD SECA	1.643	1.643	1.744	1.739	1.826	1.826				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
(Hs)	(Días)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)	LECTURA DEFORM.	HINCHAMIENTO (mm)	HINCHAMIENTO (%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.000	5.000	4.29	5.800	5.800	4.97	6.200	6.200	5.32
48	2	6.200	6.200	5.32	6.600	6.600	5.66	7.000	7.000	6.00
72	3	6.600	6.600	5.66	6.900	6.900	5.92	7.400	7.400	6.35
96	4	6.700	6.700	5.75	7.100	7.100	6.09	7.600	7.600	6.52
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	13.5	0.69	9.76	28.4	1.45	20.53	37.1	1.89	26.82
1.27	0.050	21.6	1.10	15.61	46.8	2.38	33.83	62.3	3.17	45.03
1.91	0.075	27.4	1.40	19.81	63.8	3.25	46.12	82.8	4.22	59.85
2.54	0.100	31.6	1.61	22.84	72.6	3.70	52.48	98.2	5.00	70.99
5.08	0.200	38.5	1.96	27.83	80.5	4.10	58.19	117.5	5.98	84.94
7.62	0.300	44.1	2.25	31.88	85.5	4.35	61.81	130.8	6.66	94.55
10.16	0.400	49.8	2.54	36.00	92.2	4.70	66.65	147.3	7.50	106.48
12.70	0.500	54.4	2.77	39.32	96.1	4.89	69.47	157.2	8.01	113.64

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

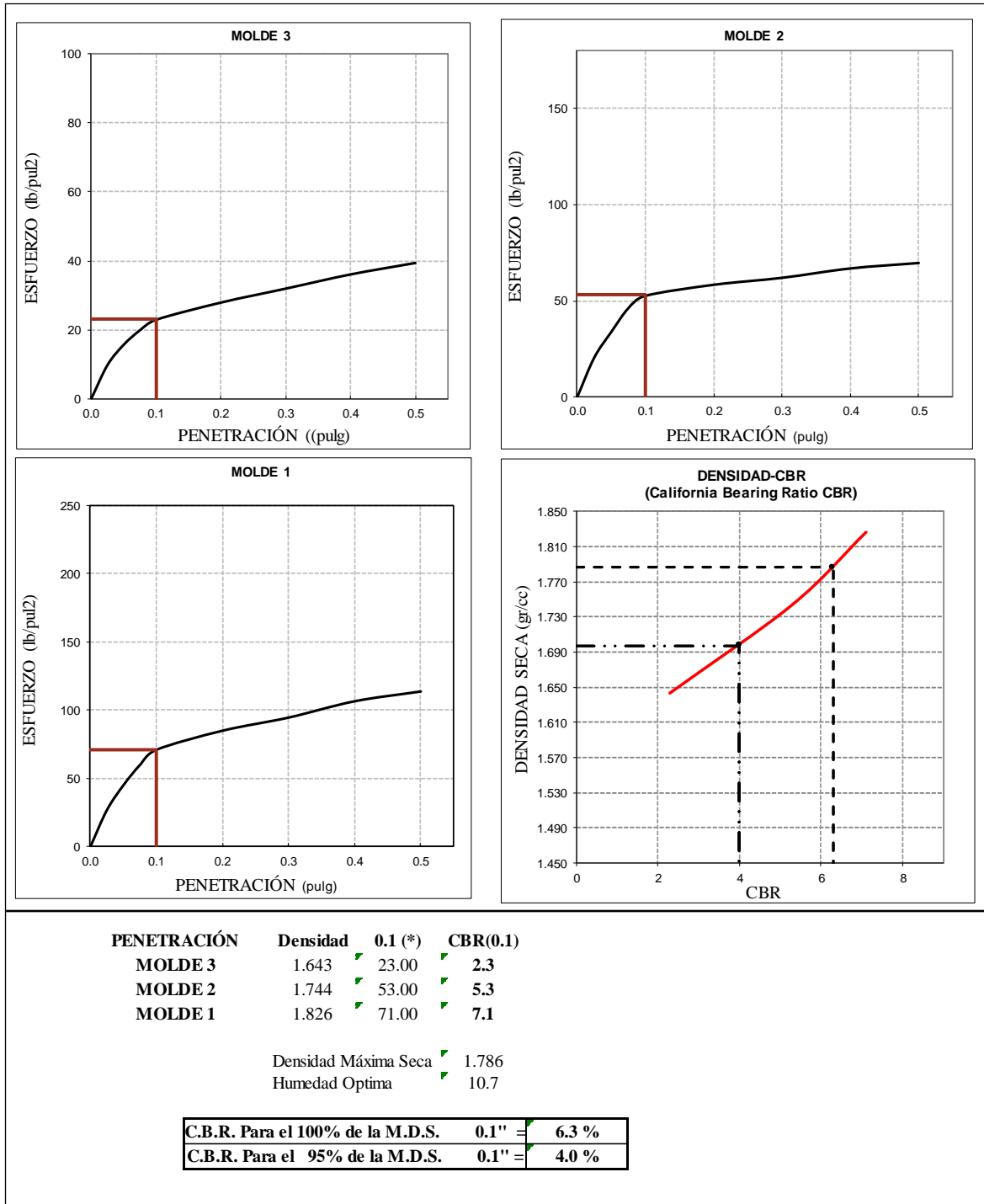

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 64.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m³ Calicata C-1



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guibara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 65.

Contenido de Humedad - Calicata C-2

Ensayo : CONTENIDO DE HUMEDAD				
ASTM D 4643 / D 2216				
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"				
Descripción: CALICATA N° 02				
Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
Fecha: 02-Nov-21				
Condiciones de Secado: 110°C			Método : Horno	
Ubicación	E =	773204.3	N =	9208817.8
	C =	2781		
Profundidad	1.82 mts			
Muestra o ensayo	1		2	
			3	
RECIPIENTE No	N- 02		N- 08	
Pr + Ph A	481.2		512.3	
Pr + Ps B	386.7		413.3	
Pr C	57.0		58.1	
P. AGUA D = A - B	94.5		99.0	
Ps E = B - C	329.8		355.2	
% DE HUMEDAD (W%)=(D/E) * 100	28.6		27.9	
	Promedio = 28.2			
CLASIFICACION SUCS	CH			
PR= PESO DEL RECIPIENTE				
PH= PESO HUMEDO				
PS= PESO SECO				

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

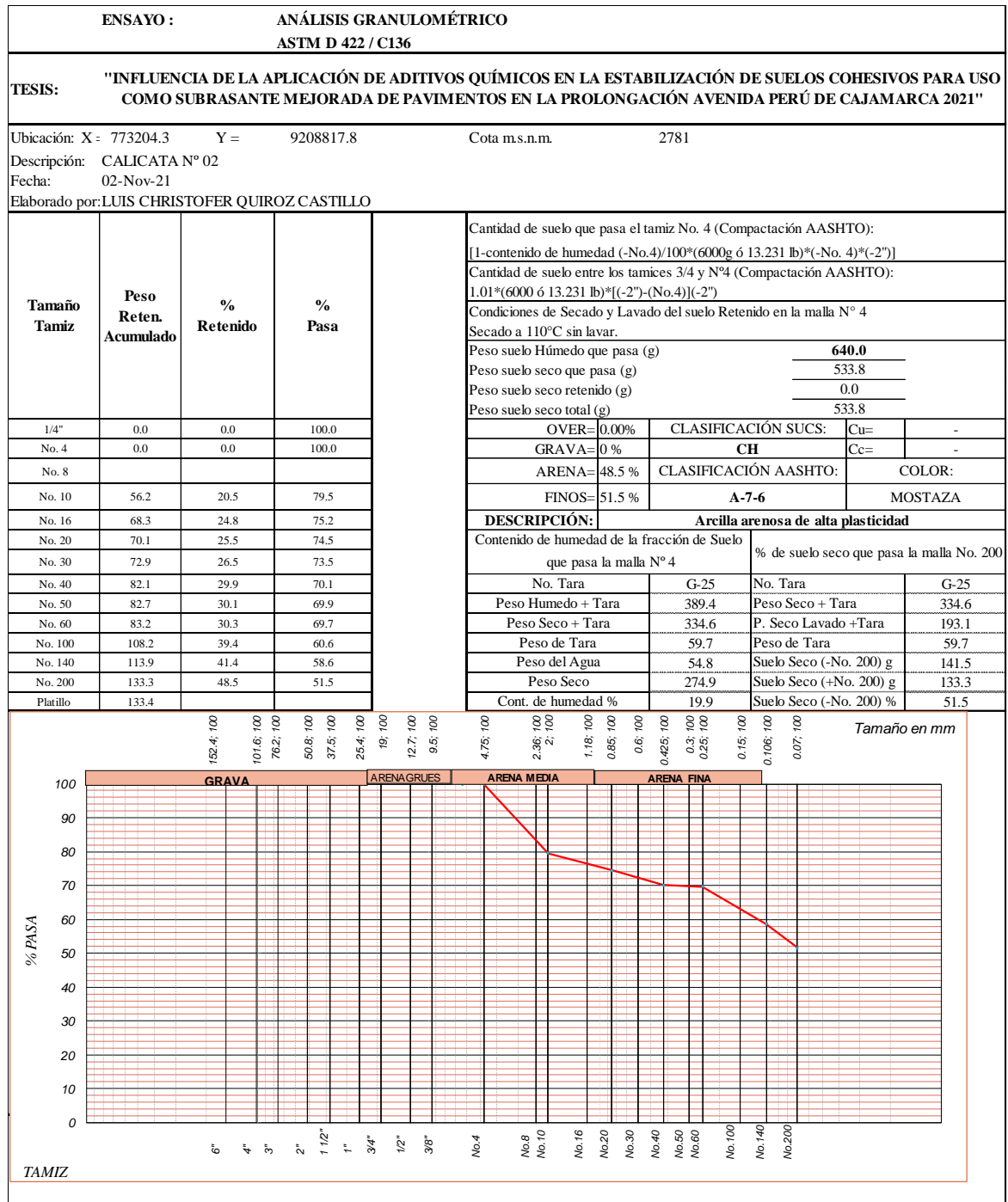

 Eber Rodríguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vásquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 66.

Análisis Granulométrico- Calicata C-2



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Eber Rodríguez Guisasa
Eber Rodríguez Guisasa
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Jhónny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 67.

Límites de Consistencia - Calicata C-2

Ensayo: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318																												
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"																												
Localización	773204.3	N =	9208817.8	Cota m.s.n.n 2781																								
Descripción:	CALICATA N° 02																											
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO																											
Fecha:	02-Nov-21																											
LÍMITES DE CONSISTENCIA																												
LÍMITE LÍQUIDO																												
Muestra o ensayo	1	2	3																									
No DE GOLPES	15	25	35																									
RECIPIENTE No	A- 79	A- 82	A- 80																									
Pr + Ph	77.18	86.63	81.69																									
Pr + Ps	66.26	73.76	69.07																									
P. AGUA	10.92	12.87	12.62																									
Pr	47.07	49.81	44.36																									
Ps	19.19	23.95	24.71																									
% DE HUMEDAD	56.90	53.74	51.07																									
LÍMITE PLÁSTICO																												
RECIPIENTE No	A- 12	A- 15																										
Pr + Ph	25.91	55.01																										
Pr + Ps	24.52	53.81																										
P. AGUA	1.39	1.20																										
Pr	17.78	47.70																										
Ps	6.74	6.11	Promedio= 20																									
% DE HUMEDAD	20.62	19.64																										
<p style="text-align: center;">$y = -6.828\ln(x) + 75.485$</p>			HUMEDAD NATURAL %: 28.2 LÍMITE LÍQUIDO %: 54 LÍMITE PLÁSTICO %: 20 ÍNDICE DE PLASTICIDAD 34																									
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>No. Golpes</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		No. Golpes	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018	30	1.022
No. Golpes	Factor K																											
20	0.974																											
21	0.979																											
22	0.985																											
23	0.990																											
24	0.995																											
25	1.000																											
26	1.005																											
27	1.009																											
28	1.014																											
29	1.018																											
30	1.022																											
PR= PESO DEL RECIPIENTE PH= PESO HUMEDO PS= PESO SECO																												

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

Tabla 68.

Proctor Modificado - Calicata C-2

RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor)					
Ensayo:		ASTM D 698 / 1557			
Tesis:		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización	E = 773204.30	N = 9208817.80	C = 2801.0		
Descripción	CALICATA N° 02				
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
Fecha por:	02-Nov-21				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		8%	10%	12%	14%
Peso Molde + material húmedo		5096.0	5274.0	5419.0	5444.0
Peso del molde (g).		3748.00	3748.00	3748.00	3748.00
Peso de material húmedo (g).		1348.0	1526.0	1671.0	1696.0
Volumen del molde (cm ³).		943.92	943.92	943.92	943.92
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.428	1.617	1.770	1.797
Cápsula + material húmedo (g).		119.6	105.5	96.2	105.0
Cápsula + material seco (g).		114.7	100.5	91.8	98.5
Peso del agua (g).		5.0	5.0	4.4	6.5
Número de cápsula		M-8	N-07	M-7	M-5
Peso de la cápsula (g).		47.1	46.4	48.5	49.4
Peso de suelo seco (g).		67.6	54.2	43.4	49.1
Contenido de agua (%).		7.4	9.2	10.2	13.3
Densidad seca (g/cm ³).		1.330	1.481	1.606	1.586
Tipo molde		4" diámetro		Volumen Molde	T° Secado
Metodo		A		943.92 CC	110°C
					Peso molde
					3748.0 g
Clasificación SUCS : CH					
					DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³) 1.717
					HUMEDAD OPTIMA % 11.9

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Eder Rodriguez Guibara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 69.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12 ml/m³, Calicata C-2

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 12ML /M3 ASTM D 698 / 1557									
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"									
Localización	E = 773204.30	N = 9208817.80	C = 2801.0						
Descripción:	CALICATA 2								
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO								
DETERMINACIÓN	1	2	3	4					
Agua Agregada	8%	10%	12%	14%					
Peso Molde + material húmedo	5086.0	5222.0	5425.0	5405.0					
Peso del molde (g).	3748.00	3748.00	3748.00	3748.00					
Peso de material húmedo (g).	1338.0	1474.0	1677.0	1657.0					
Volumen del molde (cm ³).	943.92	943.92	943.92	943.92					
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.417	1.562	1.777	1.755					
Cápsula + material húmedo (g).	119.6	105.5	96.2	105.0					
Cápsula + material seco (g).	114.3	100.5	91.7	98.5					
Peso del agua (g).	5.4	5.1	4.5	6.5					
Número de cápsula	M-8	N-07	M-7	M-5					
Peso de la cápsula (g).	47.1	46.4	48.5	49.4					
Peso de suelo seco (g).	67.2	54.1	43.3	49.1					
Contenido de agua (%).	8.0	9.3	10.5	13.3					
Densidad seca (g/cm ³).	1.312	1.428	1.608	1.550					
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde				
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g				
Clasificación SUCS : CH									
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)</td> <td>1.737</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA %</td> <td>11.9</td> </tr> </table>	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.737	HUMEDAD OPTIMA %	11.9
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.737								
HUMEDAD OPTIMA %	11.9								

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 70.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 24 ml/m³, Calicata C-2

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 24ML/M3 ASTM D 698 / 1557									
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"									
Localización	E = 773204.30	N = 9208817.80	C = 2801.0						
Descripción:	CALICATA 2								
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO								
DETERMINACIÓN		1	2	3	4				
Agua Agregada		8%	10%	12%	14%				
Peso Molde + material húmedo		5223.0	5388.0	5512.0	5405.0				
Peso del molde (g).		3748.00	3748.00	3748.00	3748.00				
Peso de material húmedo (g).		1475.0	1640.0	1764.0	1657.0				
Volumen del molde (cm ³).		943.92	943.92	943.92	943.92				
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.563	1.737	1.869	1.755				
Cápsula + material húmedo (g).		119.8	105.4	97.2	107.0				
Cápsula + material seco (g).		114.2	100.5	92.7	100.5				
Peso del agua (g).		5.6	5.0	4.5	6.5				
Número de cápsula		M-8	N-07	M-7	M-5				
Peso de la cápsula (g).		47.1	46.4	48.5	49.4				
Peso de suelo seco (g).		67.1	54.1	44.3	51.1				
Contenido de agua (%).		8.3	9.1	10.2	12.8				
Densidad seca (g/cm ³).		1.443	1.592	1.696	1.557				
Tipo molde 4" diámetro		Volumen Molde		T° Secado	Peso molde				
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g				
Clasificación SUCS : CH									
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³)</td> <td>1.725</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA %</td> <td>10.9</td> </tr> </table>	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.725	HUMEDAD OPTIMA %	10.9
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³)	1.725								
HUMEDAD OPTIMA %	10.9								

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 71.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36 ml/m³, Calicata C-2

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 36ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773204.30	N = 9208817.80	C = 2801.0		
Descripción:	CALICATA 2				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	
Agua Agregada	8%	10%	12%	14%	
Peso Molde + material húmedo	5190.0	5363.0	5505.0	5401.0	
Peso del molde (g).	3748.00	3748.00	3748.00	3748.00	
Peso de material húmedo (g).	1442.0	1615.0	1757.0	1653.0	
Volumen del molde (cm ³).	943.92	943.92	943.92	943.92	
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.528	1.711	1.861	1.751	
Cápsula + material húmedo (g).	121.4	105.4	105.6	107.0	
Cápsula + material seco (g).	116.1	100.5	100.2	100.1	
Peso del agua (g).	5.4	4.9	5.4	6.9	
Número de cápsula	A-01	A-02	A-03	A-04	
Peso de la cápsula (g).	47.1	46.4	48.5	49.4	
Peso de suelo seco (g).	69.0	54.2	51.8	50.7	
Contenido de agua (%).	7.8	9.0	10.4	13.7	
Densidad seca (g/cm ³).	1.418	1.569	1.686	1.541	
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	943.92	CC	110°C	3748.0 g
Clasificación SUCS : CH					
					DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³) 1.720
					HUMEDAD OPTIMA % 11.4

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 72.

