

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA
AV. EL MILAGRO INTERSECCIÓN CON CA.
BANCHERO ROSSI HASTA CA. CIRO ALEGRÍA
DEL CPM EL MILAGRO 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

Autor:

Brian Steven Valera Barboza

Asesor:

Ing. Aguilar Villena Roxana

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios quien me dio la vida y la ha llenado de bendiciones en todo este tiempo, a Él que con su infinito amor nos ha dado la sabiduría suficiente para culminar y cumplir nuestros objetivos.

A mis padres ya que gracias a ellos eh podido lograr mis objetivos y metas, nunca terminaré de pagarles por todo lo que hacen e hicieron por mí.

A mi pareja y mis amigos que siempre me están apoyando para salir adelante, crecer profesionalmente.

AGRADECIMIENTO

A mis padres:

Que, gracias a sus consejos, a toda la dedicación para sobresalir y palabras de aliento me ayudaron a crecer como persona y profesional, luchando día a día para lograr mis metas y objetivos y por su confianza que pusieron en mí, por enseñarme las cosas buenas y malas que tiene la vida y haberme llevado por el mejor camino para lograr poco a poco todo lo que me propongo. Los amo mucho.

A mi familia:

Gracias a su apoyo incondicional, comprensión y cariño, lograron los momentos mas importantes de mi vida. Este logro es por todos los que confiaron en mí, por ustedes.

Expreso mi agradecimiento a mi asesora, la Ing. Roxana Aguilar Villena que gracias a sus consejos y correcciones a lo largo del desarrollo de la tesis me ayudaron en todo me todo momento con su generosa perseverancia.

Mi agradecimiento especial a la Universidad Privada del Norte “UPN”, la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente.

A todos los profesores que ayudaron a crear el profesional que seré de ahora en adelante y todas las personas que siempre estuvieron a mi lado pase lo que pase.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
RESUMEN.....	11
CAPÍTULO 1. INTRODUCCION.....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Antecedentes.....	19
1.3. Bases teóricas.....	26
1.4. Formulación del problema.....	46
1.5. Objetivos.....	46
1.6. Hipótesis.....	47
CAPÍTULO 2. METODOLOGIA.....	53
2.1. Operacionalización de variables.....	53
2.2. Tipos de investigación.....	55
2.3. Diseño de investigación.....	56
2.4. Población y muestra.....	57
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	58
2.6. Procedimientos.....	59
CAPITULO 3: RESULTADOS.....	60
CAPITULO 4: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES:.....	126
REFERENCIAS.....	143
ANEXOS.....	146

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Características del Cloruro de magnesio.....	28
Tabla 2:clasificacion de materiales de carreteras subrasante	29
Tabla 3:SUCS basado en el material que pasa por el tamiz N° 75	31
Tabla 4: Tamaños Estándar de tamices	34
Tabla 5:Tipos de Estabilizador, modo de aplicación y forma de ejecutar.....	40
Tabla 6: Hipótesis Especifica 01	48
Tabla 7: Hipótesis Especifica 02	49
Tabla 8:hipotesis especifica 03.....	50
Tabla 9:Hipotesis Especifica 04	51
Tabla 10: Variable Independiente	53
Tabla 11:Operacionalización de Variable Dependiente.....	54
Tabla 12:Muestra.....	57
Tabla 13:Perfil estratigráfico C-01	60
Tabla 14: Perfil estratigráfico C-02	61
Tabla 15:Perfil estratigráfico C-03	62
Tabla 16: Perfil estratigráfico C-04	63
Tabla 17:Perfil estratigráfico C-05	64
Tabla 18: Análisis granulométrico C-01	65
Tabla 19:Analisis Granulométrico C-2.....	67
Tabla 20:Análisis Granulométrico C-3.....	69
Tabla 21: Análisis granulométrico por tamizado C-04	71
Tabla 22:Analisis granulométrico por tamizado C-05	73
Tabla 23: Ensayo de Compactación con Proctor Modificado C-01.....	75
Tabla 24:Prueba de compactación Proctor modificado C-2.....	76
Tabla 25:Prueba de compactación Proctor Modificado C-03.....	77
Tabla 26:Ensayo de Compactación con Proctor modificado para C-04.....	78
Tabla 27:Ensayo de compactación con Proctor Modificado para C-05	79
Tabla 28:Resultados de CBR para C-01.....	80
Tabla 29: Resultados de CBR C-02	82
Tabla 30: Resultados de CBR C-03	84
Tabla 31:Resultados de CBR para C-04.....	86
Tabla 32:Resultados de CBR para C-05.....	88
Tabla 33:Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl ₂ C-01.....	90
Tabla 34:Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-01	91
Tabla 35:Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl ₂ C-02.....	93
Tabla 36:Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-02	94
Tabla 37:Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl ₂ C-03	95
Tabla 38:Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-03	97

<i>Tabla 39:Ensayo de compactación con Proctor modificado para 1% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05.</i>	98
<i>Tabla 40:Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio para C-04 y C-05.....</i>	100
<i>Tabla 41:Prueba de compactación Proctor Modificado al 2%MgCl2 de C-01</i>	102
<i>Tabla 42:Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-01</i>	103
<i>Tabla 43:Prueba de compactación Proctor Modificado al 2%MgCl2 de C-02</i>	105
<i>Tabla 44:Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-02</i>	106
<i>Tabla 45:Prueba de compactación Proctor Modificado al 2%MgCl2 de C-03</i>	108
<i>Tabla 46:Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-03</i>	109
<i>Tabla 47:Ensayo de compactación con Proctor modificado para 2% de Cloruro de magnesio en C-04 y C-05</i>	111
<i>Tabla 48:Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-04 y C-05.....</i>	112
<i>Tabla 49:Prueba de compactación Proctor Modificado al 3%MgCl2 de C-01</i>	114
<i>Tabla 50:Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-01</i>	115
<i>Tabla 51:Prueba de compactación Proctor Modificado al 3%MgCl2 de C-02</i>	117
<i>Tabla 52:Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-02</i>	118
<i>Tabla 53:Prueba de compactación Proctor Modificado al 3%MgCl2 de C-03</i>	120
<i>Tabla 54:Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-03</i>	121
<i>Tabla 55:Ensayo de compactación con Proctor modificado para 3% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05</i>	122
<i>Tabla 56:Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05</i>	124
<i>Tabla 57:Análisis de datos estadísticos para ensayo de Proctor Modificado</i>	138
<i>Tabla 58:Prueba de normalidad para Ensayo de Proctor Modificado</i>	139
<i>Tabla 59:Resumen de datos estadísticos para Ensayo de CBR</i>	140
<i>Tabla 60: Prueba de normalidad para Ensayo de CBR</i>	141
<i>Tabla 61:Relación de calicatas y ubicación</i>	146

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Curva granulométrica C-01	66
Figura 2: Curva granulométrica C-02	68
Figura 3: Curva granulométrica C-03	70
Figura 4: Curva granulométrica para C-04	72
Figura 5: Curva granulométrica para C-05	74
Figura 6: Curva de Densidad vs Contenido de humedad optimo C-01	75
Figura 7: Curva de Densidad vs contenido de humedad optimo C-02	76
Figura 8: Curva de densidad vs Contenido de humedad optima C-03	77
Figura 9: Curva de Densidad vs Contenido de humedad optima C-04	78
Figura 10: Grafica para ensayo de Proctor modificado en C-05	79
Figura 11: CBR C-01	80
Figura 12: CBR de C-01 en 56, 25 y 12 golpes	81
Figura 13: CBR C-02	82
Figura 14: CBR en la C-02 a 56, 25 y 12 golpes	83
Figura 15: Curva CBR C-03	84
Figura 16: CBR a 56, 25, 12 golpes en Calicata 03	85
Figura 17: Curva CBR C-04	86
Figura 18: Grafica de ensayo CBR para 56, 25, 12 golpes en Calicata 04	87
Figura 19: Curva CBR C-05	88
Figura 20: grafica de Ensayo de CBR para 56, 25, 12 golpes en calicata 05	89
Figura 21: Curva de Densidad vs Contenido de humedad optimo 1% MgCl ₂ C-01	90
Figura 22: Curva CBR para 1% MgCl ₂ en C-01	91
Figura 23: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio C-01 a 56, 25 y 12 golpes	92
Figura 24: Curva Densidad vs contenido de humedad 1% MgCl ₂ C-02	93
Figura 25: Curva CBR para 1% MgCl ₂ a C-02	94
Figura 26: Grafica para CBR al 1% MgCl ₂ de C-02 DE 56, 25 Y 12 golpes	95
Figura 27: Curva densidad vs Contenido de humedad 1% MgCl ₂ de C-03	96
Figura 28: Curva CBR para 1% MgCl ₂ de C-03	97
Figura 29: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio C-03 a 56, 25 y 12 golpes	98
Figura 30: Ensayo Proctor modificado para el suelo estabilizado al 1% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05.	99
Figura 31: Curva CBR en C-04 y C-05 al 1%	100
Figura 32: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio en C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes	101
Figura 33: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad óptimo para 2% MgCl ₂ de C-01	102
Figura 34: Resultados de CBR al 2% MgCl ₂ de C-01	103
Figura 35: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% C-01 a 56, 25 y 12 golpes	104
Figura 36: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 2% de MgCl ₂ de C-02	105
Figura 37: Resultados de CBR al 2% MgCl ₂ de C-02	106

Figura 38: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% de C-02 a 56, 25 y 12 golpes	107
Figura 39: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 2% de MgCl ₂ de C-03	108
Figura 40: Resultados de CBR al 2% MgCl ₂ de C-03	109
Figura 41: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% de C-03 a 56, 25 y 12 golpes	110
Figura 42: Grafica para ensayo Proctor modificado para 2% de Cloruro de Magnesio para C-04 y C-05	111
Figura 43: Resultados de CBR al 2% MgCl ₂ de C-04 y C-05	112
Figura 44: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% en C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes	113
Figura 45: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl ₂ de C-01	114
Figura 46: Resultados de CBR al 3% MgCl ₂ de C-01	115
Figura 47: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% C-01 al 56, 25 y 12 golpes	116
Figura 48: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl ₂ de C-02	117
Figura 49: Resultados de CBR al 3% MgCl ₂ - C-02	118
Figura 50: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% de C-02 a 56, 25 y 12 golpes	119
Figura 51: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl ₂ de C-03	120
Figura 52: Resultados de CBR al 3% MgCl ₂ de C-03	121
Figura 53: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% C-03 a 56, 25 y 12 golpes	122
Figura 54: Grafica de Proctor modificado al 3% de cloruro de magnesio C-04 y C-05	123
Figura 56: Resultados de CBR al 3% MgCl ₂ de C-04 y C-05	124
Figura 55: Grafica de CBR para Suelo estabilizado del 3% de cloruro de magnesio C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes	125
Figura 57: Grafico comparativo de CBR de las Calicatas Realizadas	129
Figura 58: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 1% de MgCl ₂	130
Figura 59: Resultados de CBR al 1% MgCl ₂ al 95% MDS	131
Figura 60: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 2% de MgCl ₂	132
Figura 61: Resultados de CBR al 2% MgCl ₂ al 95% MDS	133
Figura 62: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 3% de MgCl ₂	134
Figura 63: Resultados de CBR al 3% MgCl ₂ al 95% MDS	135
Figura 64: CBR promedio en 1%, 2% y 3%	135
Figura 65: Análisis granulométrico C-01	147
Figura 66: Ensayo de Plasticidad C-01	148
Figura 67: Análisis granulométrico C-02	149
Figura 68: Ensayo de plasticidad C-02	150
Figura 69: Análisis Granulométrico C-03	151
Figura 70: Ensayo de límites de Plasticidad C-03	152
Figura 71: Análisis granulométrico C-04	153
Figura 72: Límites de consistencia C-04	154
Figura 73: Análisis granulométrico + curva granulométrica C-04	155
Figura 74: Análisis granulométrico por tamizado C-05	156
Figura 75: Ensayo de límites de consistencia C-05	157

<i>Figura 76: Análisis granulométrico + curva granulométrica C-05</i>	158
<i>Figura 77: Ensayo Proctor modificado C-01</i>	159
<i>Figura 78: Resultados de CBR en C-01</i>	160
<i>Figura 79: Ensayos de compactación C-02</i>	161
<i>Figura 80: Resultados de CBR en C-02</i>	162
<i>Figura 81: ensayos de compactación C-03</i>	163
<i>Figura 82: Resultados de CBR en C-03</i>	164
<i>Figura 83: Ensayo de compactación en C-04</i>	165
<i>Figura 84: Resultados de CBR en C-04</i>	166
<i>Figura 85: Ensayo de compactación para C-05</i>	167
<i>Figura 86: Resultados de CBR en C-05</i>	168
<i>Figura 87: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 1%MgCl₂</i>	169
<i>Figura 88: Resultados de CBR al 1%MgCl₂ de C-01</i>	170
<i>Figura 89: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 1%MgCl₂</i>	171
<i>Figura 90: Resultados de CBR al 1%MgCl₂ de la C-02</i>	172
<i>Figura 91: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 1%MgCl₂</i>	173
<i>Figura 92: Resultados de CBR al 1%MgCl₂ de C-03</i>	174
<i>Figura 93: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 1%MgCl₂</i>	175
<i>Figura 94: Ensayo de CBR para 1%MgCl₂ en C-04 y C-05</i>	176
<i>Figura 95: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 2%MgCl₂</i>	177
<i>Figura 96: Resultados de CBR al 2%MgCl₂ de C-01</i>	178
<i>Figura 97: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 2%MgCl₂</i>	179
<i>Figura 98: Resultados de CBR al 2%MgCl₂ de C-02</i>	180
<i>Figura 99: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 2%MgCl₂</i>	181
<i>Figura 100: Resultados de CBR al 2%MgCl₂ de la C-03</i>	182
<i>Figura 101: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 2%MgCl₂</i>	183
<i>Figura 102: Prueba de CBR en suelo mejorado al 2%MgCl₂ en C-04 y C-05</i>	184
<i>Figura 103: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 3%MgCl₂</i>	185
<i>Figura 104: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3%MgCl₂ en C-01</i>	186
<i>Figura 105: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 3%MgCl₂</i>	187
<i>Figura 106: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3% MgCl₂ en C-02</i>	188
<i>Figura 107: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 3%MgCl₂</i>	189
<i>Figura 108: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3% MgCl₂ en C-03</i>	190
<i>Figura 109: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 3%MgCl₂</i>	191
<i>Figura 110: Prueba de CBR para suelo mejorado con 3%MgCl₂ en C-04 y C-05</i>	192
<i>Figura 111: Ensayo de la copa de Casagrande</i>	193
<i>Figura 112: Obtención de muestras de limites</i>	194
<i>Figura 113: Pesado de Cloruro de magnesio para mejoramiento</i>	195
<i>Figura 114: Adición de cloruro de magnesio en el material a estabilizar</i>	196
<i>Figura 115: perforación de calicata</i>	196

<i>Figura 116: Ubicación de estratos en calicata</i>	197
<i>Figura 117: Termino de calicata y obtención de muestras</i>	197
<i>Figura 118: Ensayo de CBR</i>	198
<i>Figura 119: Prueba de compactación de Proctor modificado</i>	199
<i>Figura 120: Ensayos realizados en HIDROGEOMIN</i>	200
<i>Figura 121: Prueba de CBR en HIDROGEOMIN</i>	200
<i>Figura 122: Prueba de Proctor modificado en HIDROGEOMIN</i>	201
<i>Figura 123: Mezclado para prueba de compactación</i>	202
<i>Figura 124: Ensayo de CBR en HIDROGEOMIN</i>	203
<i>Figura 125: Realizando en ensayos CBR</i>	204

RESUMEN

Los beneficios socioeconómicos que generan las carreteras son inmensurables, pero en nuestro país más 60 % de las carreteras o vías no se encuentran asfaltadas, solución de este problema se encuentra en los proyectos de inversión de vías, se sabe que el Perú es rico en materia prima es por esto que generarían mayor distribución de los productos alimenticios y otros. La presente investigación se realizó en Trujillo, en el Centro Poblado Menor El Milagro, en la Av. El Milagro intersección con CA. Banchero Rossi hasta CA. Ciro Alegría a nivel de subrasante. Para la ejecución de esta tesis se utilizó un diseño tipo experimental y el muestreo fue no probabilístico, la técnica de recolección de datos fue la observación. En esta investigación se realizaron 5 calicatas obtenidas a lo largo de la Av. El Milagro para la recolección de material de la zona y ver si este necesita un mejoramiento con Cloruro de magnesio, por lo cual se realizó un análisis granulométrico que nos muestra el tipo de suelo existente es un GP o grava mal graduada con arenas, no cuenta con índice de plasticidad, y siguiendo con los ensayos se realizaron las pruebas de compactación llegando al resultados de que cuenta con un CBR promedio de 14.51% estando al 95% de su Máxima Densidad Seca, por consiguiente luego de realizar los ensayos con suelo adicionando 1% $MgCl_2$, suelo adicionado 2% $MgCl_2$ y suelo adicionado 3% $MgCl_2$ y aplicando las normativas correspondientes encontramos que su mejor dosificación para este tipo de suelo es adicionando 3% de Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) y con una humedad optima promedio de 8.21 %, este mejoramiento aumenta el CBR promedio hasta 32.72 % consiguiendo también que se reduzca la porosidad, las emisiones de polvo y un mejor acabado en la subrasante.

Palabras clave: Estabilización, Cloruro de Magnesio, Subrasante, CBR.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

Uno de los problemas que enfrenta la ingeniería civil en el ámbito de transporte e infraestructura vial son las carreteras que carecen de pavimentación adecuada y requerida, lo cual produce muchos problemas en los habitantes, como son la seguridad vial, preservación del medio ambiente y diferentes fallas en la superficie de rodadura, esto sucede porque los suelos que conforman las capas de la carretera no cumplen con las propiedades mecánicas: compactación y gradación granulométrica requeridas para su utilización. **(Rivera, 2015)**

También está el problema de las emisiones de polvo por el paso de los vehículos, lo que provocan diferentes enfermedades. Otro de los problemas que se enfrenta por la falta de asfalto y mantenimiento de las carreteras, es el peligro para las personas que quieren trasladarse de una ciudad a otra, ya sea por motivos de trabajo, estudio y turismo.

En Argentina - Bahía Blanca es una de las ciudades bonaerenses con mayor cantidad de cuerdas de tierra: el 62% de su planta urbana está en esas condiciones no aptas para la transitabilidad de los pobladores.

Según ese trabajo, la ciudad tiene 11.147 cuerdas. De ese total, 4.749 tienen pavimento, el 90% de ellas ubicadas en el micro y macrocentro. El material más utilizado es el asfalto (66% de las cuerdas), seguido por el hormigón (28%) y otras alternativas (6%). La tierra es la terminación de 7.598 cuerdas. **(Minervino, 2017)**

Colombia tiene 107 120 kilómetros de carreteras, de los cuales 12 659 kilómetros están pavimentados; es decir, que el 88.2 por ciento de las carreteras están sin pavimentar. Dentro de este grupo se destacan las llamadas carreteras nacionales, que

con una longitud de 26 000 kilómetros tienen 11 000 pavimentados y los 15 000 restantes, o sea el 58 por ciento, no lo han sido.

Si se toma en cuenta que el 47% de la red vial nacional se encuentra concentrada en seis departamentos (Antioquia, Santander, Cundinamarca, Valle y Tolima), se deduce que el 77% está ubicado en terreno montañoso y ondulado.

Para que las vías sean factor de desarrollo y contribuyan de manera eficiente a la internacionalización de la economía, se requiere de una infraestructura vial cinco veces mayor a la que tenemos en la actualidad. La densidad vial del país debe tener por lo menos entre 400 y 500 metros de carretera por kilómetro cuadrado, similar a la de México. Sin embargo, Colombia sólo tiene 94 metros por kilómetro cuadrado.

En América latina y el caribe, el transporte de carretera constituye el 80% del total del transporte de pasajeros y más del 60% del transporte de carga. Adicionalmente, se estima que el gasto en carreteras representa entre un 5% y un 10% del total de costos de un gobierno y puede alcanzar hasta el 2% del presupuesto nacional. **(El Tiempo, 2017)**

En más de 12 años de funcionamiento de los gobiernos regionales, la pavimentación de las vías departamentales no llega ni al 10 % del total. El estado de las carreteras de la mayoría de las provincias del país deja mucho que desear. **(Torres, 2018)** Basta con recorrer cualquier localidad de la costa, sierra o selva para comprobarlo. Solo el 14% de la red vial departamental o regional en la Macro Región Norte este pavimentado, equivale a 574.5 kilómetros aproximadamente, de un total de 4091.2 kilómetros, con lo que la brecha en la infraestructura vial en esta parte del país sigue siendo grande, advierte un informe del centro de investigaciones Empresariales (CIE) de **(PERUCAMARAS, 2017)** Las regiones con mayores porcentajes de carreteras pavimentadas son Lambayeque (32.2%) y Piura (28.7%). Mientas que las regiones con

menos porcentajes de pavimentación son la Libertad (5%) y Cajamarca (4.3%). Del total de carreteras no pavimentadas, el 54.2% se encuentra afirmado, el 28.9% sin afirmar y el 16.9% es trocha. Son Cajamarca y la libertad, y las que más cuentan con trocha son Lambayeque y Piura. Según el sector de carreteras, las carreteras son la mejor inversión económica ya que ayudara al desarrollo del negocio. La importancia de dar a conocer la problemática de la infraestructura vial en el Perú es hacer ver la realidad a la cual nos enfrentamos todos los habitantes por que como se sabe al carecer de estas no podremos llegar a un óptimo desarrollo nivel del país puesto que la infraestructura vial es primordial para el avance del Perú. El Perú es un país donde existen normas y reglamentos en abundancia en todos los campos, sociales, políticos y económicos. El problema es que no se cumple y, muchas veces, ni siquiera la autoridad encargada de aplicarlas las conocen bien o en su defecto, si el caso las conociese prefieren hacer caso omiso de ellas.

Un ejemplo es el reglamento nacional de tránsito, muchos cuyos artículos son letra muerta para la ciudadanía en general y los accidentes siguen sucediendo en las calles, avenidas y carreteras de Trujillo. Como consecuencias de las solicitudes de tránsito y climáticas, junto a la falta de recursos para implementar programas de conservación adecuados, los caminos no pavimentados suelen deteriorarse rápidamente, generando diversos problemas, tales como: Continuos requerimientos de conservación, contaminación de plantas y de fuentes debido a emisiones de polvo, dificultad para la integración social, deterioro de bienes públicos y privados, incremento del costo de operación de los vehículos, disminución de la seguridad vial.

Las selecciones de las tecnologías a emplear para la construcción y mantenimiento de vías terciarias es una actividad que debe tener en cuenta las condiciones particulares

de cada proyecto. Esto incluye realizar una caracterización detallada de los suelos existentes en la zona -sobre los cuales se construirán las vías- y de las condiciones climáticas del lugar. Así mismo, se deben identificar las fuentes de materiales disponibles para la construcción de las estructuras de pavimento y se debe evaluar la posibilidad de modificar algunos materiales locales que no cumplen con las especificaciones técnicas vigentes, con el objetivo de transformarlos en materiales competentes. El objetivo inicial de este artículo es destacar algunos aspectos relacionados con la selección y empleo de tecnologías para vías terciarias que, desde el punto de vista de la academia, son prioritarios para garantizar el éxito de estas iniciativas. Adicionalmente, con el objetivo de resaltar el rol de la investigación en el desarrollo de este tipo de proyectos viales, el documento también describe dos trabajos realizados recientemente por la Universidad de los Andes en relación con el empleo de materiales no convencionales para la construcción de vías terciarias.

Para poder conservar dichas superficies y que no experimenten un deterioro acelerado en el tiempo, se propuso aplicar aditivos químicos (Cloruro de Calcio y productos en base a enzimas) como alternativas de solución. Se aplicaron estos aditivos in situ de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, al tipo de suelo y de dos variables determinantes para su aplicación respectiva: El Índice de plasticidad y el porcentaje de finos que pasan la malla N°200. La construcción de estos sectores de prueba estuvo sujeta a las mismas condiciones de clima, mismas condiciones geométricas de tráfico vehicular y del mismo tipo de suelo (aporte de material de cantera). Luego de hacer el monitoreo después de aplicado, estos productos se compararán y proyectarán su desempeño en el tiempo. Con los resultados obtenidos se pretende incentivar las posteriores investigaciones de la gran gamma de aditivos químicos que existen en el medio y bajo condiciones determinadas poder proponer su utilización en la

conservación superficial de la carpeta de rodadura en una vía no pavimentada.

(Choque, 2013)

Como es sabido, entre los principales factores que intervienen en la vida útil de un camino se encuentra el tránsito y las condiciones climáticas. Algunos caminos no pavimentados que se encuentran en zonas de montaña, por ser parte de faenas industriales importantes, deben mantenerse operativos el mayor tiempo posible durante el año, debido al fuerte impacto económico que podría significar su cierre. El paso constante de vehículos pesados y las condiciones extremas de hielo y nieve aumentan de manera significativa el deterioro de estos caminos. Por lo anterior, se realizan procesos de estabilización de la carpeta de rodado tendientes a disminuir el potencial daño al que se someten, logrando a su vez un efectivo control del hielo y la nieve. En este artículo se realiza una síntesis y discusión sobre el uso de productos estabilizantes en este tipo de caminos tanto en Chile como en otros países. **(Pradena M., 2015)**

Group Wirtgen: un grupo empresarial multinacional del sector de la maquinaria de construcción. Como líder tecnológico, genera tratamientos de minerales útiles y materiales reciclados, así como para la elaboración de asfalto la cual cuentan con una estabilizadora WR 250 Wirtgen. La estabilización es la elección correcta para crear la capacidad portante y la calidad de los suelos, y preparar los mismos para proyectos de construcción de carreteras. Con la aportación concreta de ligantes se puede reducir el contenido en humedad de un suelo, lo que es imprescindible para el procesamiento posterior. En comparación con la sustitución de todo el suelo, la estabilización es un método económico y respetuoso con los recursos. Ahorros de costes se generan, por ejemplo, por la logística de la obra simplificada dado que se necesitan menos viajes de los camiones y períodos de construcción más cortos. También se protegen los recursos,

pues en la estabilización, el suelo ya existente se utiliza completamente y solo se añade ligante, como cal o cemento, o ambos al mismo tiempo como mezcla de ligante.

STABILIZIA: Es una empresa especializada en la estabilización. Nos excedemos en el empleo de combustibles fósiles, agua y cemento. Sucesión de capas compactadas con materiales de aportación (canteras) que se están agotando. Generación de CO₂ y consumo de más petróleo transportando millones de toneladas de áridos, todo ello desescombrando suelos “malos”. Se contamina excesivamente los suelos. Generamos un gasto público excesivo. Tenemos alternativas. Por supuesto; la construcción de carreteras y caminos mediante la “estabilización in situ”, que consiste en aprovechar los suelos existentes, que se tratan con productos amistosos con el medio ambiente.

En el Perú y en todo el mundo, la estabilización de carreteras es uno de los temas más polémicos y eso se debe a que algunos países no cuentan con todas sus vías debidamente pavimentadas y surgen diferentes problemas como la contaminación del aire, la transitabilidad, deterioro superficial de las carpetas granulares y la debida conexión entre todas las zonas, así como también disminuye el comercio.

(Elizando & Sibaja, 2008) Algunas técnicas de estabilización y mejoramiento han sido utilizadas con gran éxito, logrando aumentar la vida útil y disminuyendo la frecuencia en el mantenimiento. Al analizarlo a mediano y largo plazo, resultan ser soluciones competitivas económicamente, ofreciendo mejores superficies de ruedo y que indiscutiblemente poseen un mayor desempeño ante condiciones de lluvia y humedad extrema.

Para poder estabilizar las carreteras se debe realizar diversos estudios y parámetros mínimos, la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado ayuda en las propiedades mecánicas en la estabilización de carreras no asfaltadas, esta resiste al secado, la densidad, la resistencia a la compresión.

Para solucionar el problema que se tiene hoy en día en las capas de rodadura de la ciudad de Trujillo se quiere ver la efectividad que tiene la utilización de cloruro de magnesio en la estabilización para este tipo de terreno que presentan y las capacidades mecánicas que nos otorga al implementarlo de manera eficiente dentro del terreno que se quiere trabajar, así como los beneficios como la absorción de la humedad del ambiente, bajar las emisiones de polvo y evitar los baches dentro de la superficie.

De no realizar esta investigación e implementación el terreno es estudio seguía produciendo malestar en los pobladores y sin que tengan un crecimiento económico gracias a una buena carretera para poder realizar un comercio y apertura de nuevos pueblos. También se vería afectado todos los vehículos que transcurren por el lugar y las personas que respiran el polvo levantado, y el tiempo que demoran en transportarse a sus diferentes destinos.

1.2. Antecedentes

“Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (BISCHOFITA) frente al cloruro de calcio” (Carlos Gutiérrez, 2010) en (pg. 154). El Cloruro de magnesio es una sal cuya fórmula química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ y tiene la forma de cristales de color blanco. También recibe el nombre químico de Bischofita. Es una Sal de magnesio obtenida de sales cuya composición es cloruro de Magnesio hexahidratado, es utilizada como estabilizador químico de suelos ya que reduce el deterioro superficial de las carpetas granulares de rodado, como también controla la emisión de polvo.

“Magnesium chloride” (National land Management, 2011) en (pg. 3), nos habla hacer de, “Una mezcla acuosa concentrada de cloruro de magnesio utilizada para el control del polvo de la superficie y la estabilización del suelo en carreteras, hombros y terraplenes sin pavimentar. El cloruro de magnesio es tanto higroscópico como deliquescente. Estas propiedades relacionadas implican la absorción de la humedad atmosférica por la sal y la retención de la humedad presente en el suelo. El cloruro de magnesio se une a las partículas a través de la acción cementante del magnesio que reacciona con la sílice que se encuentra en el agregado. Las superficies tratadas resisten el secado y cuando están secas son extremadamente duras. Propiedades típicas. Aspecto Líquido casi incoloro e inodoro, Densidad 1.27 - 1.34, gravedad específica a 20C, pH 6.0 - 7.0, Concentración 28 - 34%”.

“Características Físicoquímicas dependientes del tiempo del suelo residual de malasia estabilizado con solución de cloruro de magnesio”. (Nima y Ahmad S., 2015) en (Pg, 12) “Este estudio investiga el desarrollo de la fuerza y las características

microestructurales del suelo residual tropical estabilizado con cloruro de magnesio ($MgCl_2$) solución. La resistencia a la compresión no confinada (UCS) y las pruebas estándar de cizallamiento directo se usaron para evaluar la resistencia y las propiedades de cizallamiento del suelo estabilizado. Además, las características microestructurales del suelo no tratado y estabilizado se discutieron usando varias técnicas espectroscópicas y microscópicas como difracción de rayos X (XRD), espectrometría de rayos X de energía dispersiva (EDAX), microscopía electrónica de barrido por emisión de campo (FESEM), Espectroscopía de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR) y análisis de superficie específica de Brunauer, Emmett y Teller (BET). Desde el punto de vista de la ingeniería, los resultados indicaron que la concentración de $MgCl_2$ -El suelo estabilizado mejoró notablemente. El grado de mejora fue aproximadamente dos veces más fuerte que el suelo natural después de un período de curado de 7 días. Los resultados también concluyeron que el uso de 5% de $MgCl_2$ en peso seco de suelo como la cantidad óptima para la estabilización del suelo seleccionado. Además, el estudio de microestructura reveló que el proceso de estabilización modificó la red porosa del suelo. Los poros de los suelos se habían llenado con los compuestos cristalinos recién formados conocidos como aluminato de magnesio hidratado (MAH).”

Ayudado por la investigación de (Wan H, Ahmad A., Nima L, Suksun H, 2017) (Pg. 139). “El suelo orgánico causa problemas importantes en el desarrollo de la infraestructura. Tiene una alta compresibilidad y baja resistencia al corte, y requiere estabilización química si se trata de un geo material sostenible. Esta investigación investigó la fuerza y las propiedades microestructurales del suelo orgánico estabilizado con cloruro de magnesio ($MgCl_2$). Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión sin límites para evaluar las propiedades de resistencia al cizallamiento, y

se controlaron los cambios microestructurales mediante microscopía electrónica de barrido de emisión de campo (FESEM) y espectrometría de rayos X de energía dispersiva (EDAX). Los resultados confirman que el $MgCl_2$ mejora la resistencia a la compresión del suelo orgánico. La fuerza del $MgCl_2$ -el suelo orgánico estabilizado se incrementa a alrededor de 3 - 5 veces el del suelo no tratado durante los primeros 7 días de curado. Los resultados de FESEM muestran que la porosidad del suelo orgánico se llena con un nuevo compuesto cementoso, identificado como hidrato de silicato de magnesio (MSH). Otras formas de utilización son **“Estabilización y control de polvo con bischofita.”** (Vergara R., 2011) en (Pg. 3) “El Uso del Cloruro de Magnesio Hexahidratado como agente estabilizador de caminos rurales y control de polvo en nuestro país. La Bischofita como comercialmente se conoce, es aplicada en áreas mineras y agrícolas siendo una alternativa muchas veces más económicas sobre otras en el mercado. Este producto se diluye en el agua de amasado y se mezcla con los materiales pétreos para conformar una capa granular debidamente compactada logrando su estabilización. Se entrega información técnica para la ejecución de esta faena, siendo similar a la de un estabilizado común, y teniendo presente aspectos climáticos predominantes de la región como también la calidad del suelo.”

“Dust Control and Road Stabilization” (Jake B. y William J., 2012) en (Pg. 15) afirma que “El control del polvo dominante es el cloruro de magnesio ($MgCl_2$), el cloruro de calcio ($CaCl_2$) y los lignosulfonatos. productos de estabilización de carreteras en América del Norte. Estos productos proporcionan un excelente rendimiento dependiendo del desafío ambiental que se enfrenta. Factores tales como temperatura, nivel de humedad, precipitación, y especialmente tipo de suelo / agregado / la gradación tendrá un impacto en el éxito o el fracaso de los versículos de un producto otro. La Asociación de Transporte de Canadá (TAC), en sus Pautas para El

uso rentable y la aplicación de polvo Palliatives sugiere que "el cloruro de calcio pierde su higroscopicidad (capacidad de absorber humedad) desde el aire) a medida que disminuye la humedad relativa. El cloruro de calcio debería se debe usar con precaución si se anticipan períodos de sequía prolongados o baja humedad existe ". Encontraron que" el cloruro de magnesio, aunque también es higroscópico, permanece así a temperaturas mucho más altas y menor humedad relativa que el cloruro de calcio y, por lo tanto, puede ser más adecuado para secar climas. "También afirman que el cloruro de magnesio es" menos corrosivo que el cloruro de calcio “.

Así mismo **“Evaluation of hexahydrated magnesium chloride (Bischofite) performance as a chemical stabilizer of granular road surfaces” (Thenoux, G. y Vera, S. 2012)** en **(Pg. 21)** “Cloruro de magnesio hexahidratado o Bischofite es una sal.; Tiene diferentes propiedades que le permiten ser útil como un estabilizador químico de superficies de camino granulares: su capacidad de absorber y retener la humedad de su entorno circundante, aumenta la tensión superficial del agua y disminuye su presión de vapor. El objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento de Bischofite como un estabilizador químico de superficies de camino granulares. La investigación se basó en pruebas de laboratorio y en la evaluación de secciones de carreteras de prueba de superficies de carreteras granulares estabilizadas con Bischofite en zonas áridas y semiáridas de Chile. En general, los resultados de las pruebas de campo han sido más concluyentes que las pruebas de laboratorio. El uso de Bischofite crea una superficie de camino granular estable, reduce los baches, las corrugaciones, la erosión y las emisiones de polvo, y mejora la calidad de conducción.; El Cloruro de Magnesio Hexahidratado o Bischofita es una sal. Verá que se trata de una variedad de propiedades que permite su uso potencial como estabilizador químico de capas de rodadura de granulado: capacidad de absorción y reducción de la humedad

del ambiente circundante, incrementando la tensión superficial del agua y reduciendo la presión del vapor del agua. La investigación tuvo el efecto de evaluar la efectividad de la Bischofita como estabilizador químico de caminos no pavimentados, y se basa en resultados de ensayos de laboratorio y la evaluación de los tramos de prueba de capas de rodadura estabilizadas con Bischofita en zonas áridas y semiáridas. de Chile. En general, los resultados de terreno han sido más significativos que los de laboratorio, observando que la adición de Bischofita permite obtener una capa de rodadura estable, reducir la formación de baches, corrugaciones, pérdida de áridos y emisiones de polvo, y mejorar la calidad de rodadura.”

Por la gran problemática de los suelos es que se usa aditivos como nos habla **“Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque.” (Bonifacio W. y Sánchez J., 2015) en (Pg. 101)** “la incorporación de aditivos para la estabilización de carreteras no pavimentadas en la región Lambayeque productos químicos como cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento para brindar al suelo un mejor comportamiento en servicio y reducir el impacto ambiental. La tesis tuvo como objetivo realizar un estudio comparativo técnico y económico para evaluar la estabilidad de carreteras no pavimentadas usando el cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento. La investigación que se realizó en esta tesis es experimental. Los métodos que se usaron en el desarrollo de la presente investigación implicaron el proceso de estudio de mecánica de suelo, ensayos de estabilización para obtener los resultados físicas y mecánicas del material extraído de las canteras siendo: deductivo, inductivo y análisis. Las técnicas de información básica que se obtuvieron a la incorporación de los productos químicos, cumpliendo con las normas precisadas para cada ensayo teniendo la observación y análisis de documentos, los estudios realizados

en laboratorios. Para el procesamiento y análisis de datos, primero se clasifican los datos obtenidos de los ensayos, luego se tabularán y graficarán los resultados comparando los suelos con aditivo y sin aditivo. Se concluye que el agregado proveniente de las canteras cero escute y cachinche son materiales GP, con índice de plasticidad elevados y por ende es factible la estabilización. Se recomienda hacer ensayos con otras sales o agentes químicos que puedan producirse en el Perú y que puedan conformar nuevas alternativas para la estabilización de carreteras no pavimentadas.”

Y para incrementar esto se utilizan algunas técnicas que nos ayuda **“Surface-Aggregate Stabilization with chloride materials.” (S. MONLUX, MICHAEL R. MITCHELL, 2006)** en (Pg. 25) “Las secciones mixtas de la cuchilla se deterioraron más rápidamente que el tractortiller secciones mixtas, debido a inconsistencias de profundidad de tratamiento y mezcla no uniforme. Se recomienda una profundidad mínima de 2.5 pulgadas para mezclar cuchillas. n La cuchilla mezclando una profundidad de 2.5 pulgadas de superficie agregada no es práctica donde el ancho de la carretera es menor a 18 pies, porque la berma suelta cubre una gran parte del ancho de la carretera. n La mezcla de cloruros líquidos no es práctica en carreteras con grados más del 2 por ciento porque el producto se ejecutará en las pistas de la rueda del distribuidor para ceder curvas verticales o fuera de la superficie de la carretera. n Las operaciones de mezcla de cuchillas requieren más garantía de calidad y técnica experiencia para asegurar que la cantidad correcta de agregado se mezcle con cloruro y que el espesor tratado se mezcle uniformemente con la profundidad especificada n Retrasos en el tráfico e interrupciones en la construcción con mezclado de cuchillas son más importantes que con la mezcla tractor-sierpe para todo el cloruro productos. Recomendaciones Los gerentes de ruta deberían considerar la estabilización de cloro

como una solución costo-efectiva método al seleccionar opciones de mantenimiento y estrategias para la superficie agregada carreteras. Esta publicación analiza las características de rendimiento y los beneficios económicos que se pueden esperar cuando el cloruro se usa como agente estabilizador. La vida útil promedio de las secciones tratadas fueron ocho veces mayores que las secciones no tratadas. Sobre el proyectado 10 años de vida de las secciones tratadas, un ahorro de \$ 3,300 por milla puede ser conscientes de los costos de mantenimiento en comparación con no estabilizar la superficie de la carretera. Beneficios adicionales no monetarios de la estabilización de cloruro incluyen sedimentación reducida de la corriente, riesgos de salud por inhalación reducidos, y aumento de la seguridad del usuario de la carretera” mejorando así la salud y la vida útil de la carretera no pavimentada.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Estabilización de suelos

Se denomina estabilización de suelos al proceso de someter a los suelos naturales a ciertos tratamientos para aprovechar sus mejores cualidades de manera que puedan soportar las condiciones adversas de clima, rindiendo en todo tiempo el servicio adecuado que de ellos se espera. (Crespo,2011:325).

Cuando se habla de estabilización de suelos para carreteras está demás decir que se trabajará con materiales de carácter natural, es decir suelos de baja calidad de soporte estructural no aptos por sí solos para la construcción del pavimento.

Estos suelos son extraídos de bancos de préstamo cercanos a la obra, materiales cuyas propiedades y características pueden variar radicalmente a pocos metros, donde el ingeniero para lo cual fue capacitado resuelva con inteligencia los problemas presentados, eligiendo de la mejor forma sin que sus costos sobrepasen de lo previsto.

Estabilización Física: Esta se utiliza para mejorar el suelo produciendo cambios físicos en el mismo.

- Mezclas de Suelos: este tipo de estabilización es de amplio uso, pero por sí sola no logra producir los efectos deseados, necesitándose siempre de por lo menos la compactación como complemento.

Estabilización Química: Se refiere principalmente a la utilización de ciertas sustancias químicas patentizadas y cuyo uso involucra la sustitución de iones metálicos y cambios en la constitución de los suelos involucrados en el proceso.

- Cal: disminuye la plasticidad de los suelos arcillosos y es muy económica.
- Cemento Portland: aumenta la resistencia de los suelos y se usa principalmente para arenas o gravas finas.

- **Productos Asfálticos:** es una emulsión muy usada para material triturado sin cohesión.
- **Cloruro de Sodio:** impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- **Cloruro de Calcio:** impermeabilizan y disminuyen los polvos en el suelo, principalmente para arcillas y limos.
- **Escorias de Fundición:** este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.
- **Polímeros:** este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.
- **Hule de Neumáticos:** este se utiliza comúnmente en carpetas asfálticas para darle mayor resistencia, impermeabilizarla y prolongar su vida útil.

Estabilización Mecánica: Es aquella con la que se logra mejorar considerablemente un suelo sin que se produzcan reacciones químicas de importancia.

- **Compactación:** este mejoramiento generalmente se hace en la sub-base, base y en las carpetas asfálticas.

1.3.2. Cloruro de Magnesio Hexahidratado

El cloruro de magnesio, de fórmula $MgCl_2$, es un compuesto mineral iónico a base de cloro, cargado negativamente, y magnesio, cargado positivamente. El cloruro de magnesio puede extraerse de salmueras o del agua de mar y es una gran fuente de magnesio, obtenido por electrólisis. El cloruro de magnesio puede presentarse en forma anhidrida, bi-hidratado o hexahidratado. Este último compuesto se presenta como cristales romboides de gran belleza ornamental. Es una sal deliquescente[cita requerida] (del latín deliquescere, hacerse líquido), por lo que

tiene afinidad química por el agua, pudiendo absorber cantidades relativamente altas de agua si se expone a la atmósfera, formando una solución líquida.

Uso para estabilizar suelos

Es una Sal de magnesio obtenida de sales cuya composición es cloruro de Magnesio hexahidratado, es utilizada como estabilizador químico de suelos ya que reduce el deterioro superficial de las carpetas granulares de rodado, como también controla la emisión de polvo.

Tabla 1: Características del Cloruro de magnesio

CARACTERISTICAS	
Nombre:	Cloruro de Magnesio Hexahidratado o Cloruro de magnesio
Formula química:	MgCl ₂ x 6H ₂ O
Concentración:	99.0 -102.0 %
Peso molecular:	203.3
Grupo Químico:	Compuesto Inorgánico de Magnesio
Estado Físico:	solido
Apariencia:	Cristales Blancos- Son Higroscópicos
Presión de Vapor:	No reportado
Olor:	Sin olor
PH:	4.5 - 7.0 (solución acuosa al 5% a 25°C).
Temperatura de Ebullición:	Se Descompone
Temperatura de Fusión:	118°C (Se descompone)
Densidad (Agua):	2.569 kg/L a 20°C
Densidad de Vapor (Aire):	No Reportado
Solubilidad:	Muy buena solución en agua (116g por 100 ml de agua 20°)

1.3.3. Suelos:

Definición

Los suelos son un conjunto de partículas minerales, producto de la desintegración mecánica o la de la descomposición de rocas preexistentes
(Rico, Castillo,1976).

Tipos de suelos

- Tipos de suelos desde el punto de vista de la mecánica de suelos.
- Suelos no cohesivos: Las partículas no tienden a juntarse ni adherirse, sus partículas son relativamente grandes, también llamados suelos granulares o friccionantes (arenas, ravas y limos).
- Suelos cohesivos: Existen partículas muy pequeñas donde predominan los efectos electroquímicos superficiales. Las partículas tienden a juntarse (interacción agua/partícula) en suelos plásticos como las arcillas.
- Suelos orgánicos: Son suelos esponjosos, con grumos y compresibles. Estos están prohibidos para soportes de estructuras de ingeniería (**CIPSA, 2017**).

Clasificación de suelos

a) Sistema de clasificación AASHTO

Este sistema de clasificación de suelos fue desarrollado en 1929 como el Sistema de Clasificación de Administración de Carreteras. Ha sido objeto de varias revisiones, con la actual versión propuesta por la Comisión de Clasificación de Materiales para los Tipos de Carreteras Sub rasantes y Granulares de la Junta de Investigación de Carreteras en 1945 (Norma ASTM D-3282; método AASHTO M145) (Braja, 2015).

Tabla 2:clasificacion de materiales de carreteras subrasante

Clasificación General	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	50 máx.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Limite líquido				40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.

tipos comunes de materiales significativos constituyentes	fragmentos de roca, grava y arena		Arena Fina	Limo o grava arcillosa y arena	
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno				
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)				
Grupo de clasificación	A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5* A-7-6*
Análisis de tamiz (porcentaje que paso)					
Núm. 10					
Núm. 40					
Núm. 200	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Características de la fracción de paso núm.40					
Limite Líquido	40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 máx.	41 máx.
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.	11 máx.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo				

*Para A-7-5 PI < LL-30

*Para A-7-6 PI > LL-30

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotecnia pág.79.

b) Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS

La forma original de este sistema fue propuesta por Casagrande en 1948 para su uso en los trabajos de construcción del aeródromo realizado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la Segunda Guerra Mundial. En colaboración con el U.S. Bureau of Reclamation, este sistema fue revisado en 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros (Norma ASTM D-2487) (Braja, 2015). Y clasifica los suelos en dos grandes categorías:

1. Suelos de grano grueso que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de

grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.

- Suelos de grano fino con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo inorgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos.

Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

- W: bien clasificado, P: mal clasificado, L: baja plasticidad (límite líquido menor de 50), H: alta plasticidad (límite líquido mayor de 50)

Tabla 3: SUCS basado en el material que pasa por el tamiz N° 75

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de Grupo		
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	Gravas	Gravas limpias	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW		
		Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm.4	Menos de 5% Finos	$C_u < 4$ y/o $1 > C_c \leq 3^c$	GP	
			Gravas con finos	PI<4 o gráficos por debajo de la línea "A"	GM	
			Más de 12% finos	PI<7 y gráficos en o por encima de la línea "A"	GC	
	Arenas	Arenas limpias	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW		
		50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Menos de 5% finos	$C_u < 6$ y/o $1 > C_c \leq 3^c$	SP	
			Arenas con finos	PI<4 o gráficos por debajo de la línea "A"	SM	
			Más de 12% finos	PI<7 y gráficos en o por encima de la línea "A"	SC	
		Limos y arcillas	Inorgánico		PI<7 y gráficos en o por encima de la línea "A"	CL
					PI<4 o gráficos por debajo de la línea "A"	ML
Orgánico	límite líquido menos que 50		$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$	OL		
Suelos de grano fino 50% o más a través del tamiz núm. 200	Limos y arcillas	Inorgánico	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	CH		
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c \leq 3^c$	MH		
	Orgánico	Límite líquido 50 o más	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$	OH		
Suelos Altamente orgánicos		Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico		Pt		

*Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.

*Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

*Si $4 \leq P \leq 7$ y se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.

*Si $4 \leq P \leq 7$ y se usa doble símbolo CL-ML

1.3.4. Mecánica de Suelos en Pavimentos

Definición de mecánica de suelos

Según Terzaghi dice que “La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica”.

La mecánica de suelos incluye:

- a. Teorías sobre el comportamiento de los suelos sujetas a cargas, basadas en simplificaciones necesarias dado el estado actual de la teoría.
- b. Investigación de las propiedades físicas de los suelos.
- c. Aplicación del conocimiento teórico y empírico de los problemas prácticos.

Calicata:

Las calicatas son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico. Son excavaciones de pequeña o media profundidad, realizadas normalmente con pala y pico o en otras por retroexcavadora.

Las calicatas permiten la inspección del suelo en estudio, siendo el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa para el muestreo.

Es necesario registrar la ubicación de cada pozo, la sección mínima recomendada es de 0.80m por 1.00m para su fácil inspección de las paredes y la extracción de material a analizar; la profundidad no suele pasar los 5 metros, aunque en extremos puede llegar a alcanzar los 10 metros de profundidad. Estas calicatas son aplicadas según la norma técnica ASTM D 420 son empleadas a todos los EMS (estudio de mecánica de suelos) en los cuales sea posible su ejecución.

Análisis mecánico del suelo

El análisis mecánico es la determinación de la gama de tamaños de partículas presentes en un suelo, expresados como un porcentaje del peso seco total (o masa). Generalmente se utilizan dos métodos para encontrar la distribución de tamaño de partícula de suelo: (1) análisis de tamiz para tamaños de partículas mayores de 0.075 mm de diámetro, y (2) análisis de hidrómetro para tamaños de partículas más pequeñas que 0.075 mm de diámetro. Los principios básicos del análisis de tamiz y el análisis de hidrómetro se describen a continuación (Braja, 2015).

Análisis de tamiz

El análisis de tamiz consiste en agitar la muestra de suelo a través de un conjunto de tamices que tienen aberturas más pequeñas progresivamente. Los tamices utilizados para el análisis de suelos son generalmente de 203 mm de diámetro. Para llevar a cabo un análisis granulométrico, uno debe primero secar al horno el suelo y luego romper todos los grumos en pequeñas partículas. A continuación, se agita el suelo a través de una pila de tamices con aberturas de tamaño decreciente de arriba abajo (se coloca una charola por debajo de la pila. El tamiz de tamaño más pequeño que se debe utilizar para este tipo de prueba es el tamiz núm. 200. Después de agitar el suelo, se determina la masa de suelo

retenido en cada tamiz. Cuando se analizan los suelos cohesivos, romper los terrones en partículas individuales puede ser difícil. En este caso el suelo se puede mezclar con agua para formar una suspensión y después lavarse a través de los tamices. Las porciones retenidas en cada tamiz se recogen por separado y se secan al horno antes de medir la cantidad recogida en cada tamiz.

Tabla 4: Tamaños Estándar de tamices

Tamiz Núm.	Abertura (mm)
4	4.750
6	3.350
8	2.360
10	2.000
16	1.180
20	0.850
30	0.600
40	0.425
50	0.300
60	0.250
80	0.180
100	0.150
140	0.106
170	0.088
200	0.075
270	0.053

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotecnia pág,34.

Límites de atterberg

Los límites de Atterberg establecen cual sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (Agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos

límites de Atterberg que miden la cohesión de los suelos son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de construcción (LC, según ensayo MTC E 112).

Proctor modificado

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)), Según MTC E 115.

CBR

Este ensayo es la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible, Según MTC E 132.

1.3.5. Carreteras no pavimentadas:

Son aquellas que tienen una superficie de rodadura formada por materiales granulares y que han sido sometidas a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y adecuado drenaje; o que han sido trabajadas sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos por la necesidad de acceder a lugares remotos.

Clasificación

Las carreteras no pavimentadas por las capas superiores y la superficie de rodadura, se pueden clasificar en cuatro categorías:

- **Carreteras de tierra:** constituidas por suelos naturales y grava tratada con zarandeo.
- **Carreteras gravosas:** constituidas por una capa de revestimiento con material natural granular sin procesar que es seleccionado manualmente o por zarandeo. Su tamaño máximo es de 75mm.
- **Carreteras afirmadas:** aquellas que funcionan como superficie de rodadura y/o soporte al tráfico vehicular cuya capa de rodadura está constituida por materiales granulares naturales provenientes de canteras, excedentes de excavaciones o materiales que se ajustan a determinadas especificaciones técnicas en relación con su tamaño, su composición granulométrica, su resistencia y su calidad de finos.
- **Carreteras con superficies estabilizadas con materiales de origen industrial.**

Características

Los principales elementos que componen este tipo de carretera son:

- **La plataforma:** lo constituye fundamentalmente la superficie de rodadura, franja que es utilizada para la circulación de los vehículos.

Tiene la función de soportar las cargas vehiculares y de mejorar drenaje para un mejor mantenimiento en el tiempo. Está construida de tal forma que el eje central esté elevado con respecto a las laderas (normalmente entre 2% y 3% de bombeo).

- Las obras de drenaje: configuran un sistema que evita el acumulamiento del agua superficial que puede filtrarse hacia la base o subbase, lo que genera daños estructurales y superficiales. Dentro de este sistema tenemos el drenaje superficial (bombeo, cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas y canales) y el sub drenaje (filtros longitudinales, drenes, etc.). Los agregados en la conformación de este tipo de carreteras se deben disponer de una buena mezcla con adecuadas arenas y finos que actúen en principio contra la acción del tráfico y el escurrimiento del agua.

Capacidad de Soporte de suelos granulares

La capacidad de soporte es una de las propiedades más importantes de los suelos. Su comportamiento, al estar sometido a tensiones es bastante más complejo que el de otros materiales. Las deformaciones que experimenta no sólo dependen del “tipo de suelo” que se trate, sino también del estado en que se encuentre éste en cuanto a su contenido de humedad, grado de compacidad, estructura interna, etc. Finalmente, las deformaciones que experimente un suelo deben necesariamente relacionarse con la estructura solicitante, ya que ciertos órdenes de magnitud pueden ser tolerables para algunas construcciones y prohibitivos para otras. Cuando un suelo es sometido a tensiones, sufre una determinada deformación. Si alcanza el valor límite de su

resistencia, el suelo sufre una rotura por corte o falla por corte. Desde el punto de vista de la mecánica de suelos, interesa tanto tener un adecuado factor de seguridad a la falla por corte como que la estructura solicitante no sufra una deformación tal que le produzca daños (Ojeda, 2011).

Definición de Suelos Granulares

Los suelos granulares se definen como aquellos en los cuales las fuerzas intergranulares o atractivas tienen un efecto despreciable en el comportamiento mecánico observado. Esta categoría engloba a rocas, gravas y arenas. Basados en el estado de tensiones y en la estructura del suelo, normalmente definidos en función de la densidad relativa, del índice de huecos o de la porosidad, los suelos granulares además se clasifican en materiales densos o sueltos. Además, son los suelos que no poseen ninguna cohesión, y consisten en rocas, gravas, arenas y limos (Pérez, 2002).

Deterioro en carreteras sin pavimentar.

Descripción del mecanismo de deterioro.

El mecanismo de deterioro de un camino sin pavimentar a diferencia de las carreteras pavimentadas consiste en un proceso progresivo más acelerado. Los finos al mezclarse con la humedad aglutinan a las fracciones más gruesas, y bajo la acción abrasiva de los neumáticos (acción del tráfico) llegan a pulverizarse en condiciones secas. Estos finos pulverizados aparecen como material particulado en suspensión (polvo) y por la constante pérdida de éstos es que los agregados gruesos están de manera suelta ante la acción del tráfico, y es así que la superficie de rodadura comienza a desgastarse de manera progresiva dando lugar a la formación de las depresiones, baches, y ondulaciones.

Estos problemas estructurales y superficiales se presentan debido a la acción del tráfico y a las condiciones climáticas (lluvias, presencia de hielo, efecto del deshielo). El deterioro ocurre en varias etapas, desde un deterioro lento que no se percibe hasta un deterioro crítico donde se evidencia en una descomposición total del camino que involucra una nueva conformación o rehabilitación de la vía.

Técnicas de conservación de soluciones básicas

Tal como se dijo previamente, hay dos tipos de soluciones básicas: con estabilizador y con capa de protección asfáltica. Hasta ahora se ha operado con las técnicas y prácticas de conservación tradicional. Es decir, un camino que recibió una solución básica, debe ser conservado junto al resto de los caminos. Varias de las soluciones técnicas son las mismas que se emplean tradicionalmente y sólo las nuevas, como sales y Bischofita, requieren de técnicas y medidas de gestión de las conservaciones relativamente distintas, pero un camino con una capa de protección asfáltica, por ejemplo, tratamiento superficial, debiera recibir la misma forma de conservación que un camino pavimentado con la misma solución como capa de rodadura.

A) Técnicas o prácticas de conservación de caminos básicos.

1. Caminos con estabilizador

Existen tres tipos de cloruro o sales (de sodio, magnesio hexahidratado o calcio) que pueden aplicarse de dos formas, como un riego superficial o incorporándolo al espesor completo de la carpeta de rodadura. En el país, la forma de emplear los cloruros de sodio y de magnesio hexahidratado (Bischofita) es, principalmente a través de la segunda modalidad, y el cloruro de calcio se aplica solamente como riego superficial.

Para el caso de la aplicación en todo el espesor de la carpeta de rodadura se realiza el proceso de homogenización empleando motoniveladora o una recicladora. Otra característica es la forma de aplicarlos. El cloruro de sodio se incorpora al material granular en estado sólido (a granel) y la Bischofita en forma de salmuera.

Tabla 5: Tipos de Estabilizador, modo de aplicación y forma de ejecutar

Tipo de Estabilizador	Modo de Aplicación	Forma de Ejecutar
Cloruro de sodio (sal común)	Todo el Espesor- a granel	Con Motoniveladora o recicladora
Cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita)	Todo el espesor- Salmuera	Con Motoniveladora o recicladora
Cloruro de calcio	Riego superficial	Con Camión Aljibe

Fuente: Elaboración propia

1.3.6. Estabilización de carreteras no asfaltadas

El mejoramiento de suelos también denominado estabilización de suelos por muchos ingenieros geotécnicos. Este es un proceso de alteración de las propiedades de la ingeniería de suelos in situ o tomando a un costo más bajo y con mejor control de calidad. Las técnicas de mejora del suelo se pueden colocar en dos categorías principales: (1) estabilización química y (2) la estabilización mecánica. (Das Braja, 2015)

La estabilización química implica la aplicación de aditivos químicos para mejorar el comportamiento de los suelos. Se utiliza para mejorar la manejabilidad de los suelos haciendo el material más fácil de usar como material de construcción. También se usa para reducir la plasticidad y el potencial de expansión-contracción. Si las arcillas son dispersivas, se utiliza para flocular las partículas. Cuando las arcillas son difíciles de compactar, se pueden añadir productos químicos para dispersar ligeramente sus partículas y ayudar en el proceso. Este capítulo vamos a discutir la estabilización química mediante el uso de cal, cemento, las cenizas, cloruros y otros.

Estabilización mecánica implica metodologías que mejoran las propiedades de ingeniería de los suelos seleccionados sin la adición de agentes y otras energías de unión de partículas. En otras palabras, no hay efectos químicos o de unión incluidos en esta metodología. Tenemos los siguientes: compactación, vibro-flotación, compactación dinámica, precarga, drenes de arena, entre otros.

La estabilización de suelos: Una carretera o ruta es una vía de transporte de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional

que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte.

Clasificación por su función

- Carreteras de la Red Vial Nacional.
- Carreteras de la Red Vial Departamental o Regional.
- Carreteras de la Red Vial Vecinal o Rural.

Clasificación por el tipo de relieve y clima

Carreteras en terrenos planos, ondulados, accidentados y muy accidentados. Se ubican indistintamente en la costa (poca lluvia), sierra (lluvia moderada) y selva (muy lluviosa).

Tipo de obra por ejecutarse El manual es de aplicación para el diseño de proyectos de carreteras no pavimentadas de tierra y afirmadas. Para obras que configuran la siguiente clasificación de trabajos:

- Mantenimiento rutinario: Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud.
- Mantenimiento periódico: Conjunto de actividades programables cada cierto período que se realizan en las vías para conservar sus niveles de servicio. Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente

a labores de desencaminado, perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte.

- Rehabilitación: Ejecución de las obras necesarias para devolver a la vía, cuando menos, sus características originales, teniendo en cuenta su nuevo período de servicio.
- Mejoramiento: Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía, mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y la transformación de una carretera de tierra a una carretera afirmada.
- Nueva construcción. Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

Las carreteras del Perú se clasifican, en función a la demanda en:

Según el Manual de Diseño geométrico de carreteras (2018)

➤ Autopistas de Primera Clase:

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

➤ **Autopistas de Segunda Clase:**

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

➤ **Carreteras de Primera Clase:**

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

➤ **Carreteras de Segunda Clase:**

Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

➤ **Carreteras de Tercera Clase:**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con 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. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

➤ **Trochas Carrozables**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener 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.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas de la estabilización de la Av. El Milagro intersección con CA. Banchero Rossi hasta CA. Ciro Alegría, Vías no asfaltadas CPM El Milagro 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas de las estabilizaciones de la subrasante en la Av. El Milagro del CPM El Milagro 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar 5 exploraciones en la Av. El Milagro con las intersecciones de Calle Luis Banchero Rossi, Calle Inca Roca, Calle Manco Cápac, Calle Ramon Castilla y Calle Ciro Alegría de 1 x 1 x 1.5m en el CPM El Milagro- Trujillo – La Libertad.
- Determinar las propiedades físicas del suelo en estado natural de la Av. El Milagro y sus intersecciones.
- Determinar el tipo de suelo existente en la vía según sistemas de clasificación como SUCS y AASHTO.
- Determinar las propiedades físicas del suelo adicionado Cloruro de magnesio hexahidratado en 1%, 2% y 3%, con respecto al peso del suelo.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La utilización de cloruro de magnesio en la Av. El Milagro intersección con CA. Banchero Rossi hasta CA. Ciro Alegría, a nivel de subrasante es factible y económico. Influye positivamente en las propiedades mecánicas, reduce las emisiones de polvo, aumenta la calidad y la resistencia de las carreteras no pavimentadas en el CPM 2021. Influye significativamente la adición de cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas, en la reducción de emisiones de polvo, aumentar la calidad de vida, mejora la seguridad en la zona y mejorar la subrasante en CPM El Milagro el año 2021.

1.6.2. Hipótesis específica

Tabla 6: Hipótesis Específica 01

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01	COMPONENTES METODOLÓGICOS		COMPONENTES REFERENCIALES		
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>La utilización del cloruro de magnesio en un 1%, 2% y 3% en la subrasante de la Av. El Milagro es factible y económico. Influye positivamente en las propiedades mecánicas, reduce las emisiones de polvo, aumenta la calidad y la resistencia.</p>	<p>1. Cloruro de magnesio.</p> <p>2. Propiedades mecánicas.</p>	Subrasante	Mejora	<p>Centro Poblado</p> <p>Menor El Milagro</p>	2021

Tabla 7: Hipótesis Específica 02

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>El cloruro de magnesio ayuda al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas propiedades tendientes a mejorar sus propiedades de comportamiento ya sea en la etapa de construcción y/o de servicio.</p>	<p>1. Cloruro de magnesio.</p>	<p>Carreteras no pavimentadas</p>	<p>Mejora</p>	<p>Centro Poblado Menor El</p>	<p>2021</p>
	<p>2. Propiedades</p>			<p>Milagro</p>	

Tabla 8:hipotesis especifica 03

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La estabilización con cloruro de magnesio permitirá que los vehículos tarden menos tiempo en llegar a su destino y los costos van a ser más económicos.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	1. Cloruro de magnesio.	Carreteras no pavimentadas	y	Centro Poblado Menor El Milagro	2021

Tabla 9: Hipotesis Especifica 04

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 04	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La estabilización con cloruro de magnesio tendrá un espesor de subrasante mínimo para su empleo en la Centro Poblado Menor El Milagro 2021	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	2. Cloruro de magnesio.	Carreteras no pavimentadas	y	Centro Poblado	2021

Menor El

Milagro

CAPÍTULO 2. METODOLOGIA

2.1. Operacionalización de variables

Tabla 10: Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Cloruro de magnesio	Es una sal delicuescente (hacerse líquido), por lo que tiene afinidad química por el agua, pudiendo absorber cantidades relativamente altas de agua si se expone a la atmósfera, formando una solución líquida.	Es esta variable la causal o experimental porque es manipulada por el investigador para producir resultados que faciliten el estudio.	Condición superficial	-Excelente -Muy Bueno -Bueno -Regular -Malo -Muy Pobre
			Serviciabilidad	-Bueno -Regular -Malo -Muy Malo

Tabla 11: Operacionalización de Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Propiedades mecánicas	Se mejorará las propiedades mecánicas del suelo, mediante procesos mecánicos y productos químicos, en este caso se usará como agente estabilizador el CLORURO DE MAGNESIO	Se realizará una calicata, de la cual se obtendrá el material necesario para la realización de los estudios.	Características del suelo Capacidad portante del suelo Máxima densidad seca	Contenido de humedad, Granulometría, límites de Atterberg, Ensayo CBR Proctor Modificado

2.2. Tipos de investigación

2.1.1 Por el fin que persigue (propósito): Aplicada

- Esta investigación es aplicada, que tiene por objetivo resolver determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación, debido a que se pondrán en práctica los estudios previos de otros autores y los conocimientos obtenidos durante la formación en esta Facultad, específicamente aquello que contempla la cátedra de ensayo de materiales. Adicionalmente, los resultados obtenidos en esta investigación servirán como guía y punto de partida para profesionales y estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil.

2.1.2 Por el Diseño:

- La presente investigación es de tipo “Experimental puro” porque según los supuestos básicos tiene control, aleatoriedad y repeticiones y se está manipulando la variable, cuya situación de control en la cual se manipula de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes.

2.1.3 Por el Nivel:

- Esta investigación es concluyente: del modo explicativo, ya que busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. genera definiciones operativas referidas al fenómeno estudiado y proporciona un modelo más cercano a la realidad del objeto de estudio.

2.3. Diseño de investigación

Definición de variables:

- ✚ Variable independiente (cloruro de magnesio): También llamada causal o experimental porque es manipulada por el investigador. El Cloruro de magnesio de fórmula $MgCl_2$, es un compuesto mineral iónico a base de cloro, cargado negativamente, y magnesio, cargado positivamente. El cloruro de magnesio puede extraerse de salmueras o del aguade mar y es una gran fuente de magnesio, obtenido por electrólisis. El cloruro de magnesio puede presentarse en forma anhidrida, bi-hidratado o hexahidratado. Este último compuesto se presenta como cristales romboides de gran belleza ornamental. Es una sal deliquescente (del latín deliquescere, hacerse líquido), por lo que tiene afinidad química por el agua, pudiendo absorber cantidades relativamente altas de agua si se expone a la atmósfera, formando una solución líquida.

- ✚ Variable dependiente (propiedades mecánicas): Es la variable que es afectada por presencia o acción de la variable independiente, también llamada de efecto o acción condicionada. Esta variable es la propiedad mecánica que son propiedades físicas que describen el comportamiento de un material sólido al aplicarle fuerza de tracción, compresión y tracción. (Gatto & Pedreira, 2017)

2.4. Población y muestra

Población:

La población es finita siendo la Av. El milagro intersección con CA. Banchero Rossi hasta CA. Ciro Alegría del Centro Poblado Menor El Milagro, Distrito de Huanchaco en el año 2021. En el cual se realizará una estabilización de subrasante, con 5 de calicatas a lo largo del tramo, estas ayudaran a determinar la clasificación del suelo y que ayudara a poder extraer muestras del terreno para su estudio y mejorar la capa superficial.

Muestra:

La presente investigación usara la técnica de muestreo no probabilístico por juicio de experto en la cual el experto es la Ing. Aguilar Villena, Roxana, ya que existe normas para la cantidad mínima de calicatas, muestra y especímenes a analizar. Se elaborarán 24 especímenes por calicata realizada, de las cuales se usarán 3 especímenes para cada dosificación y para cada prueba. Esto se realizará en carreteras del centro poblado el Milagro, Distrito de Huanchaco.

Tabla 12: Muestra

suelos	porcentaje de cloruro de Magnesio	Muestra por calicata	
		CBR	PROCTOR
suelo sin aditivo	0%	3	3
suelo con aditivo	1%	3	3
	2%	3	3
	3%	3	3
Sub total		12	12
Total			24

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos:

- La Observación: del tipo directa.

En esta investigación se usará esta técnica por ser la más común en este tipo de proyectos, esta técnica nos permite una visión global y detallada de lo que está pasando en un determinado lugar. Con esta técnica se pudo observar que las carreteras no pavimentadas de Trujillo emiten demasiado polvo y muestran baches causados por el paso de los vehículos y los eventos naturales, además se observara la influencia del cloruro de calcio en las propiedades mecánicas de las carreteras no pavimentadas.

Instrumento de recolección de datos:

- Los instrumentos para la recolección de datos fueron las siguientes: Equipo de laboratorio para realizar los ensayos de las muestras y los diferentes porcentajes de adicción de Cloruro de Magnesio en el suelo natural, también se utilizó el equipo de cómputo para el procesamiento de datos, información bibliográfica, sugerencias e investigaciones de otros tesisistas, manuales de laboratorio y normativas, equipos de fotografía, calculadora y apuntes en general. El instrumento de recolección de datos es la ficha de observación en la cual tomaremos nota a detalle las medidas, formas, colores, cantidades de muestra y otros.

2.6. Procedimientos

Técnicas de análisis de datos:

Método: La presente investigación utilizará el método de inferencia estadística porque está empleando un diseño experimental, es la que permite inducir, a partir de la información empírica proporcionada por una muestra. Se realizará la prueba de hipótesis por prueba paramétrica aplicando distribución T Student.

- ✓ Tipo de diseño de Investigación: Diseño Experimental

La presente investigación es de tipo “Experimental” en la cual se manipula de manera intencional, una o más variables independientes para analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes, según nuestra investigación se basa en el mejoramiento del suelo con Cloruro de MAGNESIO, en la que mejoramos su resistencia a la compresión, manipulando nuestra variable independiente, para estudiar su influencia en la construcción de carreteras no pavimentadas en la ciudad de Trujillo.

- ✓ Diseño de Investigación: Experimental Puro

El diseño de investigación es experimental, del tipo experimental puro, ya que según los supuestos básicos tiene un control, aleatoriedad y repeticiones y se manipula la variable; se puede controlar y limitar la cantidad de Cloruro de MAGNESIO para la estabilización de suelos en la ciudad de Trujillo.

Unidad de estudio:

La unidad de estudio es la avenida El Milagro y las intersecciones CA. Banchero Rossi hasta CA. Ciró Alegría del Centro Poblado Menor El Milagro, para mejorar la superficie de rodadura en cuanto a la capacidad portante.

CAPITULO 3: RESULTADOS

○ **CALICATA 01:**

Esta calicata se encuentra en la calle Banchero Rossi con Avenida El Milagro y cuenta con una representación visual de dos estratos el primer estrato tiene un espesor de 10 cm y cuenta con una conformación de tierra, conglomerados, partículas de cemento, residuos plásticos entre otros y el segundo estrato tiene un espesor con relación a la profundidad de calicata tiene 1.40 m y cuenta con una clasificación GP según SUCS y A-1-a según AAHSTO siendo una grava mal graduada, mezcladas gravas-arenas pocos finos o sin finos.

Tabla 13: Perfil estratigráfico C-01

Profundidad D(m)	Clasificación		GRAFICOS	Descripción y clasificación del material: Color, humedad, plasticidad, estado natural, forma de las partículas, tamaño máximo, presencia de materia orgánica, etc.
	SUCS	AAHSTO		
0.1	R	R		relleno compuesto por partículas de concreto, ladrillo, plásticos y basura.
1.4	GP	A-1-a		Grava arenosa con presencia de raíces. Presenta bolonería hasta de 8 pulgadas. Presencia de grava mal graduada, arena y pocos finos o sin finos. Partículas redondeadas y sub-redondeadas. Sin plasticidad, consistencia dura, estado húmedo y color marrón oscuro

○ **CALICATA 02:**

Esta calicata se encuentra en la calle Inca Roca con Avenida El Milagro y cuenta con una representación visual de dos estratos el primer estrato tiene un espesor de 15 cm y cuenta con una conformación de tierra, conglomerados, partículas de cemento, residuos plásticos entre otros y el segundo estrato tiene un espesor con relación a la profundidad de calicata tiene 1.35 m y cuenta con una clasificación GP según SUCS y A-1-a según AAHSTO siendo una grava mal graduada, mezclas de gravas- arenas con pocos o sin finos.

Tabla 14: Perfil estratigráfico C-02

Profundidad D(m)	Clasificación		Gráficos	Descripción y clasificación del material: Color, humedad, plasticidad, estado natural, forma de las partículas, tamaño máximo, presencia de materia orgánica, etc.
	SUCS	AAHSTO		
0.15	R	R		relleno compuesto por partículas de concreto, ladrillo, plásticos y basura.
1.35	GP	A-1-a		Grava arenosa con presencia de raíces. Presenta bolonería hasta de 8 pulgadas. Presencia de grava mal graduada, arena y pocos finos o sin finos. Partículas redondeadas y sub-redondeadas. Sin plasticidad, consistencia dura, estado húmedo y color marrón oscuro

○ **CALICATA 03:**

Esta calicata se encuentra en la calle Manco Cápac con Avenida El Milagro y cuenta con una representación visual de dos estratos el primer estrato tiene un espesor de 10 cm y cuenta con una conformación de tierra, conglomerados, partículas de cemento, residuos plásticos entre otros y el segundo estrato tiene un espesor con relación a la profundidad de calicata tiene 1.40 m y cuenta con una clasificación GP-GM según SUCS y A-1-a según AAHSTO siendo una grava mal graduada, mezclas de gravas-arenas con presencia de limos.

Tabla 15: Perfil estratigráfico C-03

Profundidad D(m)	Clasificación		Gráficos	Descripción y clasificación del material: Color, humedad, plasticidad, estado natural, forma de las partículas, tamaño máximo, presencia de materia orgánica, etc.
	SUCS	AAHSTO		
0.1	R	R		relleno compuesto por partículas de concreto, ladrillo, plásticos y basura.
1.4	GP - GM	A-1-a		Grava arenosa con presencia de raíces. Presenta bolonería hasta de 8 pulgadas. Presencia de grava mal graduada, arena y con finos. Partículas redondeadas y sub-redondeadas. Sin plasticidad, consistencia dura, estado húmedo y color marrón oscuro

○

○ **CALICATA 04:**

Esta calicata se encuentra en la calle Bancharo Rossi con Avenida El Milagro y cuenta con una representación visual de dos estratos el primer estrato tiene un espesor de 10 cm y cuenta con una conformación de tierra, conglomerados, partículas de cemento, residuos plásticos entre otros y el segundo estrato tiene un espesor con relación a la profundidad de calicata tiene 1.40 m y cuenta con una clasificación GP según SUCS y A-1-a según AAHSTO siendo una grava mal graduada, mezcladas gravas-arenas pocos finos o sin finos.

Tabla 16: Perfil estratigráfico C-04

Profundidad D(m)	Clasificación		Gráficos	Descripción y clasificación del material: Color, humedad, plasticidad, estado natural, forma de las partículas, tamaño máximo, presencia de materia orgánica, etc.
	SUCS	AAHSTO		
0.1	R	R		relleno compuesto por partículas de concreto, ladrillo, plásticos y basura.
1.4	GP	A-1-a		Grava arenosa con presencia de raíces. Presenta boloneria hasta de 8 pulgadas. Presencia de grava mal graduada, arena y pocos finos o sin finos. Partículas redondeadas y sub-redondeadas. Sin plasticidad, consistencia dura, estado húmedo y color marrón oscuro

○ **CALICATA 05:**

Esta calicata se encuentra en la calle Ciro Alegría con Avenida El Milagro y cuenta con una representación visual de dos estratos el primer estrato tiene un espesor de 15 cm y cuenta con una conformación de tierra, conglomerados, partículas de cemento, residuos plásticos entre otros y el segundo estrato tiene un espesor con relación a la profundidad de calicata tiene 1.35 m y cuenta con una clasificación GM según SUCS y A-1-b según AAHSTO siendo una grava limosa, mezclas de grava-arena-limo.

Tabla 17: Perfil estratigráfico C-05

Profundidad D(m)	Clasificación		Gráficos	Descripción y clasificación del material: Color, humedad, plasticidad, estado natural, forma de las partículas, tamaño máximo, presencia de materia orgánica , etc.
	SUCS	AAHSTO		
0.15	R	R		relleno compuesto por partículas de concreto, ladrillo, plásticos y basura.
1.35	GM	A-1-b		Grava limosa con presencia de raíces. Presenta bolonería hasta de 6 pulgadas. Presencia de grava, arena y finos. Partículas redondeadas y sub-redondeadas. Sin plasticidad, consistencia dura, estado húmedo y color marrón oscuro

Ensayos de laboratorio:

 ➤ **Análisis granulométrico por tamizado C-01:**

Tabla 18: Análisis granulométrico C-01

PROGRESIVA		CAL N° 01		
SONAJE		C-01		
MUESTRA		M-01		
ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO (ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)				
	Abertura (")	Abertura (mm)	Ret. (%)	Pasa (%)
	3"	76.200	0	100
	2 1/2"	63.500	0	100
	2"	50.800	0	100
	1 1/2 "	38.100	13	87
	1"	25.400	12	75
	3/4"	19.100	15	60
	1/2"	12.700	12	48
	3/8"	9.520	8	40
	1/4"	6.350	10	30
	N° 4	4.760	7	23
	N° 6	3.360	4	19
	N° 8	2.380	2	17
	N° 10	2.000	1	16
	N° 16	1.190	1	15
	N° 20	0.840	1	14
	N° 30	0.590	1	13
	N° 40	0.420	2	11
	N° 50	0.297	1	10
	N° 80	0.177	1	9
	N° 100	0.149	3	6
	N° 200	0.074	2	4
	FONDO	-	4	0
	ERROR	(%)	5.00	
	Limite Liquido (LL)	(%)		0.00
	Limite Plástico (LP)	(%)		0.00
	Índice Plástico (IP)	(%)		0.00
	Clasificación (S.U.C.S)			GP
	Clasificación (AASHTO)			A-1-a
	Índice de grupo			0.00

 ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO VS
 PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)

Como se aprecia en el análisis granulométrico el material existente en la zona tiene una clasificación tipo SUCS de GP siendo gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos y por clasificación AASHTO A-1-a siendo cantos, grava y arena.