CBR Calicata C-2

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)										
ASTM: D1883										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 2										
ELABORADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CH										
UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA										
COORDENADAS : E: 773204.3 N: 9208817.8 C: 2781 msnm.										
COMPACTACION C B R										
MOLDE		3			2			1		
Altura Molde mm.		117			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N°Golp x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR
P. Húm.+ Molde	11580	11600.14	11791	11814.19	12184	12211.06				
Peso Molde (gr)	7958	7958.00	7958	7958.00	7958	7958.00				
Peso Húmedo (gr)	3622	3642.14	3833	3856.19	4226	4253.06				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.712	1.72	1.812	1.82	1.997	2.01				
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P.Húmedo + Tara	108.4	863.40	96.3	883.14	116.2	857.20				
Peso Seco + Tara	100.5	787.14	88.7	793.43	108.8	754.52				
Peso Agua (gr)	7.9	76.26	7.7	89.71	7.5	102.68				
Peso Tara (gr)	28.5	125.40	27.5	114.50	58.6	99.80				
P. Muestra Seca	72.1	661.74	61.2	678.93	50.1	654.72				
Cont. Humedad	10.9%	11.52%	12.5%	13.21%	14.9%	15.68%				
Cont.Hum.Prom.	10.91%	11.52%	12.53%	13.21%	14.95%	15.68%				
DENSIDAD SECA	1.544	1.542	1.610	1.608	1.737	1.738				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.500	5.500	4.72	6.400	6.400	5.49	7.600	7.600	6.52
48	2	6.100	6.100	5.23	7.200	7.200	6.17	8.600	8.600	7.38
72	3	6.400	6.400	5.49	7.600	7.600	6.52	9.000	9.000	7.72
96	4	6.700	6.700	5.75	7.900	7.900	6.78	9.300	9.300	7.98
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	6.4	0.32	4.60	21.4	1.09	15.44	37.7	1.92	27.27
1.27	0.050	10.9	0.56	7.89	37.7	1.92	27.27	65.5	3.33	47.32
1.91	0.075	14.5	0.74	10.51	49.5	2.52	35.81	84.5	4.31	61.12
2.54	0.100	17.7	0.90	12.81	59.1	3.01	42.72	100.9	5.14	72.94
5.08	0.200	25.9	1.32	18.73	81.4	4.14	58.82	141.4	7.20	102.19
7.62	0.300	32.3	1.64	23.33	99.1	5.05	71.63	176.4	8.98	127.49
10.16	0.400	36.4	1.85	26.29	112.3	5.72	81.16	203.2	10.35	146.87
12.70	0.500	39.5	2.01	28.59	121.8	6.20	88.06	220.9	11.25	159.69

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LAINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

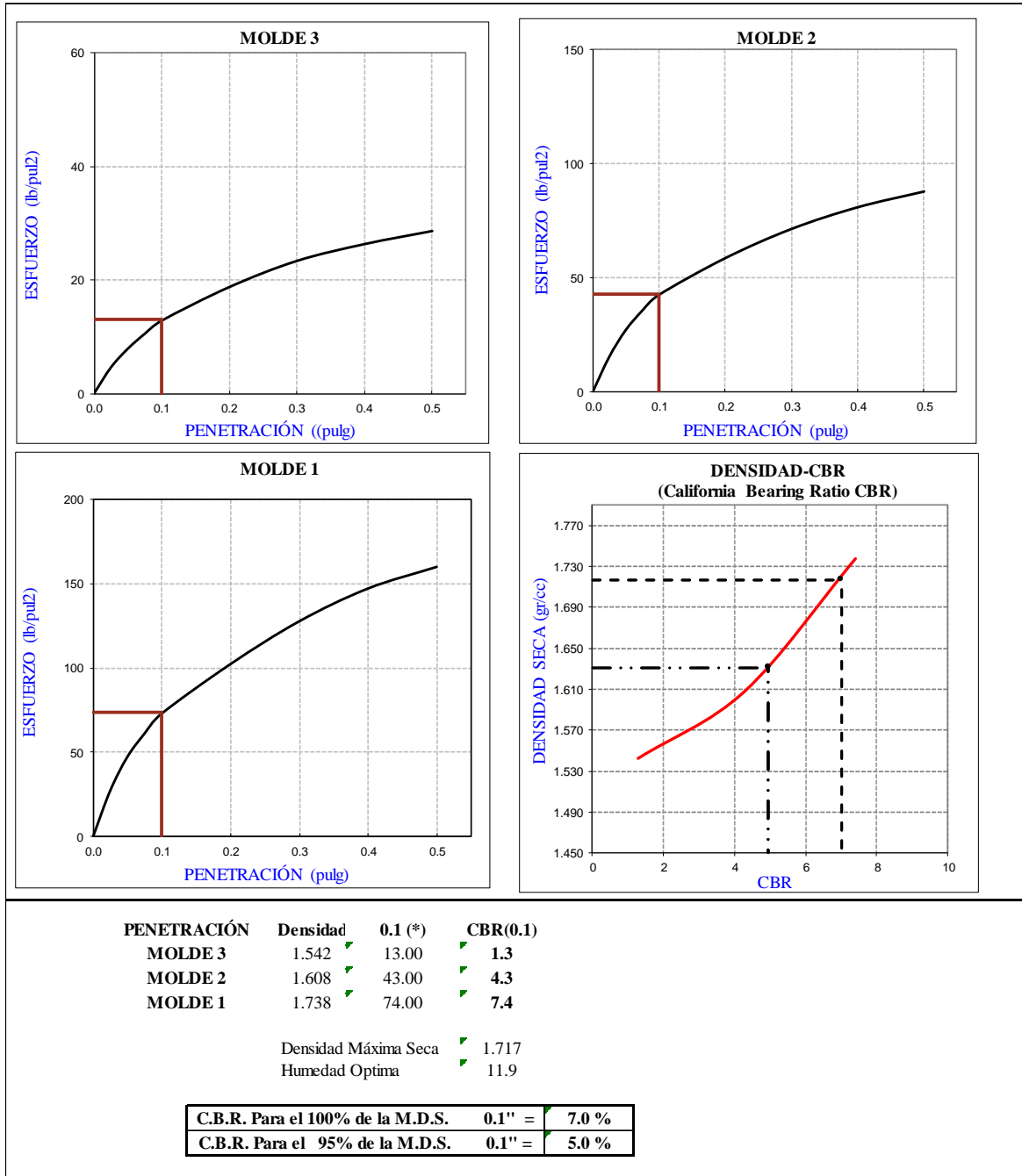

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 73.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-2



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ezer Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 74.

CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m³, Calicata C-2

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 12ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CH										
UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA										
COORDENADAS : E: 773204.3 N: 9208817.8 C: 2781										
FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACION C B R										
MOLDE		3			2			1		
Altura Molde mm.		117			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N°Golp x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR
P. Húm.+ Molde	11710	11731.88	11940	11964.15	12165	12186.13				
Peso Molde (gr)	7958	7958.00	7998	7998.00	7836	7836.00				
Peso Húmedo (gr)	3752	3773.88	3942	3966.15	4329	4350.13				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.773	1.78	1.863	1.87	2.046	2.06				
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P.Húmedo + Tara	109.3	842.65	103.5	863.10	111.5	826.80				
Peso Seco + Tara	101.7	771.46	95.1	776.36	104.7	730.20				
Peso Agua (gr)	7.6	71.19	8.4	86.74	6.8	96.60				
Peso Tara (gr)	28.5	125.40	27.5	114.50	58.6	99.80				
P. Muestra Seca	73.3	646.06	67.7	661.86	46.1	630.40				
Cont. Humedad	10.4%	11.02%	12.4%	13.11%	14.8%	15.32%				
Cont.Hum.Prom.	10.38%	11.02%	12.42%	13.11%	14.76%	15.32%				
DENSIDAD SECA	1.607	1.603	1.657	1.653	1.783	1.786				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	4.600	4.600	3.95	5.500	5.500	4.72	5.700	5.700	4.89
48	2	5.500	5.500	4.72	6.500	6.500	5.57	6.600	6.600	5.66
72	3	6.100	6.100	5.23	6.800	6.800	5.83	7.000	7.000	6.00
96	4	6.400	6.400	5.49	6.970	6.970	5.98	7.250	7.250	6.22
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	18.0	0.92	13.01	25.0	1.27	18.07	41.8	2.13	30.23
1.27	0.050	29.0	1.48	20.96	47.7	2.43	34.50	74.5	3.80	53.89
1.91	0.075	39.4	2.01	28.48	65.5	3.33	47.32	102.3	5.21	73.93
2.54	0.100	44.4	2.26	32.10	75.5	3.84	54.54	118.2	6.02	85.43
5.08	0.200	52.0	2.65	37.59	90.0	4.58	65.06	138.6	7.06	100.22
7.62	0.300	58.0	2.95	41.93	100.0	5.09	72.29	155.9	7.94	112.70
10.16	0.400	65.0	3.31	46.99	106.8	5.44	77.22	173.6	8.84	125.52
12.70	0.500	70.0	3.57	50.60	113.6	5.79	82.14	190.9	9.72	138.00

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

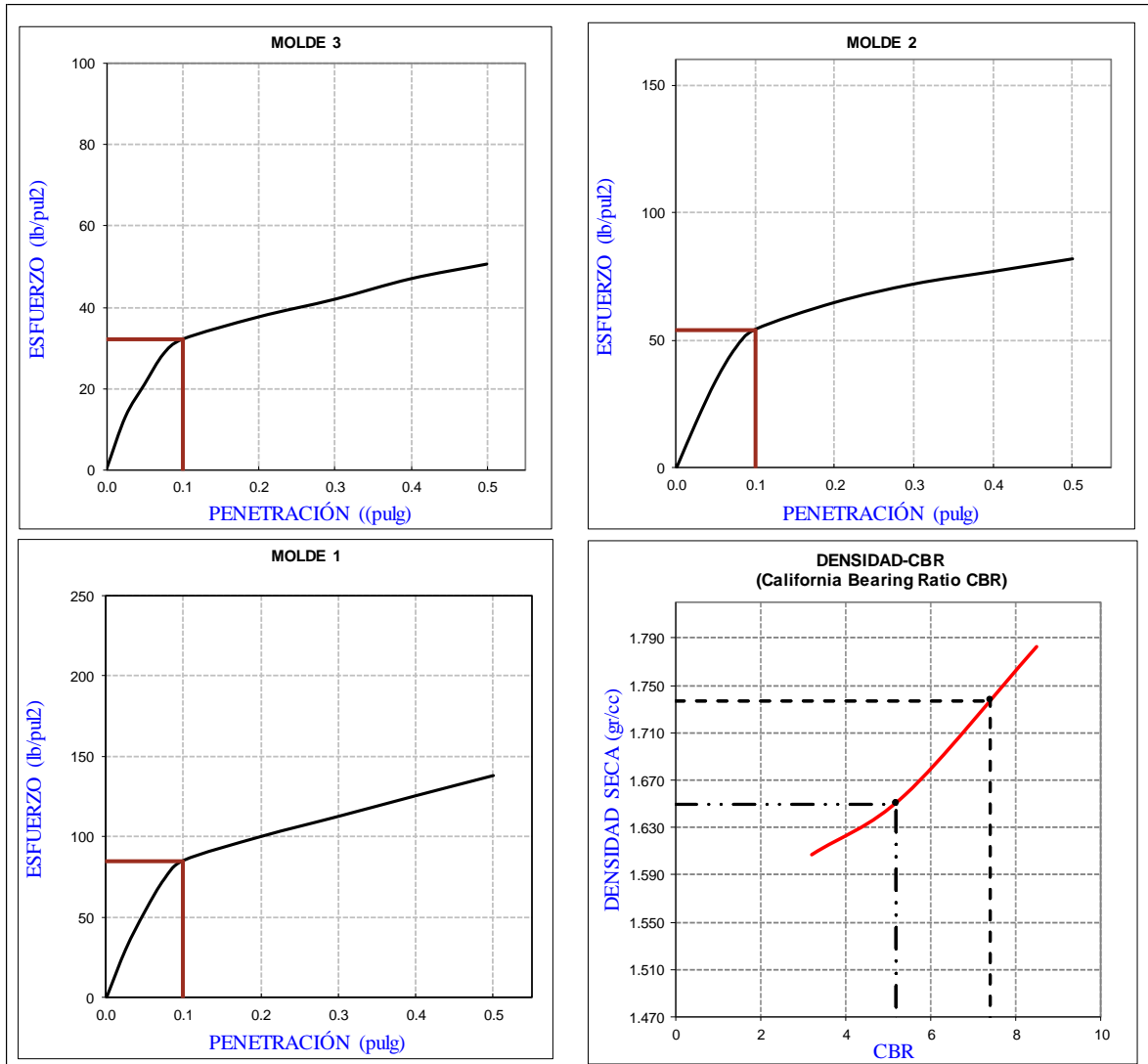

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 75.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m³ Calicata C-2



PENETRACIÓN	Densidad	0.1 (*)	CBR(0.1)
MOLDE 3	1.607	32.00	3.2
MOLDE 2	1.657	54.00	5.4
MOLDE 1	1.783	85.00	8.5

Densidad Máxima Seca 1.737
 Humedad Óptima 11.9

C.B.R. Para el 100% de la M.D.S.	0.1"	=	7.4 %
C.B.R. Para el 95% de la M.D.S.	0.1"	=	5.2 %

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 76.

CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m3, Calicata C-2

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERAZYME A 24ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 2 ELABORADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773204.3 N: 9208817.8 C: 2781 FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACION C B R										
MOLDE	3		2		1					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N°Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR				
P. Húm.+ Molde	11715	11737.12	11970	11994.63	12188	12213.05				
Peso Molde (gr)	7958	7958.00	7998	7998.00	7836	7836.00				
Peso Húmedo (gr)	3757	3779.12	3972	3996.63	4352	4377.05				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.776	1.79	1.877	1.89	2.06	2.07				
Número de Tara	S-22	M - 12	S-23	M - 04	S-24	M - 19				
P.Húmedo + Tara	113.7	814.25	97.3	824.30	103.5	820.11				
Peso Seco + Tara	105.8	746.65	88.7	733.12	96.8	708.76				
Peso Agua (gr)	7.9	67.60	8.6	91.18	6.7	111.35				
Peso Tara (gr)	28.5	124.31	27.5	114.87	58.6	98.10				
P. Muestra Seca	77.4	622.34	61.3	618.25	38.2	610.66				
Cont. Humedad	10.2%	10.86%	14.0%	14.75%	17.6%	18.23%				
Cont.Hum.Prom.	10.21%	10.86%	14.04%	14.75%	17.56%	18.23%				
DENSIDAD SECA	1.611	1.614	1.646	1.647	1.750	1.751				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE		NUMERO DE MOLDE		NUMERO DE MOLDE				
		LECTURA	HINCHAMIENTO	LECTURA	HINCHAMIENTO	LECTURA	HINCHAMIENTO			
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)			
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00			
24	1	2.800	2.800	2.40	3.800	3.800	3.26			
48	2	3.100	3.100	2.66	4.110	4.110	3.52			
72	3	3.210	3.210	2.75	4.300	4.300	3.69			
96	4	3.300	3.300	2.83	4.430	4.430	3.80			
		5.300	5.300	4.55	5.900	5.900	5.06			
		6.320	6.320	5.42	6.580	6.580	5.64			
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	22.4	1.14	16.19	29.6	1.51	21.40	42.5	2.16	30.72
1.27	0.050	36.5	1.86	26.38	49.2	2.51	35.57	75.2	3.83	54.36
1.91	0.075	47.2	2.40	34.12	65.4	3.33	47.28	99.7	5.08	72.07
2.54	0.100	54.6	2.78	39.47	76.2	3.88	55.08	118.4	6.03	85.59
5.08	0.200	60.8	3.10	43.95	88.2	4.49	63.76	148.3	7.55	107.20
7.62	0.300	67.8	3.45	49.01	95.7	4.87	69.18	176.8	9.00	127.80
10.16	0.400	75.1	3.82	54.29	106.4	5.42	76.91	201.5	10.26	145.66
12.70	0.500	80.1	4.08	57.90	115.7	5.89	83.64	221.8	11.30	160.33

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

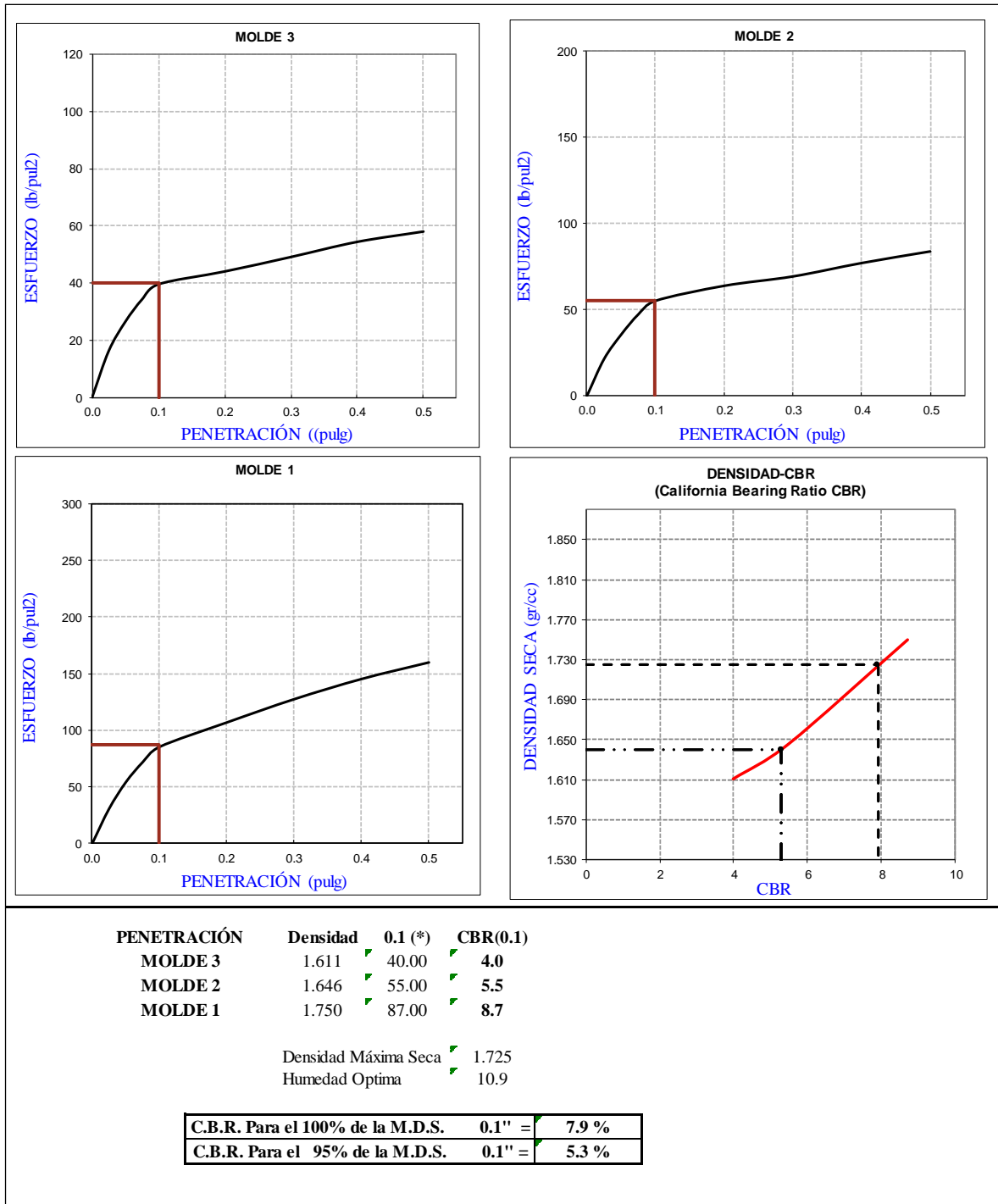

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 77.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m³ Calicata C-2.



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748


Tabla 78.

CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m³, Calicata C-2

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 36ML/M ³										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 2 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773204.3 N: 9208817.8 C: 2781 FECHA : 02/11/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3		2		1					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N° Gols x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR				
P. Húm.+ Molde	11690	11712.86	11920	11940.69	12190	12219.27				
Peso Molde (gr)	7958	7958.00	7998	7998.00	7885	7885.00				
Peso Húmedo (gr)	3732	3754.86	3922	3942.69	4305	4334.27				
Vol. Molde (cc)	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81	2115.81				
Densidad H.(gr/cc)	1.764	1.77	1.854	1.86	2.035	2.05				
Número de Tara	R-30	M-5	J-13	M-9	P-05	M-10				
P.Húmedo + Tara	110.2	798.25	99.2	824.60	102.7	811.57				
Peso Seco + Tara	102.7	732.80	90.6	736.12	96.9	713.70				
Peso Agua (gr)	7.5	65.45	8.6	88.48	5.8	97.87				
Peso Tara (gr)	28.5	125.40	27.5	114.50	58.6	99.80				
P. Muestra Seca	74.3	607.40	63.2	621.62	38.3	613.90				
Cont. Humedad	10.1%	10.78%	13.6%	14.23%	15.2%	15.94%				
Cont.Hum.Prom.	10.10%	10.78%	13.63%	14.23%	15.16%	15.94%				
DENSIDAD SECA	1.602	1.598	1.631	1.628	1.767	1.768				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	3.750	3.750	3.22	4.800	4.800	4.12	5.700	5.700	4.89
48	2	4.600	4.600	3.95	5.600	5.600	4.80	6.400	6.400	5.49
72	3	4.900	4.900	4.20	5.970	5.970	5.12	6.780	6.780	5.81
96	4	5.100	5.100	4.37	6.100	6.100	5.23	7.000	7.000	6.00
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.0	1.02	14.46	29.0	1.48	20.96	46.0	2.34	33.25
1.27	0.050	35.0	1.78	25.30	46.0	2.34	33.25	80.0	4.07	57.83
1.91	0.075	47.0	2.39	33.97	62.0	3.16	44.82	103.0	5.25	74.46
2.54	0.100	53.0	2.70	38.31	71.0	3.62	51.32	119.0	6.06	86.02
5.08	0.200	56.0	2.85	40.48	80.0	4.07	57.83	130.0	6.62	93.97
7.62	0.300	60.0	3.06	43.37	94.1	4.79	68.02	142.0	7.23	102.65
10.16	0.400	64.0	3.26	46.26	107.3	5.46	77.54	155.0	7.89	112.04
12.70	0.500	67.0	3.41	48.43	119.1	6.07	86.09	169.0	8.61	122.17

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

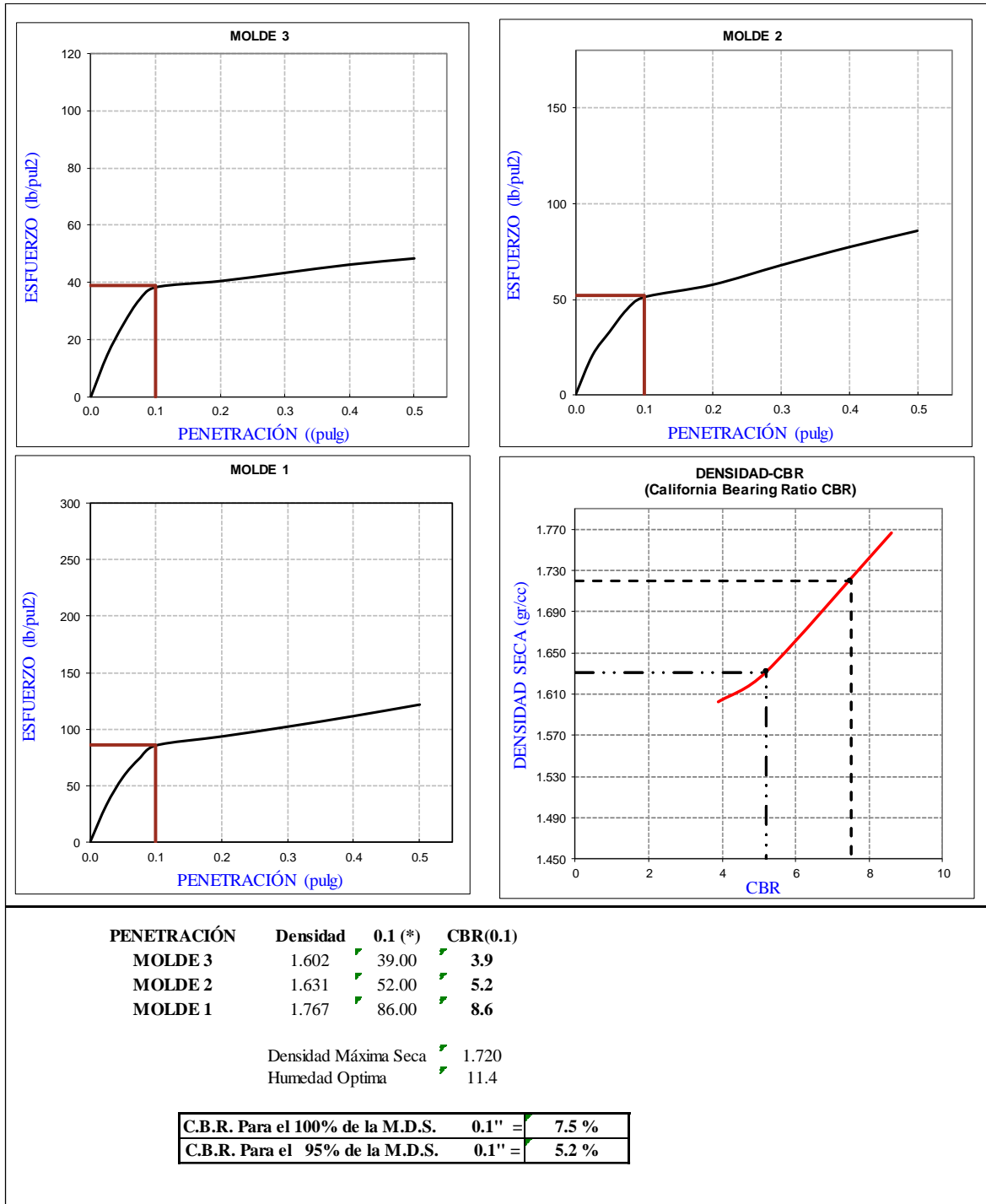

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 79.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m3 Calicata C-2



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 80.