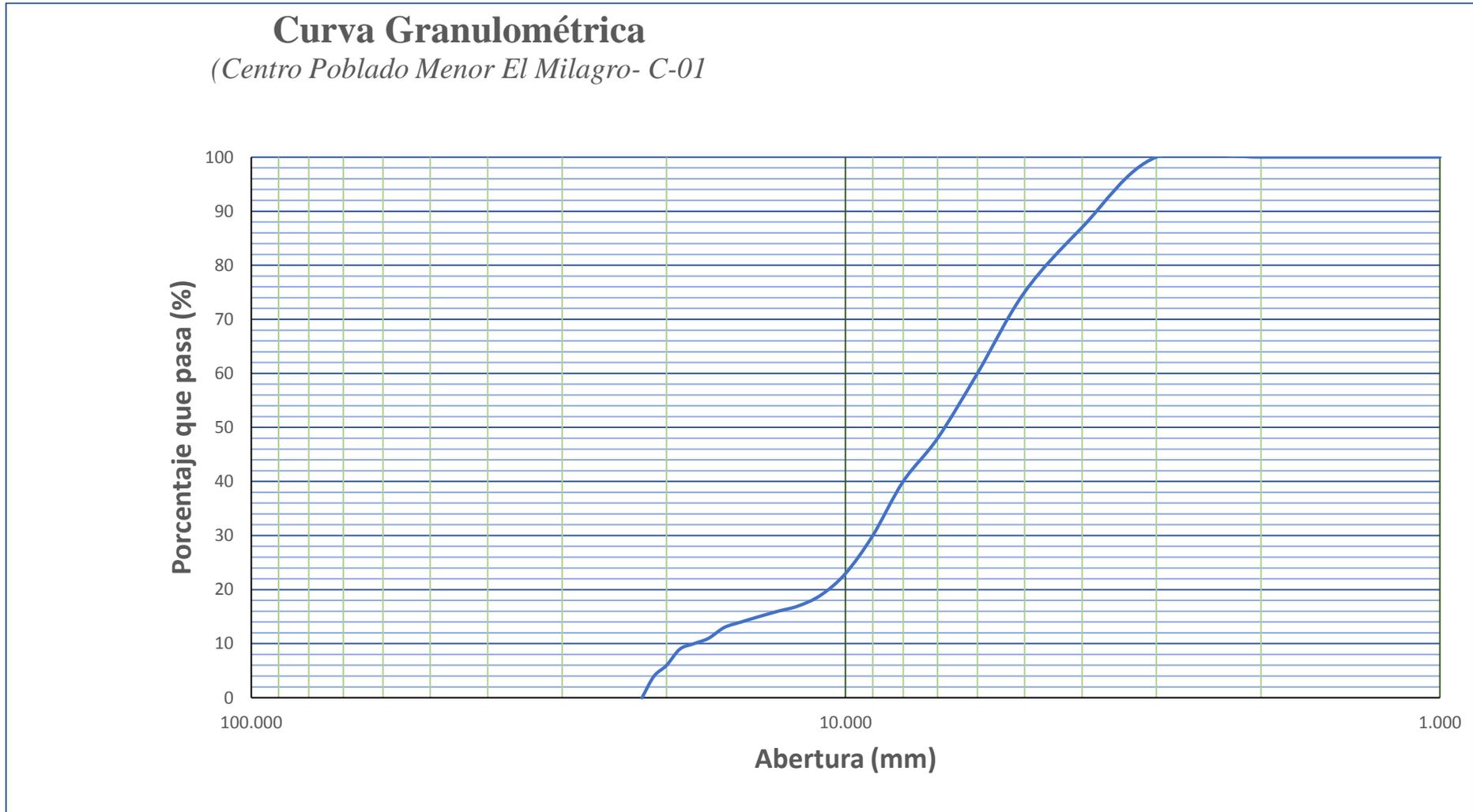


Figura 1: Curva granulométrica C-01

Tabla 19: Analisis Granulométrico C-2

PROGRESIVA		CAL N° 02		
SONAJE		C-02		
MUESTRA		M-02		
ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO (ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)				
	Abertura (")	Abertura (mm)	Ret (%)	Pasa (%)
ANALIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO VS PORCENTAJE A CUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	0	100
	2 1/2"	63.500	0	100
	2"	50.800	0	100
	1 1/2 "	38.100	11	89
	1"	25.400	13	76
	3/4"	19.100	10	66
	1/2"	12.700	14	52
	3/8"	9.520	17	35
	1/4"	6.350	9	26
	N° 4	4.760	8	18
	N° 6	3.360	3	15
	N° 8	2.380	2	13
	N° 10	2.000	1	12
	N° 16	1.190	1	11
	N° 20	0.840	1	10
	N° 30	0.590	1	9
	N° 40	0.420	1	8
	N° 50	0.297	1	7
	N° 80	0.177	1	6
	N° 100	0.149	2	4
N° 200	0.074	1	3	
FONDO	-	3	0	
ERROR		(%)	5.00	
Limite Liquido (LL)		(%)		0.00
Limite Plástico (LP)		(%)		0.00
Índice Plástico (IP)		(%)		0.00
Clasificación (S.U.C.S)				GP
Clasificación (AASHTO)				A-1-a
Índice de grupo				0.00

Como se aprecia en el análisis granulométrico el material existente en la zona tiene una clasificación tipo SUCS de GP siendo gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos y por clasificación AASHTO A-1-a siendo cantos, grava y arena.

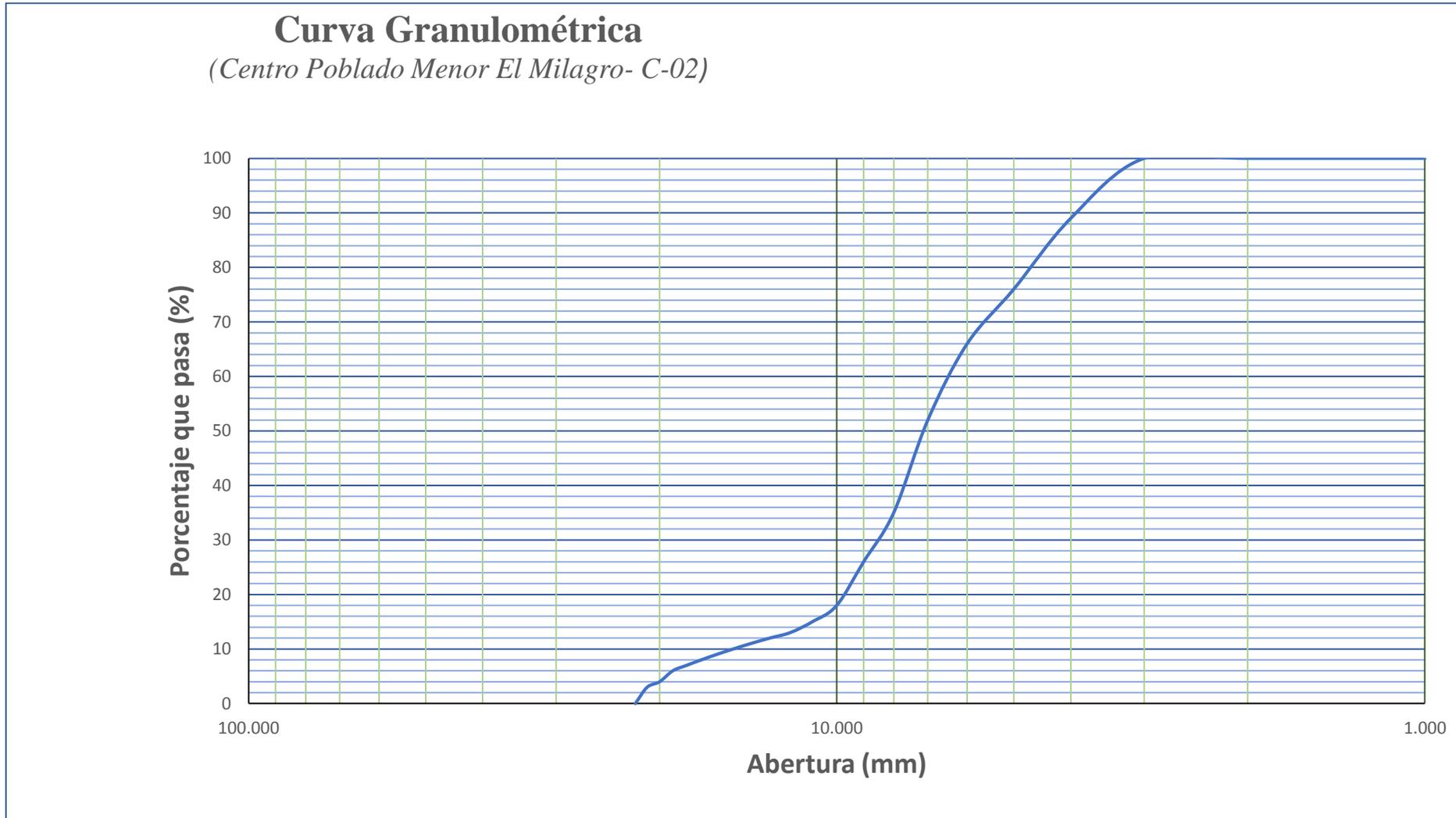


Figura 2: Curva granulométrica C-02

Tabla 20: Análisis Granulométrico C-3

PROGRESIVA		CAL N° 03		
SONAJE		C-03		
MUESTRA		M-03		
ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO (ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)				
	Abertura (")	Abertura (mm)	Ret (%)	Pasa (%)
ANALIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO VS PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	0	100
	2 1/2"	63.500	0	100
	2"	50.800	0	100
	1 1/2 "	38.100	10	90
	1"	25.400	15	75
	3/4"	19.100	11	64
	1/2"	12.700	12	52
	3/8"	9.520	10	42
	1/4"	6.350	7	35
	N° 4	4.760	6	29
	N° 6	3.360	5	24
	N° 8	2.380	4	20
	N° 10	2.000	3	17
	N° 16	1.190	2	15
	N° 20	0.840	1	14
	N° 30	0.590	1	13
	N° 40	0.420	1	12
	N° 50	0.297	1	11
	N° 80	0.177	1	10
N° 100	0.149	2	8	
N° 200	0.074	1	7	
FONDO	-	7	0	
ERROR	(%)	5.00		
Limite Liquido (LL)	(%)		0.00	
Limite Plástico (LP)	(%)		0.00	
Índice Plástico (IP)	(%)		0.00	
Clasificación (S.U.C.S)			GP-GM	
Clasificación (AASHTO)			A-1-a	
Índice de grupo			0.00	

Como se aprecia en el análisis granulométrico el material existente en la zona tiene una clasificación tipo SUCS de GP-GM siendo gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con presencia de limos y por clasificación AASHTO A-1-a siendo cantos, grava y arena.

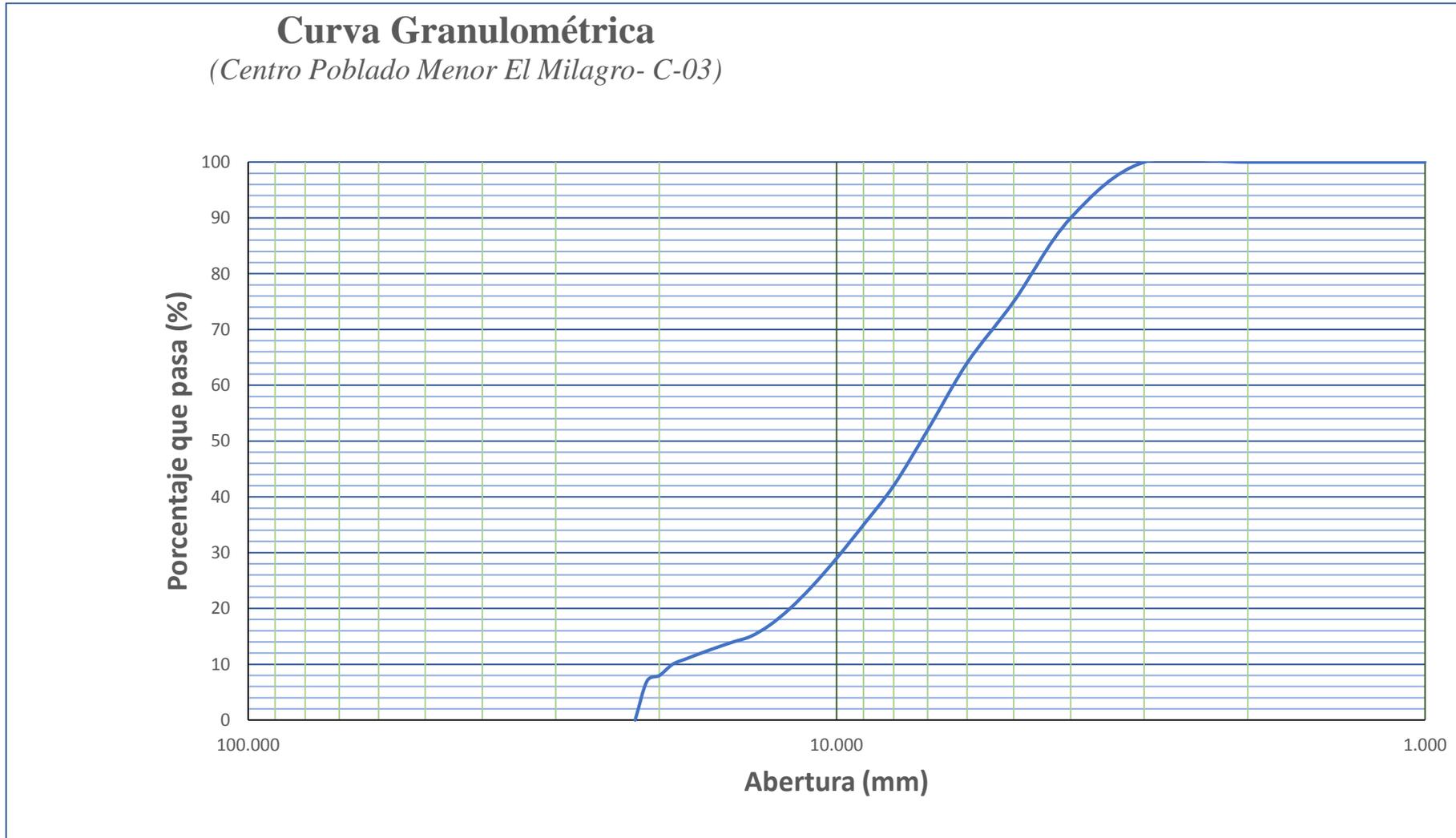


Figura 3: Curva granulométrica C-03

Tabla 21: Análisis granulométrico por tamizado C-04

DATOS DE MUESTRAS				
Tipo	CALICATA			
Nombre	C-04			
Tesista:	Brian Valera			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Numero de tara.	(g)	-		
Peso de tara.	(g)	-		
Peso de tara + suelo húmedo.	(g)	5416.00		
Peso de tara+ suelo seco.	(g)	5070.00		
ANALISIS GRANULOMETRICOS POR TAMIZADO				
Peso de tara + suelo seco.	(g)	5070.00		
Peso de tara + suelo lavado.	(g)	5070.00		
	Abertura (")	Abertura (mm)	Ret	Pasa (%)
ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO VS PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	0.00	100
	2"	50.800	0.00	100
	1 ½"	38.100	183.00	96.4
	1"	25.400	874.00	79.2
	¾"	19.100	480.00	69.7
	½"	12.700	120.00	67.3
	3/8"	9.520	1280.00	42.1
	Nº4	4.760	538.00	31.5
	Nº8	2.380	338.00	24.8
	Nº10	2.000	147.00	21.9
	Nº16	1.190	148.00	19.0
	Nº20	0.840	69.00	17.6
	Nº30	0.590	73.00	16.2
	Nº40	0.420	163.00	13.0
	Nº50	0.297	231.00	8.4
	Nº80	0.177	50.00	7.4
	Nº100	0.149	317.00	1.2
Nº200	0.074	55.00	0.1	
Fondo			4.00	0
Contenido de humedad	(g)	6.8		
Limite liquido	(g)			
Limite plástico.	(g)			
Clasificación (SUCS)	GP			
Clasificación (AASHTO)	A-1-a			

Como se aprecia en el análisis granulométrico el material existente en la zona tiene una clasificación tipo SUCS de GP siendo gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos y por clasificación AASHTO A-1-a siendo cantos, grava y arena.

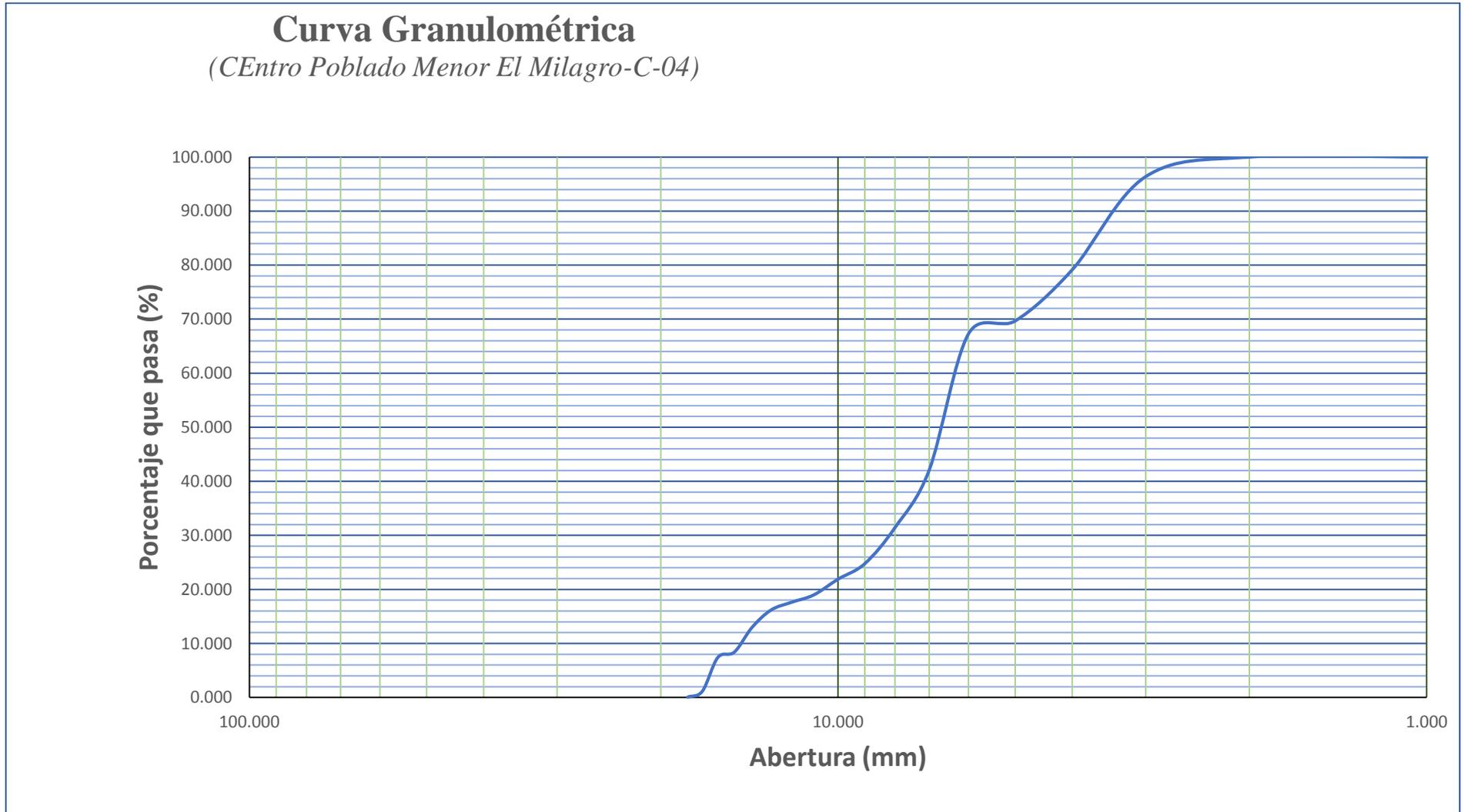


Figura 4: Curva granulométrica para C-04

Tabla 22: Analisis granulométrico por tamizado C-05

DATOS DE MUESTRAS				
Tipo	CALICATA			
Nombre	C-05			
Tesista:	Brian Valera			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
Numero de tara.	(g)	-		
Peso de tara.	(g)	-		
Peso de tara + suelo húmedo.	(g)	5560.00		
Peso de tara+ suelo seco.	(g)	5112.00		
ANALISIS GRANULOMETRICOS POR TAMIZADO				
Peso de tara + suelo seco.	(g)	5112.00		
Peso de tara + suelo lavado.	(g)	5112.00		
	Abertura (")	Abertura (mm)	Ret	Pasa (%)
ANALISIS GRANULOMETRICA POR TAMIZADO VS PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	0.00	100
	2"	50.800	424.00	91.7
	1 ½"	38.100	315.00	85.5
	1"	25.400	368.00	78.3
	¾"	19.100	289.00	72.7
	½"	12.700	447.00	63.9
	3/8"	9.520	223.00	59.6
	N°4	4.760	463.00	50.5
	N°8	2.380	290.40	44.8
	N°10	2.000	78.70	43.3
	N°16	1.190	100.00	41.4
	N°20	0.840	133.30	38.7
	N°30	0.590	268.90	33.5
	N°40	0.420	131.80	30.9
	N°50	0.297	100.00	28.9
	N°80	0.177	55.10	27.9
	N°100	0.149	297.40	22.1
	N°200	0.074	240.30	17.4
	Fondo		887.10	0
Contenido de humedad	(g)	17.0		
Limite liquido	(g)	-		
Limite plástico.	(g)	-		
Clasificación (SUCS)	GM			
Clasificación (AASHTO)	A-1-a			

Como se aprecia en el análisis granulométrico el material existente en la zona tiene una clasificación tipo SUCS de GM siendo gravas limosas, mezclas de grava y arena y limo y por la clasificación tipo AASHTO es A-1-A siendo cantos, gravas y arena.

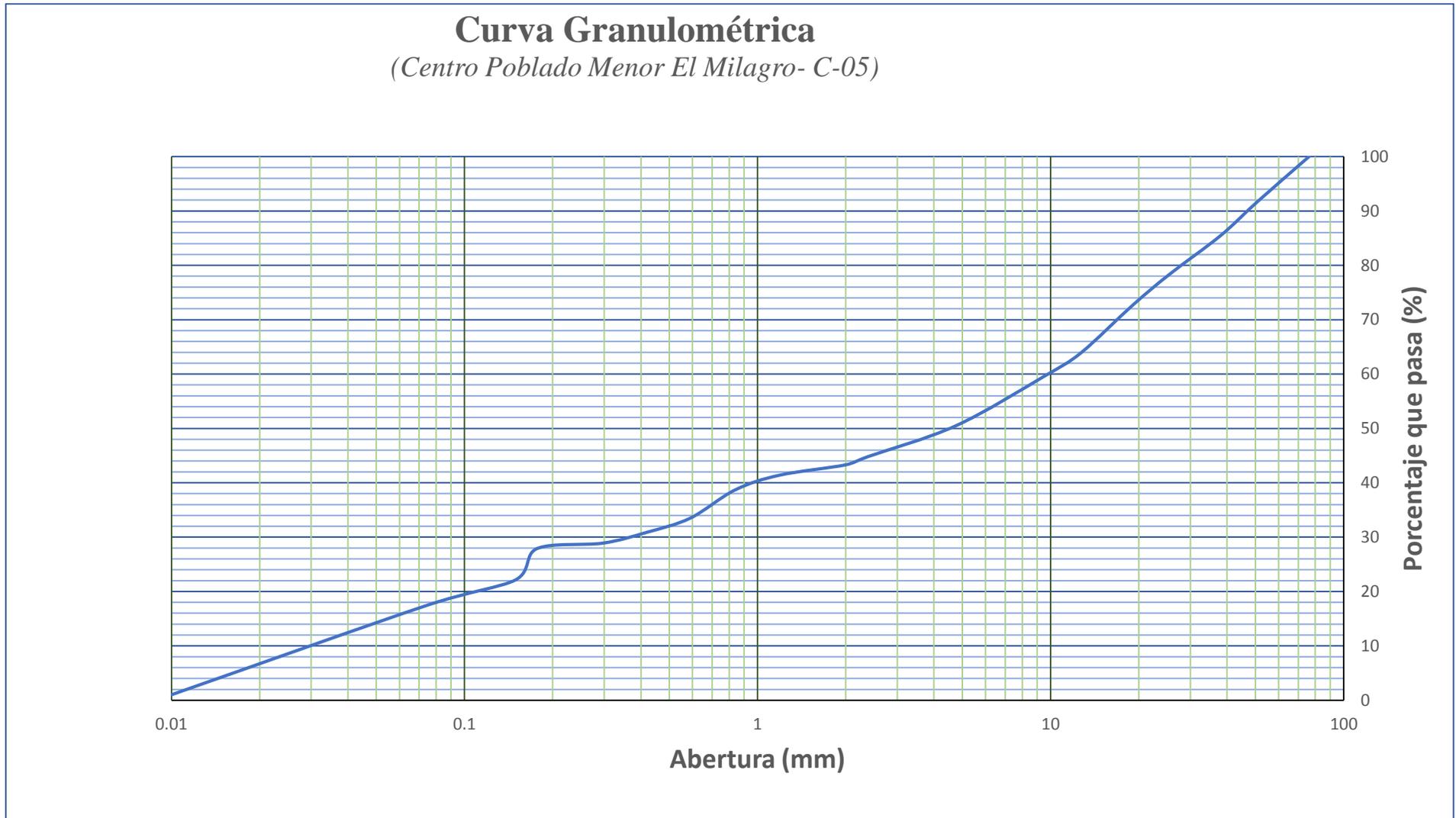


Figura 5: Curva granulométrica para C-05

Pruebas de compactación

➤ Proctor modificado (AASHTO T-180D- ASTM D1557) C-01

Tabla 23: Ensayo de Compactación con Proctor Modificado C-01

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10590	10855	10940	10830
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4250	4515	4600	4490
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.00	2.13	2.17	2.12
contenido de humedad promedio	%	4.53	6.38	8.70	10.70
densidad seca	gr/cm ³	1.92	2.00	2.00	1.91
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	287	282	276	271
peso del agua	gr.	13	18	24	29
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	287.00	282.00	276.00	271.00
contenido de humedad	%	4.53	6.38	8.70	10.70
densidad seca	gr/cm³	1.917	2.001	1.995	1.912

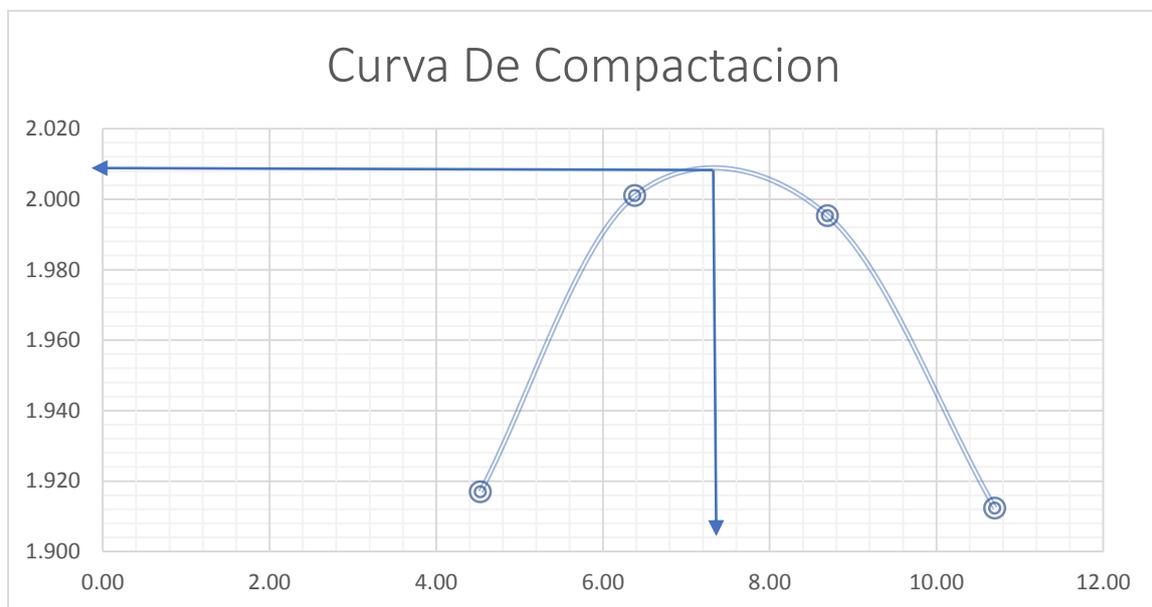


Figura 6: Curva de Densidad vs Contenido de humedad optimo C-01

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) en la Calicata 01 nos indica que con una humedad optima de 7.30% se logra una máxima densidad seca de 2.010 gr/cm³.

Tabla 24: Prueba de compactación Proctor modificado C-2

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10510	10840	10965	10910
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4170	4500	4625	4570
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad humedad	gr/cm ³	1.97	2.12	2.18	2.15
contenido de humedad promedio	%	3.45	5.26	7.91	9.89
densidad seca	gr/cm ³	1.90	2.02	2.02	1.96
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	290	285	278	273
peso del agua	gr.	10	15	22	27
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	290.00	285.00	278.00	273.00
contenido de humedad	%	3.45	5.26	7.91	9.89
densidad seca	gr/cm³	1.901	2.016	2.021	1.961

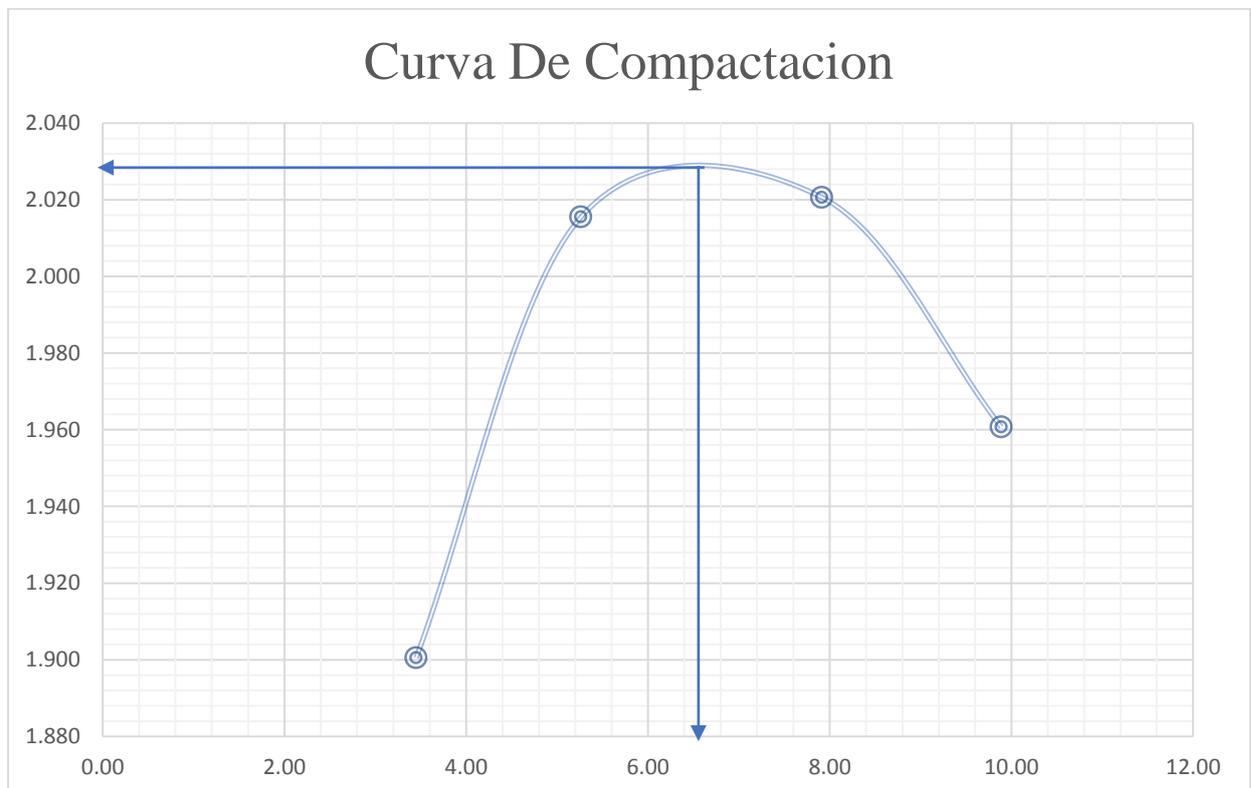


Figura 7: Curva de Densidad vs contenido de humedad óptimo C-02

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) en la Calicata 02 nos indica que con una humedad óptima de 6.50% se logra una máxima densidad seca de 2.030 gr/cm³.

Tabla 25: Prueba de compactación Proctor Modificado C-03

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10710	10990	11040	10930
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4370	4650	4700	4590
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.06	2.19	2.22	2.16
contenido de humedad promedio	%	5.12	7.26	9.09	11.73
densidad seca	gr/cm ³	1.96	2.04	2.03	1.94
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	285.4	279.7	275	268.5
peso del agua	gr.	14.6	20.3	25	31.5
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	285.40	279.70	275.00	268.50
contenido de humedad	%	5.12	7.26	9.09	11.73
densidad seca	gr/cm³	1.960	2.044	2.031	1.937

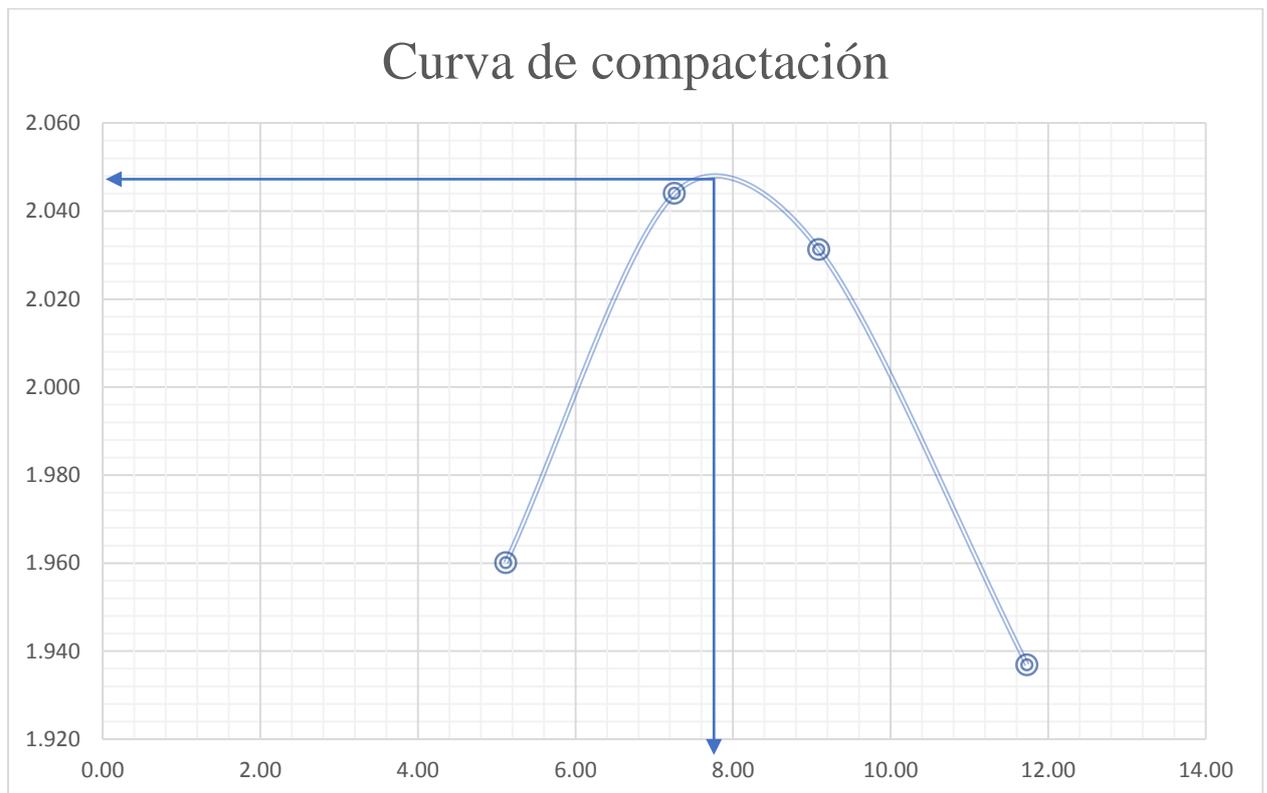


Figura 8: Curva de densidad vs Contenido de humedad óptima C-03

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) en la Calicata 03 nos indica que con una humedad óptima de 7.90% se logra una máxima densidad seca de 2.050 gr/cm³.

Tabla 26: Ensayo de Compactación con Proctor modificado para C-04

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	7950	8098	8288	8220
peso del molde	gr.	4166	4166	4166	4166
peso suelo húmedo compactado	gr.	3784	3932	4122	4054
volumen molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
densidad húmeda	gr/cm ³	1.87	1.94	2.04	2.00
contenido de humedad promedio	%	5.73	7.06	9.44	11.77
densidad seca	gr/cm ³	1.77	1.82	1.86	1.79
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		1	2	3	4
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	198.6	202.8	205.1	189.6
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	190	192	191.3	175
peso del agua	gr.	8.6	10.8	13.8	14.6
peso del recipiente	gr.	39.95	39.1	45.05	50.95
peso del suelo seco	gr.	150.05	152.90	146.25	124.05
contenido de humedad	%	5.73	7.06	9.44	11.77
densidad seca	gr/cm³	1.77	1.82	1.86	1.79

Fuente: Elaboración propia

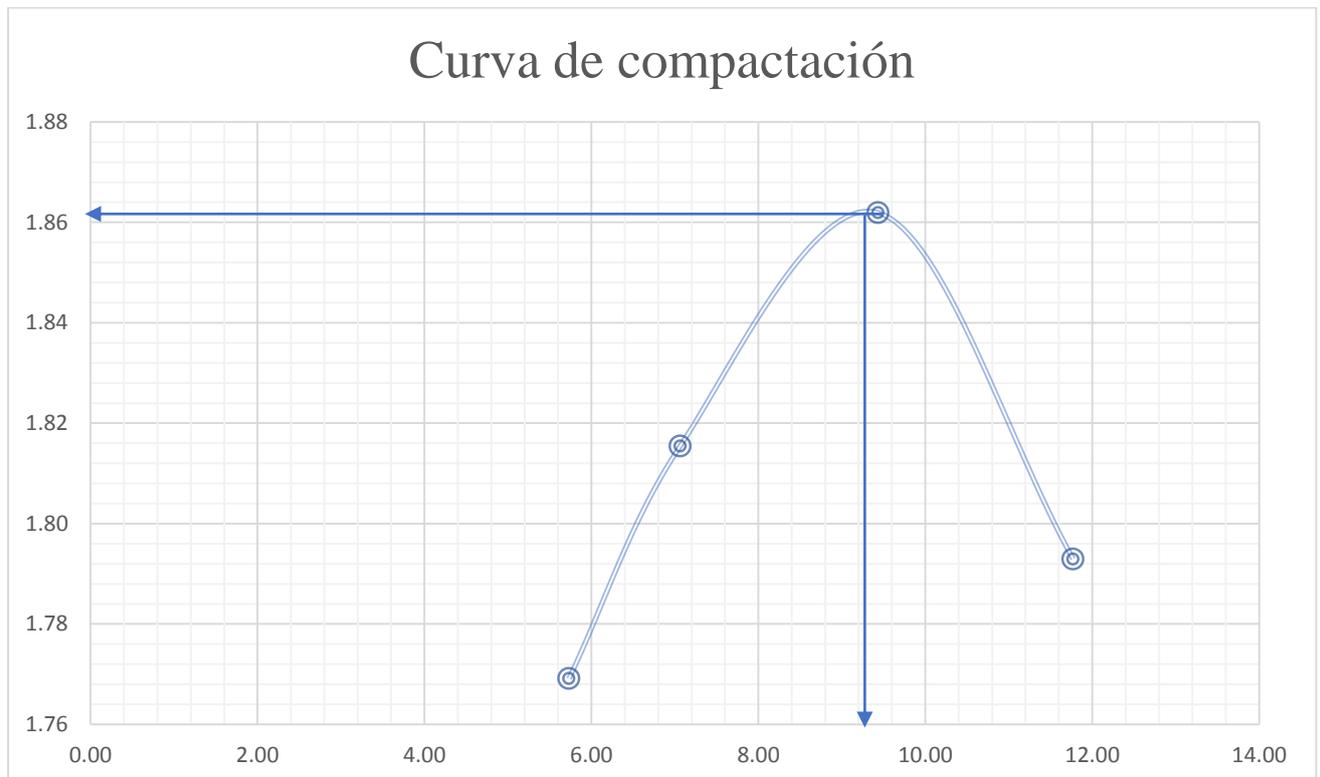


Figura 9: Curva de Densidad vs Contenido de humedad óptima C-04

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) en la Calicata 04 nos indica que con una humedad óptima de 9.44% se logra una máxima densidad seca de 1.86 gr/cm³.