Contenido de Humedad - Calicata C-3

Ensayo: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216				
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"				
Descripción: CALICATA N° 03				
Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
Fecha: 02-Nov-21				
Condiciones de Secado: 110°C Método : Homo				
Ubicación	E = 773193.1	N = 9209100.9	C = 2779	
Profundidad	1.67 mts			
Muestra o ensayo	1		2	
RECIPIENTE No	N- 03		N- 12	
Pr + Ph A	505.0		556.5	
Pr + Ps B	448.1		493.7	
Pr C	58.2		57.4	
P. AGUA D = A - B	56.9		62.8	
Ps E = B - C	389.9		436.3	
% DE HUMEDAD $W\%=(D/E) * 100$	14.6		14.4	
			Promedio = 14.5	
CLASIFICACION SUCS	MH			
PR= PESO DEL RECIPIENTE				
PH= PESO HUMEDO				
PS= PESO SECO				

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodríguez Guebara
Ever Rodríguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 81.

Análisis Granulométrico- Calicata C-3

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136			
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización X = 773193.1		Y = 9209100.9	Cota m.s.n.m. 2779
Descripción: CALICATA N° 03			
Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO			
Fecha: 02-Nov-21			
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa
1/4"	0.0	0.0	100.0
No. 4	0.0	0.0	100.0
No. 8			
No. 10	50.98	9.9	90.1
No. 16	59.70	11.6	88.4
No. 20	60.01	11.7	88.3
No. 30	60.68	11.8	88.2
No. 40	61.49	11.9	88.1
No. 50	61.62	12.0	88.0
No. 60	61.69	12.0	88.0
No. 100	62.67	12.2	87.8
No. 140	65.32	12.7	87.3
No. 200	78.22	15.2	84.8
Platillo	78.32		

Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2 ²)]			
Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*(-2 ²)-(No.4)*(-2 ²)			
Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar.			
Peso suelo Húmedo que pasa (g)	640.0		
Peso suelo seco que pasa (g)	613.6		
Peso suelo seco retenido (g)	0.0		
Peso suelo seco total (g)	613.6		
OVER=	0.0%	CLASIFICACIÓN SUCS:	Cu= -
GRAVA=	0 %	MH	Cc= -
ARENA=	15.2 %	CLASIFICACIÓN AASHTO:	COLOR:
FINOS=	84.8 %	A-4	MARKON OSCURO
DESCRIPCIÓN: Limo de alta plasticidad con arena.			
Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4		% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. Tara	G-25	No. Tara	G-25
Peso Humedo + Tara	596.3	Peso Seco + Tara	574.2
Peso Seco + Tara	574.2	P. Seco Lavado +Tara	137.5
Peso de Tara	59.3	Peso de Tara	59.3
Peso del Agua	22.1	Suelo Seco (-No. 200) g	436.7
Peso Seco	514.9	Suelo Seco (+No. 200) g	78.2
Cont. de humedad %	4.3	Suelo Seco (-No. 200) %	84.8

Tamaño en mm

% PASA

TAMIZ

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhonny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 82.

Límites de Consistencia - Calicata C-3

Ensayo: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318				
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"				
Localización	E= 773193.1	N = 9209100.9	Cota m.s.n.m.	2779
Descripción:	CALICATA N° 03			
Fecha:	02-Nov-21			
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO			
LÍMITES DE CONSISTENCIA				
LÍMITE LÍQUIDO				
Muestra o ensayo	1	2	3	
No DE GOLPES	15	25	35	
RECIPIENTE No	A- 78	A- 50	A- 127	
Pr + Ph	82.23	76.27	59.91	
Pr + Ps	70.11	65.28	47.95	
P. AGUA	12.12	10.99	11.96	
Pr	49.73	46.38	27.02	
Ps	20.38	18.90	20.93	
% DE HUMEDAD	59.47	58.15	57.14	
LÍMITE PLÁSTICO				
RECIPIENTE No	F-27	F-23		
Pr + Ph	30.32	29.68		
Pr + Ps	29.63	29.03		
P. AGUA	0.69	0.65		
Pr	27.86	27.40		
Ps	1.77	1.63	Promedio= 39	
% DE HUMEDAD	38.98	39.88		

HUMEDAD NATURAL %:	14.5
LÍMITE LÍQUIDO %:	58
LÍMITE PLÁSTICO %:	39
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %:	19

No. Golpes	Factor K
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

PR= PESO DEL RECIPIENTE
PH= PESO HUMEDO
PS= PESO SECO

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhony Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 83.

Proctor Modificado - Calicata C-3

Ensayo: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557									
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"									
Localización	E = 773193.10	N = 9209100.90	C = 2779.0						
Descripción	CALICATA N° 03								
Fecha :	02-Nov-21								
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO								
DETERMINACIÓN	1	2	3	4					
Agua Agregada	4%	8%	12%	16%					
Peso Molde + material húmedo	5464.0	5536.0	5668.0	5721.0					
Peso del molde (g).	3740.00	3740.00	3740.00	3740.00					
Peso de material húmedo (g).	1724.0	1796.0	1928.0	1981.0					
Volumen del molde (cm3).	934.20	934.20	934.20	934.20					
Densidad húmeda (g/cm3).	1.845	1.923	2.064	2.121					
Cápsula + material húmedo (g).	101.8	102.5	110.6	87.6					
Cápsula + material seco (g).	99.3	98.3	103.5	77.6					
Peso del agua (g).	2.5	4.2	7.2	9.9					
Número de cápsula	M-8	N-07	M-7	M-5					
Peso de la cápsula (g).	47.7	44.3	43.8	17.7					
Peso de suelo seco (g).	51.6	54.0	59.6	59.9					
Contenido de agua (%).	4.9	7.7	12.0	16.6					
Densidad seca (g/cm3).	1.759	1.785	1.842	1.819					
Tipo molde	4 " diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde				
Metodo	A	934.20	CC	110°C	3740.0 g				
Clasificación SUCS : MH									
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)</td> <td>1.850</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA %</td> <td>13.9</td> </tr> </table>	DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	1.850	HUMEDAD OPTIMA %	13.9
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	1.850								
HUMEDAD OPTIMA %	13.9								

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 84.

Proctor Modificado, con Aditivo a 12ml/m³; Calicata C-3.

Ensayo: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME 12ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773193.10	N = 9209100.90	C = 2789.0		
Descripción:	CALICATA 3				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5
Agua Agregada	4%	8%	12%	16%	
Peso Moldé + material húmedo	5410.0	5519.0	5613.0	5620.0	
Peso del molde (g).	3740.00	3740.00	3740.00	3740.00	
Peso de material húmedo (g).	1670.0	1779.0	1873.0	1880.0	
Volumen del molde (cm3).	934.20	934.20	934.20	934.20	
Densidad húmeda (g/cm3).	1.788	1.904	2.005	2.012	
Cápsula + material húmedo (g).	101.8	102.5	110.6	87.6	
Cápsula + material seco (g).	99.3	98.3	103.5	77.6	
Peso del agua (g).	2.5	4.2	7.2	9.9	
Número de cápsula	M-8	N-07	M-7	M-5	
Peso de la cápsula (g).	47.7	44.3	43.8	17.7	
Peso de suelo seco (g).	51.6	54.0	59.6	59.9	
Contenido de agua (%).	4.9	7.7	12.0	16.6	
Densidad seca (g/cm3).	1.704	1.768	1.789	1.726	
Tipo molde	4" diámetro		Volumen Molde	Tº Secado	Peso molde
Metodo	A		934.20 CC	110°C	3740.0 g
Clasificación SUCS : MH					
				DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) 1.794	
				HUMEDAD OPTIMA % 10.9	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Ezer Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
 Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 85.

Proctor Modificado, con Aditivo a 24ml/m³; Calicata C-3.

Ensayo: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME 24 ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773193.10	N = 9209100.90	C = 2789.0		
Descripción	CALICATA 3				
Solicitado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		4%	8%	12%	16%
Peso Molde + material húmedo		5399.0	5486.0	5577.0	5572.0
Peso del molde (g).		3740.00	3740.00	3740.00	3740.00
Peso de material húmedo (g).		1659.0	1746.0	1837.0	1832.0
Volumen del molde (cm ³).		934.20	934.20	934.20	934.20
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.776	1.869	1.966	1.961
Cápsula + material húmedo (g).		105.8	102.5	110.6	97.5
Cápsula + material seco (g).		102.9	98.1	103.9	86.9
Peso del agua (g).		2.9	4.4	6.7	10.6
Número de cápsula		C-12	C-13	C-14	C-15
Peso de la cápsula (g).		47.5	45.0	43.5	19.3
Peso de suelo seco (g).		55.4	53.1	60.4	67.6
Contenido de agua (%).		5.2	8.3	11.2	15.7
Densidad seca (g/cm ³).		1.688	1.725	1.769	1.695
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	934.20	CC	6110°C	3740.0 g
Clasificación SUCS : MH					
<p>The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.620 to 1.820) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 3.0 to 19.0). A smooth curve is drawn through five data points, showing a peak at approximately 12.2% moisture and 1.775 g/cm³ density. A vertical dashed red line marks the peak at 12.2%, and a horizontal dashed red line marks the peak density at 1.775 g/cm³.</p>					<p>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³) 1.775</p> <p>HUMEDAD OPTIMA % 12.2</p>

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodríguez Guebara
Ever Rodríguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhonny Vásquez Torres
Jhonny Vásquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 86.

Proctor Modificado, con Aditivo a 36ml/m³; Calicata C-3

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 36ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773193.10	N = 9209100.90	C = 2789.0		
Descripción	CALICATA 3				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		5%	8%	11%	14%
Peso Molde + material húmedo		5412.0	5518.0	5604.0	5600.0
Peso del molde (g).		3740.00	3740.00	3740.00	3740.00
Peso de material húmedo (g).		1672.0	1778.0	1864.0	1860.0
Volumen del molde (cm ³).		934.20	934.20	934.20	934.20
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.790	1.903	1.995	1.991
Cápsula + material húmedo (g).		114.2	109.4	110.9	116.4
Cápsula + material seco (g).		110.5	104.4	104.0	106.8
Peso del agua (g).		3.7	5.0	6.9	9.6
Número de cápsula		C-22	C-04	C-09	C-10
Peso de la cápsula (g).		42.5	43.5	44.2	40.2
Peso de suelo seco (g).		68.0	60.9	59.8	66.7
Contenido de agua (%).		5.4	8.2	11.5	14.4
Densidad seca (g/cm ³).		1.697	1.759	1.789	1.740
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	934.20	CC	110°C	3740.0 g
Clasificación SUCS : MH					
<p>The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.620 to 1.820) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 3.0 to 19.0). A smooth curve is drawn through five data points. A vertical dashed red line marks the peak at 11.2% moisture, and a horizontal dashed red line marks the peak density at 1.791 g/cm³.</p>					<p>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm³) 1.791</p> <p>HUMEDAD OPTIMA % 11.2</p>

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 87.

CBR Calicata C-3

ENSAYO: CALIFORNIAN BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA										
FECHA : 02-Nov-21			SUCS: MH							
UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA										
COORDENADAS : E: 773193.1 N: 9209100.9 C: 2779										
ELABORADO POR: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO										
COMPACTACION C B R										
MOLDE	3		2		1					
Altura Molde mm.	118		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N°Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR				
P. Húm.+ Molde	12283	12307.94	12396	12410.83	12482	12508.04				
Peso Molde (gr)	8190	8190.00	7990	7990.00	7812	7812.00				
Peso Húmedo (gr)	4093	4117.94	4406	4420.83	4670	4696.04				
Vol. Molde (cc)	2141.21	2141.21	2115.81	2115.81	2123.07	2123.07				
Densidad H.(gr/cc)	1.912	1.92	2.082	2.09	2.20	2.21				
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P.Húmedo + Tara	117.6	883.10	137.2	876.30	119.6	849.20				
Peso Seco + Tara	105.9	780.15	121.7	765.50	105.8	733.48				
Peso Agua (gr)	11.7	102.95	15.5	110.80	13.8	115.72				
Peso Tara (gr)	28.4	125.40	28.5	114.50	27.2	99.80				
P. Muestra Seca	77.6	654.75	93.2	651.00	78.6	633.68				
Cont. Humedad	15.0%	15.72%	16.6%	17.02%	17.6%	18.26%				
Cont.Hum.Prom.	15.02%	15.72%	16.63%	17.02%	17.61%	18.26%				
DENSIDAD SECA	1.662	1.659	1.785	1.786	1.870	1.869				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	7.800	7.800	6.61	8.120	8.120	6.96	8.700	8.700	7.44
48	2	8.600	8.600	7.29	9.070	9.070	7.78	9.400	9.400	8.03
72	3	9.100	9.100	7.71	9.340	9.340	8.01	9.700	9.700	8.29
96	4	9.450	9.450	8.01	9.680	9.680	8.30	9.970	9.970	8.52
ENSAYO CARGA - PENETRACION										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	6.4	0.32	4.60	21.4	1.09	15.44	37.7	1.92	27.27
1.27	0.050	10.9	0.56	7.89	37.7	1.92	27.27	62.1	3.16	44.89
1.91	0.075	14.5	0.74	10.51	49.5	2.52	35.81	79.2	4.03	57.25
2.54	0.100	17.7	0.90	12.81	59.1	3.01	42.72	90.0	4.58	65.06
5.08	0.200	25.9	1.32	18.73	81.4	4.14	58.82	125.3	6.38	90.58
7.62	0.300	32.3	1.64	23.33	99.1	5.05	71.63	154.2	7.85	111.47
10.16	0.400	36.4	1.85	26.29	112.3	5.72	81.16	183.6	9.35	132.72
12.70	0.500	39.5	2.01	28.59	121.8	6.20	88.06	203.2	10.35	146.89

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

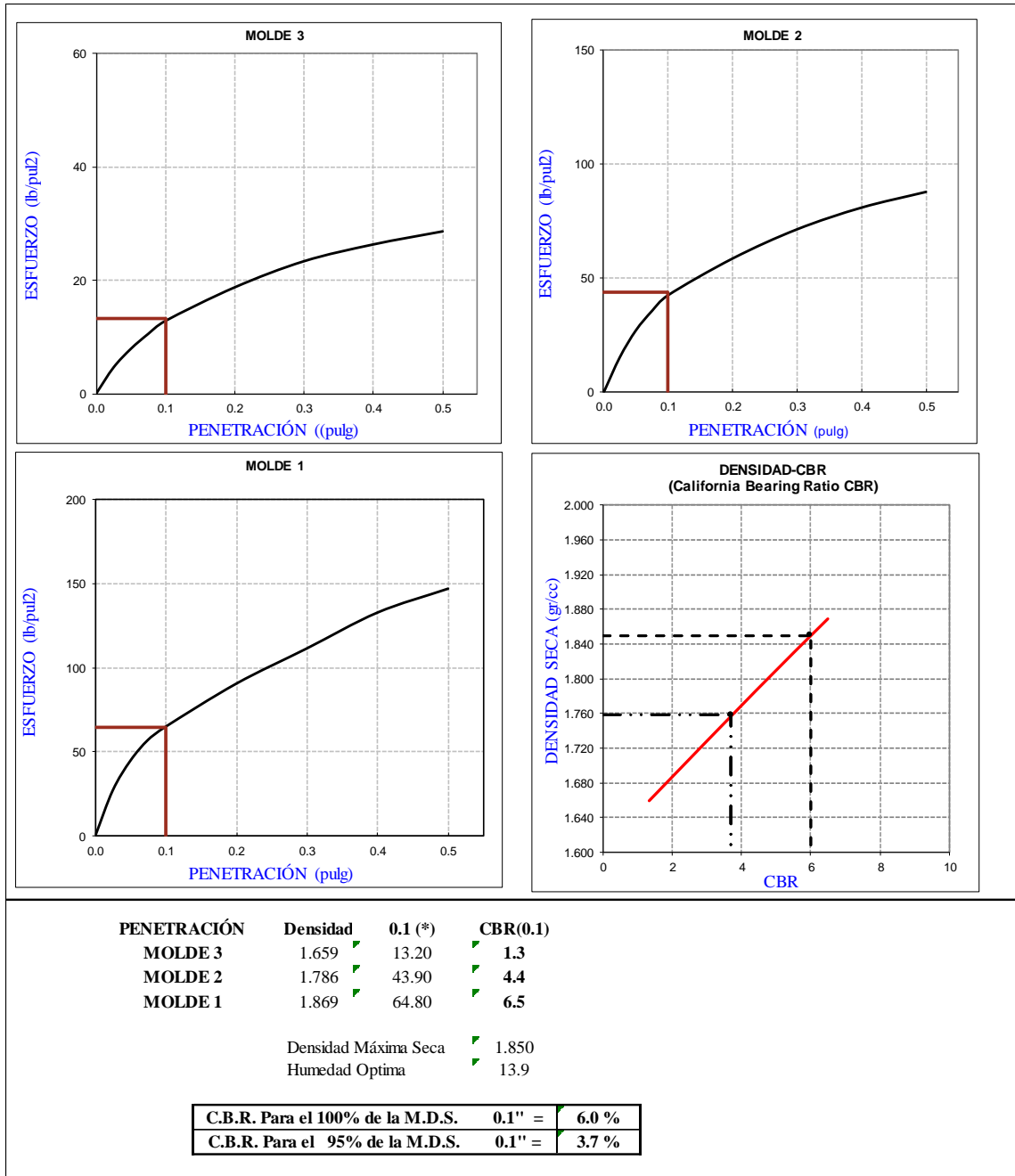

Eder Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 88.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-3



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ezer Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 89.

CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m³, Calicata C-3

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 12ML/M ³											
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"											
DESCRIPCIÓN : CALICACTA 3 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: MH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773193.1 N: 9209100.9 C: 2779 FECHA: 02/11/2021											
COMPACTACIÓN C B R											
MOLDE		3			2			1			
Altura Molde mm.		118			117			117			
N° Capas		5			5			5			
N°Golp x Capa		12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	
P. Húm.+ Molde	11985	12006.43	12290	12326.20	12471	12516.04					
Peso Molde (gr)	7976	7976.00	8077	8077.00	7811	7811.00					
Peso Húmedo (gr)	4009	4030.43	4213	4249.20	4660	4705.04					
Vol. Molde (cc)	2141.21	2141.21	2115.81	2115.81	2123.07	2123.07					
Densidad H.(gr/cc)	1.872	1.88	1.991	2.01	2.195	2.22					
Número de Tara	R-30	M - 5	M-30	M - 9	N-30	M - 10					
P.Húmedo + Tara	116.8	832.45	127.9	784.20	126.5	779.64					
Peso Seco + Tara	105.7	740.08	114.0	686.20	111.1	668.18					
Peso Agua (gr)	11.1	92.37	13.9	98.00	15.4	111.46					
Peso Tara (gr)	28.7	125.40	27.9	114.50	27.7	99.80					
P. Muestra Seca	77.0	614.68	86.1	571.70	83.4	568.38					
Cont. Humedad	14.4%	15.03%	16.1%	17.14%	18.5%	19.61%					
Cont.Hum.Prom.	14.42%	15.03%	16.1%	17.14%	18.5%	19.61%					
DENSIDAD SECA	1.636	1.634	1.714	1.716	1.853	1.856					
ENSAYO DE HINCHAMIENTO											
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			
ACUMULADO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA		HINCHAMIENTO		LECTURA	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00
24	1	5.100	5.100	4.32	8.210	8.210	7.04	9.970	9.970	8.52	8.52
48	2	5.640	5.640	4.78	8.710	8.710	7.47	10.560	10.560	9.03	9.03
72	3	5.960	5.960	5.05	9.040	9.040	7.75	10.900	10.900	9.32	9.32
96	4	6.300	6.300	5.34	9.350	9.350	8.02	11.200	11.200	9.57	9.57
ENSAYO CARGA - PENETRACION											
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01			
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2	
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	
0.64	0.025	18.4	0.94	13.30	28.2	1.44	20.37	40.5	2.06	29.24	
1.27	0.050	33.4	1.70	24.14	50.9	2.59	36.80	69.8	3.55	50.46	
1.91	0.075	47.5	2.42	34.34	68.8	3.50	49.73	93.5	4.76	67.59	
2.54	0.100	54.1	2.76	39.11	80.5	4.10	58.19	104.7	5.33	75.68	
5.08	0.200	63.8	3.25	46.12	91.4	4.65	66.04	127.5	6.49	92.17	
7.62	0.300	70.0	3.57	50.60	102.3	5.21	73.93	144.6	7.36	104.53	
10.16	0.400	77.0	3.92	55.66	112.7	5.74	81.49	163.8	8.34	118.41	
12.70	0.500	82.0	4.18	59.28	122.7	6.25	88.72	180.5	9.19	130.48	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

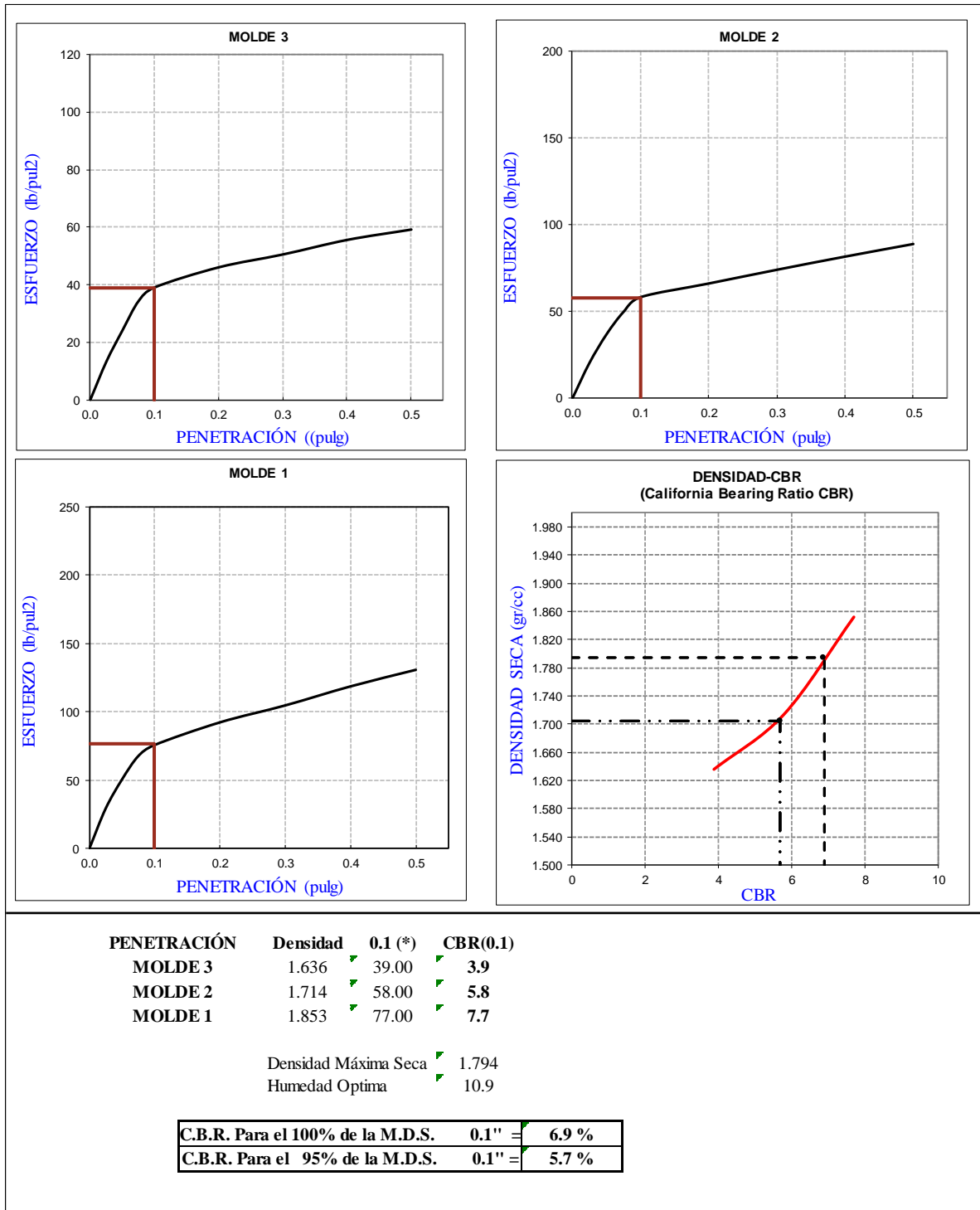

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 90.

. Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m3 Calicata C-3



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 91.

CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m³, Calicata C-3

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 24ML/M ³										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 3 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: MH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773193.1 N: 9209100.9 C: 2779 FECHA : 02/11/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE		3			2			1		
Altura Molde mm.		118			117			117		
N° Capas		5			5			5		
N° Golp x Capa		12			25			56		
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR
P. Húm.+ Molde	11868	11893.39	12105	12123.42	12468	12493.72				
Peso Molde (gr)	7928	7928.00	8033	8033.00	7934	7934.00				
Peso Húmedo (gr)	3940	3965.39	4072	4090.42	4534	4559.72				
Vol. Molde (cc)	2141.21	2141.21	2115.81	2115.81	2123.07	2123.07				
Densidad H.(gr/cc)	1.840	1.85	1.925	1.93	2.136	2.15				
Número de Tara	S-12	M - 5	S-15	M - 9	S-05	M - 10				
P.Húmedo + Tara	108.6	788.32	117.5	794.20	126.1	802.50				
Peso Seco + Tara	99.9	712.65	106.2	705.20	111.7	696.82				
Peso Agua (gr)	8.7	75.67	11.3	89.00	14.4	105.68				
Peso Tara (gr)	28.4	125.40	28.5	114.50	27.2	99.80				
P. Muestra Seca	71.5	587.25	77.7	590.70	84.5	597.02				
Cont. Humedad	12.2%	12.89%	14.5%	15.07%	17.0%	17.70%				
Cont.Hum.Prom.	12.16%	12.89%	14.55%	15.07%	17.04%	17.70%				
DENSIDAD SECA	1.641	1.639	1.680	1.677	1.825	1.827				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	3.000	3.000	2.54	9.510	9.510	8.16	10.050	10.050	8.59
48	2	3.520	3.520	2.98	10.030	10.030	8.60	10.640	10.640	9.09
72	3	3.900	3.900	3.31	10.430	10.430	8.95	11.030	11.030	9.43
96	4	4.150	4.150	3.52	10.700	10.700	9.18	11.300	11.300	9.66
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.5	1.04	14.82	30.0	1.53	21.69	41.8	2.13	30.23
1.27	0.050	39.6	2.02	28.63	54.5	2.78	39.43	70.4	3.59	50.89
1.91	0.075	53.0	2.70	38.31	71.2	3.63	51.47	97.6	4.97	70.55
2.54	0.100	62.8	3.20	45.40	80.3	4.09	58.05	113.6	5.79	82.14
5.08	0.200	75.4	3.84	54.50	88.4	4.50	63.90	130.5	6.65	94.33
7.62	0.300	85.2	4.34	61.59	98.3	5.01	71.06	148.6	7.57	107.42
10.16	0.400	93.2	4.75	67.37	107.5	5.47	77.71	166.3	8.47	120.21
12.70	0.500	101.5	5.17	73.37	116.9	5.95	84.50	178.2	9.08	128.82

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

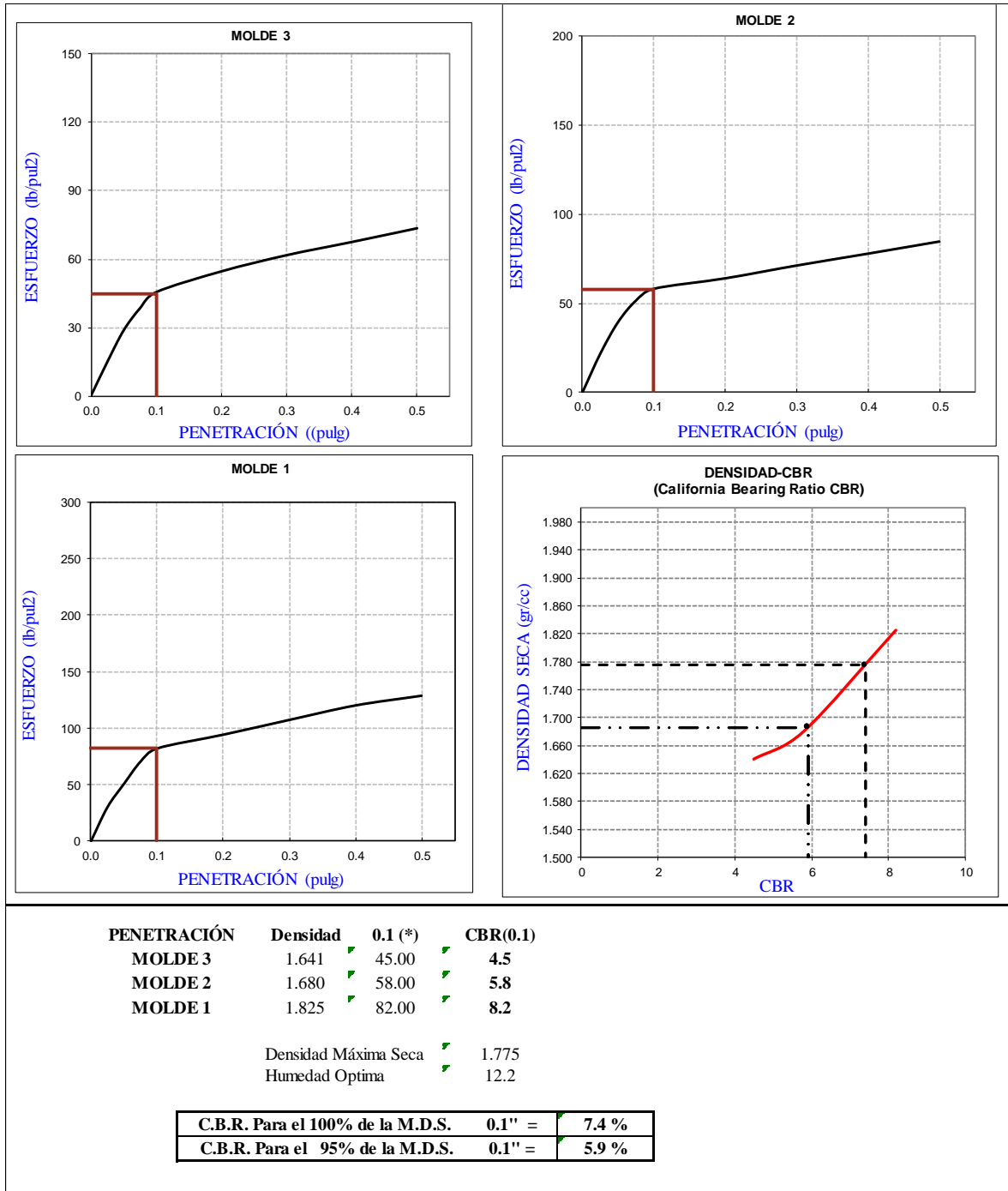

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 92.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m³ Calicata C-3



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 93.

CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m3, Calicata C-3

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 36ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 3 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: MH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773193.1 N: 9209100.9 C: 2779 FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3			2			1			
Altura Molde mm.	118			117			117			
N° Capas	5			5			5			
N°Golp x Capa	12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR
P. Húm.+ Molde	11797	11820.86	12174	12194.09	12473	12496.44				
Peso Molde (gr)	7976	7976.00	8077	8077.00	7811	7811.00				
Peso Húmedo (gr)	3821	3844.86	4097	4117.09	4662	4685.44				
Vol. Molde (cc)	2141.21	2141.21	2115.81	2115.81	2123.07	2123.07				
Densidad H.(gr/cc)	1.785	1.80	1.936	1.95	2.196	2.21				
Número de Tara	H-10	M - 5	H-11	M - 9	H-12	M - 10				
P. Húmedo + Tara	116.2	836.40	127.9	842.50	126.5	796.20				
Peso Seco + Tara	106.8	756.34	114.0	736.82	111.1	683.94				
Peso Agua (gr)	9.4	80.06	13.9	105.68	15.4	112.26				
Peso Tara (gr)	28.4	125.40	29.3	114.50	28.4	99.80				
P. Muestra Seca	78.4	630.94	84.7	622.32	82.7	584.14				
Cont. Humedad	12.0%	12.69%	16.4%	16.98%	18.6%	19.22%				
Cont.Hum.Prom.	11.99%	12.69%	16.41%	16.98%	18.62%	19.22%				
DENSIDAD SECA	1.593	1.597	1.663	1.667	1.851	1.854				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.100	5.100	4.32	8.210	8.210	7.04	9.970	9.970	8.52
48	2	5.640	5.640	4.78	8.710	8.710	7.47	10.560	10.560	9.03
72	3	5.960	5.960	5.05	9.040	9.040	7.75	10.900	10.900	9.32
96	4	6.100	6.100	5.17	9.350	9.350	8.02	11.200	11.200	9.57
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	21.5	1.09	15.54	33.1	1.69	23.93	42.7	2.18	30.89
1.27	0.050	39.4	2.01	28.48	57.2	2.91	41.35	75.4	3.84	54.50
1.91	0.075	50.3	2.56	36.36	71.0	3.62	51.32	97.1	4.95	70.19
2.54	0.100	57.8	2.94	41.78	81.1	4.13	58.62	107.0	5.45	77.35
5.08	0.200	67.8	3.45	49.01	91.0	4.63	65.78	124.3	6.33	89.85
7.62	0.300	76.1	3.88	55.01	100.5	5.12	72.65	134.6	6.86	97.30
10.16	0.400	85.0	4.33	61.44	109.2	5.56	78.94	142.8	7.27	103.23
12.70	0.500	93.6	4.77	67.66	116.7	5.94	84.36	150.9	7.69	109.08

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

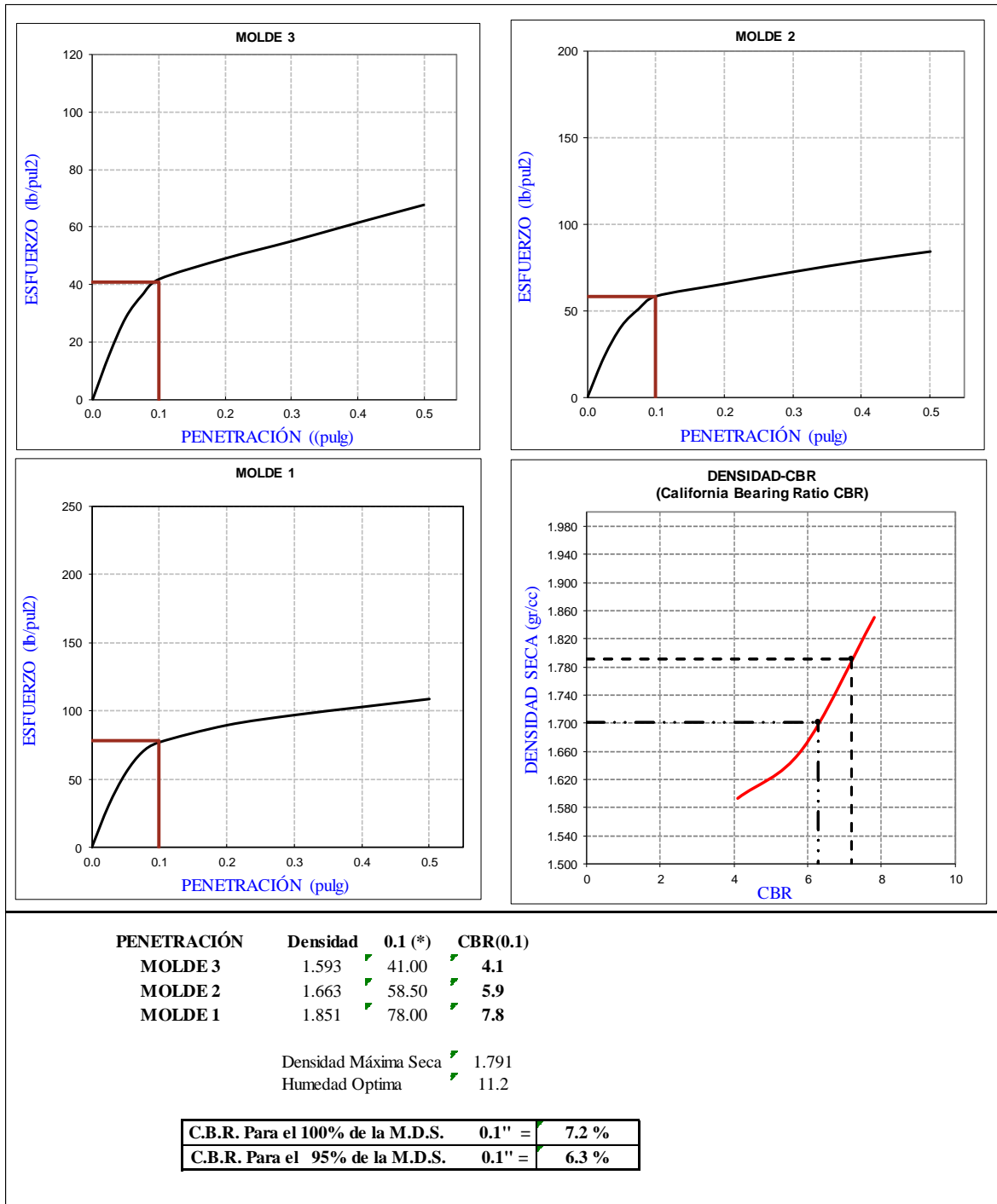

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255746

Tabla 94.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m³ Calicata C-3.



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 95.

Contenido de Humedad - Calicata C-4

ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216			
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Descripción: CALICATA N° 04			
Fecha: 02-Nov-21			
Solicitado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO			
Condiciones de Secado: 110°C		Método : Horno	
Ubicación	E = 773168.8	N = 9209465.3	C = 2776
Profundidad	1.91 mts		
Muestra o ensayo	1	2	
RECIPIENTE.No	N- 01	N- 05	
Pr + Ph A	507.0	534.2	
Pr + Ps B	443.3	467.4	
Pr C	58.2	57.0	
P. AGUA D = A - B	63.7	66.8	
Ps E = B - C	385.2	410.4	
% DE HUMEDAD $W\%=(D/E) * 100$	16.5	16.3	Promedio = 16.4
CLASIFICACION SUCS	CH		
PR= PESO DEL RECIPIENTE			
PH= PESO HUMEDO			
PS= PESO SECO			

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TÉCNICO DE LABORATORIO

Ezer Rodriguez Guebara
Ezer Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 96.