➤ **Proctor Modificado (AASHTO T-180D- ASTM D1557) - C-05**

Tabla 27: Ensayo de compactación con Proctor Modificado para C-05

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	7820	8000	8185	8120
peso del molde	gr.	4166	4166	4166	4166
peso suelo húmedo compactado	gr.	3654	3834	4019	3954
volumen molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
densidad húmeda	gr/cm ³	1.81	1.90	1.99	1.95
contenido de humedad promedio	%	6.38	7.86	9.89	13.19
densidad seca	gr/cm ³	1.70	1.76	1.81	1.73
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		7	2	5	6
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	368	218	289.5	271.5
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	348.3	205	268	244.7
peso del agua	gr.	19.7	13	21.5	26.8
peso del recipiente	gr.	39.3	39.6	50.5	41.5
peso del suelo seco	gr.	309.0	165.4	217.5	203.2
contenido de humedad	%	6.38	7.86	9.89	13.19
densidad seca	gr/cm³	1.698	1.757	1.808	1.727

Fuente: Elaboración propia

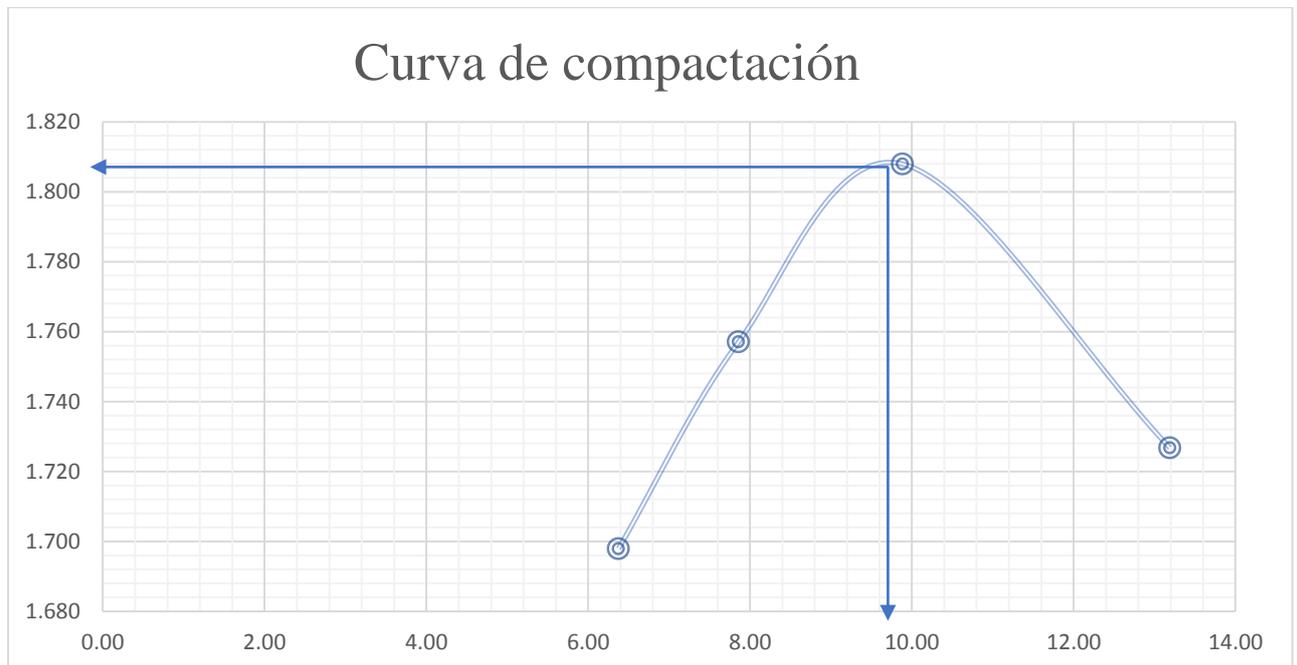


Figura 10: Gráfica para ensayo de Proctor modificado en C-05

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) en la Calicata 05 nos indica que con una humedad óptima de 9.9% se logra una máxima densidad seca de 1.808 gr/cm³.

➤ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) – C-01**

ASTM D-1883

Tabla 28: Resultados de CBR para C-01

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 28.86	0.2": 36.21
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 18.41	0.2": 25.67

Fuente: Elaboración propia

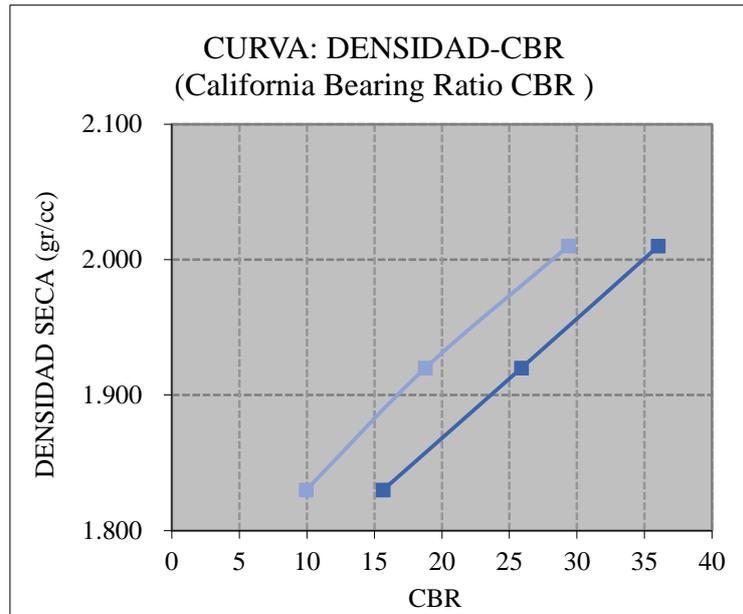
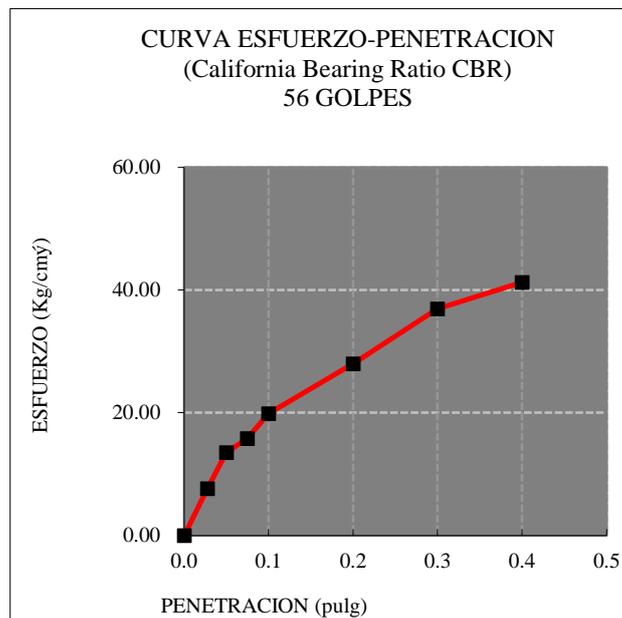


Figura 11: CBR C-01

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en la calicata 01 es de 18.41 al 95% y 28.86 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



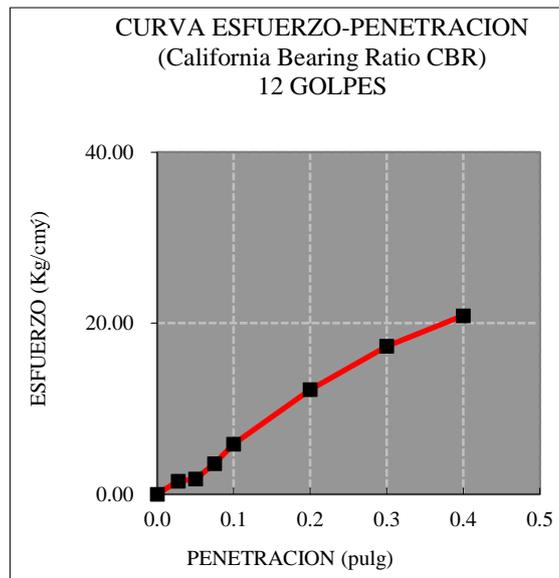
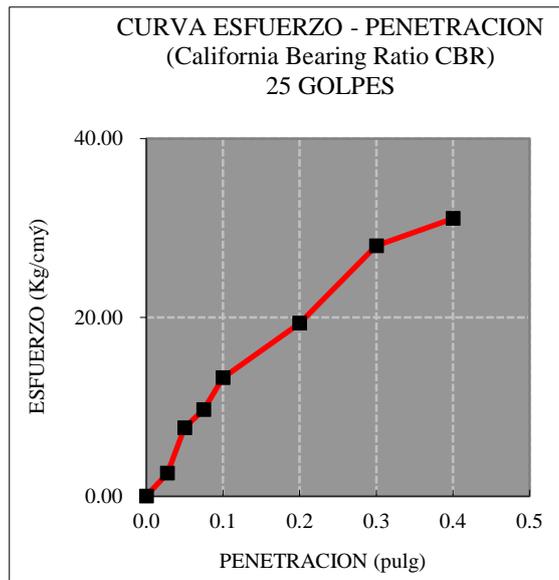


Figura 12: CBR de C-01 en 56, 25 y 12 golpes

Tabla 29: Resultados de CBR C-02

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 20.30	0.2": 26.65
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 13.12	0.2": 19.25

Fuente: Elaboración propia

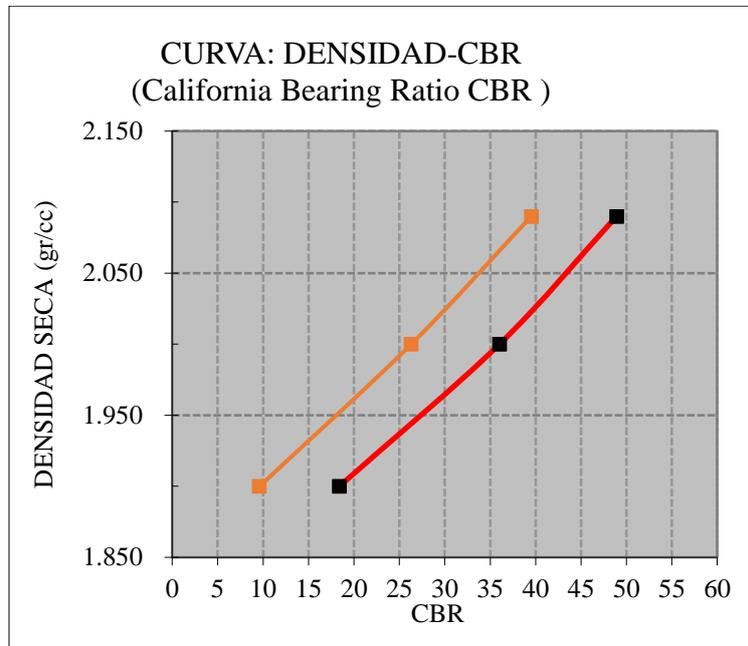
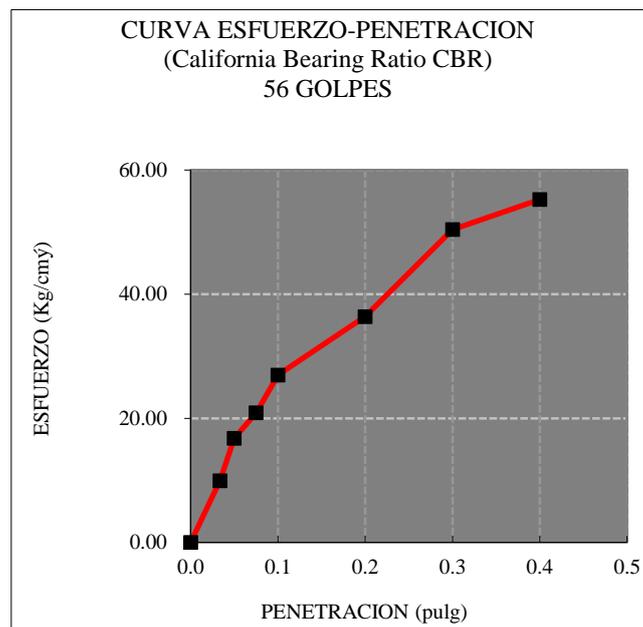


Figura 13: CBR C-02

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en la calicata 02 es de 13.12 al 95% y 20.30 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



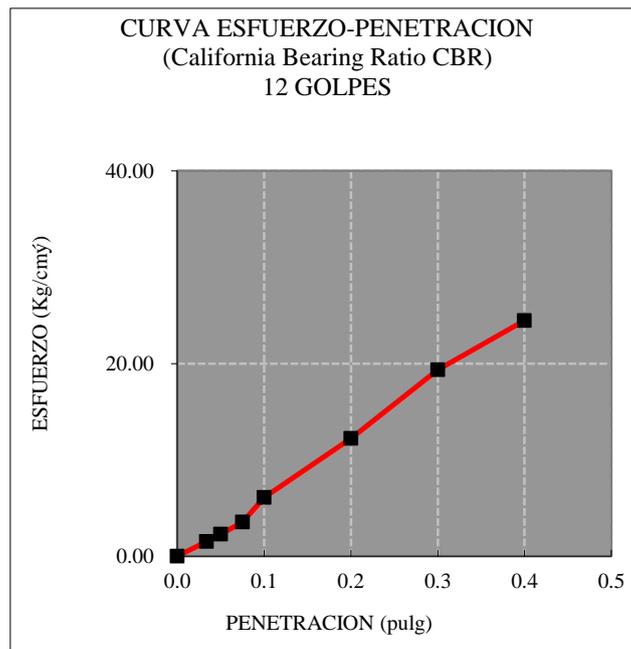
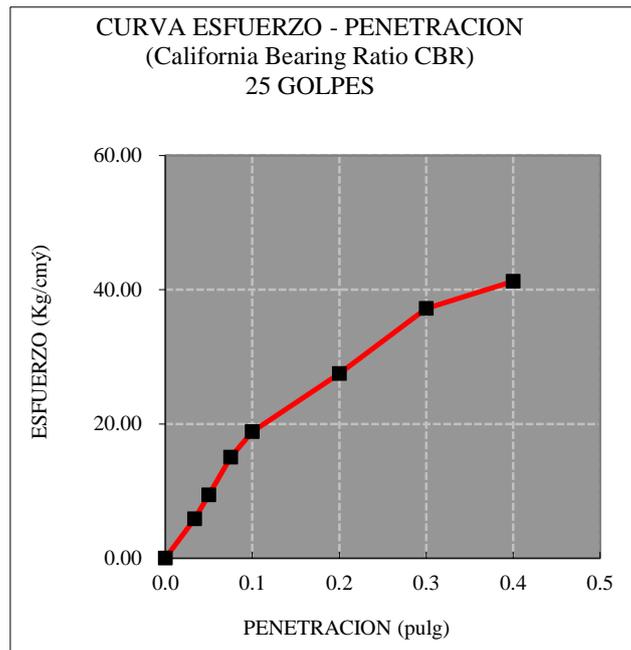


Figura 14: CBR en la C-02 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 30: Resultados de CBR C-03

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 30.41	0.2": 36.97
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 20.12	0.2": 28.35

Fuente: Elaboración propia

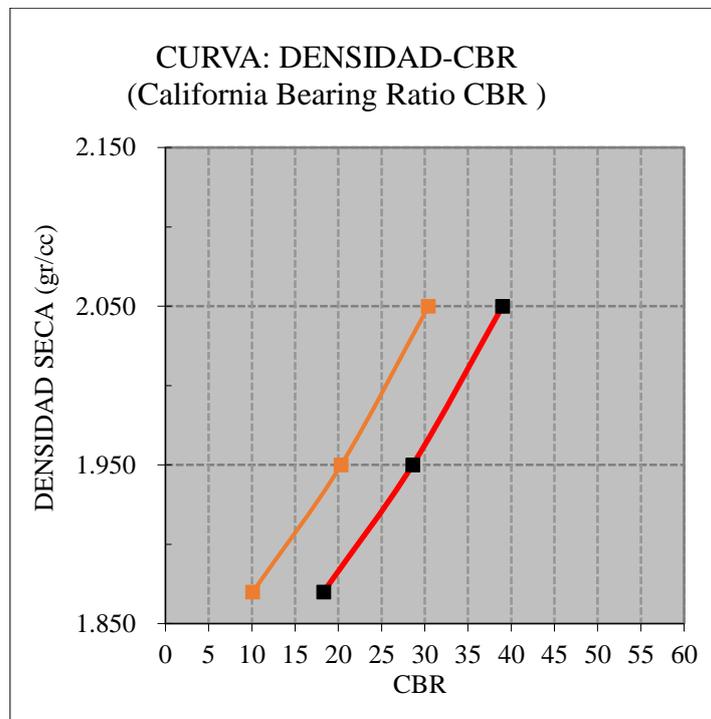
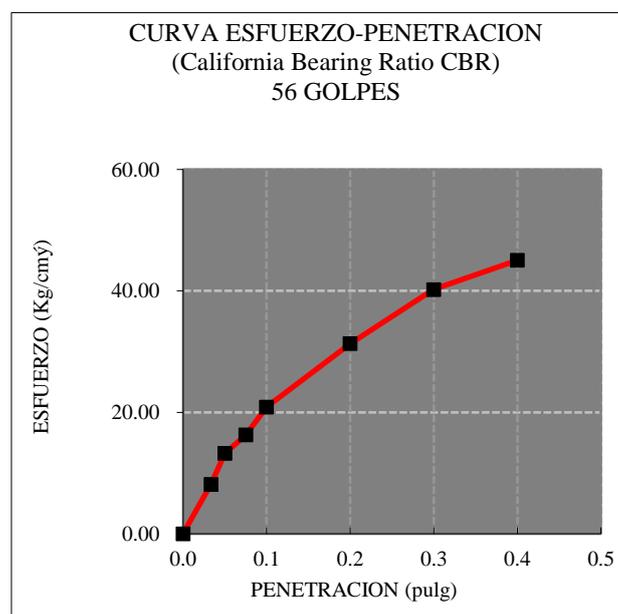


Figura 15: Curva CBR C-03

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en la calicata 03 es de 20.12 al 95% y 30.41 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



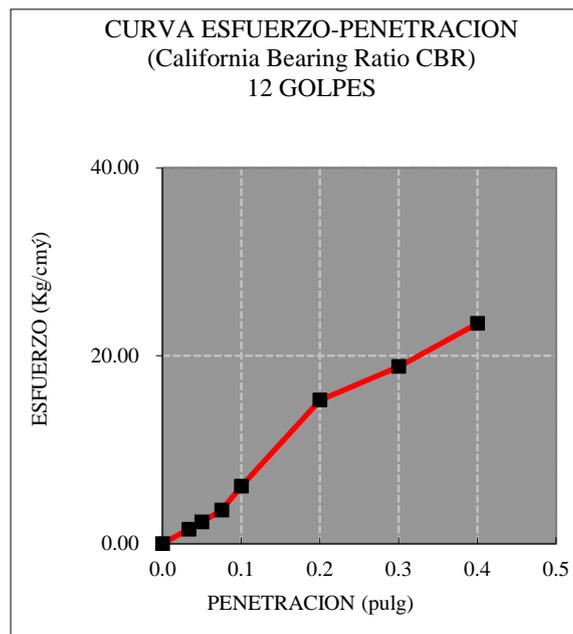
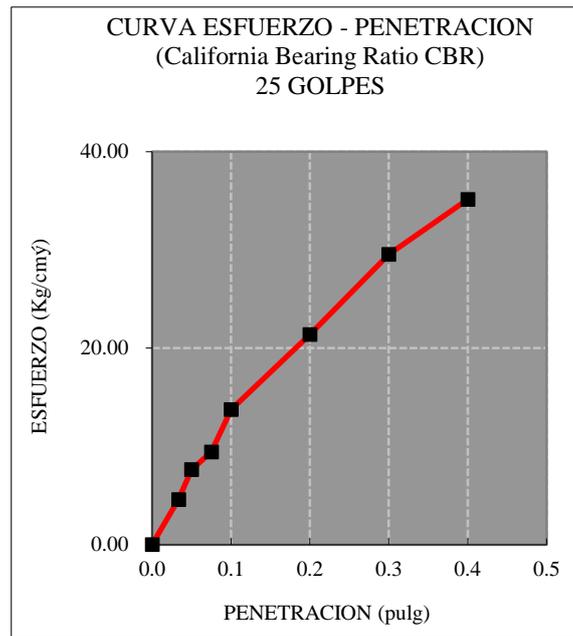


Figura 16: CBR a 56, 25, 12 golpes en Calicata 03

Tabla 31: Resultados de CBR para C-04

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 29.1	0.2": 29.8
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 14.1	0.2": 18.4

Fuente: Elaboración propia

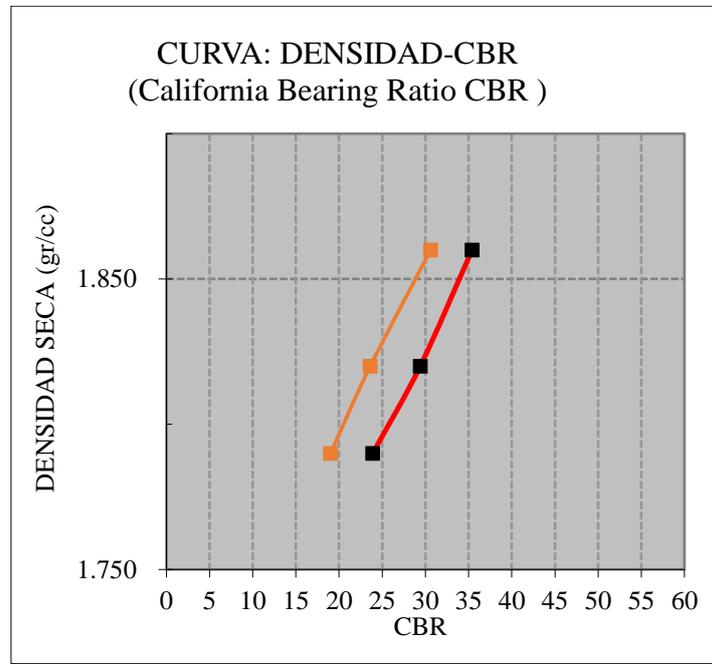
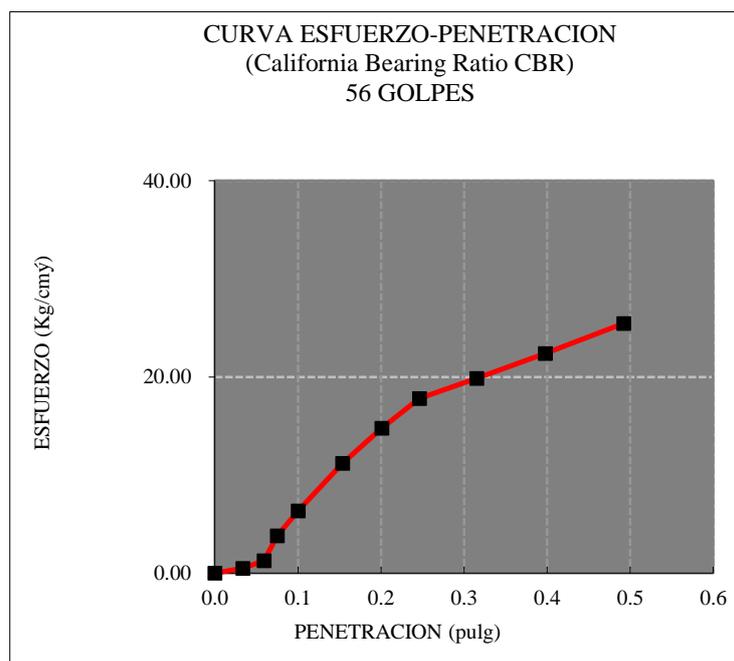


Figura 17: Curva CBR C-04

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en la calicata 04 es de 14.1 al 95% y 29.1 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



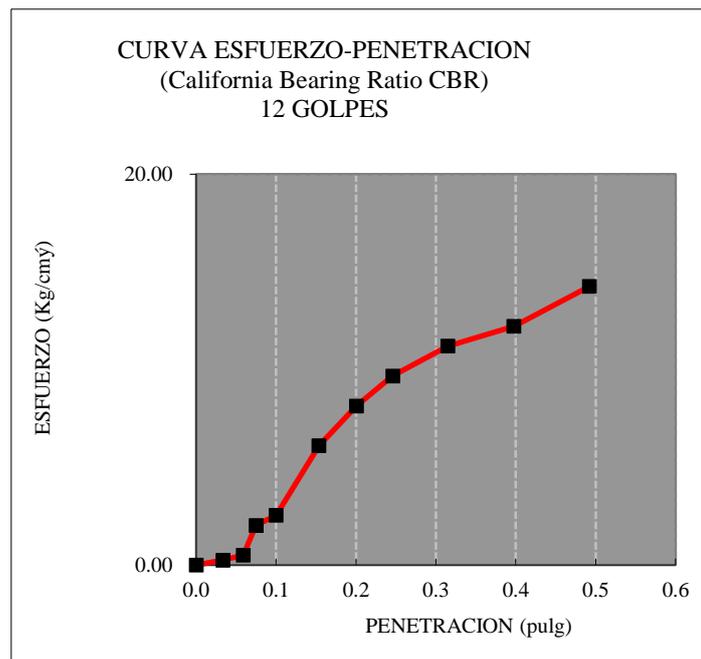
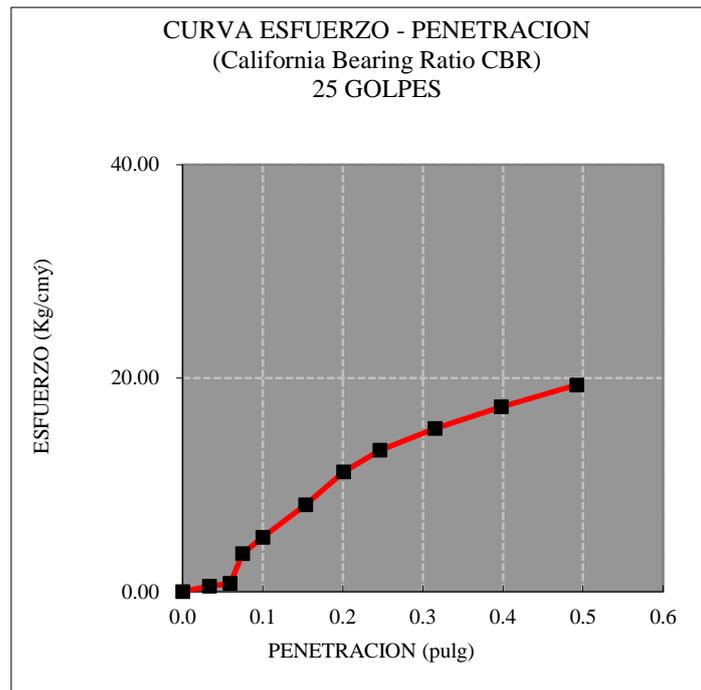


Figura 18: Grafica de ensayo CBR para 56, 25, 12 golpes en Calicata 04

Tabla 32: Resultados de CBR para C-05

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 18.9	0.2": 29.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 6.8	0.2": 15.4

Fuente: Elaboración propia

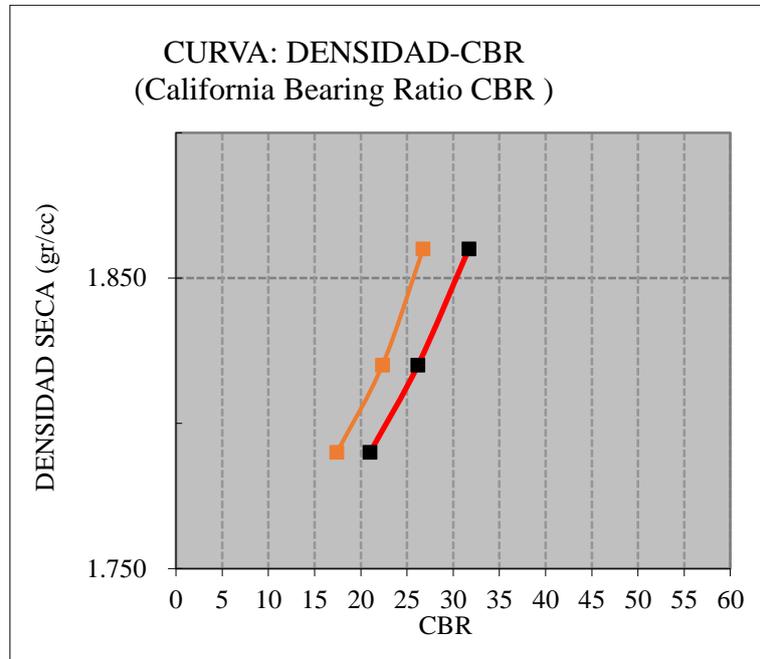
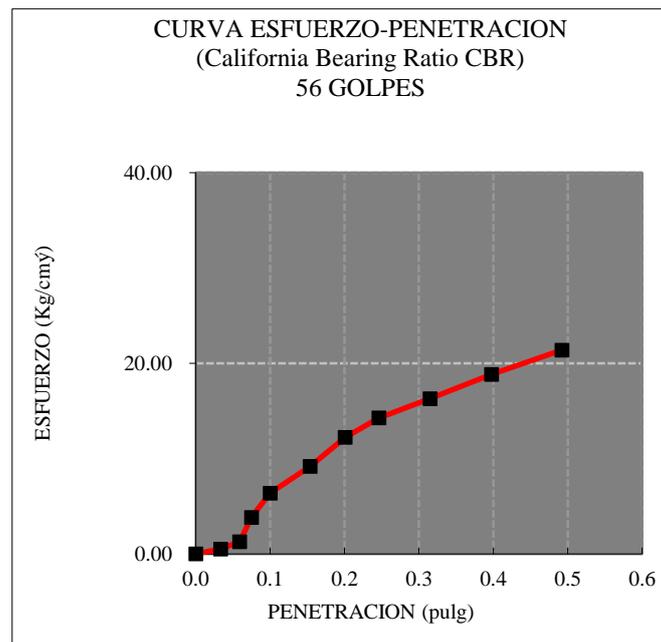


Figura 19: Curva CBR C-05

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en la calicata 05 es de 6.8 al 95% y 18.9 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



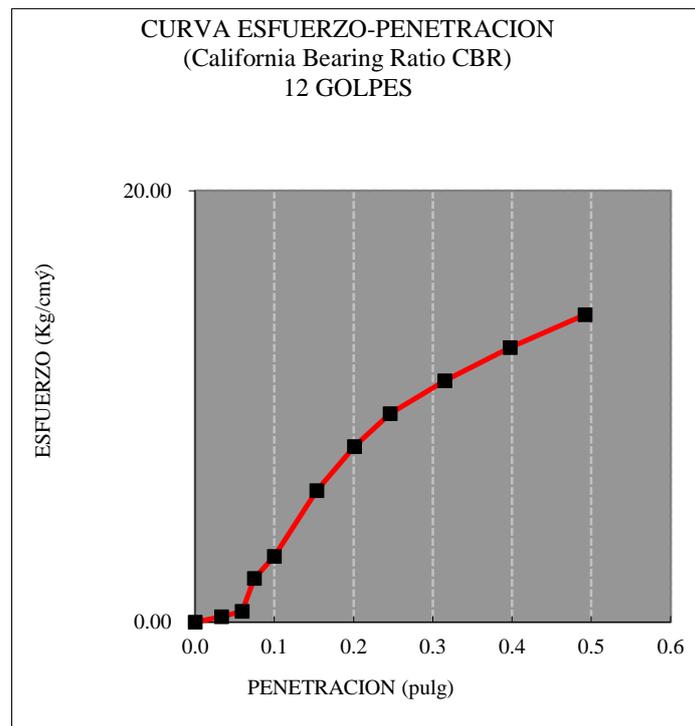
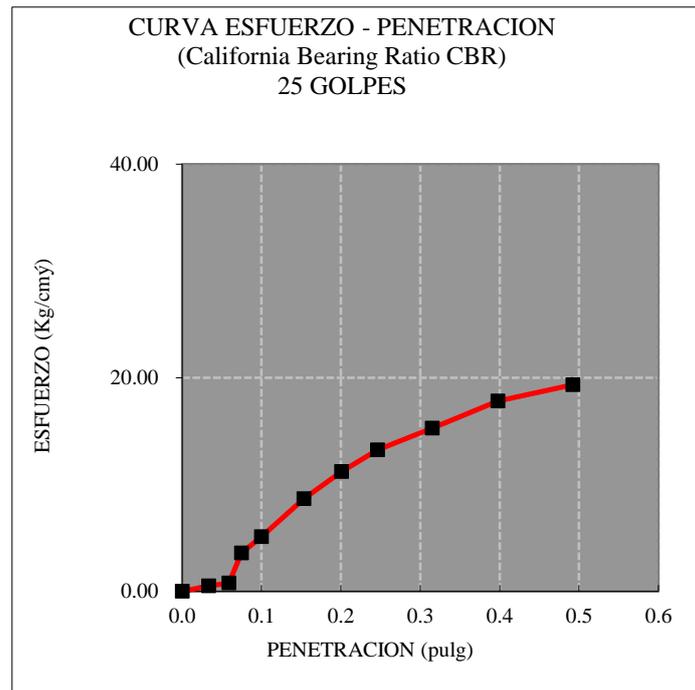


Figura 20: grafica de Ensayo de CBR para 56, 25, 12 golpes en calicata 05

- **Ensayos para el suelo con 01% de cloruro de magnesio**
 - **Prueba de compactación**
 - **Proctor modificado (AASHTO T-180D- ASTM D1557)**

Tabla 33: Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl₂ C-01

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10650	11050	11115	11030
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4310	4710	4775	4690
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad humedad	gr/cm ³	2.03	2.22	2.25	2.21
contenido de humedad promedio	%	4.17	6.76	9.09	11.52
densidad seca	gr/cm ³	1.95	2.08	2.06	1.98
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	288	281	275	269
peso del agua	gr.	12	19	25	31
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	288.0	281.0	275.0	269.0
contenido de humedad	%	4.17	6.76	9.09	11.52
densidad seca	gr/cm³	1.951	2.080	2.064	1.983

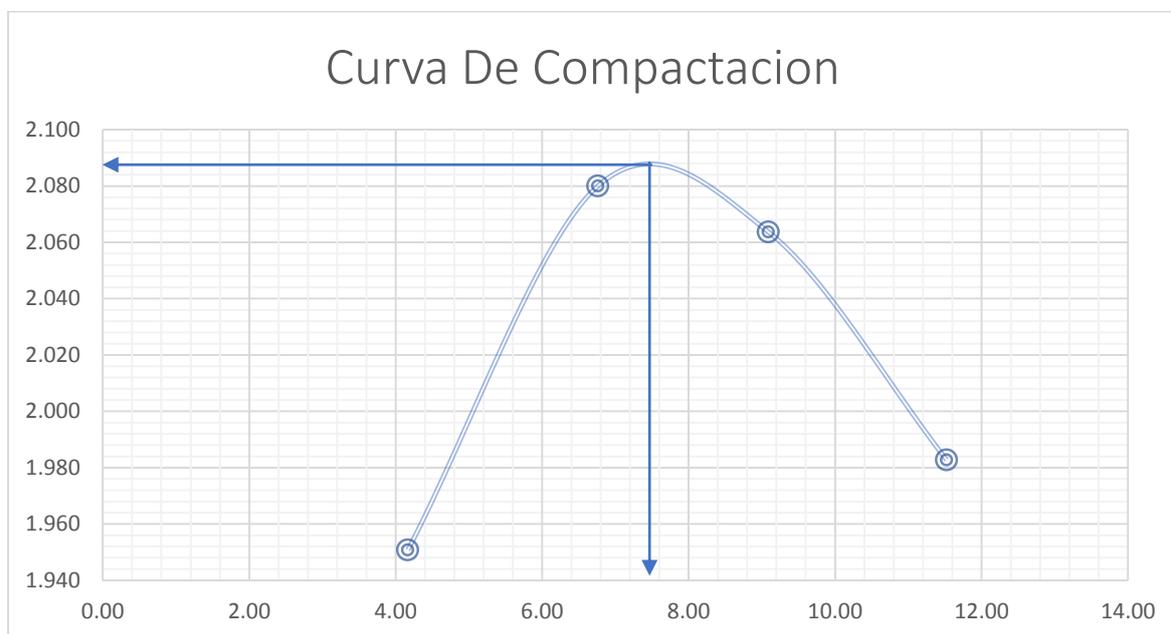


Figura 21: Curva de Densidad vs Contenido de humedad optimo 1% MgCl₂ C-01

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 1% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad optima de 7.50% se logra una máxima densidad seca de 2.090 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 1%**

ASTM D-1883

Tabla 34: Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-01

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 39.48	0.2": 48.92
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 24.43	0.2": 33.77

Fuente: Elaboración propia

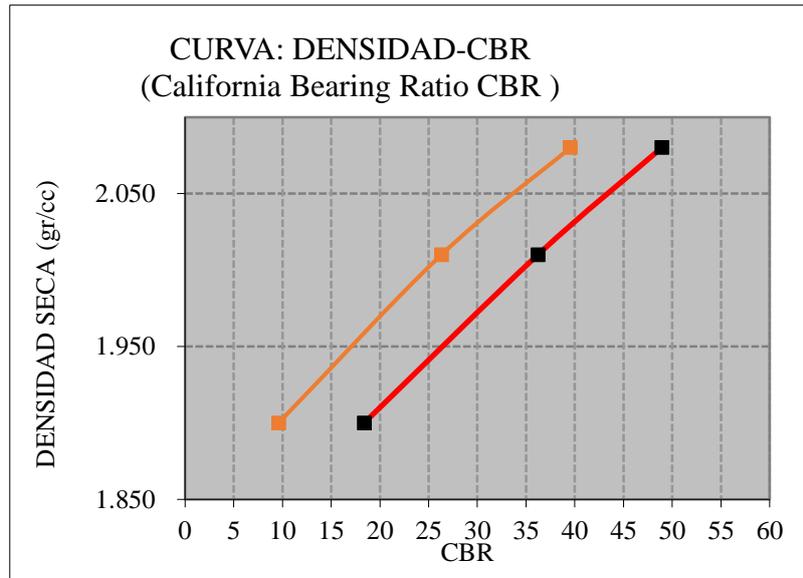
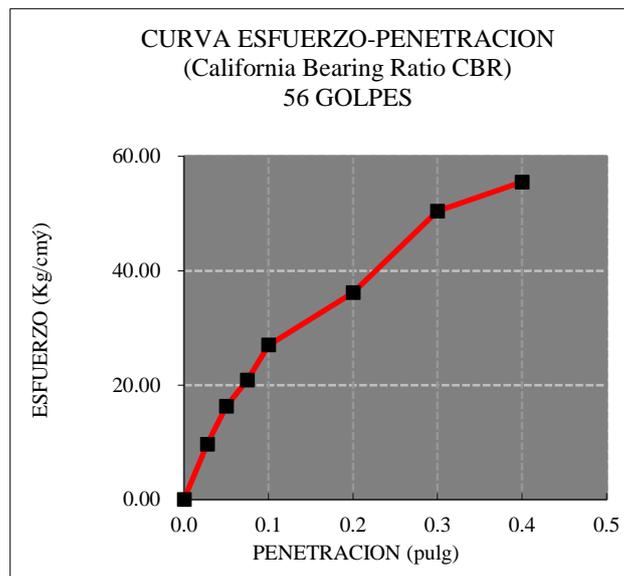


Figura 22: Curva CBR para 1% MgCl₂ en C-01

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en el suelo seleccionado es de 24.43 al 95% y 39.48 al 100% a 0.1" de penetración utilizando el cloruro de magnesio al 1% y la máxima densidad seca y contenido de humedad en la Calicata 01.