Análisis Granulométrico- Calicata C-4

Ensayo: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136			
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización: E = 773168.8		N = 9209465.3	
Descripción: CALICATA N° 04		Cota m.s.n.m. 2776	
Fecha : 02-Nov-21		Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO	
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa
1/4"	0.0	0.0	100.0
No. 4	0.0	0.0	100.0
No. 8			
No. 10	49.23	4.7	95.3
No. 16	56.12	5.3	94.7
No. 20	62.40	5.9	94.1
No. 30	62.60	6.0	94.0
No. 40	63.12	6.0	94.0
No. 50	63.78	6.1	93.9
No. 60	65.61	6.2	93.8
No. 100	69.20	6.6	93.4
No. 140	71.58	6.8	93.2
No. 200	80.42	7.7	92.3
Platillo	80.52		

Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2 ²)]			
Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2 ²)-(-No.4)](-2 ²)			
Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar.			
Peso suelo Húmedo que pasa (g)	640.0		
Peso suelo seco que pasa (g)	554.6		
Peso suelo seco retenido (g)	0.0		
Peso suelo seco total (g)	554.6		
OVER=	0.00%	CLASIFICACIÓN SUCS:	Cu= -
GRAVA=	0 %	CH	
ARENA=	7.7 %	CLASIFICACIÓN AASHTO:	Cc= -
FINOS=	92.3 %	A-7-6	
		COLOR: PARDO MOSTAZA	
DESCRIPCIÓN: Arcilla de alta plasticidad			
Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4		% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. Tara	G-25	No. Tara	G-25
Peso Húmedo + Tara	1263.0	Peso Seco + Tara	1101.0
Peso Seco + Tara	1101.0	P. Seco Lavado +Tara	130.4
Peso de Tara	50.0	Peso de Tara	50.0
Peso del Agua	162.0	Suelo Seco (-No. 200) g	970.6
Peso Seco	1051.0	Suelo Seco (+No. 200) g	80.4
Cont. de humedad %	15.4	Suelo Seco (-No. 200) %	92.3

Tamaño en mm

% PASA

TAMIZ

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Johnny Vasquez Torres
Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 97.

Límites de Consistencia - Calicata C-4

ENSAYO :		LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318																							
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"																									
Localización	E = 773168.8	N = 9209465.3	Cota m.s.n.m. 2776																						
Descripción:	CALICATA N° 04																								
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO																								
LÍMITES DE CONSISTENCIA																									
LÍMITE LÍQUIDO																									
Muestra o ensayo	1	2	3																						
No DE GOLPES	15	25	35																						
RECIPIENTE No	A- 113	A- 115	A- 127																						
Pr + Ph	83.61	74.72	61.30																						
Pr + Ps	71.12	64.64	49.31																						
P. AGUA	12.49	10.08	11.99																						
Pr	49.29	46.38	27.02																						
Ps	21.83	18.26	22.29																						
% DE HUMEDAD	57.21	55.20	53.79																						
LÍMITE PLÁSTICO																									
RECIPIENTE No	F-31	F-40																							
Pr + Ph	34.12	31.69																							
Pr + Ps	32.72	30.65																							
P. AGUA	1.40	1.04																							
Pr	25.67	25.48																							
Ps	7.05	5.17	Promedio= 20																						
% DE HUMEDAD	19.86	20.12																							
		HUMEDAD NATURAL %: 16.4 LÍMITE LÍQUIDO %: 55 LÍMITE PLÁSTICO %: 20 ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 35																							
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No. Golpes</th> <th>Factor K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0.974</td></tr> <tr><td>21</td><td>0.979</td></tr> <tr><td>22</td><td>0.985</td></tr> <tr><td>23</td><td>0.990</td></tr> <tr><td>24</td><td>0.995</td></tr> <tr><td>25</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>26</td><td>1.005</td></tr> <tr><td>27</td><td>1.009</td></tr> <tr><td>28</td><td>1.014</td></tr> <tr><td>29</td><td>1.018</td></tr> <tr><td>30</td><td>1.022</td></tr> </tbody> </table>		No. Golpes	Factor K	20	0.974	21	0.979	22	0.985	23	0.990	24	0.995	25	1.000	26	1.005	27	1.009	28	1.014	29	1.018
No. Golpes	Factor K																								
20	0.974																								
21	0.979																								
22	0.985																								
23	0.990																								
24	0.995																								
25	1.000																								
26	1.005																								
27	1.009																								
28	1.014																								
29	1.018																								
30	1.022																								
PR= PESO DEL RECIPIENTE																									
PH= PESO HUMEDO																									
PS= PESO SECO																									

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Eber Rodríguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 98.

Proctor Modificado - Calicata C-4

Ensayo:	RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) ASTM D 698 / 1557								
Tesis:	"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"								
Localización	E = 773168.80	N = 9209465.30	C = 2776.0						
Descripción	CALICATA N° 04								
Fecha:	02-Nov-21								
Elaborado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO								
DETERMINACIÓN	1	2	3	4					
Agua Agregada	4%	8%	12%	16%					
Peso Molde + material húmedo	5422.0	5532.0	5669.0	5700.0					
Peso del molde (g).	3730.00	3730.00	3730.00	3730.00					
Peso de material húmedo (g).	1692.0	1802.0	1939.0	1970.0					
Volumen del molde (cm3).	932.40	932.40	932.40	932.40					
Densidad húmeda (g/cm3).	1.815	1.933	2.080	2.113					
Cápsula + material húmedo (g).	105.9	102.3	108.2	97.2					
Cápsula + material seco (g).	103.2	98.1	102.3	90.7					
Peso del agua (g).	2.8	4.2	5.9	6.5					
Número de cápsula	M-8	N-07	M-7	M-5					
Peso de la cápsula (g).	48.2	45.6	47.5	46.7					
Peso de suelo seco (g).	55.0	52.5	54.8	44.0					
Contenido de agua (%).	5.1	8.0	10.8	14.8					
Densidad seca (g/cm3).	1.727	1.790	1.877	1.841					
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde	T° Secado	Peso molde					
Metodo	A	932.40 CC	110°C	3730.0	g				
Clasificación SUCS : CH									
				<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)</td> <td>1.900</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA %</td> <td>12.5</td> </tr> </table>		DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	1.900	HUMEDAD OPTIMA %	12.5
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3)	1.900								
HUMEDAD OPTIMA %	12.5								

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 99.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 12ml/m³ - Calicata C-4.

ENSAYO: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 12 ML/M3 ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773168.80	N = 9209465.30	C = 2777.0		
Descripción	CALICATA 4				
Realizado por por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	
Agua Agregada	4%	8%	12%	16%	
Peso Molde + material húmedo	5412.0	5559.0	5670.0	5652.0	
Peso del molde (g).	3730.00	3730.00	3730.00	3730.00	
Peso de material húmedo (g).	1682.0	1829.0	1940.0	1922.0	
Volumen del molde (cm3).	932.40	932.40	932.40	932.40	
Densidad húmeda (g/cm3).	1.804	1.962	2.081	2.061	
Cápsula + material húmedo (g).	105.9	102.3	108.2	142.1	
Cápsula + material seco (g).	103.4	98.1	101.7	129.2	
Peso del agua (g).	2.6	4.2	6.5	12.9	
Número de cápsula	KS-100	KS-101	KS-102	KS-103	
Peso de la cápsula (g).	45.1	44.2	45.7	46.8	
Peso de suelo seco (g).	58.3	53.9	56.0	82.4	
Contenido de agua (%).	4.4	7.8	11.6	15.7	
Densidad seca (g/cm3).	1.728	1.820	1.864	1.782	
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	932.40	CC	110°C	3730.0 g
Clasificación SUCS : CH					
					DENSIDAD MAXIMA (gr/cm3) 1.868
					HUMEDAD OPTIMA % 11.5

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhony Vasquez Torres
Jhony Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 100.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 24ml/m³ - Calicata C-4.

Ensayo: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 24 ML/M ³ ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773168.80	N = 9209465.30	C = 2777.0		
Descripción:	CALICATA 4				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN		1	2	3	4
Agua Agregada		4%	8%	12%	16%
Peso Molde + material húmedo		5371.0	5486.0	5621.0	5592.0
Peso del molde (g).		3730.00	3730.00	3730.00	3730.00
Peso de material húmedo (g).		1641.0	1756.0	1891.0	1862.0
Volumen del molde (cm ³).		932.40	932.40	932.40	932.40
Densidad húmeda (g/cm ³).		1.760	1.883	2.028	1.997
Cápsula + material húmedo (g).		111.4	106.3	107.4	142.1
Cápsula + material seco (g).		107.9	101.2	100.8	129.2
Peso del agua (g).		3.5	5.1	6.6	12.9
Número de cápsula		KS-100	KS-101	KS-102	KS-103
Peso de la cápsula (g).		45.1	44.2	45.7	46.8
Peso de suelo seco (g).		62.8	57.0	55.1	82.4
Contenido de agua (%).		5.6	8.9	12.0	15.7
Densidad seca (g/cm ³).		1.667	1.729	1.811	1.727
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde		T° Secado	Peso molde
Metodo	A	932.40	CC	110°C	3730.0 g
Clasificación SUCS : CH					
<p>The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.600 to 2.000) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 3.0 to 19.0). A smooth curve is drawn through four data points, showing a peak at approximately 12.8% moisture and 1.823 g/cm³ density. A vertical dashed red line marks the peak, and a horizontal dashed red line extends from the peak to the y-axis.</p>				DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³) 1.823	
				HUMEDAD OPTIMA % 12.8	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 101.

Proctor Modificado, con Aditivo Terrazyme a 36ml/m³ - Calicata C-4.

Ensayo: RELACIÓN DENSIDAD Vs HUMEDAD (Próctor) - TERRAZYME A 36 ML/M ³ ASTM D 698 / 1557					
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"					
Localización	E = 773168.80	N = 9209465.30	C = 2777.0		
Descripción	CALICATA 4				
Realizado por:	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				
DETERMINACIÓN	1	2	3	4	
Agua Agregada	4%	8%	12%	16%	
Peso Molde + material húmedo	5384.0	5492.0	5598.0	5597.0	
Peso del molde (g).	3730.00	3730.00	3730.00	3730.00	
Peso de material húmedo (g).	1654.0	1762.0	1868.0	1867.0	
Volumen del molde (cm ³).	932.40	932.40	932.40	932.40	
Densidad húmeda (g/cm ³).	1.774	1.890	2.003	2.002	
Cápsula + material húmedo (g).	111.4	106.3	107.4	142.1	
Cápsula + material seco (g).	107.4	101.2	100.8	129.2	
Peso del agua (g).	4.0	5.1	6.6	12.9	
Número de cápsula	KS-25	KS-26	KS-27	KS-28	
Peso de la cápsula (g).	44.2	46.5	45.5	44.9	
Peso de suelo seco (g).	63.2	54.7	55.3	84.3	
Contenido de agua (%).	6.3	9.3	11.9	15.3	
Densidad seca (g/cm ³).	1.668	1.729	1.790	1.737	
Tipo molde	4" diámetro	Volumen Molde	T° Secado	Peso molde	
Metodo	A	932.40 CC	110°C	3730.0	g
Clasificación SUCS : CH					
<p>The graph plots Density (g/cm³) on the y-axis (ranging from 1.600 to 2.000) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 3.0 to 19.0). A smooth curve is drawn through four data points, showing a peak at approximately 12.9% moisture content and a maximum density of 1.800 g/cm³. Dashed red lines indicate these peak values.</p>				DENSIDAD MAXIMA (gr/cm ³) 1.800	
				HUMEDAD OPTIMA % 12.9	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Eder Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

 Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 102.

CBR Calicata C-4

ENSAYO :		CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)		ASTM D1883						
TESIS :		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"								
DESCRIPCIÓN :		CALICATA 4								
ELABORADO POR :		LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO		SUCS: CH						
UBICACIÓN :		PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO DE CAJAMARCA								
COORDENADAS :		E: 773168.8 N: 9209465.3- C: 2776								
COMPACTACION C B R										
MOLDE		3		2		1				
Altura Molde mm.		117		117		117				
N° Capas		5		5		5				
N°Golp x Capa		12		25		56				
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR				
P. Húm.+ Molde	12101	12121.12	12368	12384.15	12651	12667.97				
Peso Molde (gr)	7990	7990.00	7990	7990.00	7990	7990.00				
Peso Húmedo (gr)	4111	4131.12	4378	4394.15	4661	4677.97				
Vol. Molde (cc)	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38				
Densidad H.(gr/cc)	1.938	1.95	2.064	2.07	2.197	2.21				
Número de Tara	R-30	M - 5	J-13	M - 9	P-05	M - 10				
P.Húmedo + Tara	120.4	866.47	134.2	872.46	128.3	879.52				
Peso Seco + Tara	112.6	800.20	121.8	781.25	116.1	782.52				
Peso Agua (gr)	7.8	66.27	12.4	91.21	12.2	97.00				
Peso Tara (gr)	28.6	125.40	28.3	114.50	27.9	99.80				
P. Muestra Seca	84.0	674.80	93.5	666.75	88.2	682.72				
Cont. Humedad	9.3%	9.82%	13.3%	13.68%	13.8%	14.21%				
Cont.Hum.Prom.	9.29%	9.82%	13.26%	13.68%	13.79%	14.21%				
DENSIDAD SECA	1.773	1.776	1.822	1.821	1.931	1.935				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO		NUMERO DE MOLDE		NUMERO DE MOLDE		NUMERO DE MOLDE				
ACUMULADO		LECTURA		LECTURA		LECTURA		LECTURA		
(Hs)	(Días)	DEFORM.	HINCHAMIENTO	DEFORM.	HINCHAMIENTO	DEFORM.	HINCHAMIENTO	DEFORM.	HINCHAMIENTO	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	
0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
24	1	6.700	6.700	5.75	8.000	8.000	6.86	8.900	8.900	
48	2	7.800	7.800	6.69	8.900	8.900	7.63	9.700	9.700	
72	3	8.300	8.300	7.12	9.500	9.500	8.15	10.100	10.100	
96	4	8.700	8.700	7.46	9.800	9.800	8.40	10.300	10.300	
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACION		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.64	0.025	12.3	0.63	8.89	23.4	1.19	16.92	38.2	1.95	27.61
1.27	0.050	18.6	0.95	13.45	39.7	2.02	28.70	66.7	3.40	48.22
1.91	0.075	22.9	1.17	16.55	54.7	2.79	39.54	91.4	4.65	66.07
2.54	0.100	24.8	1.26	17.93	64.7	3.30	46.77	110.4	5.62	79.80
5.08	0.200	29.4	1.50	21.25	83.1	4.23	60.07	146.2	7.45	105.68
7.62	0.300	33.5	1.71	24.22	99.1	5.05	71.63	176.4	8.98	127.49
10.16	0.400	37.9	1.93	27.40	112.3	5.72	81.16	203.2	10.35	146.87
12.70	0.500	42.5	2.16	30.72	121.8	6.20	88.06	220.9	11.25	159.69

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

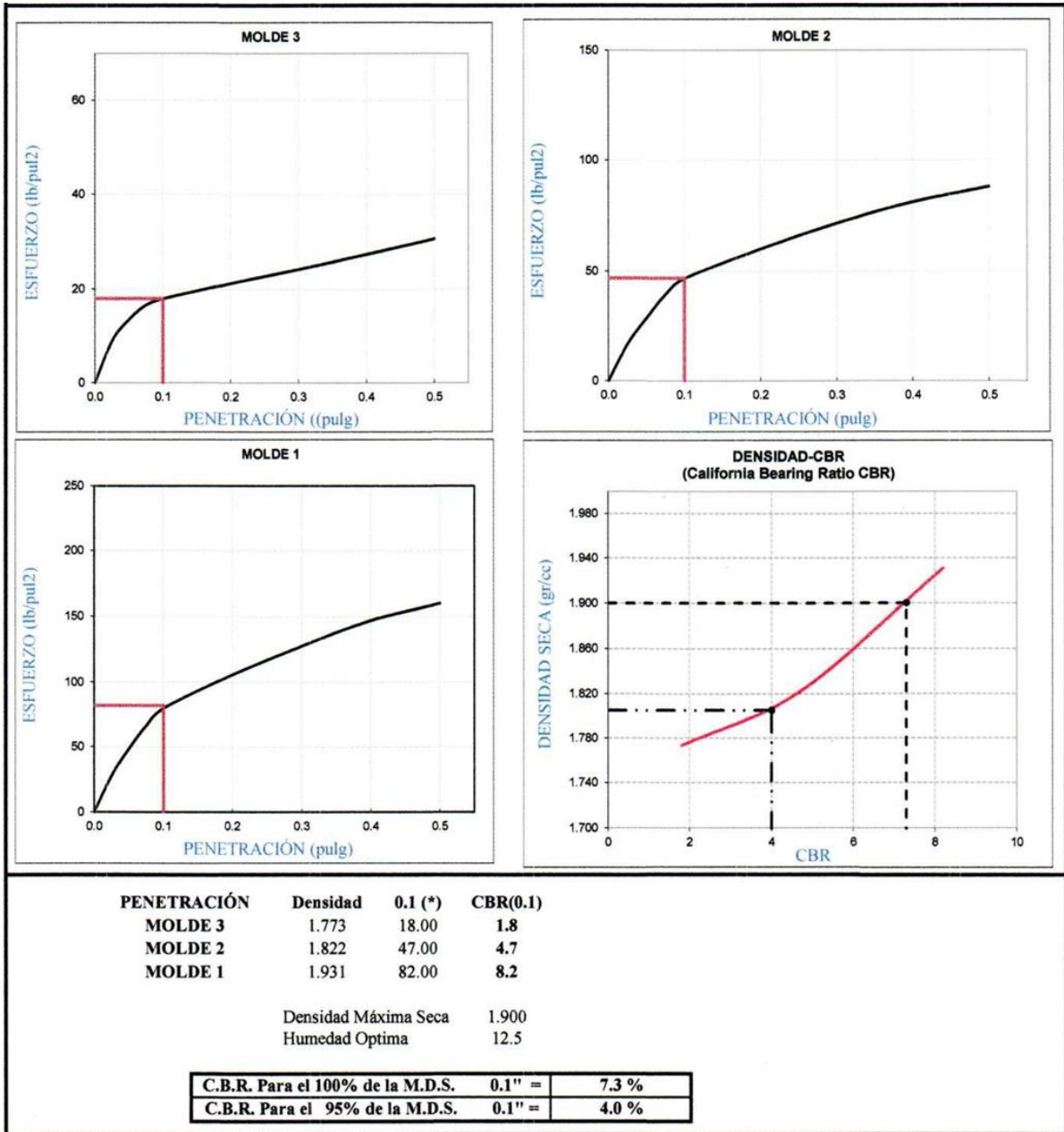

Ever Rodriguez Guibara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 103.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Calicata C-4.



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
 LEINER GUERRERO GONZÁLES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodríguez Guevara
 EVER RODRÍGUEZ GUEVARA
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
José Vázquez Torres
 JOSÉ VÁSQUEZ TORRES
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.I.P. N° 255748

Tabla 104.

CBR con Aditivo Terrazyme 12ml/m³, Calicata C-4.