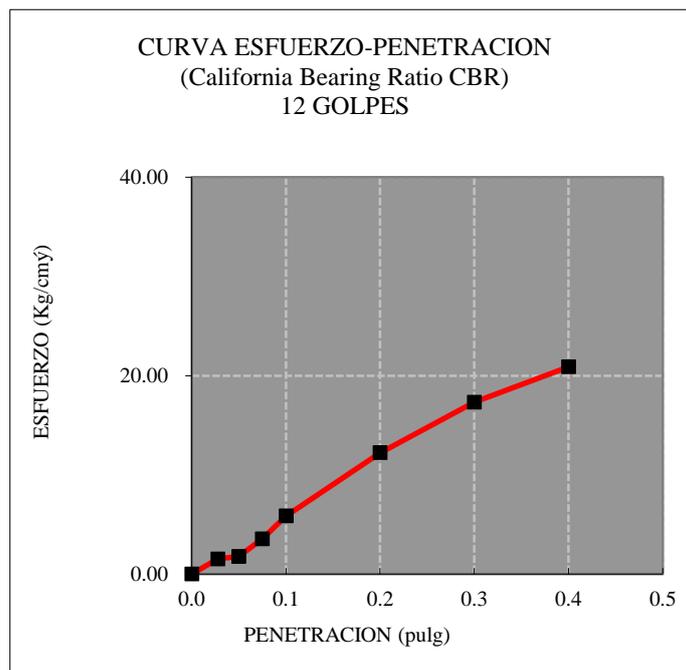
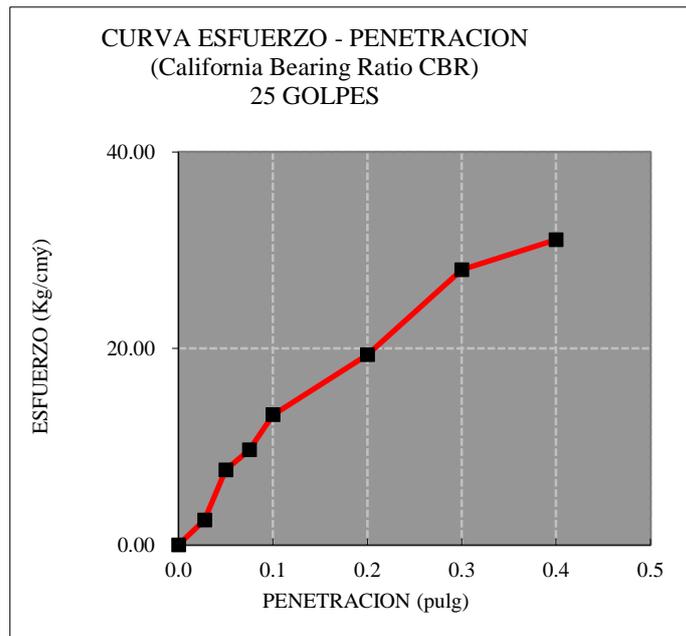


Figura 23: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio C-01 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 35: Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl₂ C-02

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10630	11040	11105	10990
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4290	4700	4765	4650
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad humedad	gr/cm ³	2.02	2.22	2.25	2.19
contenido de humedad promedio	%	4.53	6.19	8.15	10.29
densidad seca	gr/cm ³	1.93	2.09	2.08	1.99
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	287	282.5	277.4	272
peso del agua	gr.	13	17.5	22.6	28
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	287.0	282.5	277.4	272.0
contenido de humedad	%	4.53	6.19	8.15	10.29
densidad seca	gr/cm³	1.935	2.087	2.077	1.988

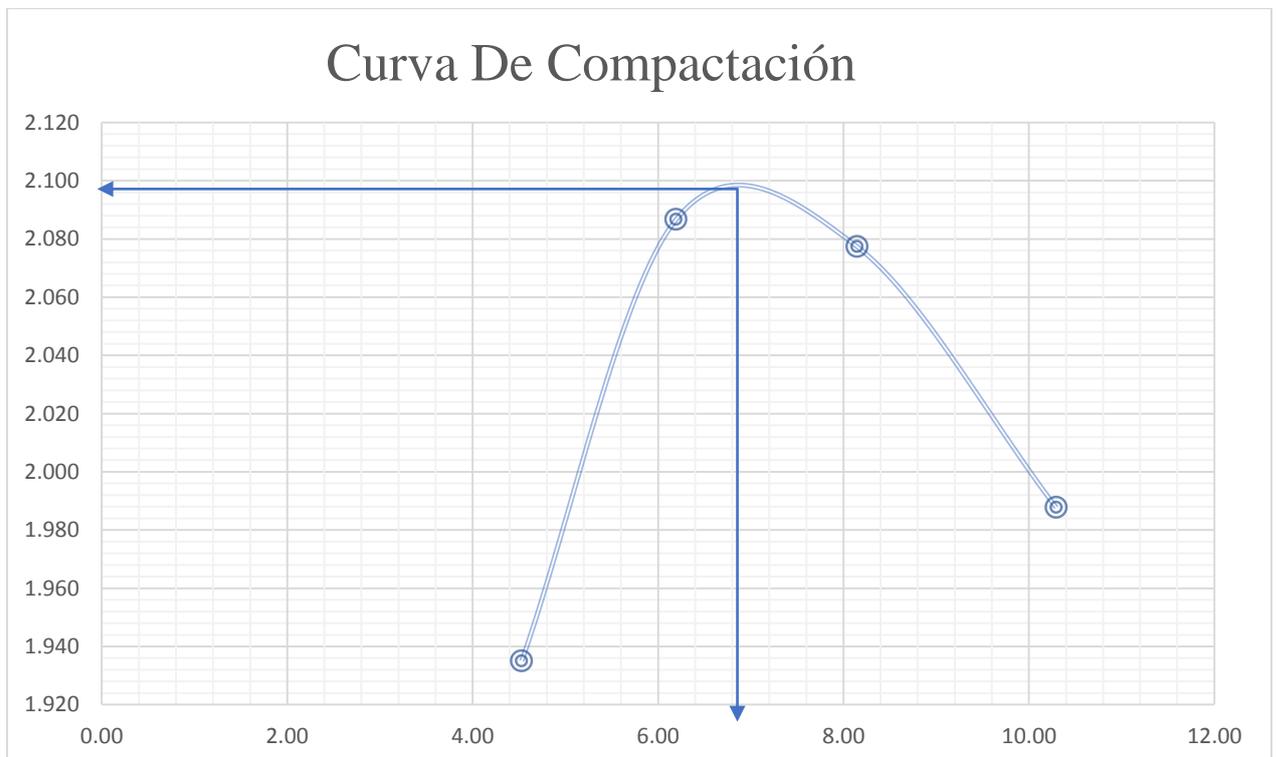


Figura 24: Curva Densidad vs contenido de humedad 1%MgCl₂ C-02

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 1% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 6.90% se logra una máxima densidad seca de 2.100 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 1%**

ASTM D-1883

Tabla 36: Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-02

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 28.41	0.2": 36.7
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 18.85	0.2": 26.96

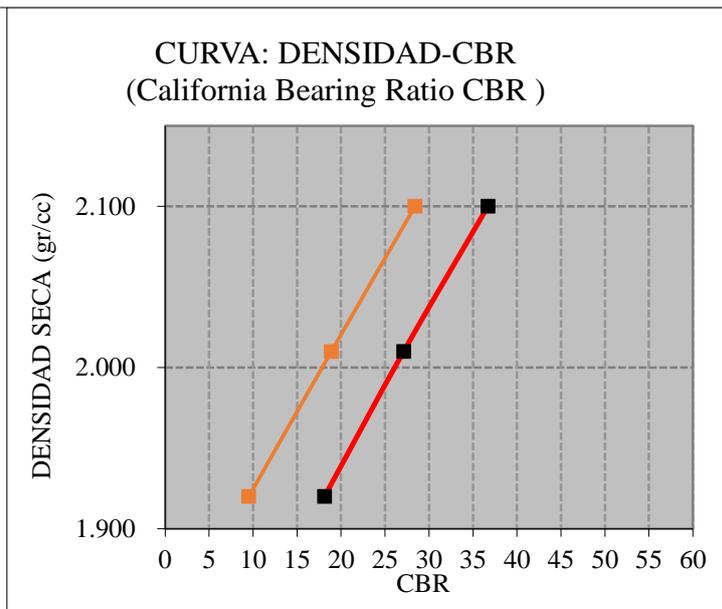
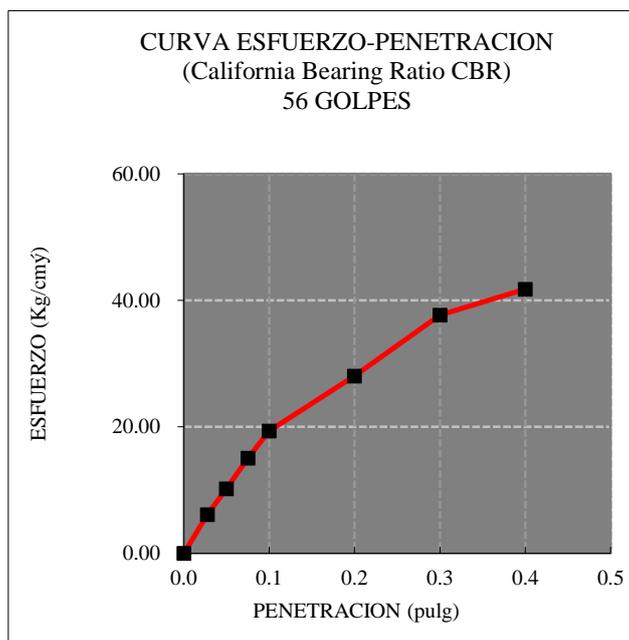


Figura 25: Curva CBR para 1%MgCl2 a C-02

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en el suelo seleccionado es de 18.85 al 95% y 28.41 al 100% a 0.1" de penetración utilizando el cloruro de magnesio al 1% y la máxima densidad seca y contenido de humedad de la calicata 02.



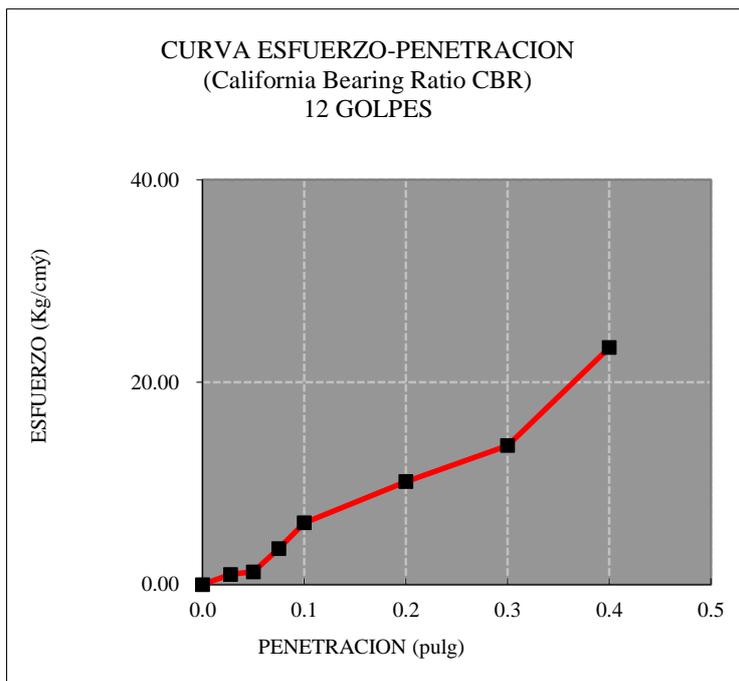
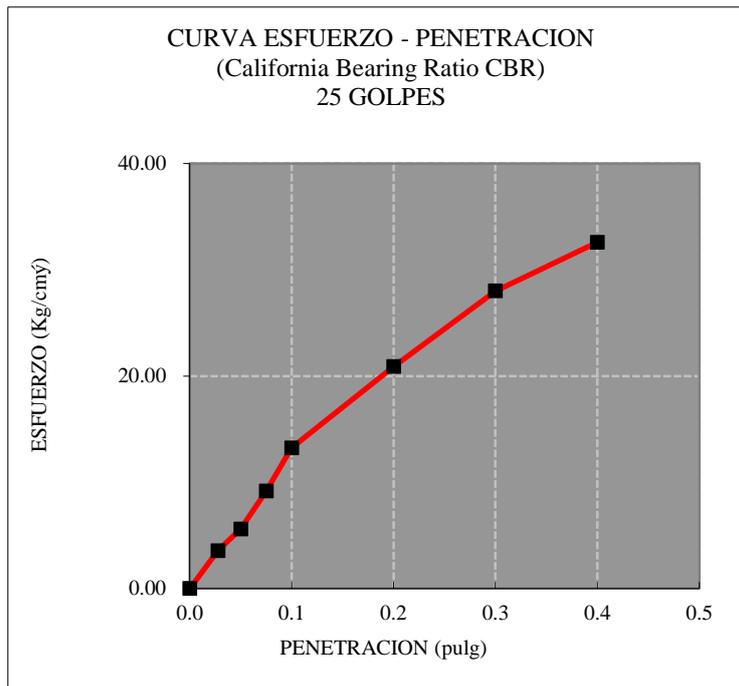


Figura 26: Grafica para CBR al 1% MgCl₂ de C-02 DE 56, 25 Y 12 golpes

Tabla 37: Ensayo de compactación con Proctor modificado al 1% MgCl₂ C-03

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10850	11110	11195	11080
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4510	4770	4855	4740
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad humedad	gr/cm ³	2.13	2.25	2.29	2.23
contenido de humedad promedio	%	5.26	7.14	9.05	11.94
densidad seca	gr/cm ³	2.02	2.10	2.10	2.00
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	285	280	275.1	268
peso del agua	gr.	15	20	24.9	32
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	285.0	280.0	275.1	268.0
contenido de humedad	%	5.26	7.14	9.05	11.94
densidad seca	gr/cm³	2.020	2.099	2.099	1.996

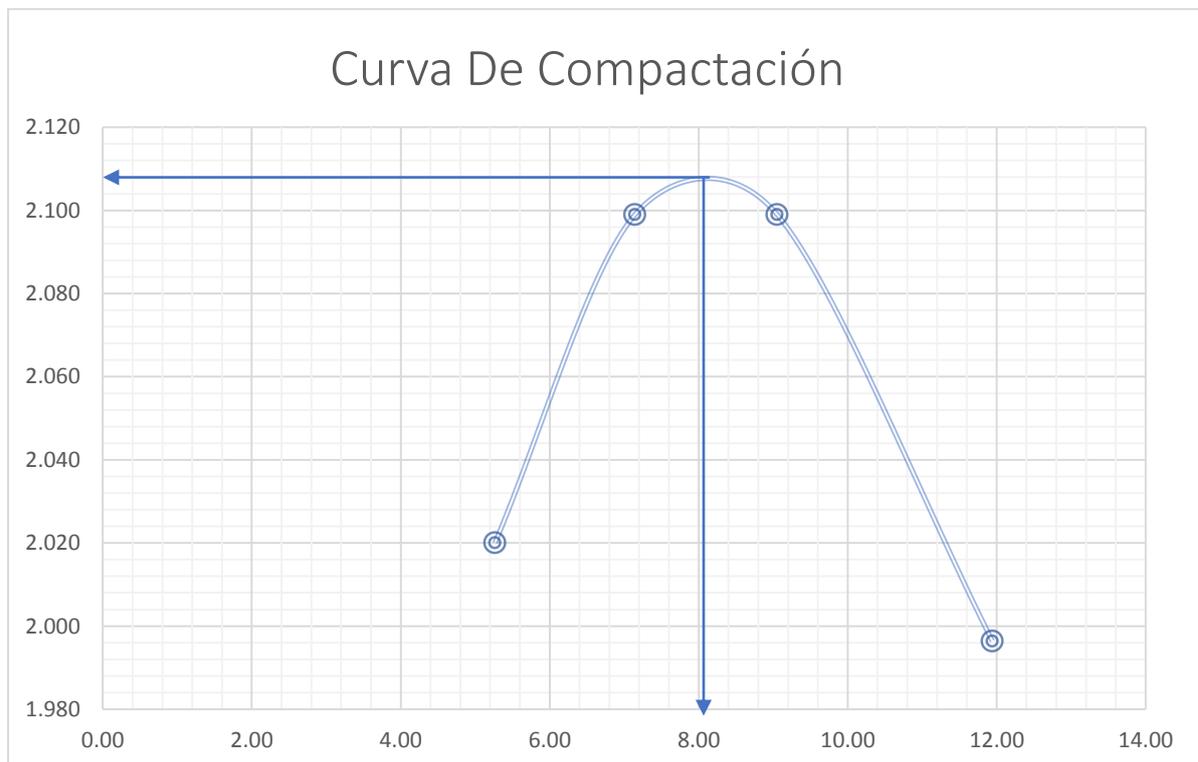


Figura 27: Curva densidad vs Contenido de humedad 1% MgCl₂ de C-03

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 1% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 8.10% se logra una máxima densidad seca de 2.110 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 1%**

ASTM D-1883

Tabla 38: Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio C-03

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 36.01	0.2": 45.22
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 23.65	0.2": 32.91

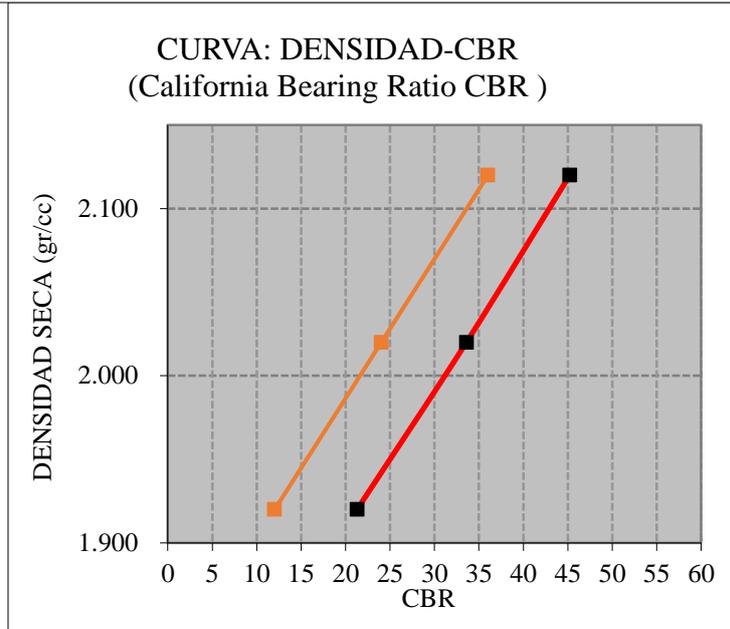
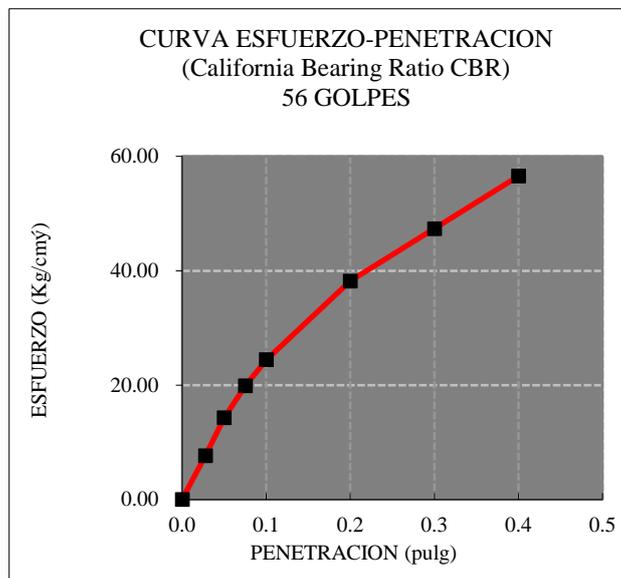


Figura 28: Curva CBR para 1%MgCl2 de C-03

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en el suelo seleccionado es de 23.65 al 95% y 36.01 al 100% a 0.1" de penetración utilizando el cloruro de magnesio al 1% y la máxima densidad seca y contenido de humedad de la calicata 03.



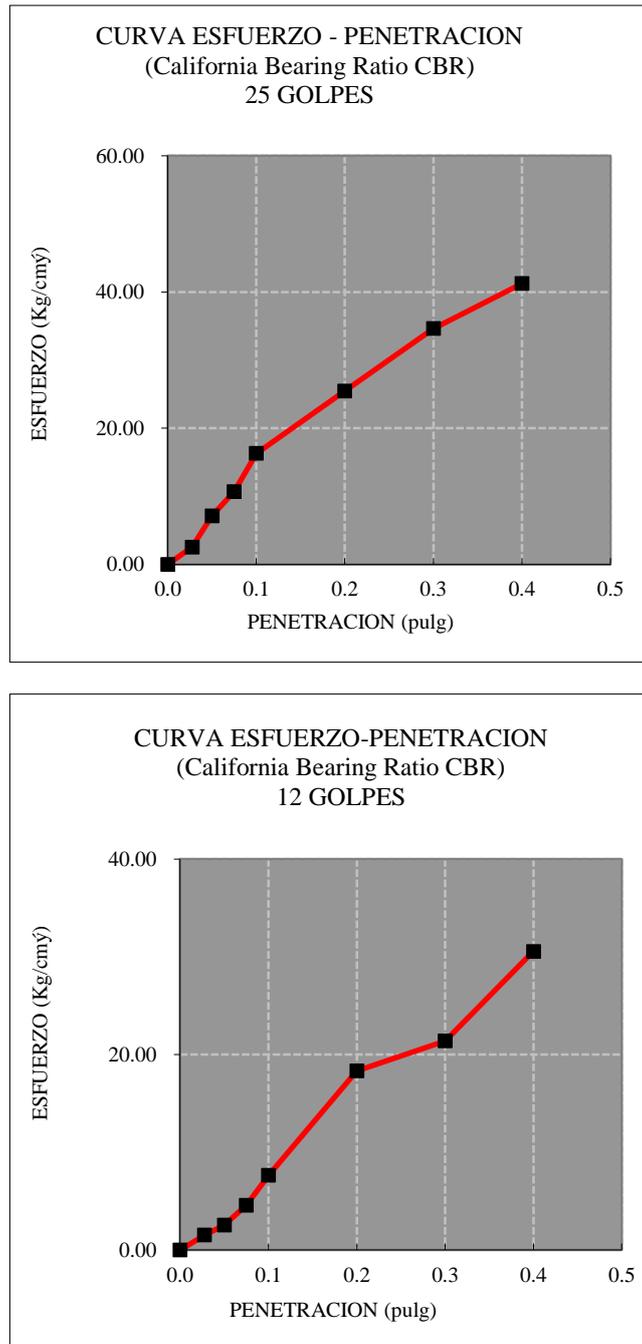


Figura 29: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio C-03 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 39: Ensayo de compactación con Proctor modificado para 1% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05.

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	8110	8340	8560	8380
peso del molde	gr.	4271	4271	4271	4271
peso suelo húmedo compactado	gr.	3839	4069	4289	4109
volumen molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
densidad húmeda	gr/cm ³	1.90	2.01	2.12	2.03
contenido de humedad promedio	%	4.48	6.38	9.19	14.12
densidad seca	gr/cm ³	1.82	1.89	1.94	1.78
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		7	2	5	6
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	152	162.6	134	157
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	147.2	155.3	126.2	142.6
peso del agua	gr.	4.8	7.35	7.85	14.4
peso del recipiente	gr.	39.95	40.1	40.75	40.6
peso del suelo seco	gr.	107.3	115.2	85.4	102.0
contenido de humedad	%	4.48	6.38	9.19	14.12
densidad seca	gr/cm³	1.82	1.89	1.94	1.78

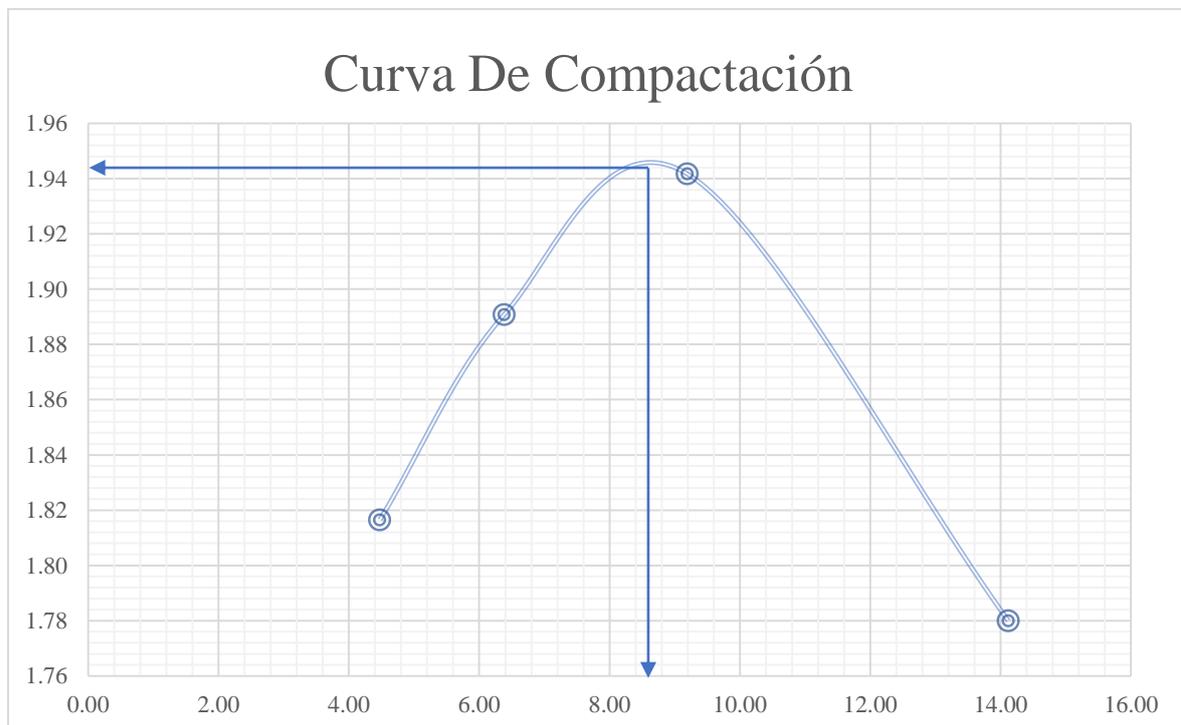


Figura 30: Ensayo Proctor modificado para el suelo estabilizado al 1% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05.

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 1% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 9.19% se logra una máxima densidad seca de 1.94 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 1%**

ASTM D-1883

Tabla 40: Resultados de CBR para 1% de Cloruro de magnesio para C-04 y C-05

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 44.6	0.2": 32.1
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 35.8	0.2": 23.5

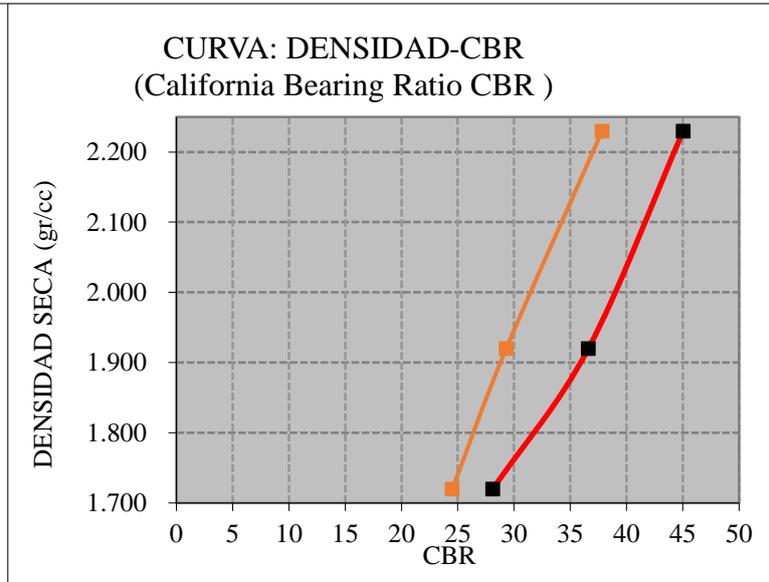
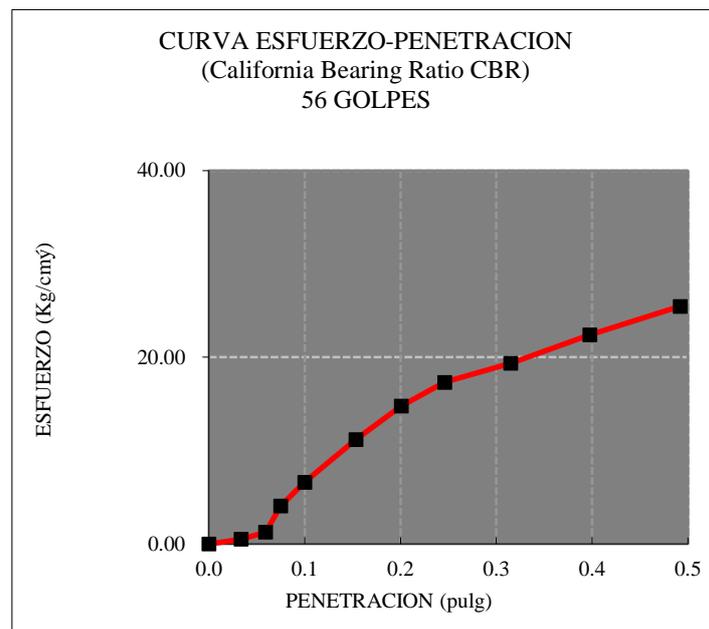


Figura 31: Curva CBR en C-04 y C-05 al 1%

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en el suelo seleccionado es de 35.8 al 95% y 44.6 al 100% a 0.1" de penetración utilizando el cloruro de magnesio al 1% y la máxima densidad seca y contenido de humedad.



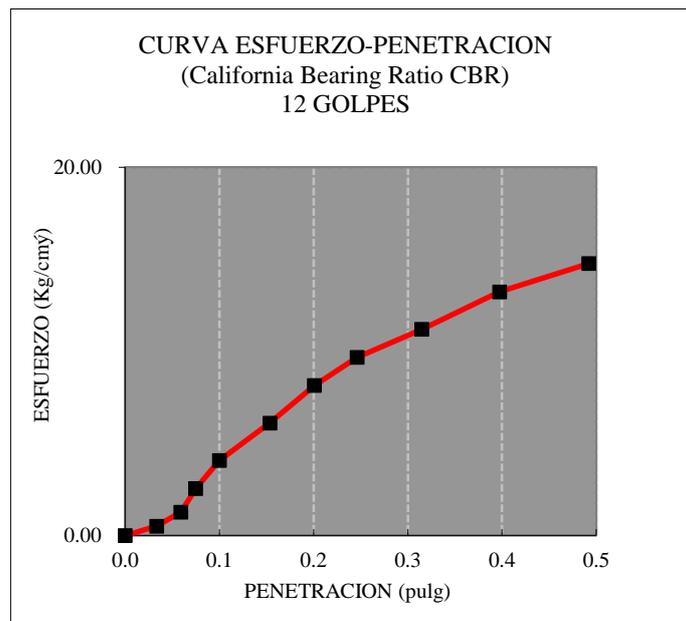
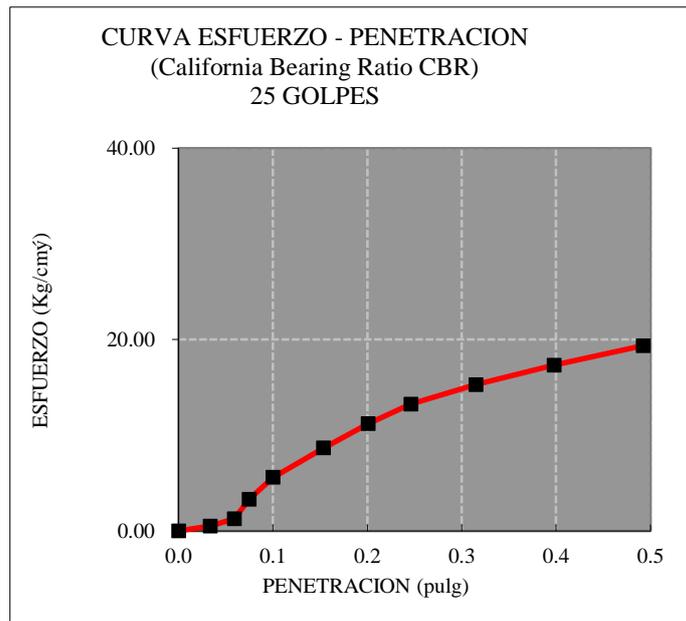


Figura 32: Grafica para CBR al 1% de cloruro de magnesio en C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes

➤ **Ensayos para el suelo con 02% de cloruro de magnesio**
○ **Proctor Modificado (AASHTO T-180D- ASTM D1557)**

Tabla 41: Prueba de compactación Proctor Modificado al 2% MgCl₂ de C-01

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10740	11195	11310	11120
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4400	4855	4970	4780
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.07	2.29	2.34	2.25
contenido de humedad promedio	%	4.35	6.65	8.50	10.91
densidad seca	gr/cm ³	1.99	2.15	2.16	2.03
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	287.5	281.3	276.5	270.5
peso del agua	gr.	12.5	18.7	23.5	29.5
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	287.5	281.3	276.5	270.5
contenido de humedad	%	4.35	6.65	8.50	10.91
densidad seca	gr/cm³	1.988	2.146	2.160	2.032

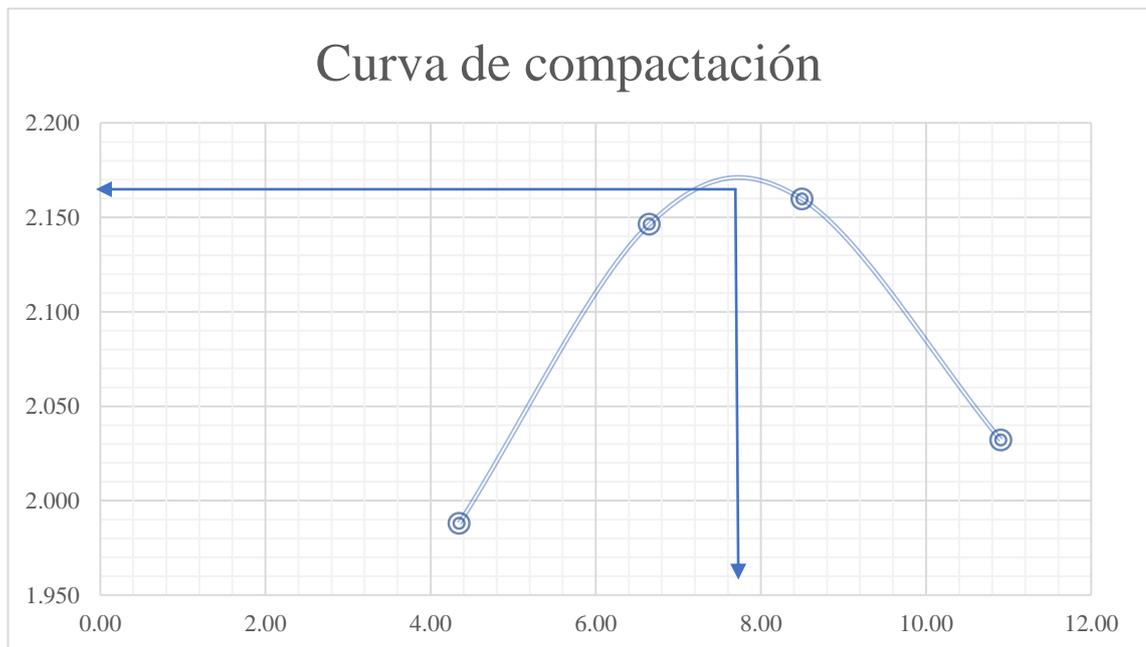


Figura 33: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad óptimo para 2% MgCl₂ de C-01

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 2% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 7.80% se logra una máxima densidad seca de 2.170 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 2%**

ASTM D-1883

Tabla 42: Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-01

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 47.31	0.2": 58.03
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 28.83	0.2": 39.38

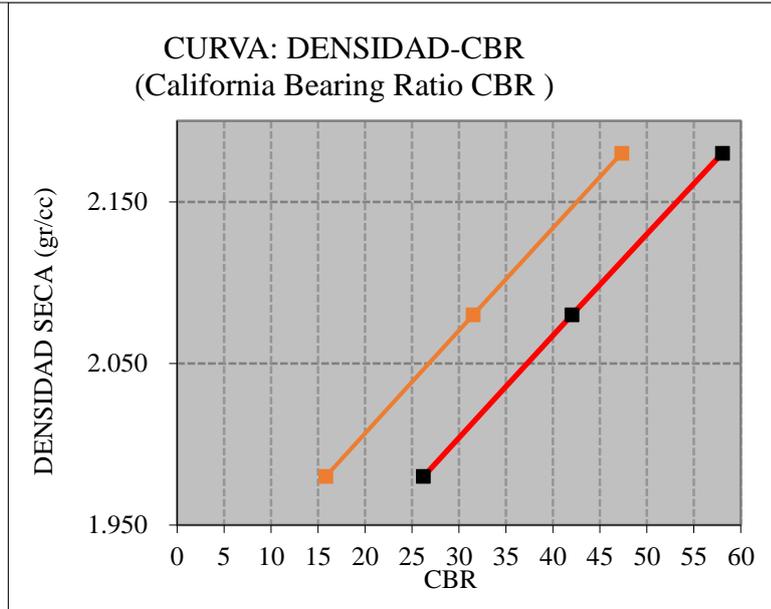
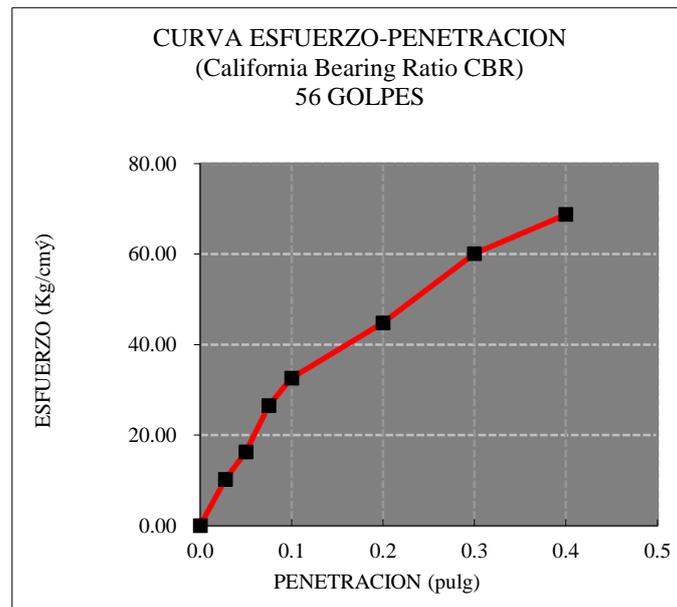


Figura 34: Resultados de CBR al 2% MgCl₂ de C-01

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 2% de cloruro de magnesio es de 28.83 al 95% y 47.31 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



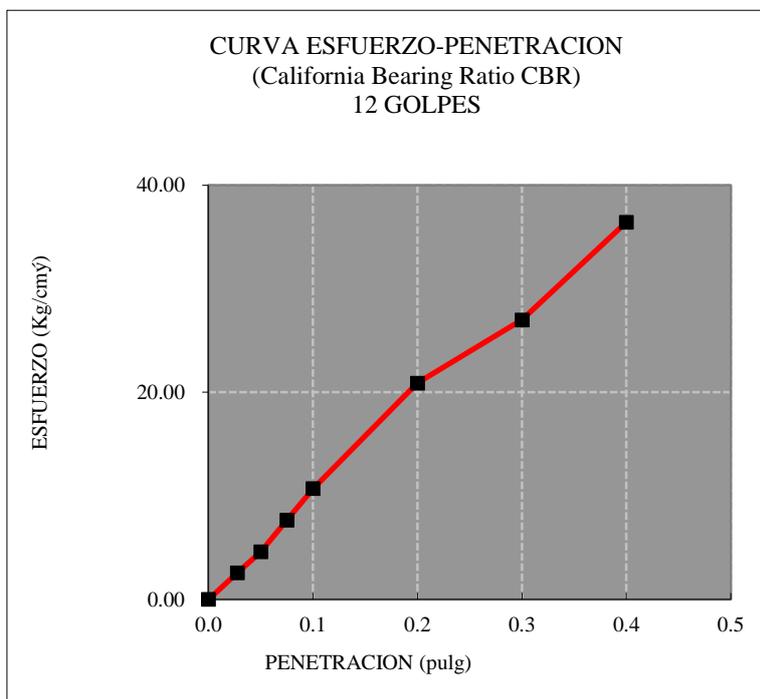
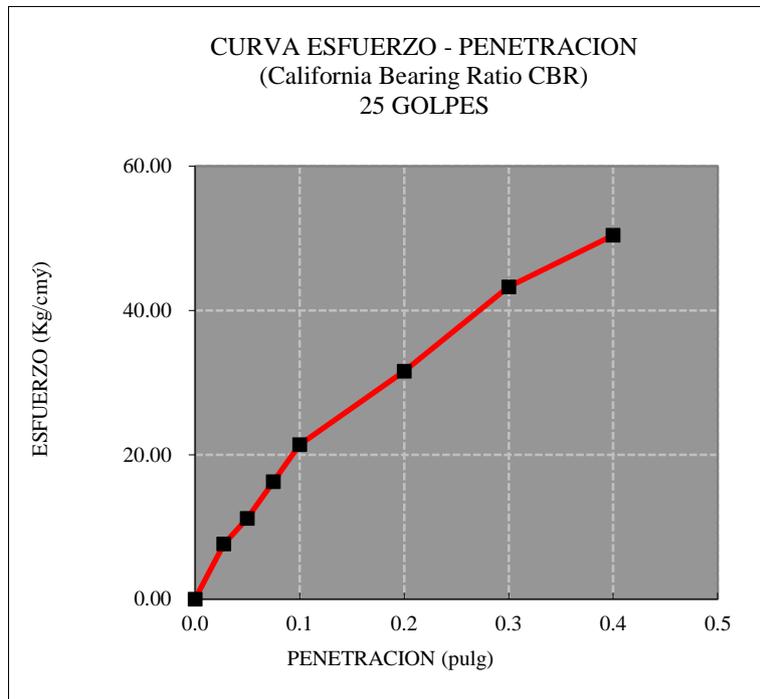