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 12ML/M3										
TESIS :		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"								
DESCRIPCIÓN :		CALICATA 4								
REALIZADO POR		LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO				SUCS: CH				
UBICACIÓN :		PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO DE CAJAMARCA								
COORDENADAS :		E: 773168.8 N: 9209465.3- C: 2776								
FECHA:		02/11/2021								
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3			2			1			
Altura Molde mm.	117			117			117			
N° Capas	5			5			5			
N°Golp x Capa	12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	
P. Húm.+ Molde	12014	12032.62	12380	12402.95	12642	12662.04	12014	12032.62	12380	
Peso Molde (gr)	7956	7956.00	8024	8024.00	7882	7882.00	7956	7956.00	8024	
Peso Húmedo (gr)	4058	4076.62	4356	4378.95	4760	4780.04	4058	4076.62	4356	
Vol. Molde (cc)	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	
Densidad H.(gr/cc)	1.913	1.92	2.053	2.06	2.244	2.25	1.913	1.92	2.053	
Número de Tara	J-20	M - 5	J-002	M - 9	J-02	M - 10	J-20	M - 5	J-002	
P.Húmedo + Tara	124.3	835.40	124.1	842.10	108.3	796.20	124.3	835.40	124.1	
Peso Seco + Tara	112.6	746.20	111.1	741.88	96.2	688.26	112.6	746.20	111.1	
Peso Agua (gr)	11.7	89.20	13.0	100.22	12.1	107.94	11.7	89.20	13.0	
Peso Tara (gr)	28.1	125.40	26.5	114.50	28.4	99.80	28.1	125.40	26.5	
P. Muestra Seca	84.5	620.80	84.6	627.38	67.8	588.46	84.5	620.80	84.6	
Cont. Humedad	13.8%	14.37%	15.4%	15.97%	17.8%	18.34%	13.8%	14.37%	15.4%	
Cont.Hum.Prom.	13.85%	14.37%	15.37%	15.97%	17.85%	18.34%	13.85%	14.37%	15.37%	
DENSIDAD SECA	1.680	1.679	1.780	1.776	1.904	1.901	1.680	1.679	1.780	
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	5.410	5.410	4.64	8.110	8.110	6.96	9.920	9.920	8.51
48	2	6.020	6.020	5.16	8.510	8.510	7.30	10.430	10.430	8.95
72	3	6.410	6.410	5.50	8.840	8.840	7.58	10.810	10.810	9.27
96	4	6.700	6.700	5.75	9.130	9.130	7.83	11.030	11.030	9.46
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	16.8	0.86	12.14	30.2	1.54	21.83	43.5	2.22	31.44
1.27	0.050	29.8	1.52	21.54	50.6	2.58	36.58	80.1	4.08	57.90
1.91	0.075	37.8	1.93	27.32	69.0	3.51	49.88	106.2	5.41	76.77
2.54	0.100	44.1	2.25	31.88	81.2	4.14	58.70	120.4	6.13	87.03
5.08	0.200	53.7	2.73	38.82	92.4	4.71	66.79	134.0	6.82	96.86
7.62	0.300	62.4	3.18	45.11	101.2	5.15	73.15	146.2	7.45	105.68
10.16	0.400	70.0	3.57	50.60	110.6	5.63	79.95	156.7	7.98	113.27
12.70	0.500	76.1	3.88	55.01	118.7	6.05	85.80	164.1	8.36	118.62

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

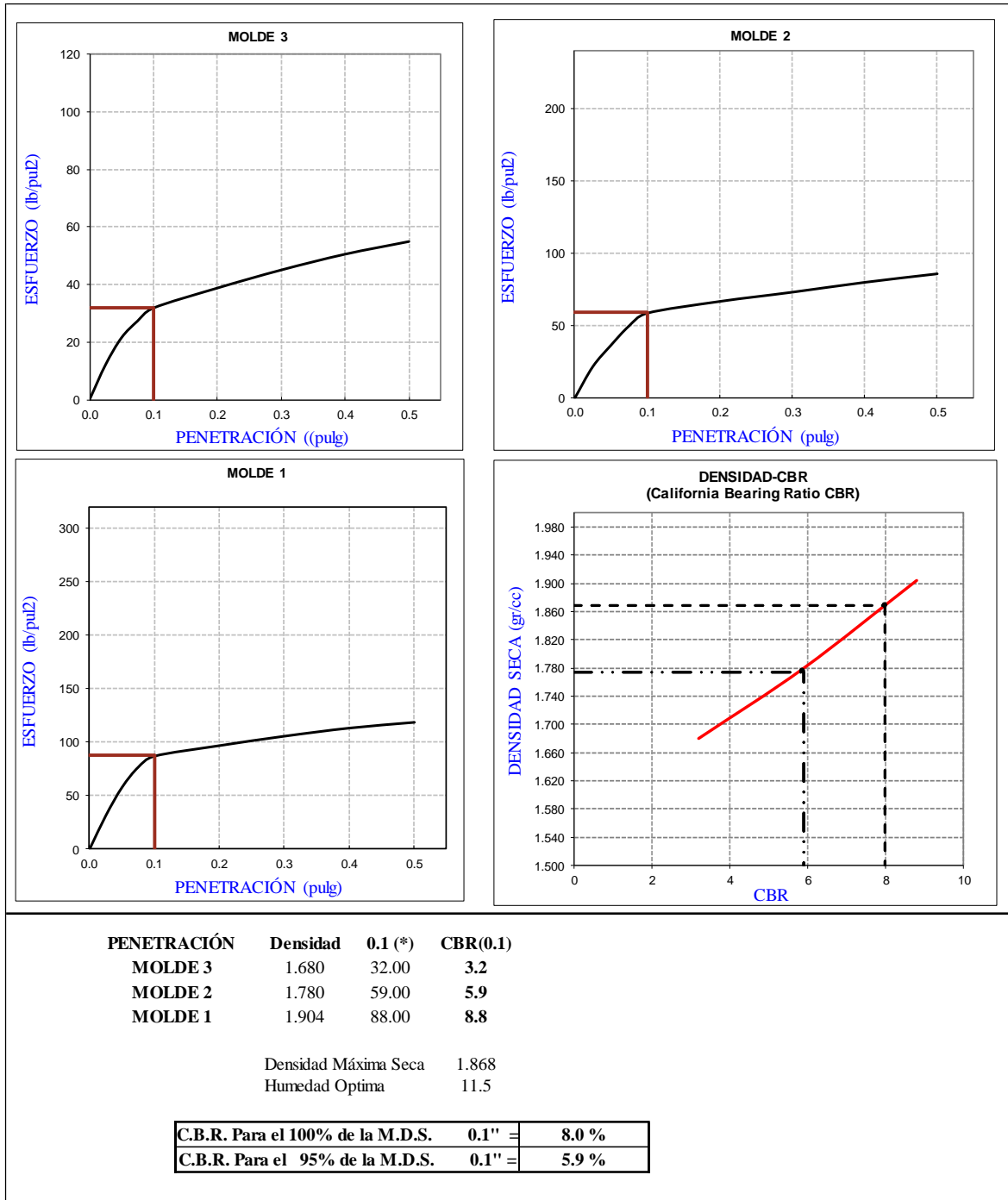

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 105.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 12ml/m³ Calicata C-4



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 106.

CBR con Aditivo Terrazyme 24ml/m3, Calicata C-4

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 24ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 4 REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO SUCS: CH UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO DE CAJAMARCA COORDENADAS : E: 773168.8 N: 9209465.3- C: 2776 FECHA: 02/11/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3		2		1					
Altura Molde mm.	117		117		117					
N° Capas	5		5		5					
N° Golp x Capa	12		25		56					
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	EMPAPAR DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR				
P. Húm.+ Molde	11865	11880.20	12148	12162.07	12468	12491.52				
Peso Molde (gr)	7956	7956.00	7992	7992.00	7889	7889.00				
Peso Húmido (gr)	3909	3924.20	4156	4170.07	4579	4602.52				
Vol. Molde (cc)	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38				
Densidad H.(gr/cc)	1.84	1.85	1.959	1.97	2.16	2.17				
Número de Tara	M-003	M - 5	M-01	M - 9	M-12	M - 10				
P.Húmido + Tara	123.4	836.40	134.2	826.40	114.8	798.43				
Peso Seco + Tara	113.7	758.40	122.5	744.18	104.9	713.33				
Peso Agua (gr)	9.7	78.00	11.7	82.22	9.9	85.10				
Peso Tara (gr)	32.1	125.40	30.2	114.50	30.4	99.80				
P. Muestra Seca	81.6	633.00	92.3	629.68	74.5	613.53				
Cont. Humedad	11.9%	12.32%	12.7%	13.06%	13.3%	13.87%				
Cont.Hum.Prom.	11.89%	12.32%	12.68%	13.06%	13.29%	13.87%				
DENSIDAD SECA	1.647	1.647	1.739	1.742	1.905	1.906				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	4.720	4.720	4.05	7.480	7.480	6.42	9.120	9.120	7.82
48	2	5.310	5.310	4.55	8.120	8.120	6.96	9.840	9.840	8.44
72	3	5.830	5.830	5.00	8.520	8.520	7.31	10.120	10.120	8.68
96	4	6.150	6.150	5.27	8.740	8.740	7.50	10.520	10.520	9.02
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	17.5	0.89	12.65	32.5	1.66	23.49	48.1	2.45	34.77
1.27	0.050	32.4	1.65	23.42	55.8	2.84	40.34	82.8	4.22	59.85
1.91	0.075	44.2	2.25	31.95	77.4	3.94	55.95	109.3	5.57	79.01
2.54	0.100	52.1	2.65	37.66	92.6	4.72	66.94	132.5	6.75	95.78
5.08	0.200	59.6	3.04	43.08	104.7	5.33	75.68	149.2	7.60	107.85
7.62	0.300	66.7	3.40	48.22	116.2	5.92	84.00	160.5	8.17	116.02
10.16	0.400	72.5	3.69	52.41	127.5	6.49	92.17	170.6	8.69	123.32
12.70	0.500	80.6	4.10	58.26	135.9	6.92	98.24	178.7	9.10	129.18

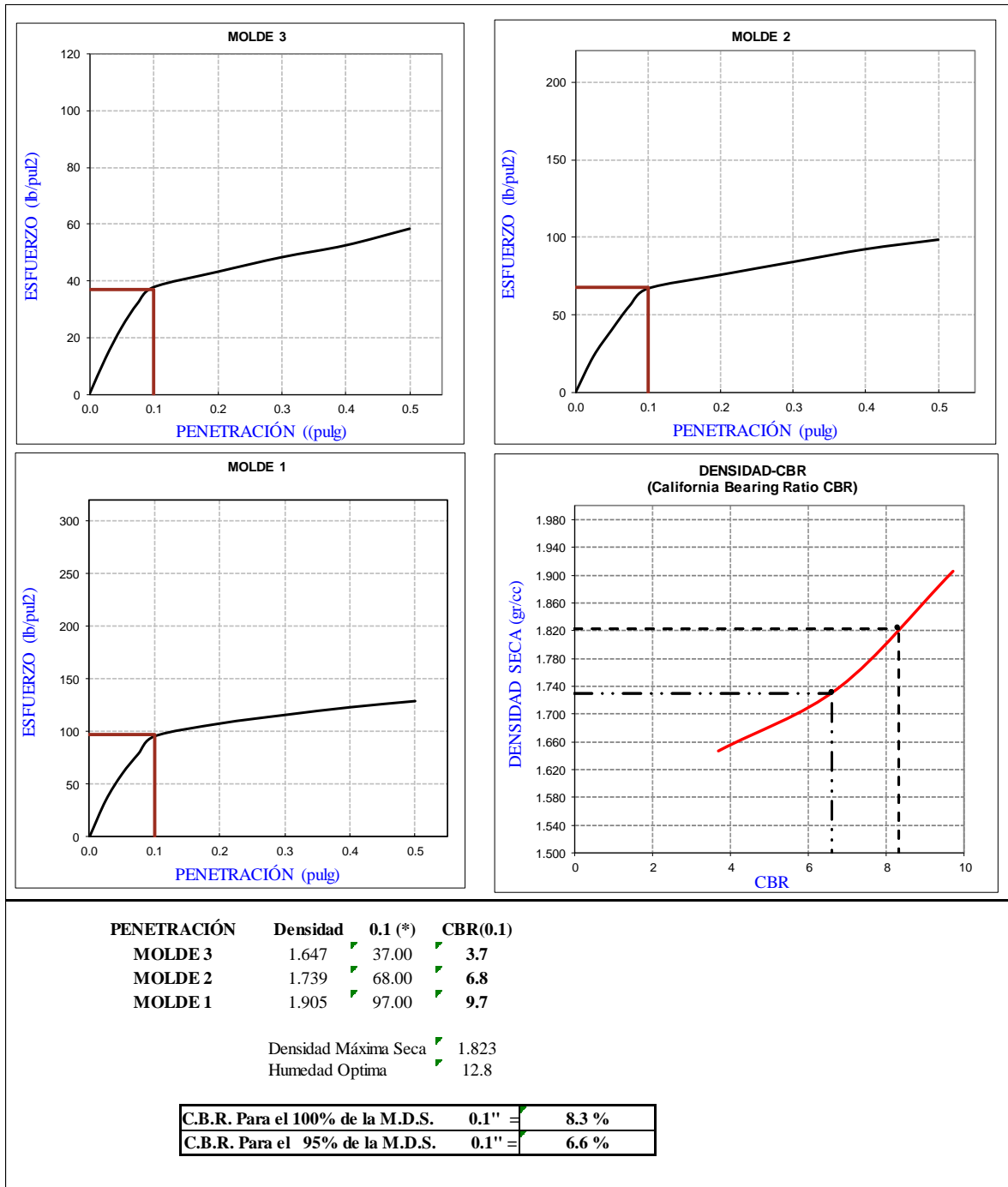

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO


Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252


GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhonny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 107.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 24ml/m³ Calicata C-4



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhonny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 108.

CBR con Aditivo Terrazyme 36ml/m³, Calicata C-4

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D1883 - TERRAZYME A 36ML/M3										
TESIS : "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"										
DESCRIPCIÓN : CALICATA 4										
REALIZADO POR : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO					SUCS: CH					
UBICACIÓN : PROVINCIA DE CAJAMARCA- DISTRITO DE CAJAMARCA										
COORDENADAS : E: 773168.8 N: 9209465.3 C: 2776										
FECHA : 02/11/2021										
COMPACTACIÓN C B R										
MOLDE	3			2			1			
Altura Molde mm.	117			117			117			
N° Capas	5			5			5			
N°Golp x Capa	12			25			56			
Cond. Muestra	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DESPUES DE EMPAPAR	ANTES DE EMPAPAR	DE	EMPAPAR	DE	EMPAPAR	
P. Húm.+ Molde	11812	11829.60	12162	12177.61	12412	12437.88				
Peso Molde (gr)	7947	7947.00	7985	7985.00	7889	7889.00				
Peso Húmedo (gr)	3865	3882.60	4177	4192.61	4523	4548.88				
Vol. Molde (cc)	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38	2121.38				
Densidad H.(gr/cc)	1.822	1.83	1.97	1.98	2.13	2.14				
Número de Tara	R-60	M - 5	J-18	M - 9	J-17	M - 10				
P.Húmedo + Tara	139.5	846.25	129.4	827.98	127.5	812.45				
Peso Seco + Tara	127.4	764.83	117.4	741.12	115.2	720.80				
Peso Agua (gr)	12.1	81.42	12.0	86.86	12.3	91.65				
Peso Tara (gr)	28.4	125.40	28.1	114.50	28.0	99.80				
P. Muestra Seca	99.0	639.43	89.3	626.62	87.2	621.00				
Cont. Humedad	12.2%	12.73%	13.4%	13.86%	14.1%	14.76%				
Cont.Hum.Prom.	12.22%	12.73%	13.44%	13.86%	14.11%	14.76%				
DENSIDAD SECA	1.623	1.623	1.736	1.739	1.869	1.865				
ENSAYO DE HINCHAMIENTO										
TIEMPO ACUMULADO		NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE			NUMERO DE MOLDE		
		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO		LECTURA	HINCHAMIENTO	
(Hs)	(Días)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)	DEFORM.	(mm)	(%)
0	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00
24	1	4.860	4.860	4.17	7.520	7.520	6.45	9.220	9.220	7.91
48	2	5.500	5.500	4.72	8.170	8.170	7.01	9.840	9.840	8.44
72	3	5.890	5.890	5.05	8.500	8.500	7.29	10.260	10.260	8.80
96	4	6.020	6.020	5.16	8.840	8.840	7.58	10.570	10.570	9.07
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN										
PENETRACIÓN		MOLDE N° 03			MOLDE N° 02			MOLDE N° 01		
(mm)	(pulg)	CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO		CARGA	ESFUERZO	
			kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2		kg/cm2	lb/pul2
0.00	0.000	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
0.64	0.025	20.5	1.04	14.82	38.4	1.96	27.76	44.5	2.27	32.20
1.27	0.050	38.4	1.96	27.76	62.5	3.18	45.18	81.4	4.14	58.82
1.91	0.075	52.5	2.67	37.95	84.6	4.31	61.15	107.7	5.49	77.87
2.54	0.100	62.1	3.16	44.89	97.4	4.96	70.41	123.6	6.30	89.37
5.08	0.200	73.4	3.74	53.06	107.6	5.48	77.78	140.5	7.16	101.56
7.62	0.300	80.4	4.09	58.12	116.1	5.91	83.93	151.3	7.71	109.37
10.16	0.400	88.2	4.49	63.76	125.1	6.37	90.43	166.2	8.46	120.14
12.70	0.500	95.3	4.85	68.89	132.7	6.76	95.92	174.2	8.87	125.92

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

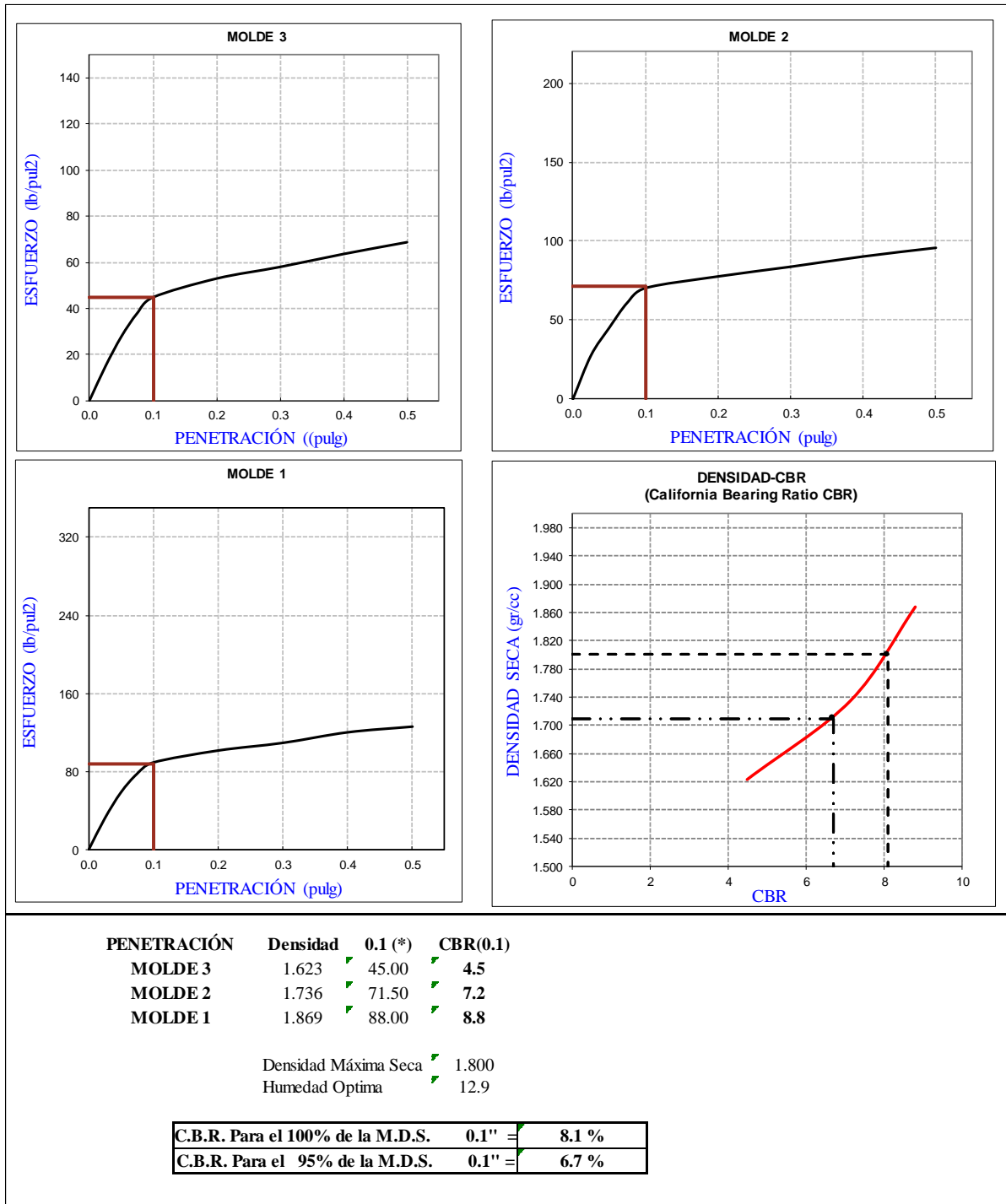

 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 109.

Gráficas Esfuerzo - Penetración, Con Aditivo Terrazyme 36ml/m³ Calicata C-4.



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Leiner Guerrero Gonzales
 LEINER GUERRERO GONZALES
 TECNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.
Jhony Vasquez Torres
 Jhony Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

Tabla 110.

Contenido de Humedad - Calicata C-5

Ensayo:		CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216		
Tesis:		"INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"		
Descripción:		CALICATA N° 05		
Fecha:		02-Nov-21		
Elaborado por:		LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO		
Condiciones de Secado:		110°C	Método :	Horno
Ubicación		E = 773167.6	N = 9209730.1	C = 2765
Profundidad		1.73 mts		
Muestra o ensayo		1		
RECIPIENTE No		N- 05	N- 45	
Pr + Ph	A	523.5	530.2	
Pr + Ps	B	462.9	469.4	
Pr	C	58.3	57.2	
P. AGUA	D = A - B	60.6	60.8	
Ps	E = B - C	404.6	412.2	
% DE HUMEDAD	$W\% = (D/E) * 100$	15.0	14.7	Promedio = 14.9
CLASIFICACIÓN SUCS		SC		
PR= PESO DEL RECIPIENTE				
PH= PESO HUMEDO				
PS= PESO SECO				

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
TECNICO DE LABORATORIO


Ever Rodriguez Guebara
INGENIERO CIVIL
C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 255748

Tabla 111.