Figura 35: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% C-01 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 43: Prueba de compactación Proctor Modificado al 2% MgCl₂ de C-02

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10820	11230	11280	11110
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4480	4890	4940	4770
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.11	2.31	2.33	2.25
contenido de humedad promedio	%	4.53	6.76	8.50	10.29
densidad seca	gr/cm ³	2.02	2.16	2.15	2.04
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	287	281	276.5	272
peso del agua	gr.	13	19	23.5	28
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	287.0	281.0	276.5	272.0
contenido de humedad	%	4.53	6.76	8.50	10.29
densidad seca	gr/cm³	2.021	2.160	2.147	2.039

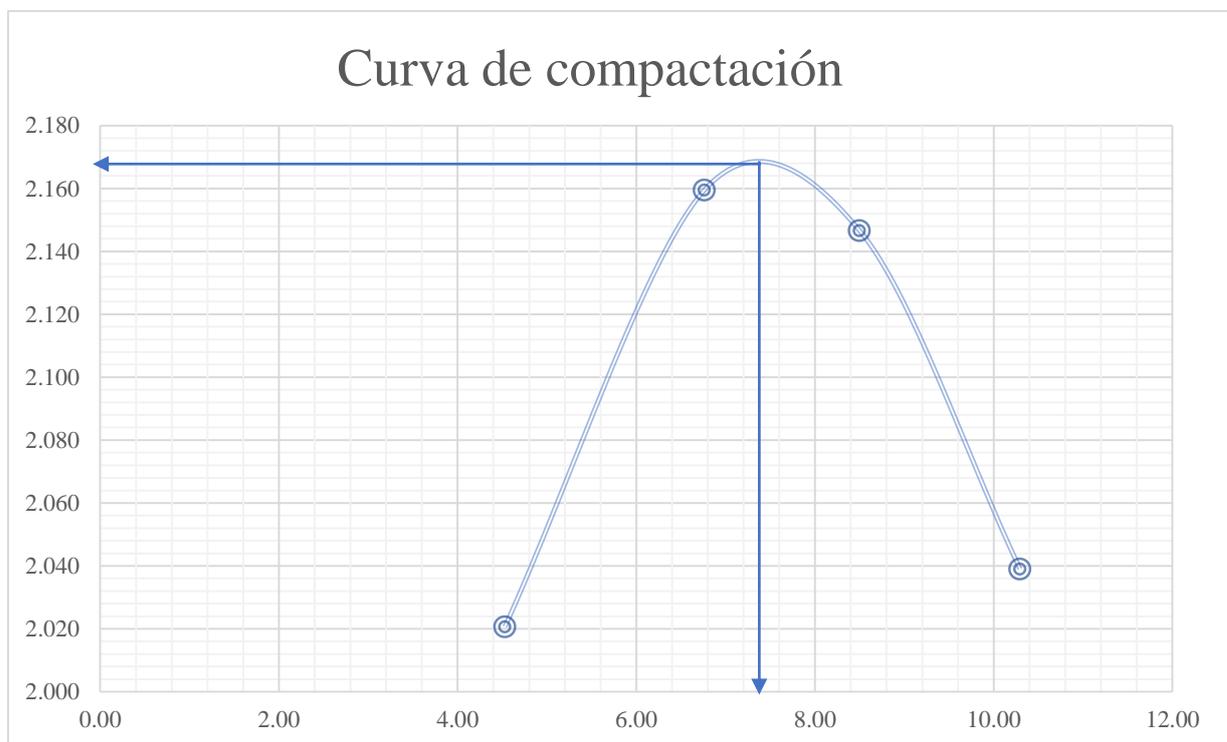


Figura 36: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 2% de MgCl₂ de C-02

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 2% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 7.40% se logra una máxima densidad seca de 2.170 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 2% - ASTM D-1883**

Tabla 44: Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-02

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 38.15	0.2": 48.82
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 24.51	0.2": 34.63

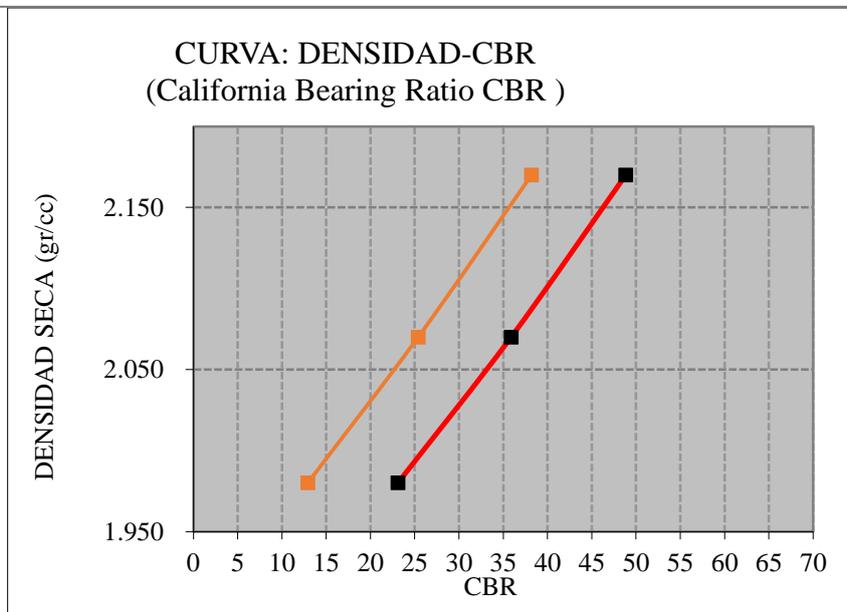
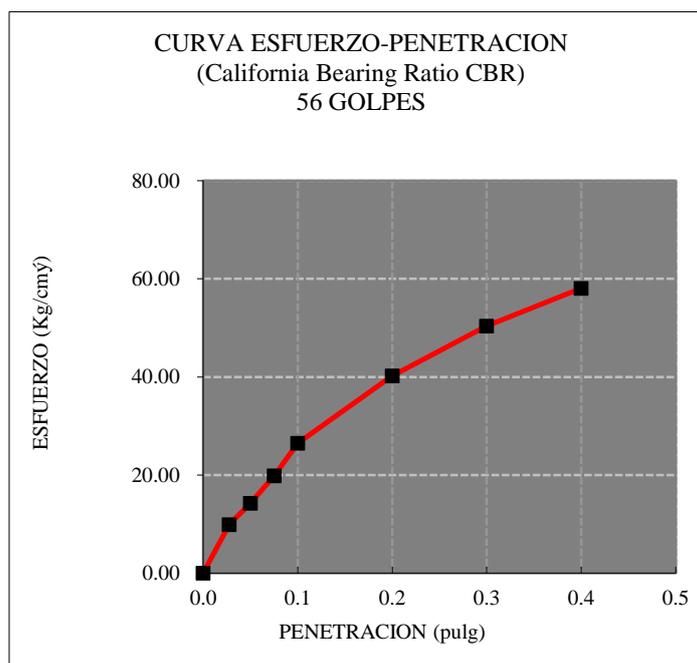


Figura 37: Resultados de CBR al 2% MgCl₂ de C-02

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 2% de cloruro de magnesio es de 24.51 al 95% y 38.15 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



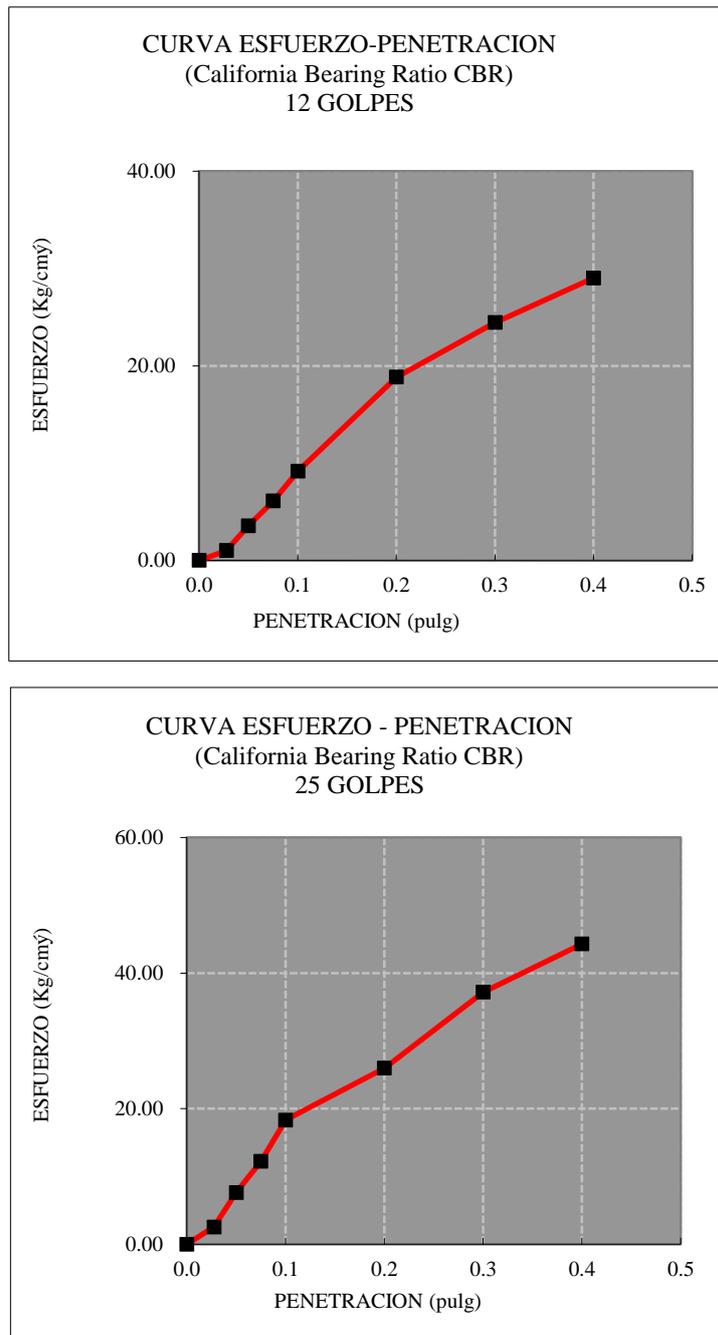


Figura 38: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% de C-02 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 45: Prueba de compactación Proctor Modificado al 2% MgCl₂ de C-03

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10890	11260	11350	11150
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4550	4920	5010	4810
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.15	2.32	2.36	2.27
contenido de humedad promedio	%	5.63	7.53	9.89	11.52
densidad seca	gr/cm ³	2.03	2.16	2.15	2.03
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	284	279	273	269
peso del agua	gr.	16	21	27	31
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	284.0	279.0	273.0	269.0
contenido de humedad	%	5.63	7.53	9.89	11.52
densidad seca	gr/cm³	2.031	2.157	2.150	2.033

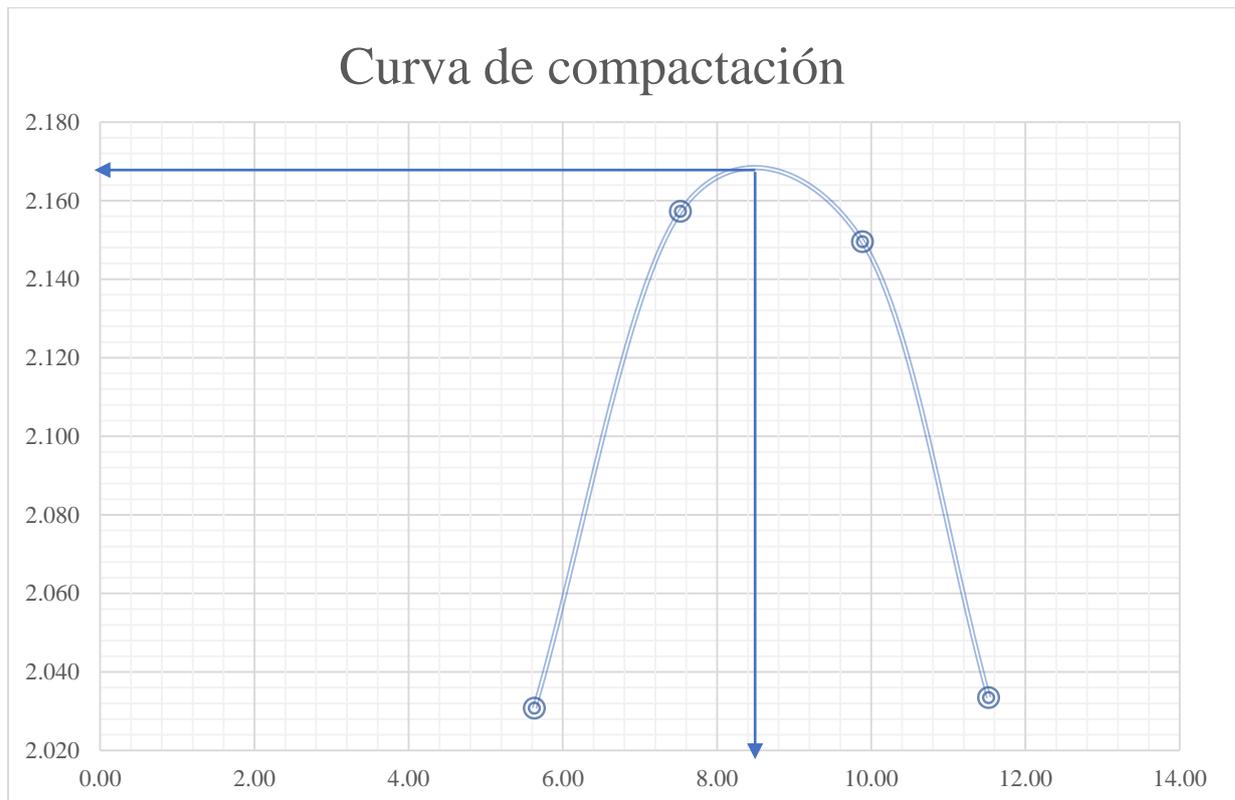


Figura 39: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 2% de MgCl₂ de C-03

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 2% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 8.5% se logra una máxima densidad seca de 2.170 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 2% - ASTM D-1883**

Tabla 46: Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-03

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 42.88	0.2": 53.25
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 26.81	0.2": 36.91

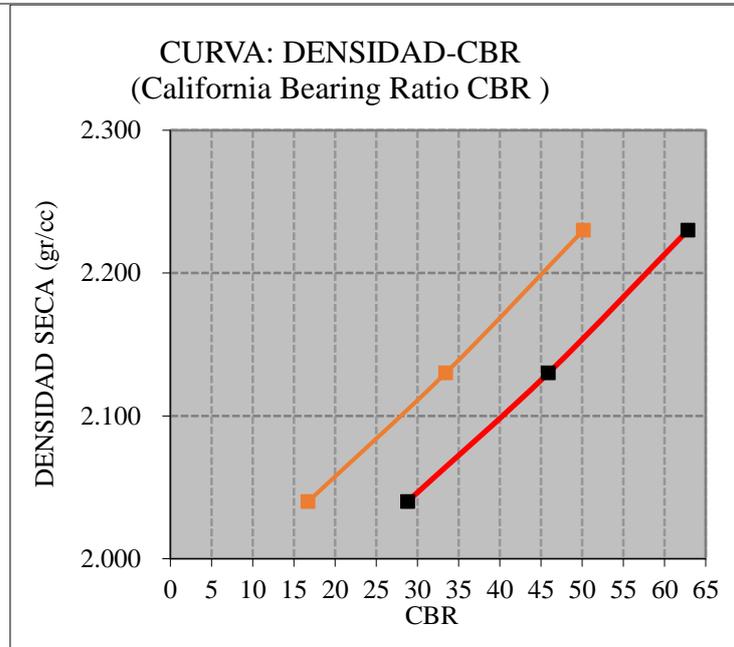
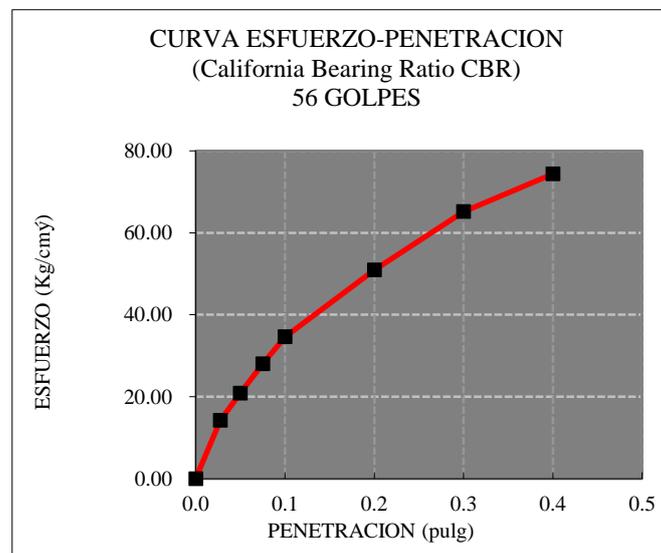


Figura 40: Resultados de CBR al 2% MgCl₂ de C-03

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 2% de cloruro de magnesio es de 26.81 al 95% y 42.88 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



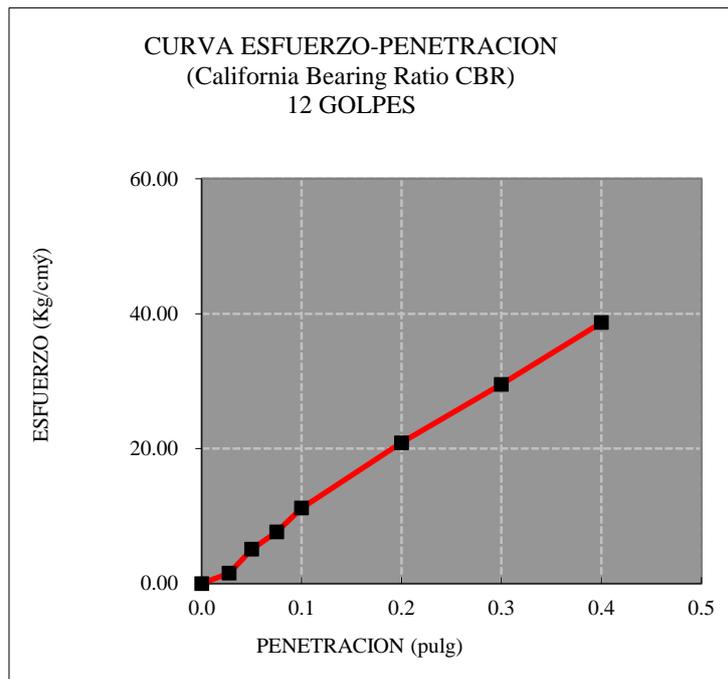
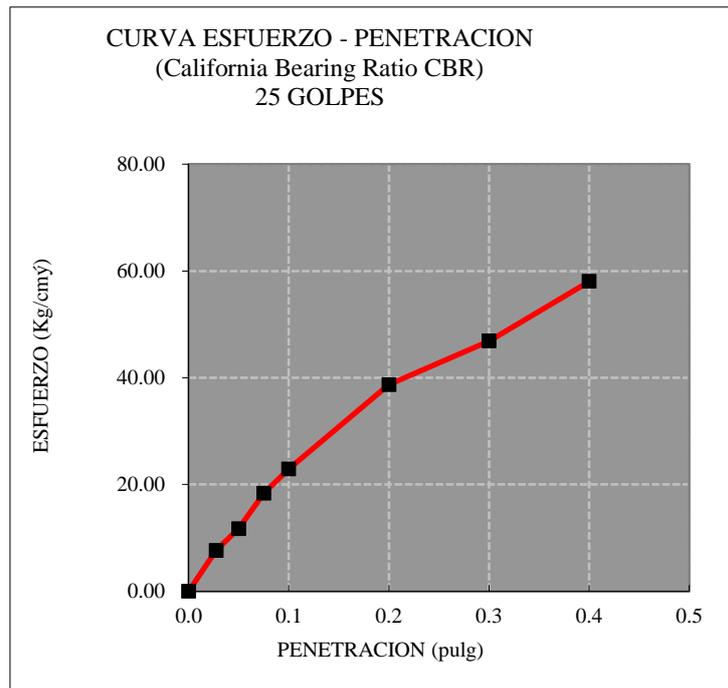


Figura 41: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% de C-03 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 47: Ensayo de compactación con Proctor modificado para 2% de Cloruro de magnesio en C-04 y C-05

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	8330	8500	8700	8650
peso del molde	gr.	4270	4270	4270	4271
peso suelo húmedo compactado	gr.	4060	4230	4430	4379
volumen molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
densidad húmeda	gr/cm ³	2.01	2.09	2.19	2.16
contenido de humedad promedio	%	5.38	6.44	8.29	11.98
densidad seca	gr/cm ³	1.90	1.96	2.02	1.93
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		1	2	3	4
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	232	239.2	223	267
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	222.2	227.2	209.1	242.6
peso del agua	gr.	9.8	12	13.95	24.4
peso del recipiente	gr.	40.05	40.85	40.8	39
peso del suelo seco	gr.	182.2	186.4	168.3	203.6
contenido de humedad	%	5.38	6.44	8.29	11.98
densidad seca	gr/cm³	1.90	1.96	2.02	1.93

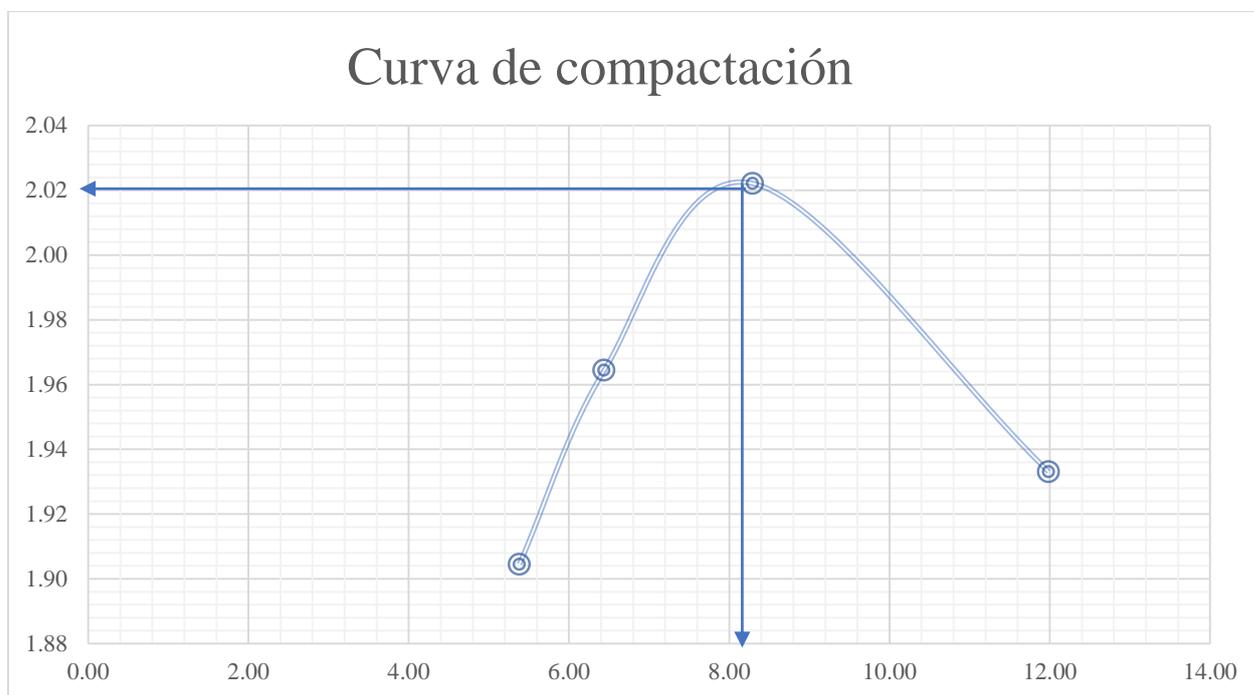


Figura 42: Gráfica para ensayo Proctor modificado para 2% de Cloruro de Magnesio para C-04 y C-05

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D- ASTM D1557) a 2% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 8.3% se logra una máxima densidad seca de 2.02 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 2% - ASTM D-1883**

Tabla 48: Resultados de CBR para 2% de Cloruro de magnesio en C-04 y C-05

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 41.4	0.2": 48.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 31.7	0.2": 40.1

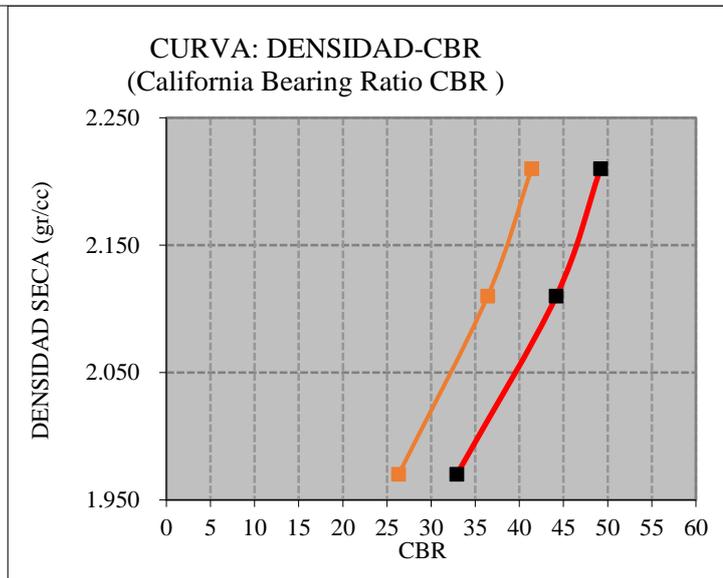
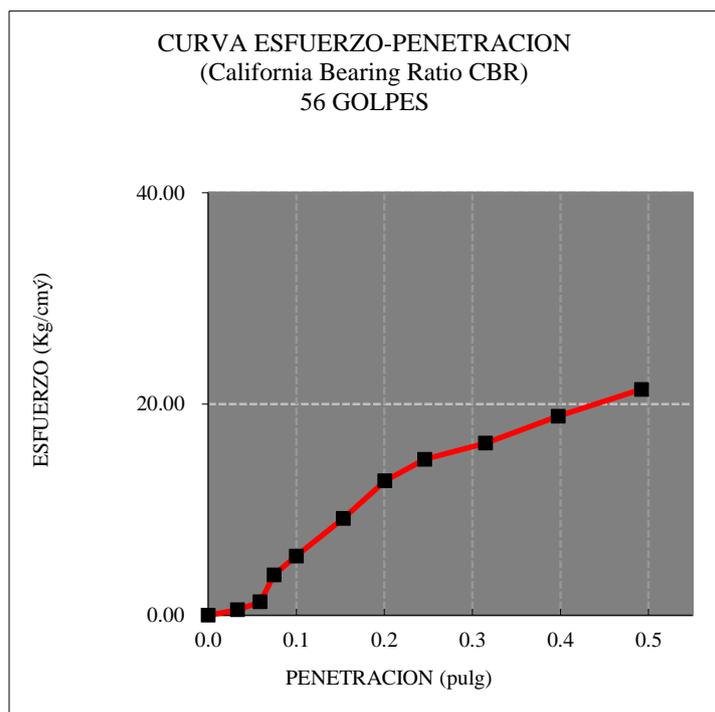


Figura 43: Resultados de CBR al 2% MgCl₂ de C-04 y C-05

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de California con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 2% de cloruro de magnesio es de 31.7 al 95% y 41.4 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



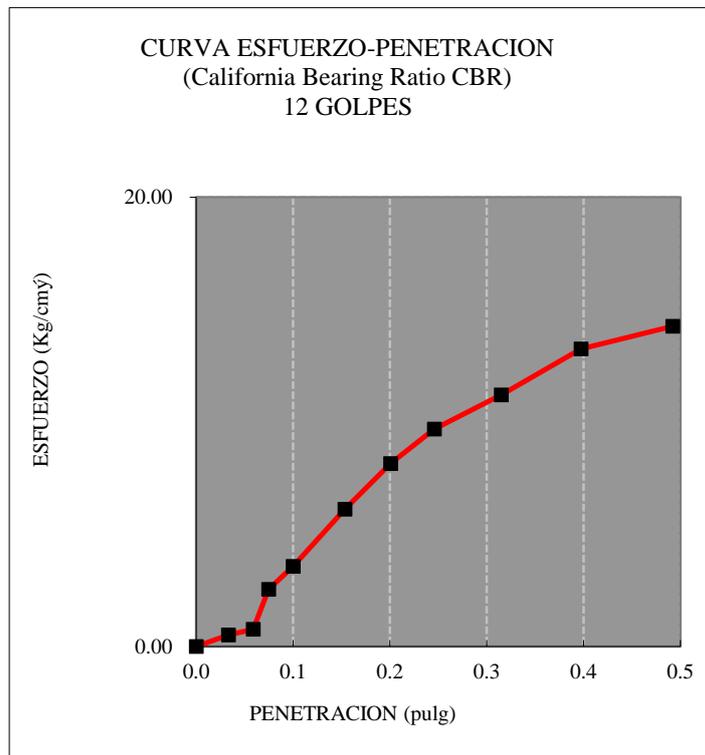
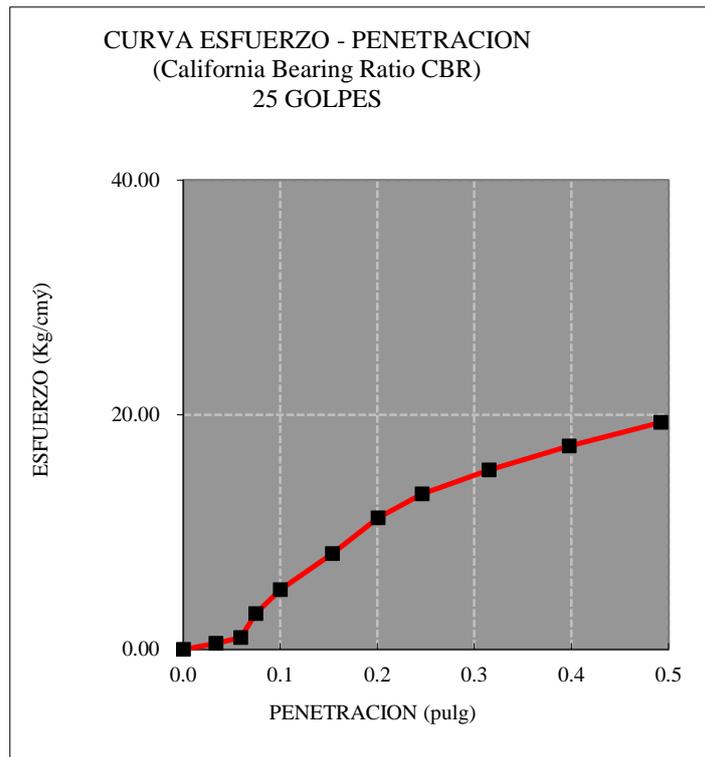


Figura 44: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 2% en C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes

Ensayos para el suelo con 03% de cloruro de magnesio

○ Proctor modificado (MTC E115- ASTM D1557)

Tabla 49: Prueba de compactación Proctor Modificado al 3% MgCl₂ de C-01

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	11050	11350	11450	11180
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4710	5010	5110	4840
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.22	2.36	2.41	2.28
contenido de humedad promedio	%	5.26	7.14	9.49	11.52
densidad seca	gr/cm ³	2.11	2.20	2.20	2.05
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	285	280	274	269
peso del agua	gr.	15	20	26	31
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	285.0	280.0	274.0	269.0
contenido de humedad	%	5.26	7.14	9.49	11.52
densidad seca	gr/cm³	2.110	2.205	2.200	2.046

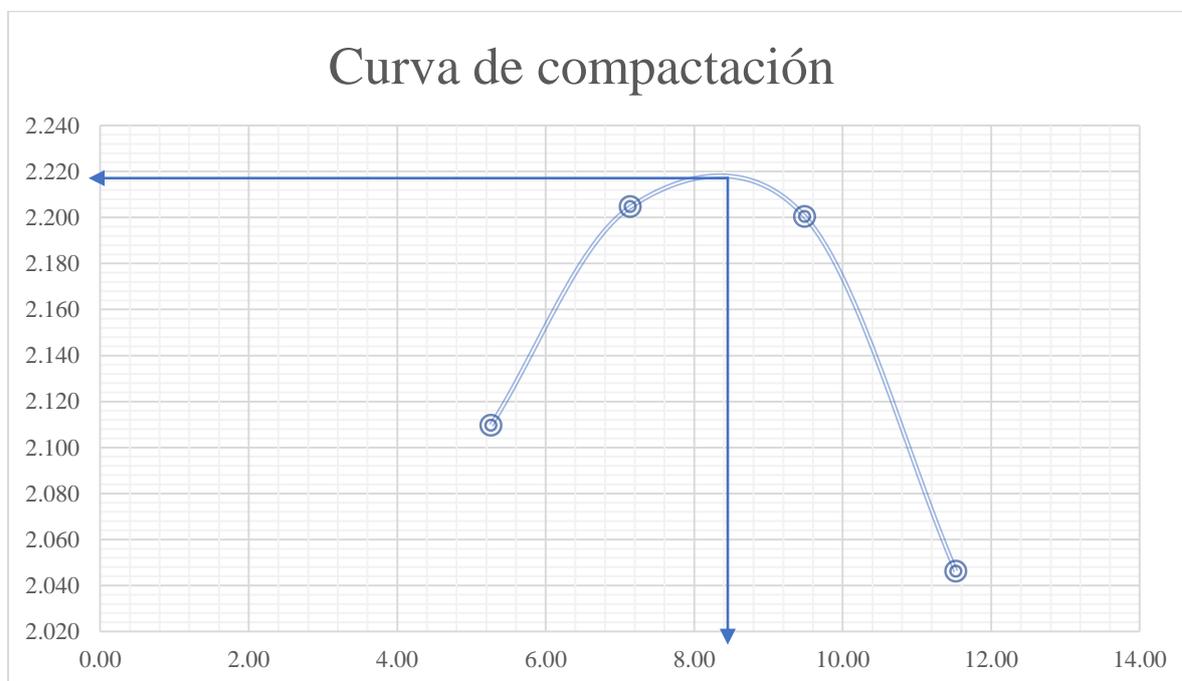


Figura 45: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl₂ de C-01

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 3% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 8.3% se logra una máxima densidad seca de 2.220 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 3%**

ASTM D-1883

Tabla 50: Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-01

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 55.72	0.2": 66.03
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 33.15	0.2": 46.61

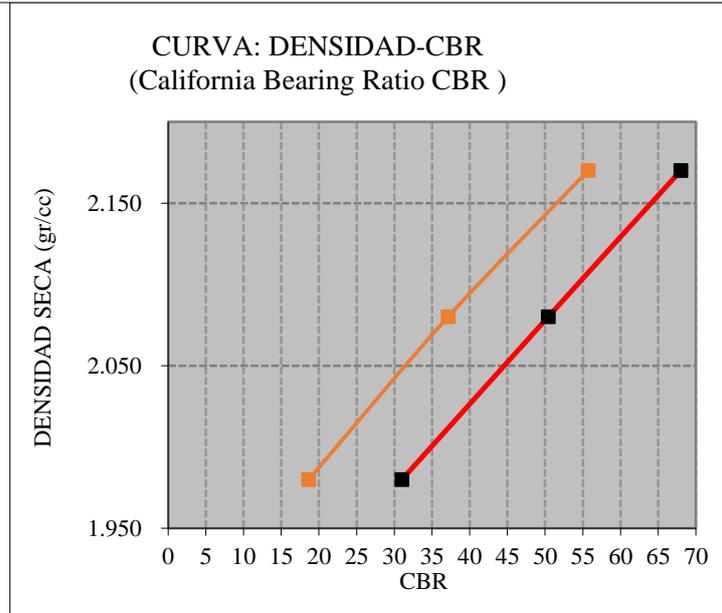
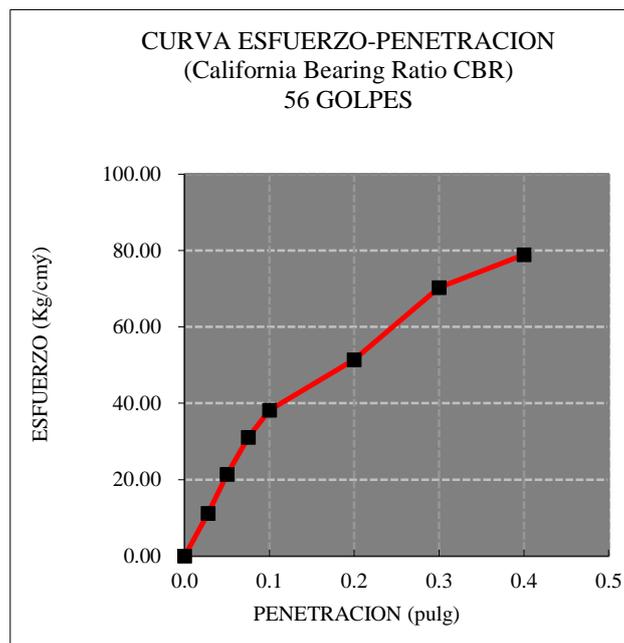


Figura 46: Resultados de CBR al 3% MgCl₂ de C-01

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 3% de cloruro de magnesio es de 33.15 al 95% y 55.72 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



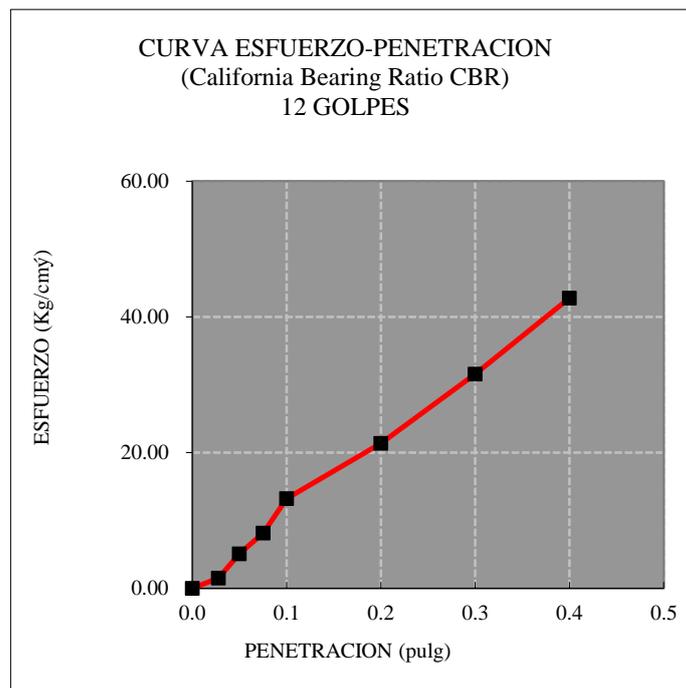
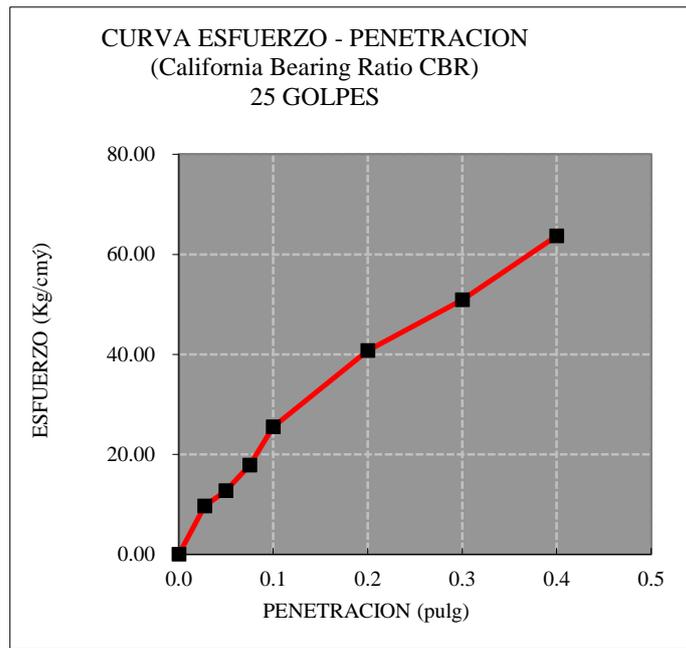


Figura 47: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% C-01 al 56, 25 y 12 golpes

Tabla 51: Prueba de compactación Proctor Modificado al 3% MgCl₂ de C-02

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10960	11390	11465	11230
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4620	5050	5125	4890
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.18	2.38	2.42	2.31
contenido de humedad promedio	%	5.26	7.14	9.09	11.11
densidad seca	gr/cm ³	2.07	2.22	2.21	2.07
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	285	280	275	270
peso del agua	gr.	15	20	25	30
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	285.0	280.0	275.0	270.0
contenido de humedad	%	5.26	7.14	9.09	11.11
densidad seca	gr/cm³	2.069	2.222	2.215	2.075

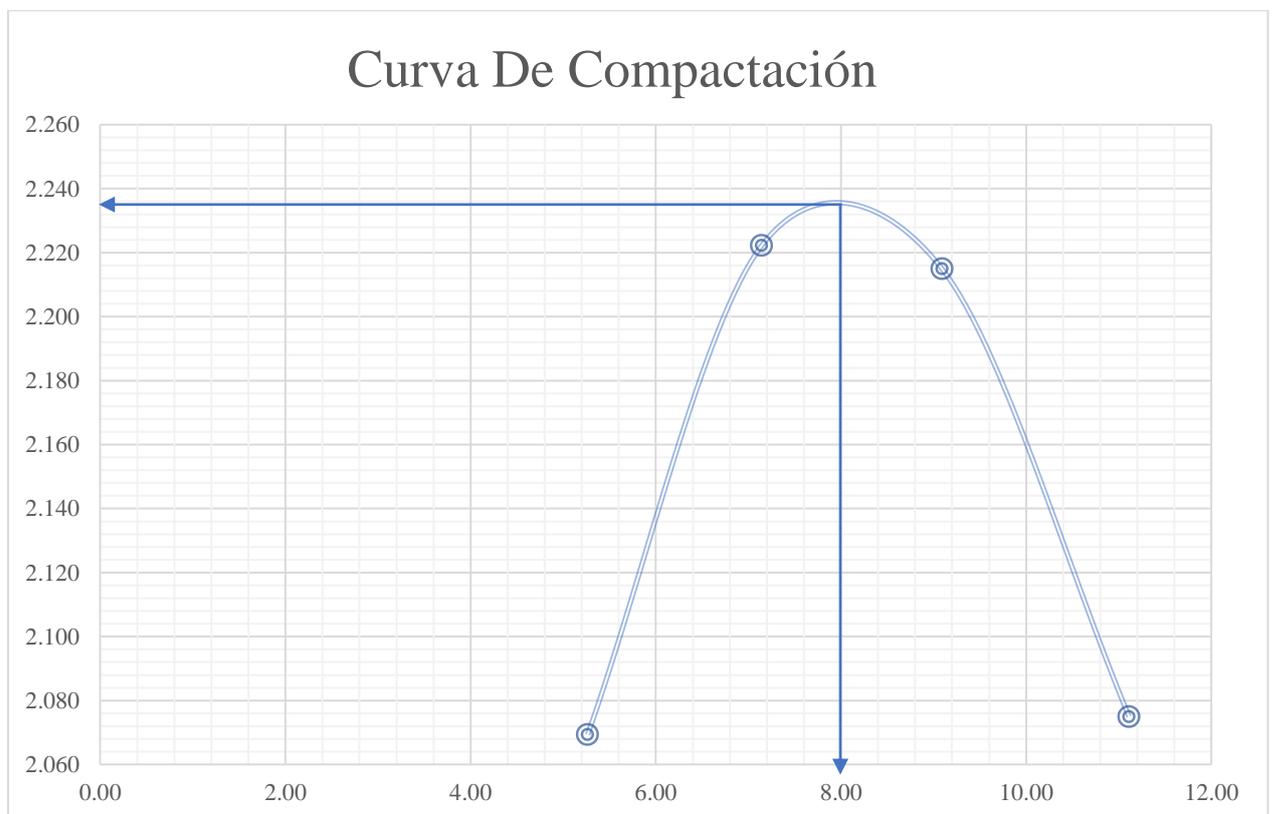


Figura 48: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl₂ de C-02

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 3% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 8.0% se logra una máxima densidad seca de 2.240 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 3% - ASTM D-1883**

Tabla 52: Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-02

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 47.08	0.2": 59.85
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 29.81	0.2": 41.68

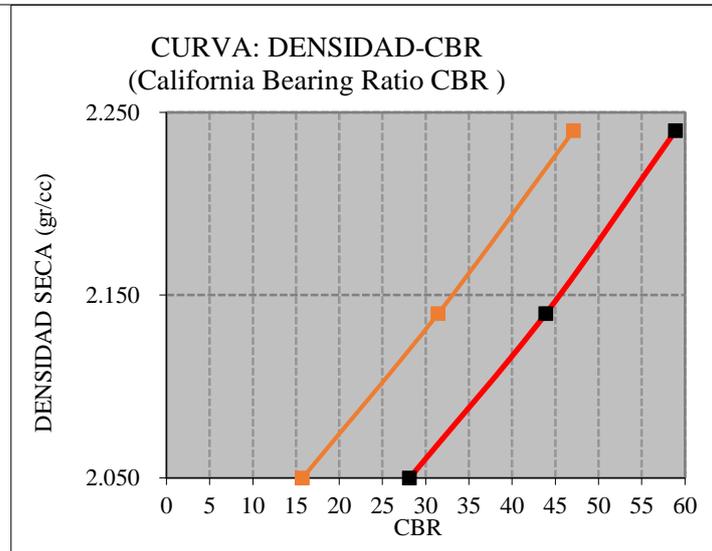
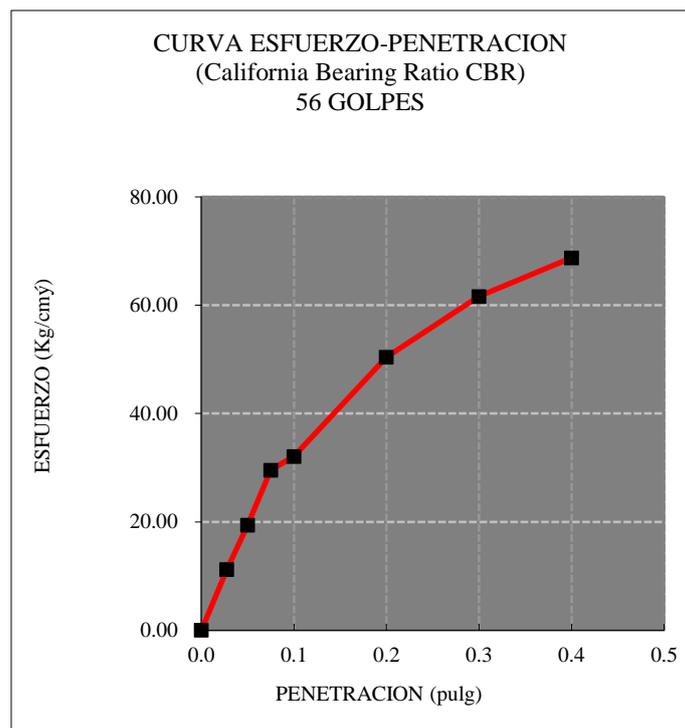


Figura 49: Resultados de CBR al 3% MgCl₂ - C-02

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 3% de cloruro de magnesio es de 29.81 al 95% y 47.08 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



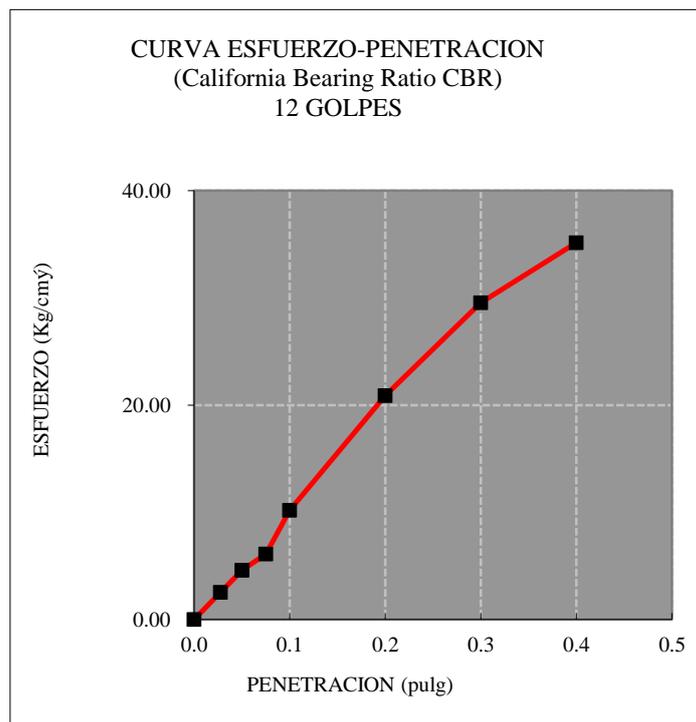
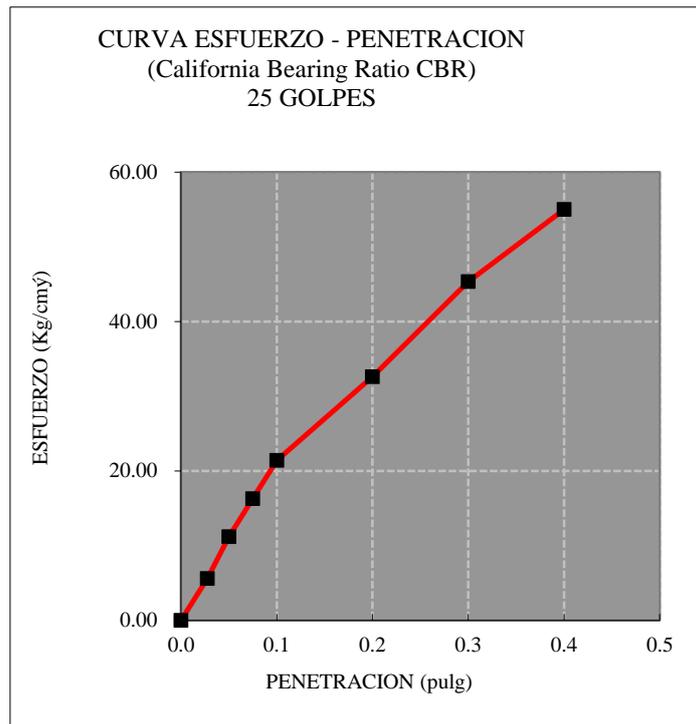


Figura 50: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% de C-02 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 53: Prueba de compactación Proctor Modificado al 3% MgCl₂ de C-03

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	10930	11340	11450	11210
peso del molde	gr.	6340	6340	6340	6340
peso suelo húmedo compactado	gr.	4590	5000	5110	4870
volumen molde	cm ³	2121	2121	2121	2121
densidad húmeda	gr/cm ³	2.16	2.36	2.41	2.30
contenido de humedad promedio	%	4.53	6.76	8.70	10.70
densidad seca	gr/cm ³	2.07	2.21	2.22	2.07
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		5	2	3	3
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	300	300	300	300
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	287	281	276	271
peso del agua	gr.	13	19	24	29
peso del recipiente	gr.	0	0	0	0
peso del suelo seco	gr.	287.0	281.0	276.0	271.0
contenido de humedad	%	4.53	6.76	8.70	10.70
densidad seca	gr/cm³	2.070	2.208	2.217	2.074

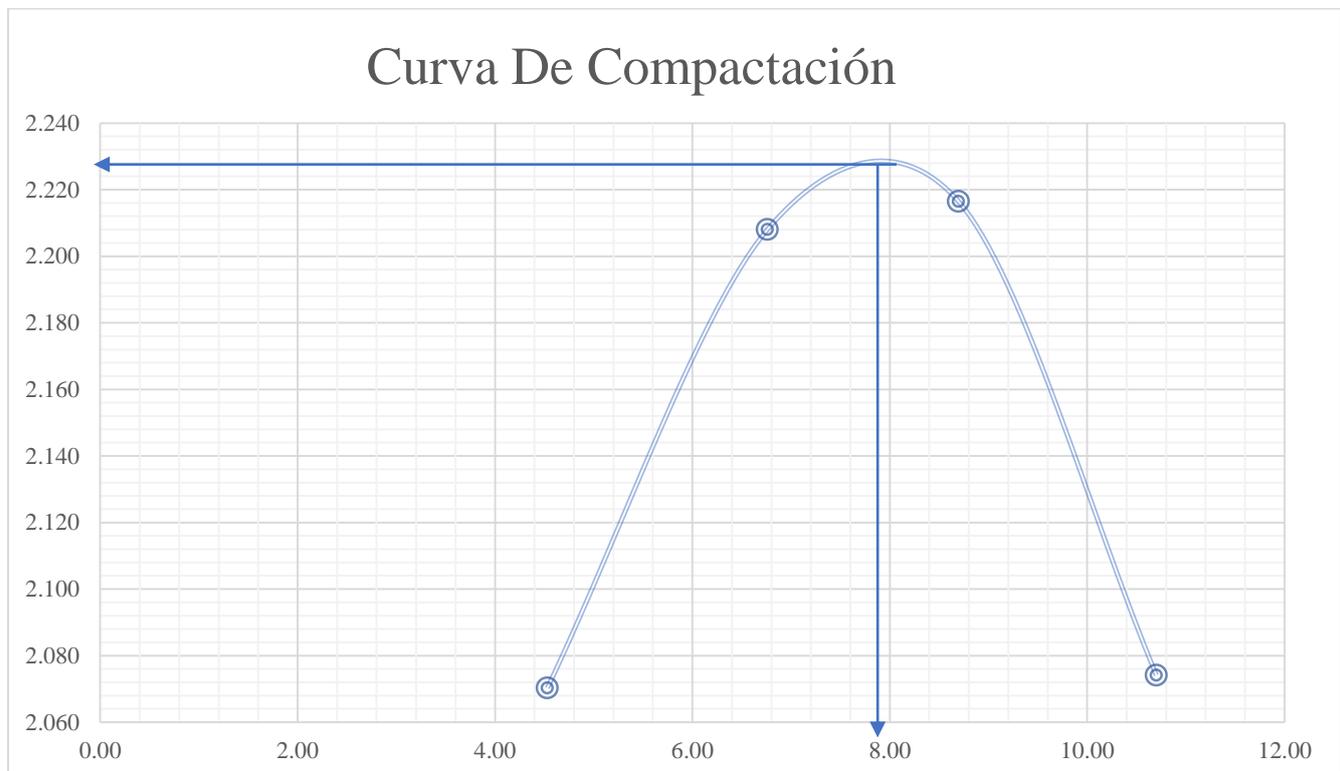


Figura 51: Curva de Densidad vs Contenido de Humedad al 3% de MgCl₂ de C-03

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (AASHTO T-180D-ASTM D1557) a 3% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 7.9% se logra una máxima densidad 2.30 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 3%**

ASTM D-1883

Tabla 54: Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio en C-03

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 50.11	0.2": 62.81
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 31.65	0.2": 43.79

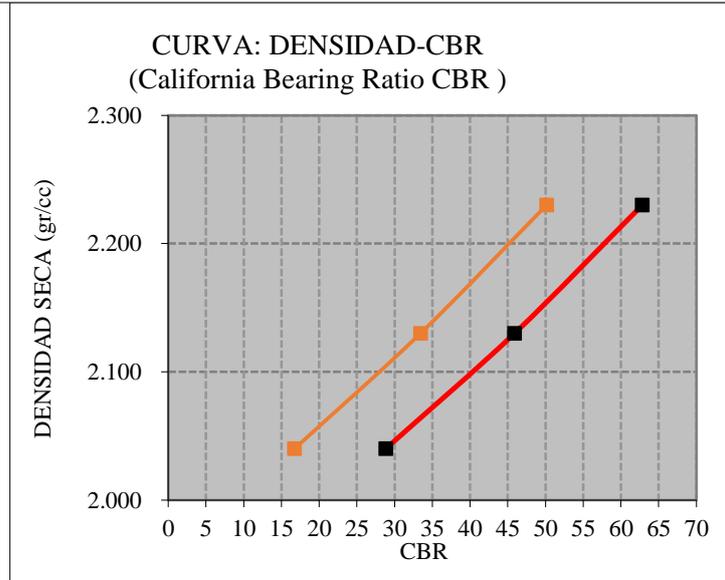
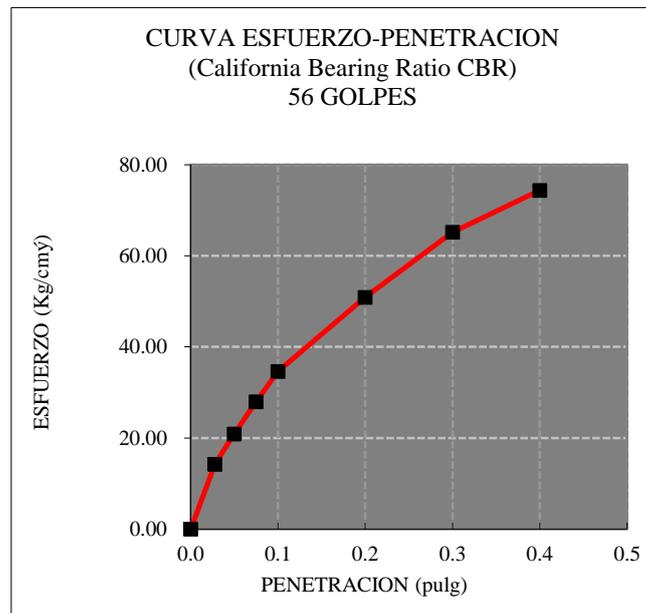


Figura 52: Resultados de CBR al 3% MgCl₂ de C-03

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados adicionando el 3% de cloruro de magnesio es de 31.65 al 95% y 50.11 al 100% a 0.1" de penetración utilizando la máxima densidad seca y contenido de humedad.



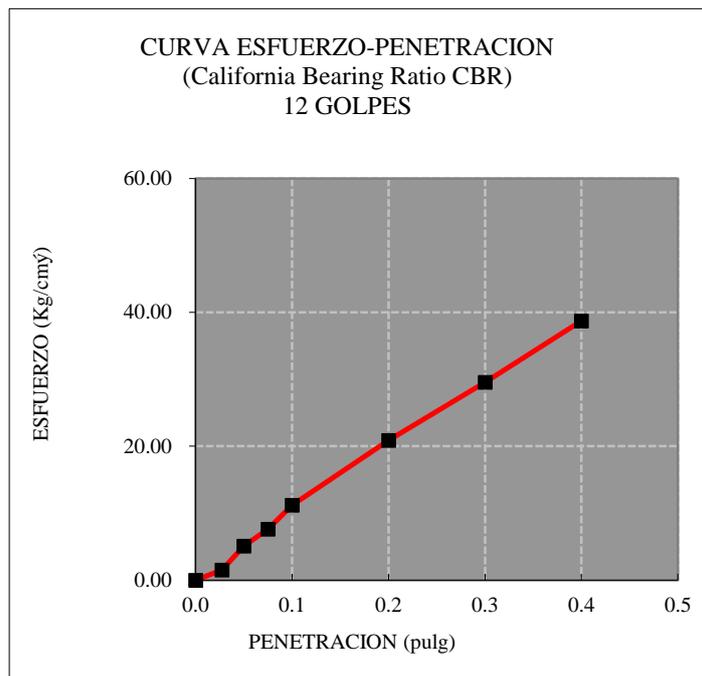
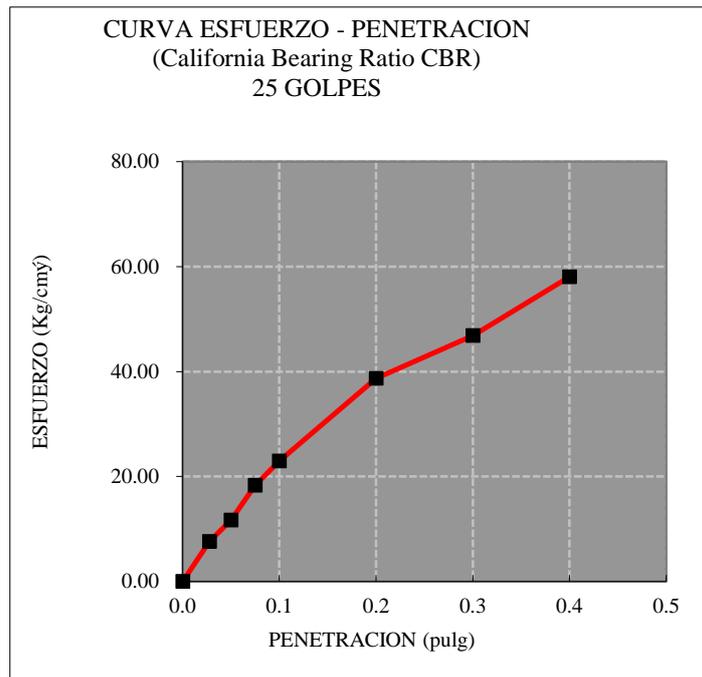


Figura 53: Grafica para CBR adicionando el cloruro de magnesio al 3% C-03 a 56, 25 y 12 golpes

Tabla 55: Ensayo de compactación con Proctor modificado para 3% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05

Determinación de la densidad					
peso suelo+ molde	gr.	8540	8722	8930	8940
peso del molde	gr.	4264	4263.6	4264	4264
peso suelo húmedo compactado	gr.	4276	4458.4	4666	4676
volumen molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
densidad húmeda	gr/cm ³	2.11	2.20	2.31	2.31
contenido de humedad promedio	%	5.36	6.96	9.45	11.79
densidad seca	gr/cm ³	2.01	2.06	2.11	2.07
Determinación del contenido de humedad					
Muestra N°		4	5	6	7
Peso del recipiente + suelo húmedo	gr.	182	235.7	212.3	205
Peso del recipiente + suelo seco	gr.	174.8	223	197.5	187.7
peso del agua	gr.	7.2	12.7	14.8	17.35
peso del recipiente	gr.	40.45	40.4	40.95	40.45
peso del suelo seco	gr.	134.4	182.6	156.6	147.2
contenido de humedad	%	5.36	6.96	9.45	11.79
densidad seca	gr/cm³	2.01	2.06	2.11	2.07

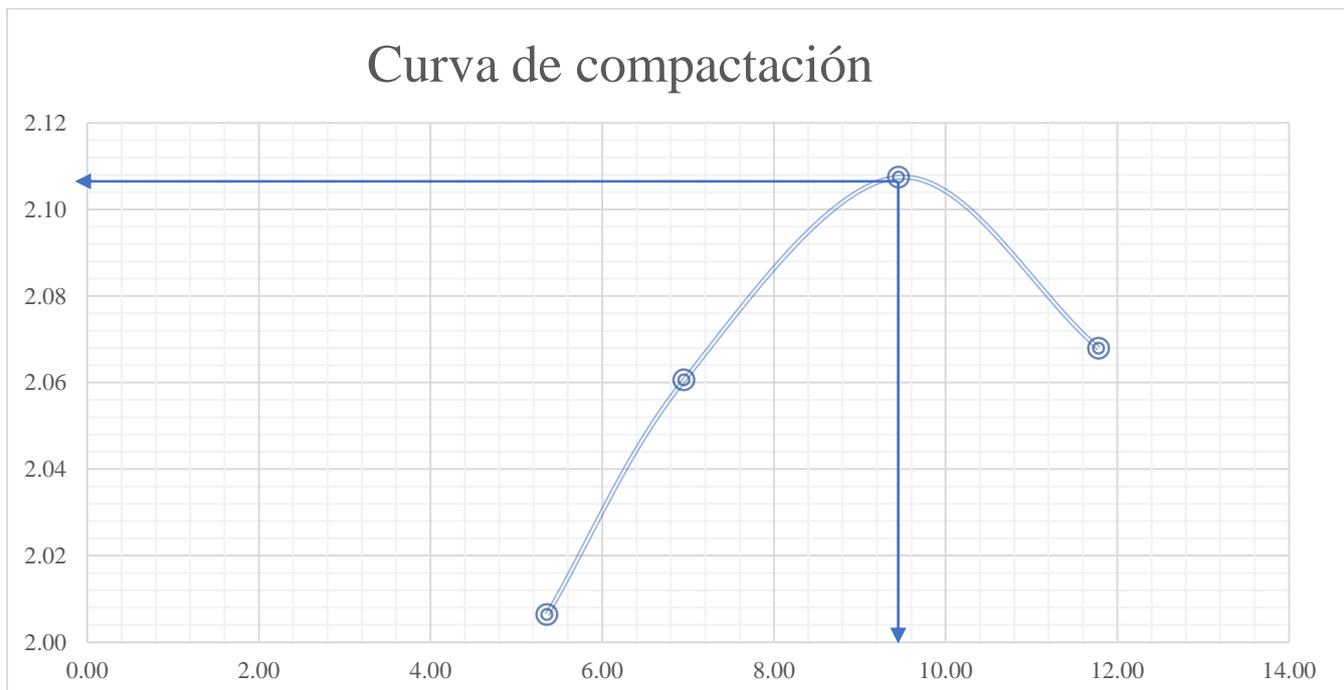


Figura 54: Gráfica de Proctor modificado al 3% de cloruro de magnesio C-04 y C-05

Como se aprecia en la prueba de compactación según Proctor Modificado (MTC E115- ASTM D1557) a 3% de cloruro de magnesio nos indica que con una humedad óptima de 9.45% se logra una máxima densidad seca de 2.11 gr/cm³.

○ **Relación De Soporte De California (C.B.R.) 3% - ASTM D-1883**

Tabla 56: Resultados de CBR para 3% de Cloruro de magnesio C-04 y C-05

C.B.R. al 100% de M.D.S (%)	0.1": 61.1	0.2": 70.8
C.B.R. al 95% de M.D.S (%)	0.1": 50.3	0.2": 60.2

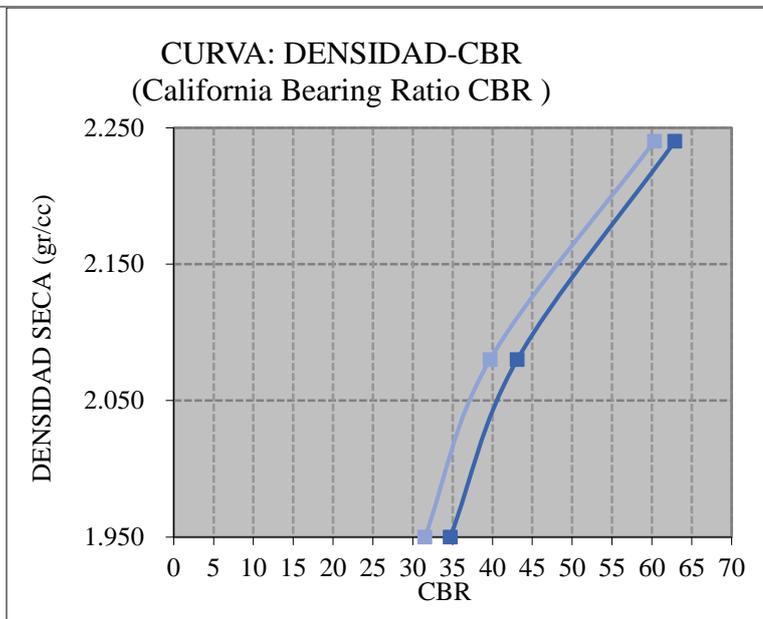
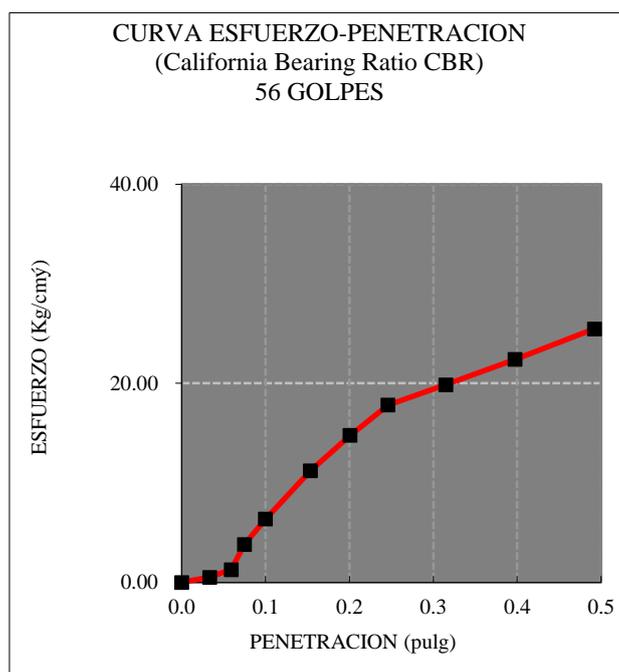


Figura 55: Resultados de CBR al 3% MgCl2 de C-04 y C-05

Al ver los resultados obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos arroja como resultados en el suelo seleccionado es de 50.3 al 95% y 61.1 al 100% a 0.1" de penetración utilizando el cloruro de magnesio al 3% y la máxima densidad seca y contenido de humedad.



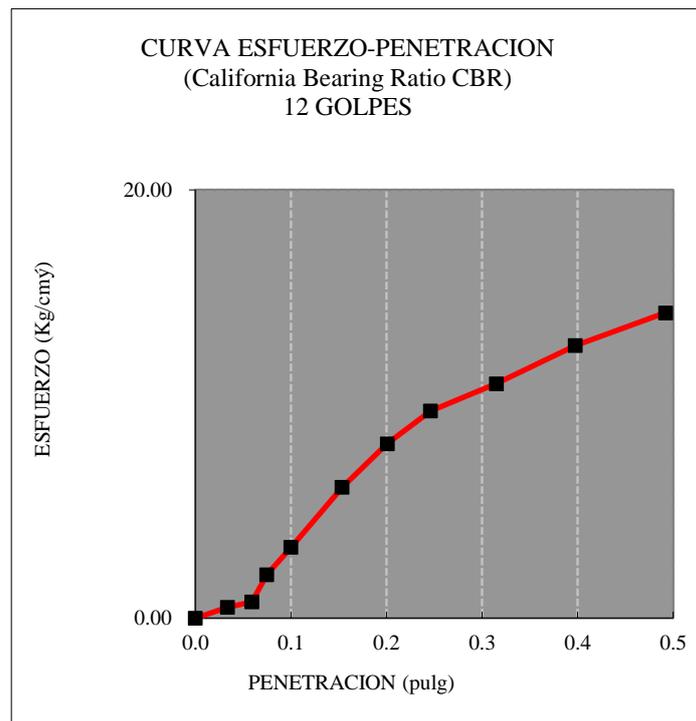
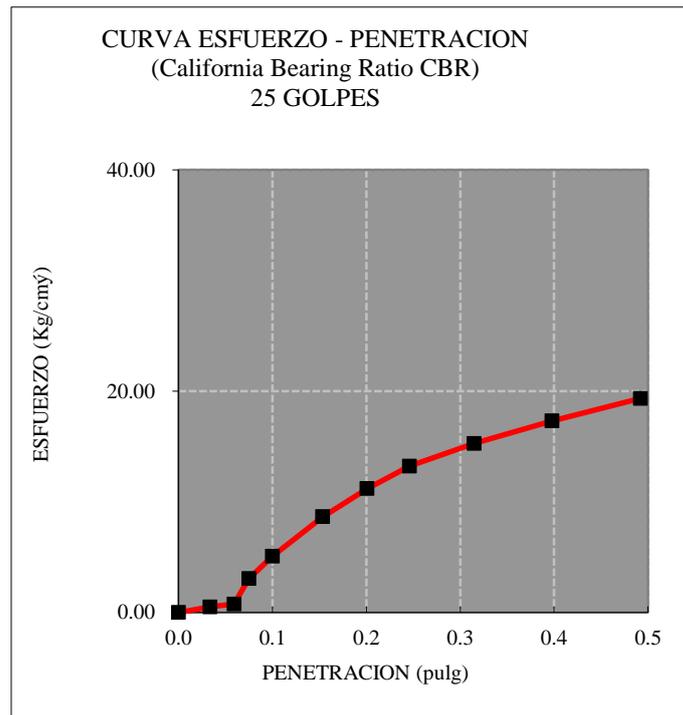


Figura 56: Grafica de CBR para Suelo estabilizado del 3% de cloruro de magnesio C-04 y C-05 a 56, 25 y 12 golpes

CAPITULO 4: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES:

4.1. DISCUSION:

Los resultados obtenidos a través de los diferentes ensayos realizados a los suelos existentes en el Centro Poblado Menor El Milagro 2021, afirman la hipótesis planteada al inicio de esta investigación estableciendo que la utilización de cloruro de magnesio en las carreteras no pavimentadas es factible y económica. Influye positivamente en las propiedades mecánicas mejorando de 16.23% de CBR a 32.72% CBR siendo estos resultados promedios de las 5 calicatas realizadas en la Av. El Milagro, reduciendo las emisiones de polvo y creando una liga impermeabilizante, aumentando la calidad y la resistencia de las carreteras no pavimentadas; sin embargo, el suelo presenta piedras de tamaños mayores a las 4" los cuales tendrán que ser retirados para el mejoramiento para evitar vacíos en el proceso constructivo.

De la tabla 18 se presentan los ensayos de granulometría para la calicata 01 que son fundamentales para la investigación y encontrar cual es tipo de suelo, según Clasificación SUCS es el material un GP que son Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos y por Clasificación AASHTO son A-1-a siendo así cantos, gravas y arenas; también nos presenta que no tiene índice de plasticidad.

En la Figura 1 encontramos la curva granulométrica del suelo para la calicata 01 en la cual se determinó su tipo de suelo cuenta su mayoría en gravas y arenas y con poco o nada de finos.

De la tabla 19 se presentan los ensayos de granulometría para la calicata 02 que son fundamentales para la investigación y encontrar cual es tipo de suelo, según Clasificación SUCS es el material un GP que son Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos y por Clasificación AASHTO son A-1-a siendo así cantos, gravas y arenas; también nos presenta que no tiene índice de plasticidad.

En la Figura 2 encontramos la curva granulométrica del suelo bien gradada para la calicata 2 en la cual se determinó su tipo de suelo cuenta su mayoría en gravas y arenas y con poco o nada de finos.

De la tabla 20 se presentan los ensayos de granulometría para la calicata 03 que son fundamentales para la investigación y encontrar cual es tipo de suelo, según Clasificación SUCS es el material un GP- GM que son Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con presencia de limos y por Clasificación AASHTO son A-1-a siendo así cantos, gravas y arenas; también nos presenta que no tiene índice de plasticidad.

En la Figura 03 encontramos la curva granulométrica del suelo bien gradada para la calicata 3 en la cual se determinó su tipo de suelo cuenta su mayoría en gravas y arenas y con presencia de limos.

De la tabla 21 se presentan los ensayos de granulometría para la calicata 04 que son fundamentales para la investigación y encontrar cual es tipo de suelo, según Clasificación SUCS es el material un GP que son Gravas mal graduadas, mezclas de grava

y arena con poco o nada de finos y por Clasificación AASHTO son A-1-a siendo así cantos, gravas y arenas; también nos presenta que no tiene índice de plasticidad.

En la Figura 04 encontramos la curva granulométrica del suelo bien gradada para la calicata 4 en la cual se determinó su tipo de suelo cuenta su mayoría en gravas y arenas y con poco o nada de finos.

Con la tabla 22 se aprecia el análisis granulométrico en el material existente en la calicata 05 tiene una clasificación tipo SUCS de GM siendo así unas gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo y por su clasificación AASHTO es A-1-a siendo cantos, gravas y arenas; ayudado por la Figura 5 nos muestra la curva granulométrica la cual nos presenta el porcentaje de agregados presentes en la muestra obtenida. Así como nos revela que no se encontró límites de atterberg en la calicata 05 por lo cual no cuenta con índice de plasticidad en su conformación.

En la tabla 23, 24, 25, 26 y 27 se puede apreciar los datos obtenidos del ensayo de compactación usando el Proctor modificado en el suelo patrón para las 5 Calicatas según el método C el cual es usado cuando más del 20% del peso del material se retiene en el tamiz 3/8" y menos del 30% del peso es retenido en el tamiz 3/4" y utilizamos el molde de 6" de diámetro y dando 56 golpes por 5 capas todo esto según AASHTO T-180D y según ASTM D1557. Como indica la Figura 6 la humedad óptimo del material en la calicata 01 es de 7.30% y se logra una máxima densidad seca de 2.01 gr/cm³; así mismo en la Figura 7 nos muestra la óptima humedad del suelo encontrado en la calicata 02 es de 6.50% y obteniendo una máxima densidad seca de 2.030 gr/cm³; también encontramos

en la Figura 8 nos muestra la óptima humedad del suelo encontrado en la calicata 03 es de 7.90% y obteniendo una máxima densidad seca de 2.050 gr/cm³; luego como indica la Figura 9 la humedad optimo del material en la calicata 04 es de 9.44% y se logra una máxima densidad seca de 1.86 gr/cm³; así mismo en la Figura 10 nos muestra la óptima humedad del suelo encontrado en la calicata 05 es de 9.9% y obteniendo una máxima densidad seca de 1.808 gr/cm³.

La tabla 28, 29, 30, 31 y 32 mostrada nos refleja los datos obtenidos en el ensayo de CBR o Relación de soporte de california usado con el reglamento de ASTM D-1883 la cual nos refleja los resultados en la calicata 01 es de 18.41 al 95% de la Máxima densidad seca o MDS y de 28.86 al 100% de MDS; en la calicata 02 es de 13.12 al 95% de la Máxima densidad seca o MDS y de 20.30 al 100% de MDS; en la C-03 es de 20.12 al 95% MDS y de 30.41 al 100% de MDS; en la C-04 es de 14.1 al 95% MDS y de 29.1 al 100% de MDS; en la C-05 es de 6.8 al 95% MDS y de 18.9 al 100% de MDS

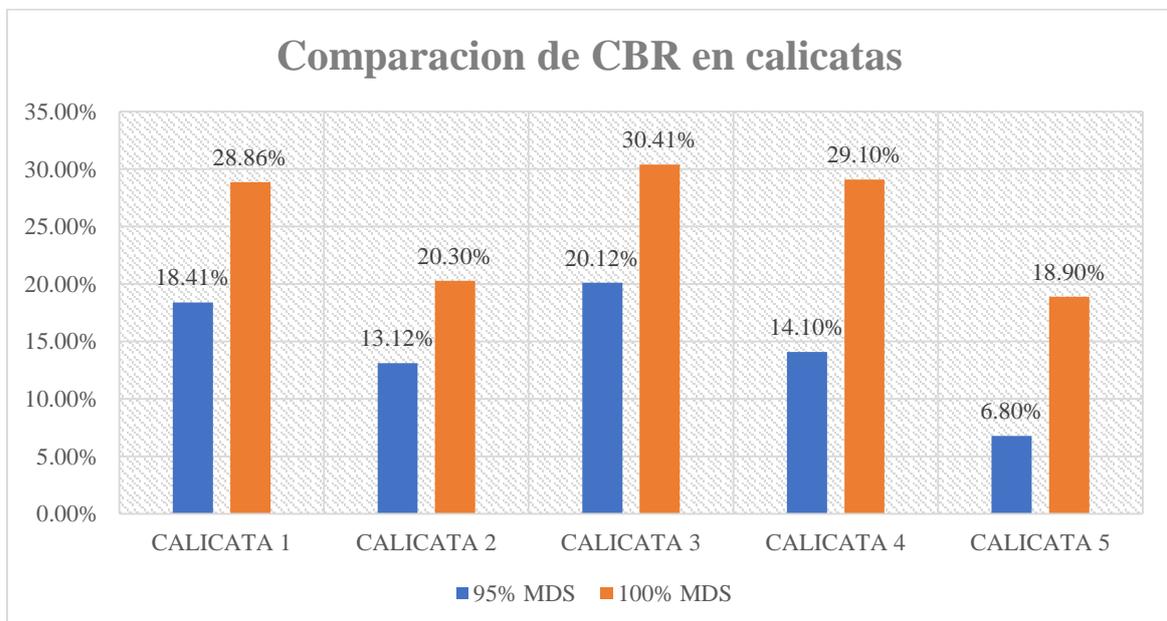


Figura 57: Grafico comparativo de CBR de las Calicatas Realizadas

De la Figura 57 podemos ver que el promedio de CBR al 95% MDS es 14.51 y al 100% MDS es 25.51 en la Av. Milagro con un suelo en estado natural encontrado en las 5 calicatas realizadas.