Análisis Granulométrico- Calicata C-5

Ensayo : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136			
Tesis: "INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021"			
Localización: E = 773167.6		N = 9209730.1	
Descripción: CALICATA N° 05		Cota m.s.n.m. 2765	
Fecha : 02-Nov-21			
Elaborado por: LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO			
Tamaño Tamiz	Peso Reten. Acumulado	% Retenido	% Pasa
1/4"	0.0	0.0	100.0
No. 4	0.0	0.0	100.0
No. 8			
No. 10	63.82	14.1	85.9
No. 16	65.05	14.4	85.6
No. 20	72.40	16.0	84.0
No. 30	78.71	17.4	82.6
No. 40	118.60	26.3	73.7
No. 50	131.32	29.1	70.9
No. 60	132.88	29.4	70.6
No. 100	222.02	49.2	50.8
No. 140	246.50	54.6	45.4
No. 200	282.06	62.5	37.5
Platillo	282.16		

Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2")]			
Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*(-2")-(No.4)](-2")			
Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar.			
Peso suelo Húmedo que pasa (g)	640.0		
Peso suelo seco que pasa (g)	541.9		
Peso suelo seco retenido (g)	0.0		
Peso suelo seco total (g)	541.9		
OVER=	0.00%	CLASIFICACIÓN SUCS:	Cu= -
GRAVA=	0%	SC	Cc= -
ARENA=	62.5%	CLASIFICACIÓN AASHTO:	COLOR:
FINOS=	37.5%	A-5	ROJIZA
DESCRIPCIÓN: Arena arcillosa			
Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4		% de suelo seco que pasa la malla No. 200	
No. Tara	G-25	No. Tara	G-25
Peso Húmedo + Tara	592.4	Peso Seco + Tara	510.9
Peso Seco + Tara	510.9	P. Seco Lavado +Tara	341.3
Peso de Tara	59.3	Peso de Tara	59.3
Peso del Agua	81.5	Suelo Seco (-No. 200) g	169.5
Peso Seco	451.6	Suelo Seco (+No. 200) g	282.1
Cont. de humedad %	18.1	Suelo Seco (-No. 200) %	37.5

TAMIZ

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

LEINER GUERRERO GONZALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Ever Rodriguez Guebara
 INGENIERO CIVIL
 C I P N° 44252

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Johnny Vasquez Torres
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 255748

ANEXOS

Tabla 112.

Clasificación de suelos SUCS

DIVISION MAYOR		GRUPO SIMBOLOS	DESCRIPCION	CRITERIO DE CLASIFICACION DEL LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO Mas de la Mitad del material es mayor que el tamiz N° 200	GRAVAS	GRAVA LIMPIA (Poco o ningun fino)	GW	Grava bien graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningun fino	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor que 4 $C_c = \frac{(D_{20})^2}{(D_{10} \cdot D_{60})}$ entre 1 y 3 No reúne los requisitos de granulometría para GW		
			GP	Grava mal graduada o mezcla de arena y grava. Poco o ningun fino			
		GRAVA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)	GM	d		Grava con limos, grava mal graduada muy limosa. Mezcla grava, arena y arcilla	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7 Por encima de la Línea "A" con IP entre 4 y 7, estaremos en un caso "límite" y usarse los dos símbolos
			u				
		GC		Mezcla bien graduada de grava, arena y arcilla. Excelente aglutinante			
		ARENAS	ARENA LIMPIA (Poco o ningun fino)	SW		Arena bien graduada y arena gravillosa, poco o ningun fino	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ mayor que 6 $C_c = \frac{(D_{20})^2}{(D_{10} \cdot D_{60})}$ entre 1 y 3 No reúne los requisitos de granulometría para SW
	SP			Arena mal graduada, arena gravillosa, pocos o ningun fino			
	ARENA CON FINOS (Apreciable cantidad de finos)		SM	d	Arena con limos, arena muy limosa, mezcla arena y arcilla	Límites de Atterberg bajo la línea "A" o IP menor de 4 Límites de Atterberg sobre la línea "A" o IP mayor de 7 Las líneas trazadas en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos límite y deben usarse los dos símbolos	
			u				
	SC			Mezcla bien graduada arena y arcilla. Excelente aglutinante			
	Determinar el porcentaje de arena y grava de la curva granulométrica según el porcentaje de finos (fracción menor que el tamiz N° 200), los suelos de grano grueso y de grano fino se clasifican así: Menos del 5% ----- GW, GP, SW, SP Más del 12% ----- GM, GC, SM, SC 5% al 12% ----- Caso límite usar los dos símbolos						
	SUELOS DE GRANO FINO Mas de la mitad del material es menor que el tamiz N° 200	LIMO Y ARCILLA	(Límite líquido es menor de 50)	ML	Limo inorgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina con ligera plasticidad	<p style="text-align: center;">LINEA A: $I_p = 0.73(WL - 20)$</p>	
CL				Arcilla inorgánica de baja o media plasticidad. Arcilla arenosa, arcilla gravillosa, arcilla limsa, arcilla floja			
OL				Limos orgánicos, limos-arcilla orgánica de baja plasticidad			
LIMO Y ARCILLA		(Límite líquido es mayor de 50)	MH	Limos inorgánicos, arena fina micáceos o diatomeoso suelo limoso, suelo elástico			
			CH	Arcilla inorgánica de alta plasticidad			
			OH	Arcilla orgánica de media a alta plasticidad			
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		Pt	Turbas y otros suelos altamente organicos				

Fuente: Clasificación de Suelos/ Juan Niemann Soto, 2005

Tabla 113.

Clasificación de suelos AASHTO

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% o menos del total de la muestra que pasa por tamiz N° 200)							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS (Mas de 35% pasa por tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
GRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Granulometría (% que pasa)											
N° 10	50 Max.										
N° 40	30 Max.	50 Max.	51 Min.								
N° 200	15 Max.	25 Max.	10 Max.	35 Max.	35 Max.	35 Max.	35 Max.	36 Min.	36 Min.	36 Min.	36 Min.
Características de la fracción (pasa tamiz N° 40)											
Límite líquido				40 Max.	41 Min.	40 Max.	41 Min.	40 Max.	41 Min.	40 Max.	41 Min.
Índice de plasticidad	6 Max.		NP	10 Max.	10 Max.	11 Min.	11 Min.	10 Max.	10 Max.	11 Min.	11 Min (1)
Índice de grupo (2)	0		0	0		4 Max.		8 Max.	12 Max.	16 Max.	20 Max.
Tipos de material más destacados como constituyentes	Fragmento de piedra, grava y arena		Arena fina	Limo o Arcilloso, grava y arena				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calidad general como Sub - Base	EXCELENTE A BUENA						REGULAR O POBRE				

(1) Véase el índice de grupo en la fórmula por método de cálculo.- El índice de grupo deberá aparecer en paréntesis después del símbolo de grupo, así: A-2-6 (3), A-4-6, A-6-12, A-7-5 (17).

(2) El índice de plasticidad del Sub Grupo A-7-5 es: $IP < 6 = LL - 30$ / El índice de plasticidad del Sub Grupo A-7-6 es: $IP > LL - 30$

Tablas utilizadas en el diseño de la Vía.

Tabla 114.

Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido · Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000- 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 4 calicatas x km	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 2 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	· 1 calicata x km	

Fuente: Manual de Carreteras, MTC

Tabla 115.

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la Carretera por demanda y Orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano						■	■	■	■	■	■
	Ondulado						■	■	■	■	■	
	Accidentado					■	■	■	■			
	Escarpado					■	■					
Autopista Segunda Clase	Plano				■	■	■	■	■	■	■	
	Ondulado				■	■	■	■	■			
	Accidentado				■	■	■	■	■			
	Escarpado				■	■	■					
Carretera de primera clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■	■				
	Accidentado			■	■	■	■					
	Escarpado			■	■	■						
Carretera de segunda clase	Plano				■	■	■	■	■			
	Ondulado				■	■	■					
	Accidentado			■	■	■						
	Escarpado		■	■	■							
Carretera de tercera clase	Plano		■	■	■	■	■	■				
	Ondulado		■	■	■	■	■	■				
	Accidentado	■	■	■								
	Escarpado	■										

Fuente: Manual de Carrteras – DG 2018

Tabla 116.

Ancho de Bermas

Demanda Vehículos / día	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6000				6000- 4001				4000 - 2001				2000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño																				
30 km/h																		0.50	0.50	
40 km/h																1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60	1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h				3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.2	1.2			
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20	1.20					
90 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00												
100 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00																
110 km/h	3.00	3.00	3.00																	
120 km/h	3.00	3.00																		
130 km/h	3.00																			

Fuente: Manual de Carreteras, DG-2018.

Tabla 117.

Anchos mínimos de Calzada

Demanda Vehículos / día	Autopistas								Carretera				Carrera				Carretera			
	> 6000				6000- 4001				4000 - 2001				2000 - 400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orogrfa	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseo																				
30 km/h																			6.00	6.00
40 km/h																6.60	6.60	6.60	6.00	
50 km/h										7.20	7.20				6.60	6.60	6.60	6.60	6.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.6	6.6		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Carreteras, DG-2018

Tabla 118.

Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.

Ubicación de la via	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio Calculado	Radio redondeado (m)	
Área Urbana	30	4.00	0.170	33.70	35.00	
	40	4.00	0.170	60.00	60.00	
	50	4.00	0.160	98.40	100.00	
	60	4.00	0.150	149.20	150.00	
	70	4.00	0.140	214.30	215.00	
	80	4.00	0.140	280.00	280.00	
	90	4.00	0.130	375.20	375.00	
	100	4.00	0.120	492.10	495.00	
	110	4.00	0.110	635.20	635.00	
	120	4.00	0.090	872.20	875.00	
	130	4.00	0.080	1108.90	1110.00	
	Área rural (con peligro de hielo)	30	6.00	0.170	30.80	30.00
		40	6.00	0.170	54.80	35.00
50		6.00	0.160	135.00	55.00	
60		6.00	0.150	192.00	135.00	
70		6.00	0.140	252.00	195.00	
80		6.00	0.140	335.00	255.00	
90		6.00	0.130	437.40	335.00	
100		6.00	0.120	560.40	440.00	
110		6.00	0.110	755.90	560.00	
120		6.00	0.090	950.50	765.00	
130		6.00	0.080	28.30	950.00	
Área rural (plano u ondulada)		30	8.00	0.170	50.40	30.00
		40	8.00	0.170	82.00	50.00
	50	8.00	0.160	123.20	85.00	
	60	8.00	0.150	175.40	125.00	
	70	8.00	0.140	229.10	175.00	
	80	8.00	0.140	303.70	230.00	
	90	8.00	0.130	393.70	305.00	
	100	8.00	0.120	667.00	395.00	
	110	8.00	0.110	501.50	500.00	
	120	8.00	0.090	667.00	670.00	
	130	8.00	0.080	831.70	835.00	
	Área rural (accidentada o escarpada)	30	12.00	0.170	24.40	25.00
		40	12.00	0.170	43.40	45.00
50		12.00	0.160	70.30	70.00	
60		12.00	0.150	105.00	105.00	
70		12.00	0.140	148.40	150.00	
80		12.00	0.140	193.40	195.00	
90		12.00	0.130	193.80	255.00	
100		12.00	0.120	255.10	330.00	
110		12.00	0.110	328.10	415.00	
120		12.00	0.090	414.20	540.00	
130		12.00	0.080	665.40	665.00	

Fuente: Manual de Carreteras, DG-2018

Salarios y Beneficios Sociales para el Régimen de Construcción Civil.

Tabla 119.

Costos de la Hora – Hombre

COSTO DE LA HORA - HOMBRE			
VIGENTE DEL 01 DE JUNIO 2021 AL 31 DE MAYO 2022			
DESCRIPCIÓN	OPERARIO	OFICIAL	PEON
Remuneración Básica	74.3	58.45	52.5
Total Leyes Sociales sobre la Remuneración Básica			
Operario (114.21%)			
Oficial (114.21%)	84.86	66.76	59.96
Peón (114.21%)			
Leyes y Beneficios Sociales sobre B.U.C (12%)	2.85	2.10	1.89
Seguro de vida ESSALUD-VIDA (S/. 6.00 Mensuales)	0.20	0.20	0.20
Bonificación Unificada de Construcción (B.U.C)	23.78	17.54	15.75
Bonificación Movilidad Acumulada	8.00	8.00	8.00
Overol (dos unidades anuales)	0.43	0.43	0.43
TOTAL POR DIA DE 8 HORAS	194.42	153.48	138.73
COSTO DE HORA - HOMBRE (H-H)	24.30	19.19	17.34
CAPATAZ :	1.2 *Operario = 29.16		
B.U.C. (R.D 155-94-DPSC)			
Desgaste de Herramientas y Ropa		10.00%	
Alimentación		10.00%	
Agua Potable		10.00%	
Especialización (solo Operario)		2.00%	
B.U.C			
OPERARIO	32% del Salario Básico		
OFICIAL	30% del Salario Básico		
PEÓN	30% del Salario Básico		

Fuente: CAPECO - 2021



DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC y MODIFICATORIAS VIGENTES

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Max. (m)	Peso Máximo (t)				Peso Bruto Max. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes Posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12,30	7	11	—	—	18	
C2RB1		20,50	7	11	11	—	29	
C2RB2		20,50	7	11	18	—	36	
C2R2		23,00	7	11	11	11	40	
C2R3		23,00	7	11	11	18	47	
C3		13,20	7	18	—	—	25	
C3R2		23,00	7	18	11	11	47	
C3R3		23,00	7	18	11	18	48 ⁽²⁾	
C3R4		23,00	7	18	18	18	48 ⁽²⁾	
C3RB1		20,50	7	18	11	—	36	
C3RB2		20,50	7	18	18	—	43	
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	—	—	30	
C4 RB1		20,50	7	23 ⁽¹⁾	11	—	41	
C4 RB2		20,50	7	23 ⁽¹⁾	18	—	48	
C4 R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	48 ⁽²⁾	
C4 R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	48 ⁽²⁾	
B2		13,20	7	11	—	—	18	
B3-1		14,00	7	16	—	—	23	
B4-1		15,00	7+7 ⁽⁵⁾	16	—	—	30	
BA-1		18,30	7	11	7	—	25	

(1) Conjunto de ejes con un eje direccional
 (2) Vehículos con facilidad de distribución de peso por ejes
 (3) Conjunto de ejes separados compuesto por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 2,40 m

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Max. (m)	Peso Máximo (t)				Peso Bruto Max. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes Posteriores				
				1°	2°	3°		4°
8x4		13,20	7+7 ⁽⁵⁾	18	—	—	32	
8x4 RB1		20,50	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	—	43	
8x4 RB2		20,50	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	—	48 ⁽²⁾	
8x4 R2		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	11	48 ⁽²⁾	
8x4 R3		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	18	48 ⁽²⁾	
8x4 R4		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	18	48 ⁽²⁾	
T2S1		20,50	7	11	11	—	29	
T2S2		20,50	7	11	18	—	36	
T2 Se2		20,50	7	11	11	11	40	
T2S3		20,50	7	11	25	—	43	
T2 Se3		20,50	7	11	11 ⁽⁴⁾	18	47	
T3 S1		20,50	7	18	11	—	36	
T3S2		20,50	7	18	18	—	43	
T3Se2		20,50	7	18	11	11	47	
T3S3		20,50	7	18	25	—	48 ⁽²⁾	
T3Se3		20,50	7	18	11 ⁽⁴⁾	18	48 ⁽²⁾	
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	48 ⁽²⁾	
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11+11 ⁽³⁾	11+11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾	
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 ⁽²⁾
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11+11 ⁽³⁾	11	11+11 ⁽³⁾	48 ⁽²⁾

(4) Eje direccional
 (5) Carga máxima para conjunto de ejes direccionales compuestos por dos ejes simples donde la distancia entre centros de ruedas es superior a 1,70 m



RUC : 20495783937

Jr. Puno N° 240
 Barrio Chontapaccha – Cajamarca
 Cel. 976483046 - 976909095

976360550 – 976360551

E-Mail : bazancg@yahoo.es

PLANTA CHANCADORA
 Av. Miguel Carducci N°. 696, Bar. SAMANACRUZ

Cajamarca 05 de mayo del 2022

Sr. Luis Quiroz Catillo

CIUDAD.

De acuerdo a su solicitud me dirijo a Uds. para hacerle llegar nuestra cotización de agregados, puestos en nuestra Planta Chancadora - Cajamarca.

C O T I Z A C I O N N°. 240 – 2022

Cant.	Und.	DESCRIPCION	IMPORTE M3 (S/.)	IGV	TOTAL
01	M3	Afirmado de cerro malla de 2 ½"	16.00	2.88	18.88

- El pago es al contado, y/ o depósito en nuestra Cuenta Corriente:
- **BCP. Cta. Cte. N° 245-1601525-0-66**
- Cuenta para Deduciones: **00-761-051709, Banco de la Nación.**
- Deberán escanear el comprobante del depósito y remitirlo vía correo electrónico.
- Oferta válida por 30 días calendario.

Atentamente,
 Abel Bazán H.
 G.General



CORPORACIÓN DAMBER PERÚ S.A.C

Cajamarca 7 de mayo del 2022

COTIZACIÓN N°055

RUC: 10267025512

Asunto: Cotización de alquiler de equipos pesados. - INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021”

La presente es para hacerle llegar nuestra proforma de alquiler de equipos pesados. Los equipos cuentan con implementos y seguros necesarios para el tipo de trabajo que ustedes requieren, teniendo en cuenta esto es que se le hace llegar la presente proforma:

***Costo de alquiler de equipos pesados, sin IGV, mínimo 5 horas diarias.**

ITEM	DETALLE DE MAQUINARIA	CANTIDAD	CANT/HORA MIN	PRECIO /HORA	PRECIO TOTAL/HORA MIN	PRECIO/ MES
1	TRACTOR DE ORUGA DE D8	1	5	S/ 580.00	S/. 2900.00	S/. 87000.00
2	MOTONIVELADORA 125 HP	1	5	S/ 460.00	S/. 2300.00	S/. 69000.00
3	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 180 HP	1	5	S/ 180.00	S/. 900.00	S/. 27000.00
4	VOLQUETE DE 15 M ³	1	5	S/ 260.00	S/. 1300.00	S/. 39000.00
5	CARGADOR SOBRE LLANTAS 950	1	5	S/ 220.00	S/. 1100.00	S/. 33000.00
6	RETROEXCAVADORA	1	5	S/ 130.00	S/. 650.00	S/. 19500.00
TOTAL					S/. 9150.00	S/. 1372500.00

CONDICIONES DE LA PROFORMA:

Tiempo de Trabajo: mínimo 1 meses y según su requerimiento.

PROPIETARIO:

- Se encargará del Mantenimiento preventivo de la(as) Maquina(as).
- Certifica que la(as) Maquina(as), cuentan con sus Pólizas activas.
- Enviará operadores de calificados, que se harán responsables de sus respectivas maquinarias.
- Se encargará del pago de Haberes, de los operadores con sus respectivos beneficios, con sus respectivos seguros de SCTR, pensión y salud.
- Hará entrega de la maquinaria con combustible seca.

CLIENTE:

- Brindará EPP al operador.
- Se encargará de habilitarlos permisos y/o exámenes de ingreso a obra tanto para las maquinarias como para los operadores.
- Se compromete entregar la Maquinaria en las mismas condiciones que fue entregada.
- La movilización y desmovilización va a cargo de la empresa contratante.

GONZALES HUATAY ALFREDO

DNI 26702551

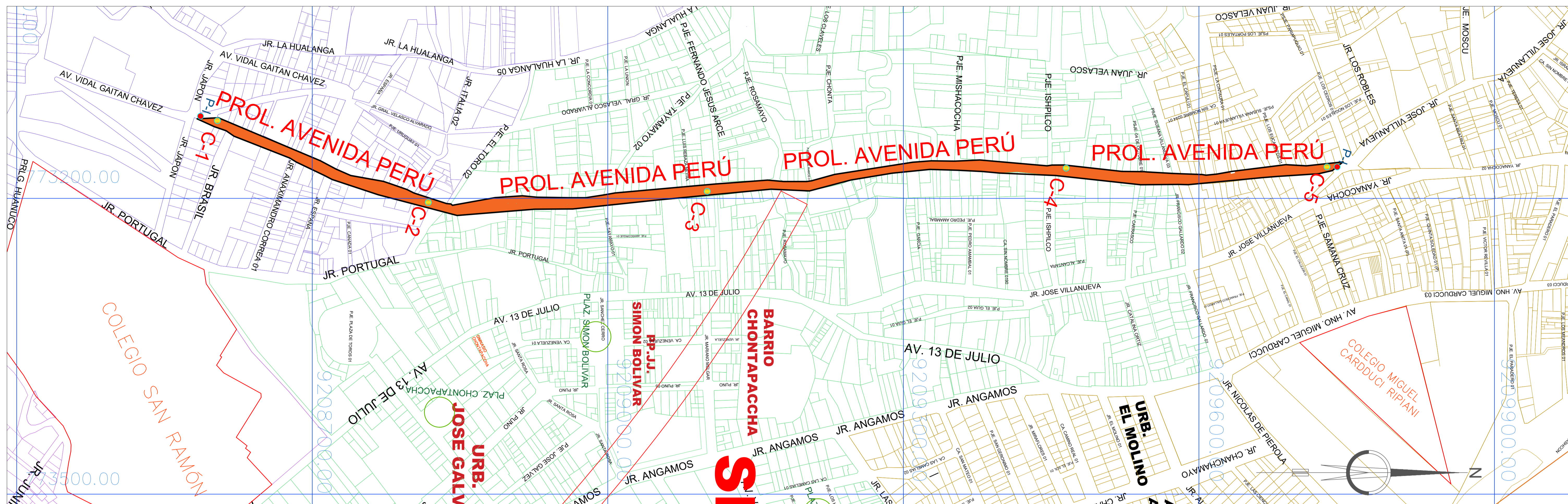
Cel.

E-Mail:

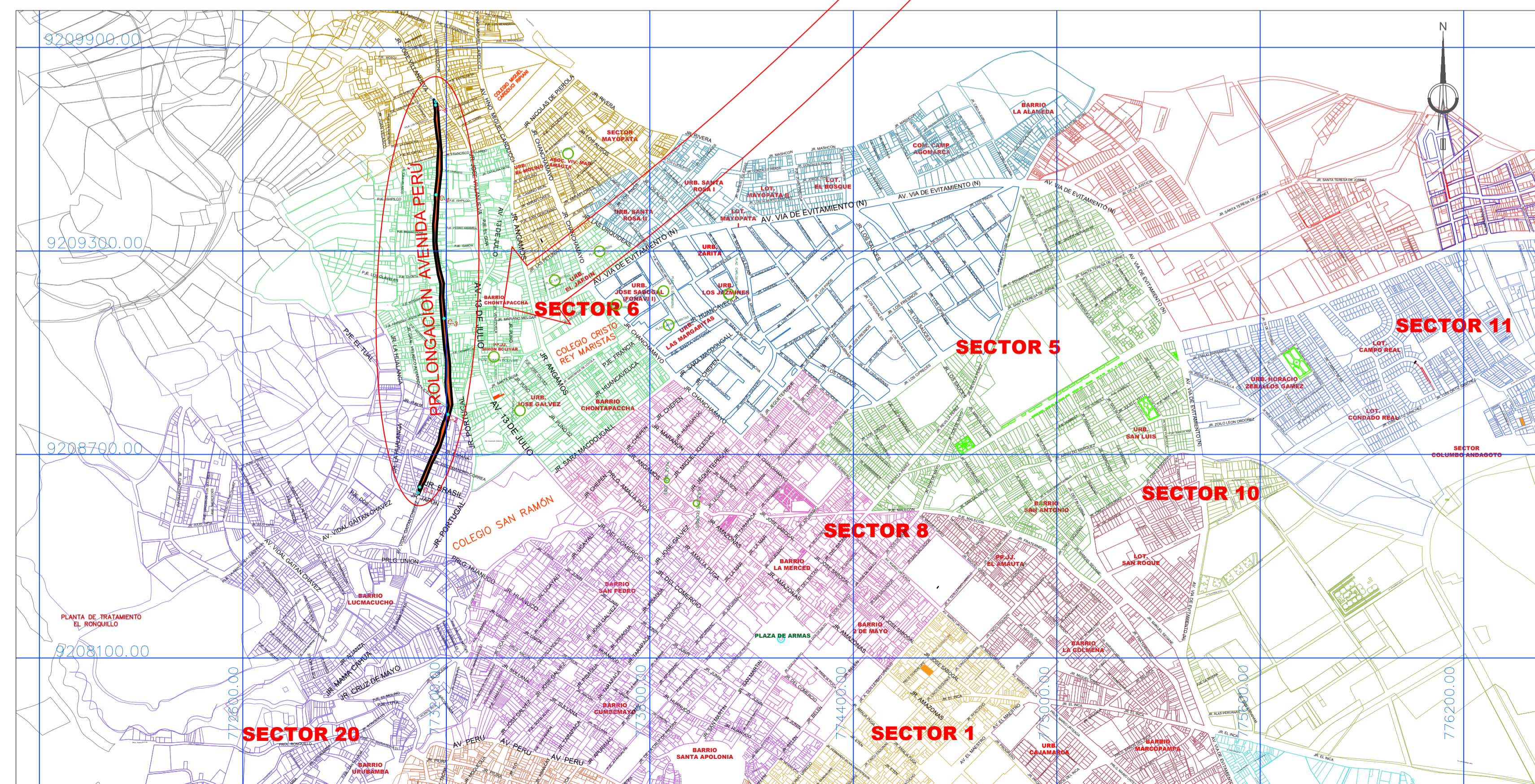
Dirección: CAL.TRES MZA. C LOTE. 33 URB. CAMPO REAL (ALTURA CDRA 14 HOYOS RUBIO) CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Programación de Ejecución de Obra

Planos

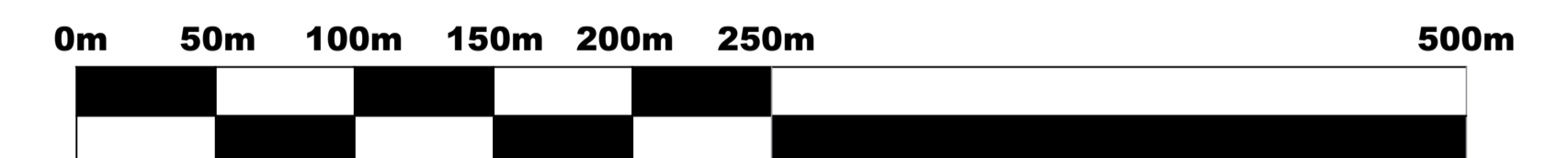


PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA : 1/2000



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA : 1/10000

PUNTOS	COORDENADAS UTM Y GEOGRÁFICAS				COTA /ALTITUD (msnm)
	ESTE (m)	NORTE (m)	LATITUD	LONGITUD	
PUNTO INICIAL (PI)	773113.93	9208580.61	07°09'11.54"S	078°31'37.99"W	2795
PUNTO FINAL (PF)	773170.88	9209738.84	07°08'33.84"S	078°31'31.36"W	2763
C-1	773118.60	9208603.80	07°09'10.78"S	078°31'37.84"W	2795
C-2	773204.30	9208817.80	07°09'03.80"S	078°31'35.08"W	2781
C-3	773193.10	9209100.90	07°08'54.60"S	078°31'35.50"W	2779
C-4	773168.80	9209465.30	07°08'42.74"S	078°31'36.35"W	2776
C-5	773167.60	9209730.10	07°08'34.13"S	078°31'36.44"W	2765



ESCALA GRÁFICA : 1/2000



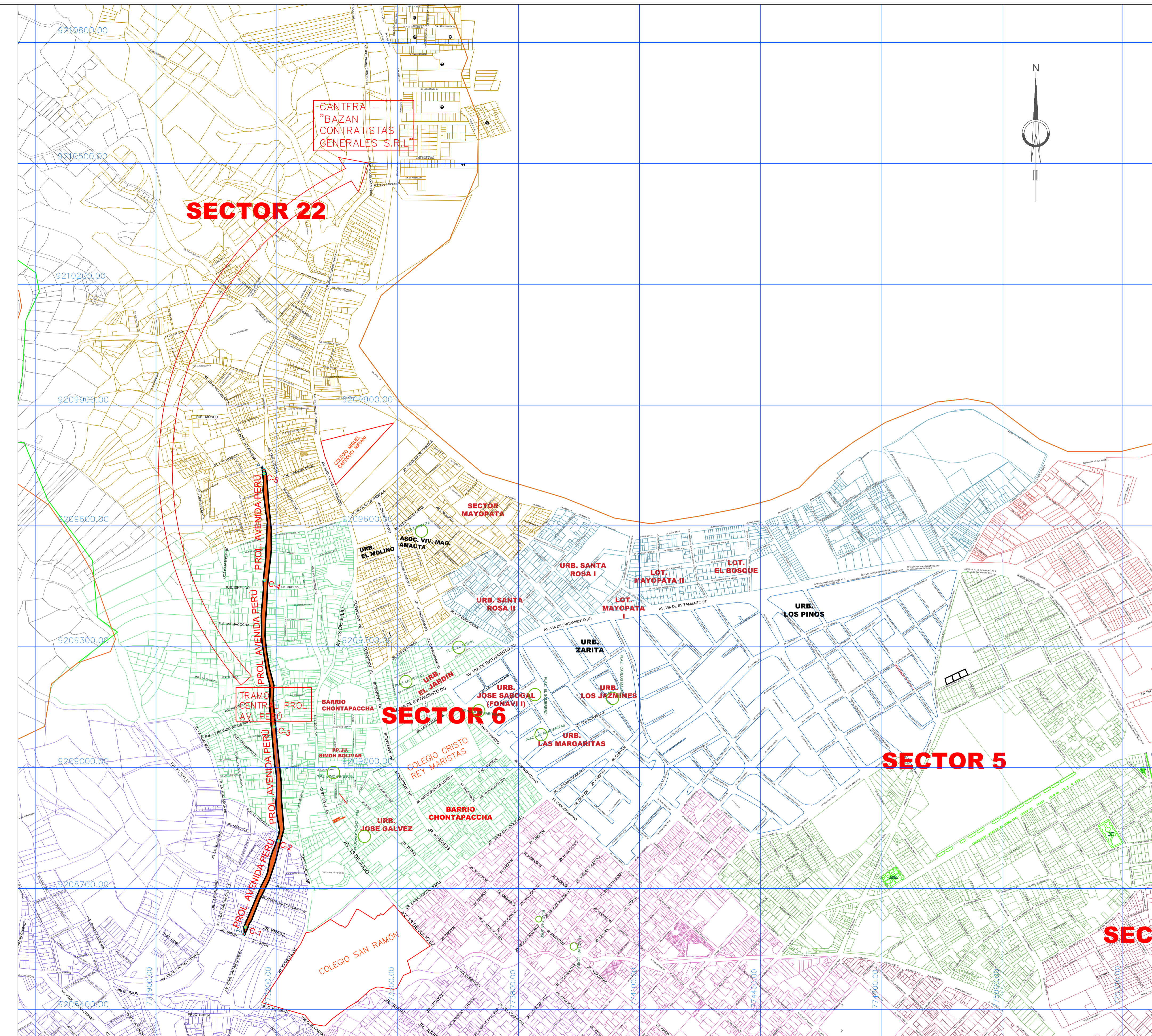
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021

PLANO : UBICACIÓN
TESISTA : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO
ESCALA : INDICADA

LAMINA :
N°1

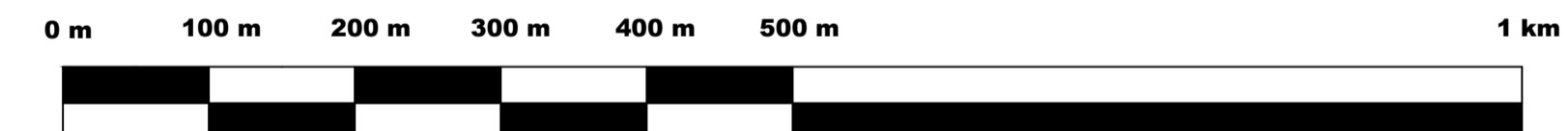


ESCALA : 1/5000



PUNTOS	COORDENADAS UTM	
	ESTE	NORTE
TRAMO C. CARRETERA	773186.876	9209194.493
CANTERA	773414.092	9210590.155

– La Cantera "BAZAN CONTRATISTAS GENERLES S.R.L." se encuentra ubicado en la Avenida Hermano Miguel Carducci N° 696, Barrio Samanacruz.

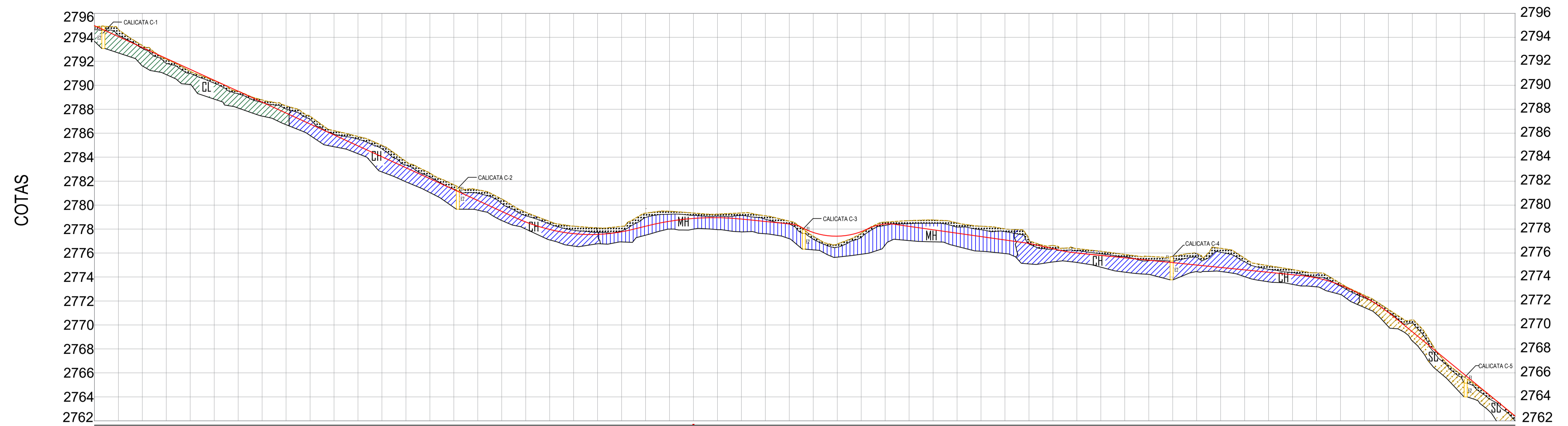
– La distancia desde el punto central de la carretera Prolongación Avenida Perú hasta La Cantera es de 2 kilometros aproximadamente.



ESCALA GRÁFICA : 1/5000

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
	TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021		
PLANO : DISTANCIA DE TRAMO CENTRAL CARRETERA A CANTERA			LAMINA :
TESISTA : LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO			N°2
ESCALA : 1:5000			

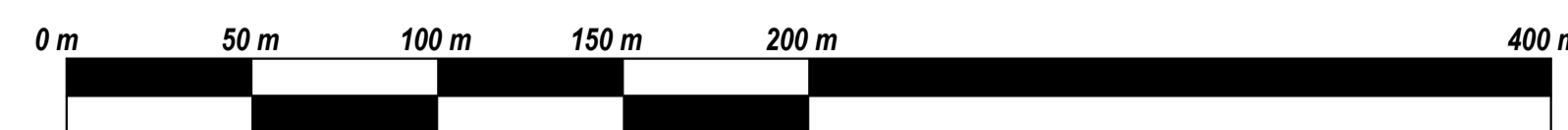
PERFIL ESTRATIGRÁFICO





CLASIFICACION SUCS :	CALICATA C-1 : CL	CALICATA C-2 : CH	CALICATA C-3 : MH	CALICATA C-4 : CH	CALICATA C-5 : SC
KILOMETRAJE	0+000 0+020 0+040 0+060 0+080 0+100 0+120 0+140 0+160 0+180 0+200 0+220 0+240 0+260 0+280 0+300 0+320 0+340 0+360 0+380 0+400 0+420 0+440 0+460 0+480 0+500 0+520 0+540 0+560 0+580 0+600 0+620 0+640 0+660 0+680 0+700 0+720 0+740 0+760 0+780 0+800 0+820 0+840 0+860 0+880 0+900 0+920 0+940 0+960 0+980 1+000 1+020 1+040 1+060 1+080 1+100 1+120 1+140 1+160 1+185.72				

LEYENDA

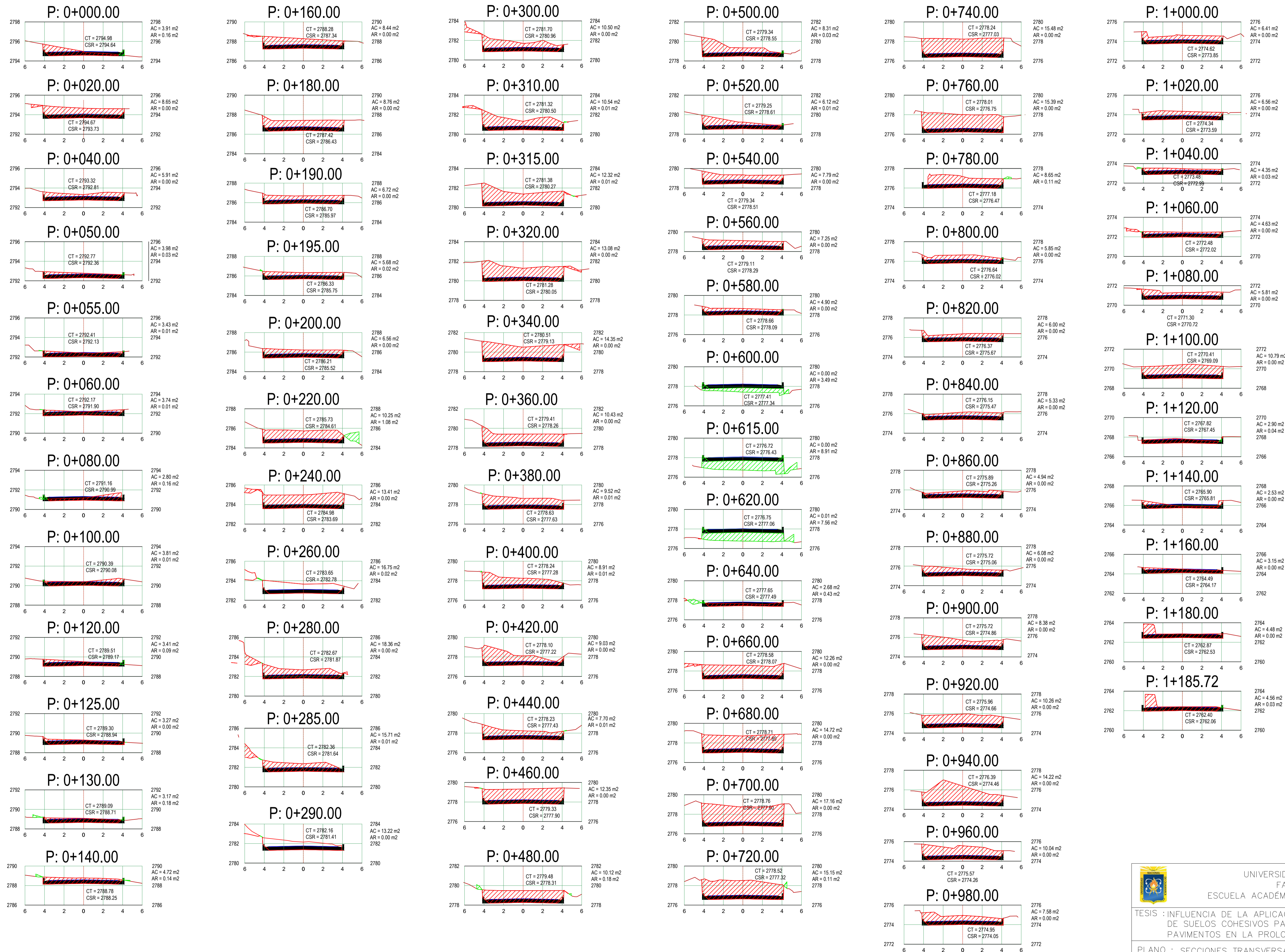
CH	
CL	
MH	
SC	
RELLENO	



ESCALA GRÁFICA
1/2000

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
TESIS : INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS QUÍMICOS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA DE PAVIMENTOS EN LA PROLONGACIÓN AVENIDA PERÚ DE CAJAMARCA 2021		
PLANO :	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	LAMINA :
TESISTA :	LUIS CHRISTOFER QUIROZ CASTILLO	N°4
ESCALA :	1/2000	

SECCIONES TRANSVERSALES SIN ADITIVO e=0.34 m



SECCIONES TRANSVERSALES CON ADITIVO e=0.29 m