RESULTADOS AL 1% MgCl₂:

La tabla 33, 35, 37, 39 nos muestra la determinación de la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio (MgCl₂) al 1% nos arroja los siguientes valores 2.09 gr/cm³ y 7.50%; 2.10 gr/cm³ y 6.90%; 2.11 gr/cm³ y 8.10%; 1.94 gr/cm³ y 9.19% en el orden anteriormente mencionado.

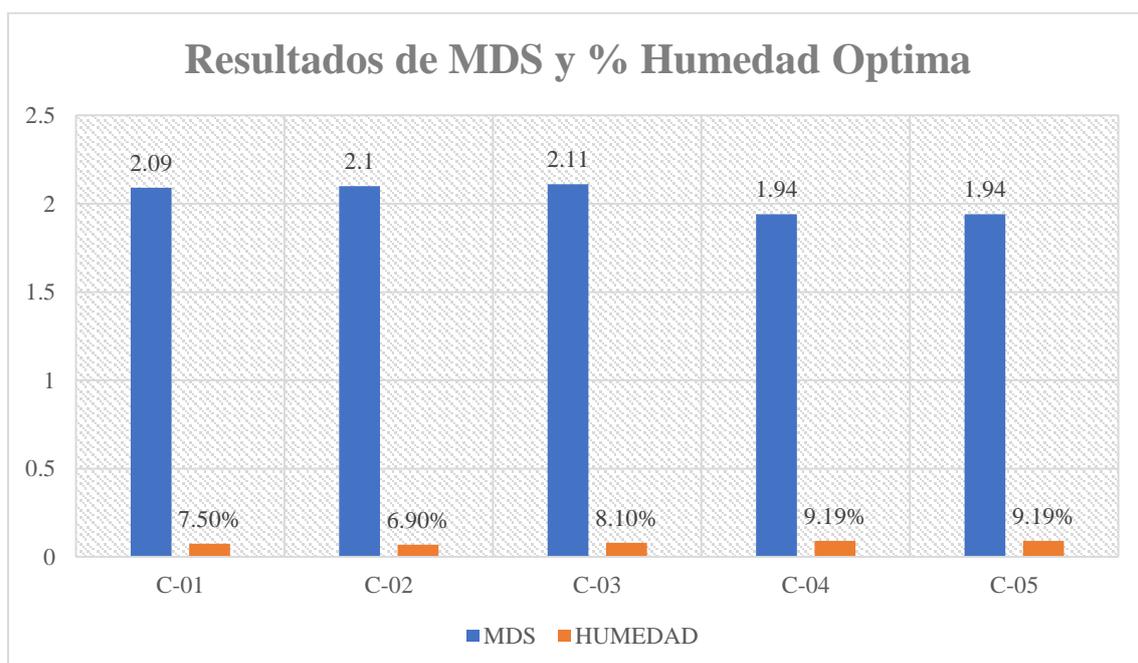


Figura 58: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 1% de MgCl₂

De la Figura 58 podemos ver que el promedio de MDS de 2.036 gr/cm³ y un %Humedad Optima de 8.176 en la Av. Milagro con un suelo adicionado con el 1% de MgCl₂ en las 5 calicatas realizadas.

La tabla 34, 36, 38, 40 los resultados de CBR en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) al 1% nos arroja los siguientes valores 24.43, 18.85, 23.65, 35.8 al 95% MDS y al 0.1” en el orden anteriormente mencionado.

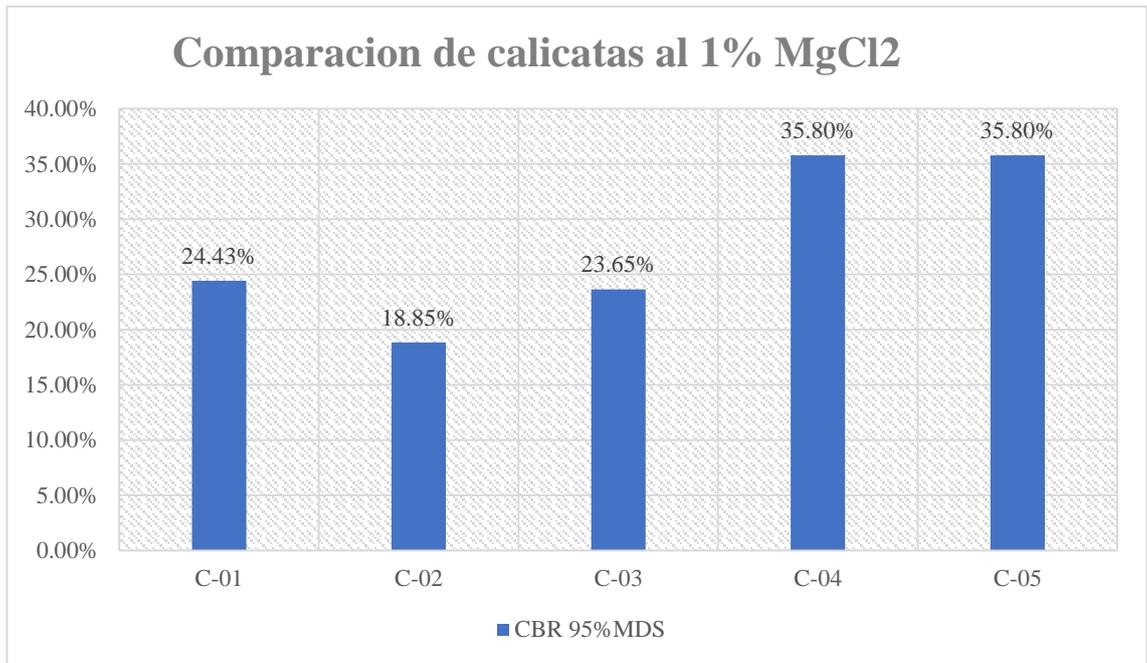


Figura 59: Resultados de CBR al 1% $MgCl_2$ al 95% MDS

De la Figura 59 podemos ver que el promedio de CBR en las calicatas encontradas al 95% MDS en un suelo adicionado al 1% de $MgCl_2$ en la Av. Milagro es de 27.706.

RESULTADOS AL 2% MgCl₂:

La tabla 41, 43, 45, 47 nos muestra la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio (MgCl₂) al 2% nos arroja los siguientes valores 2.17 gr/cm³ y 7.80%; 2.17 gr/cm³ y 7.40%; 2.17 gr/cm³ y 8.50%; 2.02 gr/cm³ y 8.29% en el orden anteriormente mencionado.

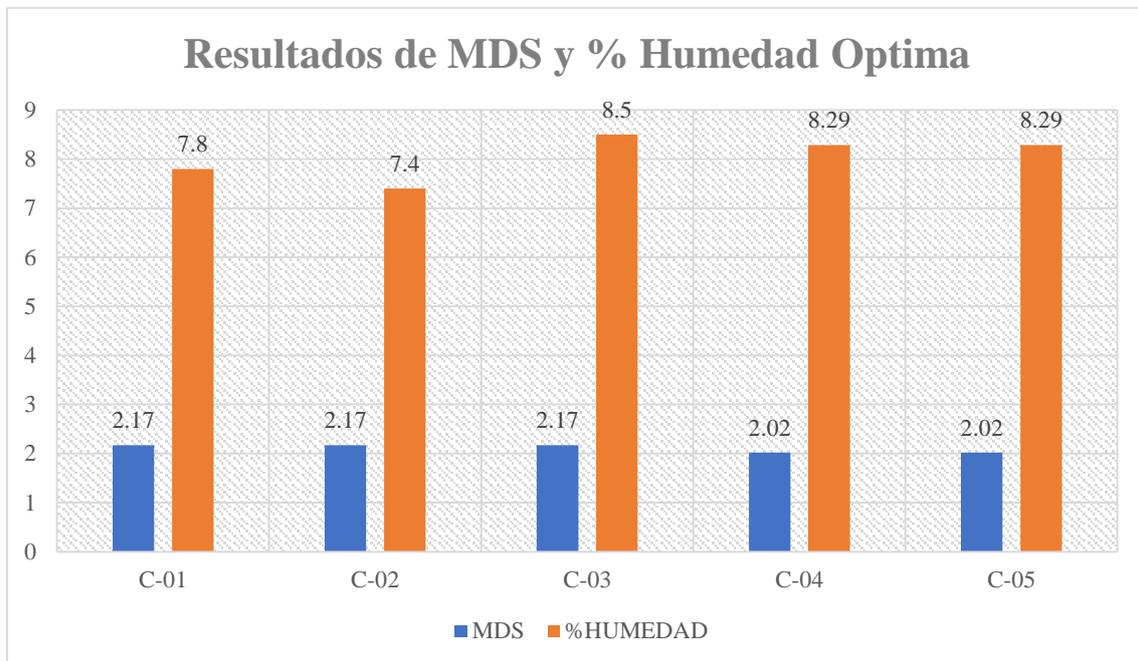


Figura 60: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 2% de MgCl₂

De la Figura 60 podemos ver que el promedio de MDS de 2.110 gr/cm³ y un %Humedad Optima de 8.056 en la Av. Milagro con un suelo adicionado con el 2% de MgCl₂ en las 5 calicatas realizadas.

La tabla 42, 44, 46, 48 nos los resultados de CBR en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) al 2% nos arroja los siguientes valores 28.83, 24.51, 26.81, 31.7 al 95% MDS y al 0.1” en el orden anteriormente mencionado.

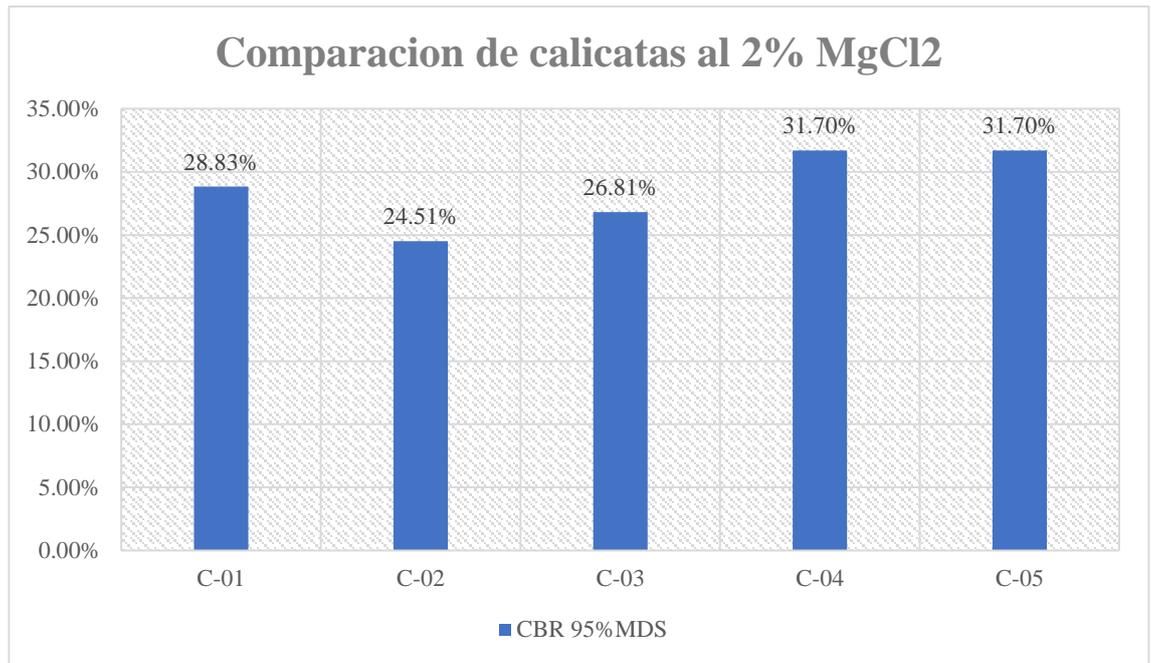


Figura 61: Resultados de CBR al 2% $MgCl_2$ al 95% MDS

De la Figura 61 podemos ver que el promedio de CBR en las calicatas encontradas al 95% MDS en un suelo adicionado al 2% de $MgCl_2$ en la Av. Milagro es de 28.71.

RESULTADOS AL 3% MgCl₂:

La tabla 49, 51, 53, 55 nos muestra la determinación de la máxima densidad seca y el contenido óptimo de humedad en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio (MgCl₂) al 3% nos arroja los siguientes valores 2.22 gr/cm³ y 8.30%; 2.24 gr/cm³ y 8.00%; 2.30gr/cm³ y 7.90%; 2.11gr/cm³ y 9.45% en el orden anteriormente mencionado.

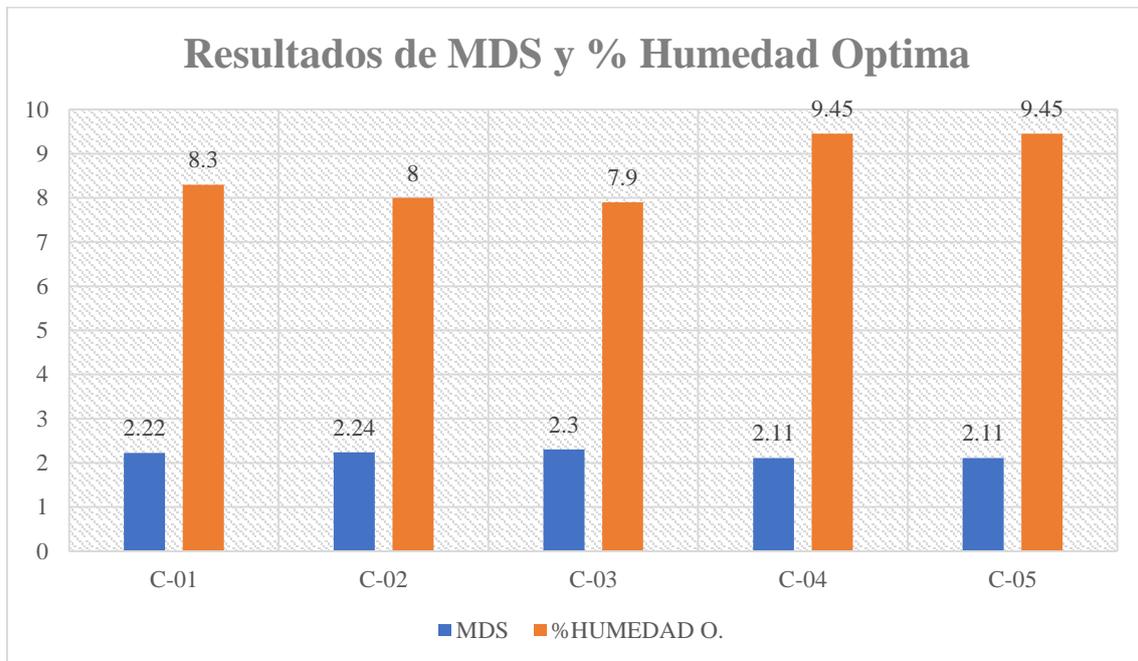


Figura 62: Resultados de MDS y % Humedad Optima al 3% de MgCl₂

De la Figura 62 podemos ver que el promedio de MDS de 2.196 gr/cm³ y un %Humedad Optima de 8.62 en la Av. Milagro con un suelo adicionado con el 3% de MgCl₂ en las 5 calicatas realizadas.

La tabla 50, 52, 54, 56 nos los resultados de CBR en las calicatas realizadas en C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05 con la adición de Cloruro de Magnesio ($MgCl_2$) al 3% nos arroja los siguientes valores 33.15, 29.81, 31.65, 50.3 al 95% MDS y al 0.1” en el orden anteriormente mencionado.

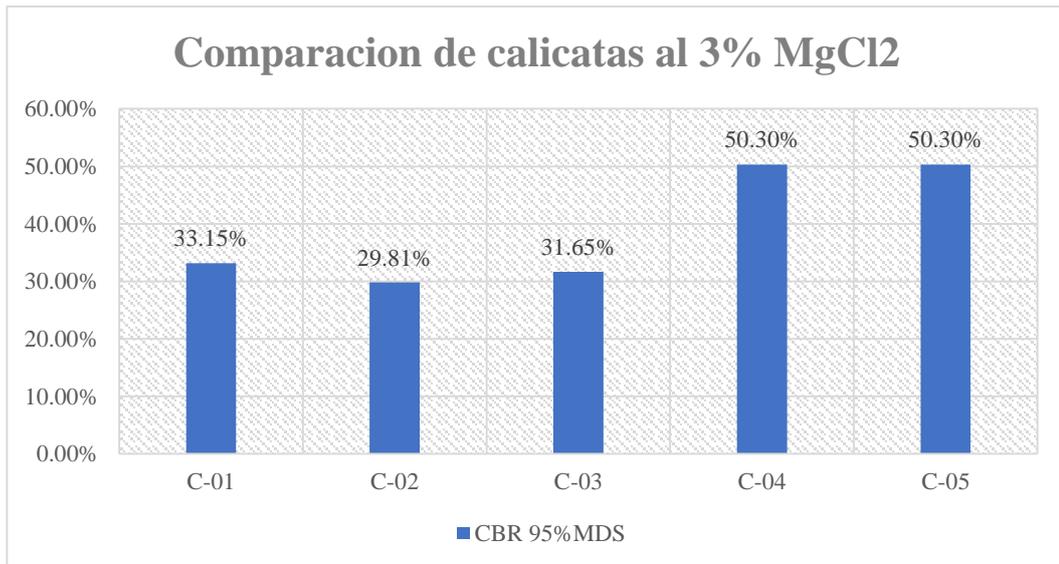


Figura 63: Resultados de CBR al 3% $MgCl_2$ al 95% MDS

De la Figura 63 podemos ver que el promedio de CBR en las calicatas encontradas al 95% MDS en un suelo adicionado al 3% de $MgCl_2$ en la Av. Milagro es de 39.042.

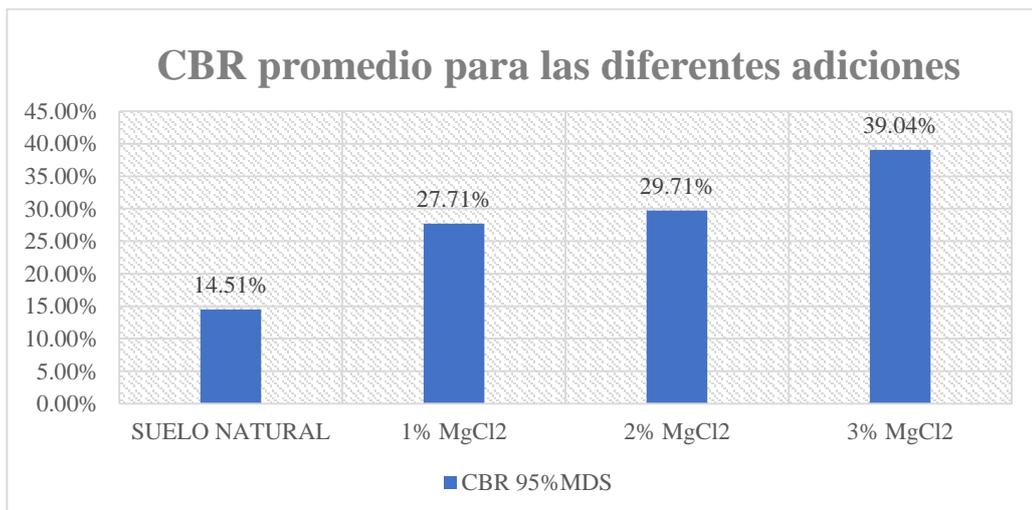


Figura 64: CBR promedio en 1%, 2% y 3%

De la Figura 64 podemos ver que el promedio de CBR en los diferentes porcentajes de $MgCl_2$ vemos que para la Av. Milagro es el más óptimo el 3% de Cloruro de Magnesio.

Por otro lado, la presente investigación muestra que el cloruro de magnesio con fórmula química $MgCl_2$ presente en la estabilización de suelos controla la emisión de polvo y reduce el deterioro superficial de la carpeta granular tal cual lo sostiene Gutiérrez (2010) en su investigación ya que crea una capa de rodadura con presencia de liga y celda los vacíos creados en un suelo con gran porcentaje de gravas. Así como también se ve que el cloruro de magnesio cuenta con una absorción de humedad atmosférica y retención de humedad presente en el suelo con ello resiste al secado y disminuyendo el polvo de la superficie como lo relata National land management (2011), aun así, no concuerda con la dosificación de 5% de $MgCl_2$ que sostiene para su mejoramiento Nima y Agmad S. (2015), ya que el suelo cuenta con la mejor dosificación al 3% de Cloruro de Magnesio al tener un distinto tipo de suelo al que se estudió, se concuerda es que mejora la red porosa del suelo. Ayudado con la investigación que presentan WanH, Ahmad A., Nima L, Suksun H (2017), El suelo estabilizado con cloruro de magnesio ($MgCl_2$) la resistencia aumenta en un alrededor de 3 – 5 veces el suelo no tratado, tanto en un suelo orgánico como en un suelo con gran porcentaje de gravas donde tiene mucha porosidad. Otras formas de utilización como la de Vergara R. (2011) es la estabilización y control del polvo con bischofita o cloruro de magnesio hexahidratado, este producto logra que se diluya el agua de amasado y se mezcla con los materiales para conformar una capa estabilizada y con poca porosidad, tal cual como en el estudio presente se ve que crea una película que evita la salida de los agregados disminuyendo así el polvo. Jake B. y Wiliam J. (2012) afirma que el cloruro de magnesio es un producto excelente para el rendimiento de carreteras del norte ya que puede soportar factores como temperatura, nivel de humedad,

precipitación y otros factores del suelo siendo así una de las mejores opciones de estabilización que se tiene. Así mismo Thenoux G. y Vera S. (2012) en su investigación dice que el uso de bischofita crea una superficie de camino granular estable, reduce los baches, las corrugaciones, la erosión y las emisiones de polvo, y mejora la calidad de conducción siendo así un uso potencial como estabilizador químico de capas de rodadura granulado, con las propiedades de capacidad de absorción y reducción de la humedad ambiental, incrementando la tensión superficial del agua y reduciendo la presión de vapor de agua, teniendo así unos resultados significativos tanto en campo como en laboratorio. Así como también en la investigación de Bonifacio W. y Sánchez J. (2015) nos habla que en las carreteras del norte de nuestro país como es Lambayeque cuentan con un suelo tipo GP siendo un material para estabilizar con productos químicos y teniendo como una opción económica la utilización del cloruro de magnesio en carreteras no pavimentadas. Y algunas técnicas de ayuda son las que Monlux S., Michael R. (2006) nos muestra que es la mezcla del suelo a estabilizar con ayuda de tractor o otras maquinarias para que la estabilización con cloruro de magnesio se costó-efectiva y que tenga una vida útil promedio de 10 años tendiendo así un ahorro y reduciendo así riesgos de salud por inhalación de polvo, aumento en la seguridad usuario de la carretera y mejorando la vida útil de esta.

RESULTADOS ESTADISTICOS

Resultados para ensayo Proctor modificado

Tabla 57: Analisis de datos estadísticos para ensayo de Proctor Modificado

		Descriptivos		
		Estadístico	Error estándar	
suelo natural	Media	1,9516	,04912	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,8152	
		Límite superior	2,0880	
	Media recortada al 5%		1,9541	
	Mediana		2,0100	
	Varianza		,012	
	Desviación estándar		,10983	
	Mínimo		1,81	
	Máximo		2,05	
	Rango		,24	
	Rango intercuartil		,21	
	Asimetría		-,659	,913
	Curtosis		-2,513	2,000
suelo natural+1%MgCl2	Media	2,0360	,03932	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,9268	
		Límite superior	2,1452	
	Media recortada al 5%		2,0372	
	Mediana		2,0900	
	Varianza		,008	
	Desviación estándar		,08792	
	Mínimo		1,94	
	Máximo		2,11	
	Rango		,17	
	Rango intercuartil		,17	
	Asimetría		-,579	,913
	Curtosis		-3,290	2,000
suelo natural+2%MgCl2	Media	2,1100	,03674	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0080	
		Límite superior	2,2120	
	Media recortada al 5%		2,1117	
	Mediana		2,1700	
	Varianza		,007	
	Desviación estándar		,08216	
	Mínimo		2,02	
	Máximo		2,17	

	Rango		,15	
	Rango intercuartil		,15	
	Asimetría		-,609	,913
	Curtosis		-3,333	2,000
suelo natural+3%MgCl ₂	Media		2,1960	,03750
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,0919	
		Límite superior	2,3001	
	Media recortada al 5%		2,1950	
	Mediana		2,2200	
	Varianza		,007	
	Desviación estándar		,08385	
	Mínimo		2,11	
	Máximo		2,30	
	Rango		,19	
	Rango intercuartil		,16	
	Asimetría		-,034	,913
	Curtosis		-2,171	2,000

Esta Tabla 57 nos arroja los valores básicos para un análisis estadístico en cada una de las calicatas y con las diferentes adiciones de aditivo.

Tabla 58: Prueba de normalidad para Ensayo de Proctor Modificado

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
suelo natural	,303	5	,152	,845	5	,178
suelo natural+1%MgCl ₂	,330	5	,078	,743	5	,026
suelo natural+2%MgCl ₂	,367	5	,026	,684	5	,006
suelo natural+3%MgCl ₂	,247	5	,200*	,884	5	,328

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la Tabla 58 podemos observar que dentro de los parámetros para Shapiro Wilk, el número de datos debe ser menor o igual a 50, es por esto que dentro de los datos obtenidos vemos que son superiores a 0.05 quiere decir que la hipótesis de que la adición de MgCl₂ en el suelo natural mejora en la prueba de Compactación es correcta.

RESULTADOS PARA ENSAYO CBR

Tabla 59: Resumen de datos estadísticos para Ensayo de CBR

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
SUELO NATURAL	Media			14,5100	2,32622
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		8,0514	
		Límite superior		20,9686	
	Media recortada al 5%			14,6267	
	Mediana			14,1000	
	Varianza			27,057	
	Desviación estándar			5,20160	
	Mínimo			6,80	
	Máximo			20,12	
	Rango			13,32	
	Rango intercuartil			9,31	
	Asimetría			-,667	,913
	Curtosis			,126	2,000
SUELO NATURAL+1%MgCl2	Media			27,7060	3,43975
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			18,1557	
	Límite superior			37,2563	
Media recortada al 5%				27,7483	
Mediana				24,4300	
Varianza				59,159	
Desviación estándar				7,69152	
Mínimo				18,85	
Máximo				35,80	
Rango				16,95	
Rango intercuartil				14,55	
Asimetría				,242	,913
Curtosis				-2,599	2,000
SUELO NATURAL+2%MgCl2	Media			28,7100	1,39901
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			24,8257	
	Límite superior			32,5943	
Media recortada al 5%				28,7772	
Mediana				28,8300	
Varianza				9,786	
Desviación estándar				3,12828	
Mínimo				24,51	
Máximo				31,70	
Rango				7,19	

	Rango intercuartil		6,04	
	Asimetría		-,374	,913
	Curtosis		-1,682	2,000
SUELO	Media		39,0420	4,62640
NATURAL+3%MgCl ₂	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	26,1970	
		Límite superior	51,8870	
	Media recortada al 5%		38,9294	
	Mediana		33,1500	
	Varianza		107,018	
	Desviación estándar		10,34495	
	Mínimo		29,81	
	Máximo		50,30	
	Rango		20,49	
	Rango intercuartil		19,57	
	Asimetría		,549	,913
	Curtosis		-3,243	2,000

Esta Tabla 59 nos arroja los valores básicos para un análisis estadístico en cada una de las calicatas y con las diferentes adiciones de aditivo.

Tabla 60: Prueba de normalidad para Ensayo de CBR

	Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
SUELO NATURAL	,195	5	,200*	,948	5	,724	
SUELO	,265	5	,200*	,852	5	,201	
NATURAL+1%MgCl ₂							
SUELO	,230	5	,200*	,907	5	,451	
NATURAL+2%MgCl ₂							
SUELO	,316	5	,116	,767	5	,042	
NATURAL+3%MgCl ₂							

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 60 podemos observar que dentro de los parámetros para Shapiro Wilk, el número de datos debe ser menor o igual a 50, es por esto que dentro de los datos obtenidos vemos que son superiores a 0.05 quiere decir que la hipótesis de que la adición de MgCl₂ en el suelo natural mejora el CBR es correcta.

CONCLUSIONES:

- Se realizo las pruebas de laboratorio para el suelo en estado normal consiguiendo así que es un suelo con presencia de gravas y sin plasticidad teniendo un CBR promedio de 14.51% con una humedad optima de 8.206 %.
- Se realizo la estabilización con cloruro de magnesio al 1% que presenta un aumento de CBR llegando a un 27.706 % con una humedad optima de 8.176%.
- Se realizo la estabilización con cloruro de magnesio al 2% que presenta un aumento de CBR llegando a un 28.71 % con una humedad optima de 8.056%.
- Se logro la mejor dosificación al someter el material a una mejora del 3% de Cloruro de Magnesio creando un CBR de 39.04% al 95% MDS y con una Humedad optima de 8.62% siendo una estabilización apta para mejorar las carreteras no asfaltadas en CPM El Milagro.
- Las pruebas de normalidad realizadas en para CBR y Proctor son correctas, presentando valores mayores de 0.05 o 5% que indican que la hipótesis es correcta.

REFERENCIAS

- Bonifacio, W., Sanchez, J. (2015). Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. Recuperado de: <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/3947>
- Braja D. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotecnica*. (4ta Ed). México: CENGAGE learnig.
- Crespo, C (2011). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (6ta Ed). México: Limusa
- El Tiempo* (2017). Colombia, sin pavimentar. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-163935>
- Elizando, F., & Sibaja, D. (2008). “*Guía para la estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas*”. San José, Costa Rica.: Unidad de Investigación en Infraestructura Vial. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.
- Ferrin J. (2013). Aplicación de cloruro de magnesio. Recuperado de: <http://www.co.apache.az.us/engineering/magnesium-chloride-application/>
- Gutiérrez, C. (2010). Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (BISCHOFITA) frente al cloruro de calcio. Recuperado de: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/33475690/Estabilizac_en_Peru.pdf

- Hasmida W., Safuan A., Latifi N., Horpubulsuk S. (2017). Resistencia y características morfológicas del suelo orgánico estabilizado con cloruro de magnesio. LYELL <http://qjgeh.lyellcollection.org/content/50/4/454>
- Jake B., Hoffbeck W. (2017). Road Saver. Recuperado de: <http://desertmtncorp.com/wp-content/uploads/2017/03/roadsaver-brochure.pdf>
- López, L (2013). Diseño y Construcción de Pavimentos Flexibles aplicando geomallas de polipropileno como sistema de reforzamiento estructural. Recuperado de : <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6427/9.20.001877.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Management N. (2011) Magnesium chloride. Recuperado de: <https://www.ecodustcontrol.com/hs-fs/hub/34419/file-32540384-pdf/docs/nlm-magnesium-chloride-liquid-11-22-2011.pdf>
- Manual de Carreteras (2018). Diseño Geométrico. Recuperado de : https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf
- Minervino, M (2017). Calles de tierra, un problema en todas las ciudades. *La nueva*. Recuperado de: <https://www.lanueva.com/nota/2016-10-23-8-23-0-calles-de-tierra-un-problema-en-todas-las-ciudades>
- Monlux S., Mitchell M. (2006). Surface- Aggregate Stabilization with chloride materials. Recuperado de: <https://www.fs.fed.us/t-d/pubs/pdf/06771805.pdf>
- Nima Latifi, Ahmad Safuan ,A. Rashid. (2015). Características Físicoquímicas dependientes del tiempo del suelo residual de malasia estabilizado con solución de cloruro de magnesio. Recuperado de: JOURNAL <https://link.springer.com/article/10.1007/s12517-015-2100-4>

Thenoux, G., Vera, S. (2012). Evaluation of hexahydrated magnesium chloride (Bischofite) performance as a chemical stabilizer of granular road surfaces

.Recuperado de : DOAJ -
<https://doaj.org/article/aadbb1035a14441696ad16dd7bc29904>

Torres, H (2018). Realidad de las carreteras en nuestro país y su cumplimiento normativo. Recuperado de :

<https://es.slideshare.net/HubertTorresTacuri/realidad-de-las-carreteras-del-peru>

Perú cámaras (2017). Carreteras departamentales en esta parte del país este pavimento. Recuperado de:

http://www.perucam.com/perucam_new/pdf/rr/248%20Edici%C3%B3nVirtualReporteRegionalNorte-Lunes17dejulio2017.pdf

Rico A., Castillo (1976). *Ingeniería de suelos en vías terrestres*. (volumen 1). Limusa Noriega Editorial .

Vergara, R. (2011). Estabilización y control de polvo con bischofita. Recuperado de:

<http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/1667>

Zambrano J. (2016). Estabilización química con Cloruro de Magnesio en el diseño del camino Valla las Orquideas- Puente Piedra. Recuperado de:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/1541>

ANEXOS

Tabla 61: Relación de calicatas y ubicación

Relación de calicata	
N° Calicata	Ubicación
1	Avenida El Milagro Con Calle Luis Bacheró Rossi
2	Avenida El Milagro Con Calle Inca Roca
3	Avenida El Milagro Con Calle Manco Cápac
4	Avenida El Milagro Con Calle Ramon Castilla
5	Avenida El Milagro Con Calle Ciro Alegría

CERTIFICADO Nro : N° 113 PAV/AGOSTO 2021

ANALISIS MATERIAL DE TERRENO NATURAL

(ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACION : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO

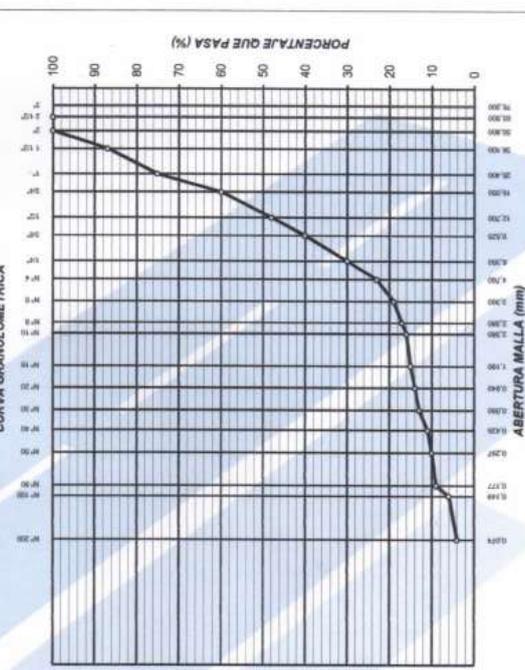
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-1

ATTERBERG	VALORES	TIPOS DE
LIMITE LIQUIDO	0	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO	0.00	SUCS
INDICE PLASTICIDAD	0.00	GP
		A-1-a (0)

FECHA : AGOSTO 2021
MUESTRA : M-2



Muestra proporcionada por el interesado.

Susan Ortiz Vasquez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz John
ESP DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 65: Análisis granulométrico C-01



SOLUCIONES EN INGENIERÍA DE SUELOS Y CONSTRUCCIÓN CIVIL MECÁNICA DE PAVIMENTOS Y MATERIALES

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES
ASTM D-4318

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA, BRIAN STEVEN

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO

LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CALICATA : C-1

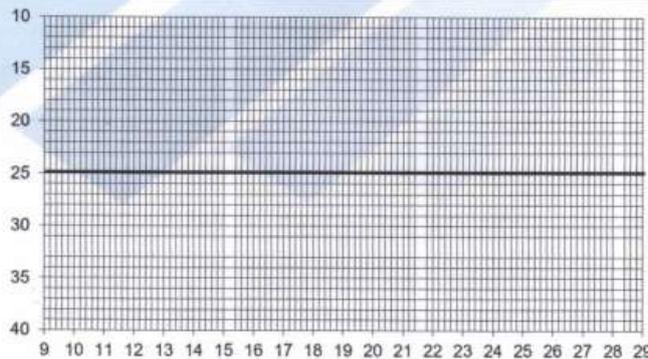
FECHA : AGOSTO 2021 CERTIFICADO Nro. N°113PAVIA008T02.2021

LIMITE LIQUIDO

N° de Latas			
N° de Golpes			
Peso de Lata + Suelo Humedo		NO PLÁSTICO	
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
% de Humedad			

LIMITE PLASTICO

N° de Latas			
Peso de Lata + Suelo Humedo		NO PLÁSTICO	
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
Porcentaje de Humedad			



OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el interesado.




L.L.	N.P.	L.P.	N.P.	I.P.	N.P.
------	------	------	------	------	------

Susana Ortiz Casas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 65288

Oscar Abraham Ordoñez
 ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 66: Ensayo de Plasticidad C-01

CERTIFICADO Nro : N° 113 PAV/AGOSTO 2021

ANÁLISIS MATERIAL DE TERRENO NATURAL

(ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO

LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

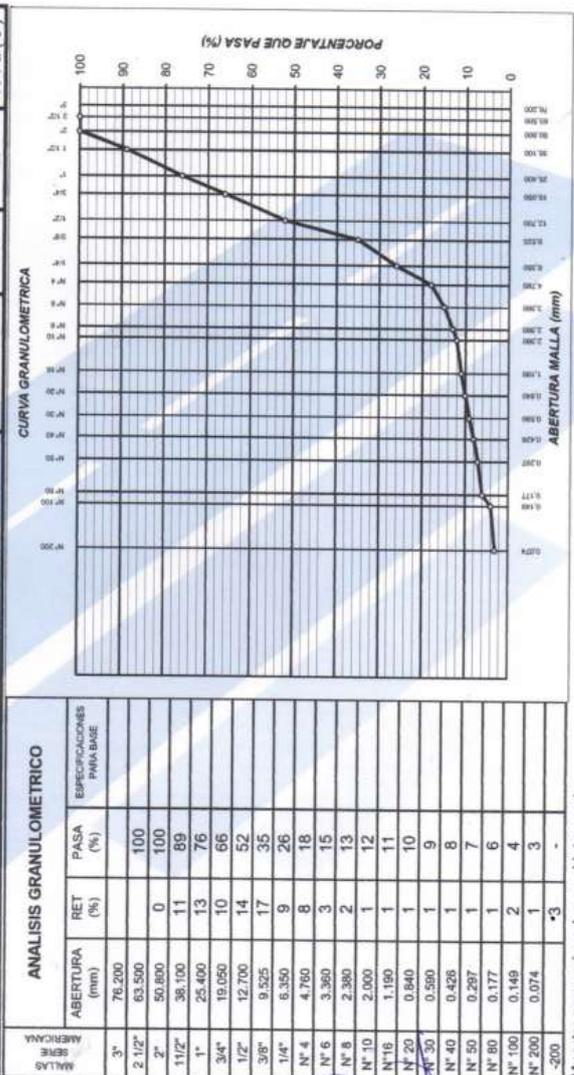
SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA, BRIAN STEVEN

FECHA : AGOSTO 2021

MUESTRA : M-2

CAUCATA : C-2

ATTERBERG	VALORES	TIPOS DE
LIMITE LIQUIDO	0	CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO	0.00	SILCS
INDICE PLASTICIDAD	0.00	GP
		A-1-a (0)



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Se prohíbe la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi SOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 67: Análisis granulométrico C-02



SOLUCIONES EN INGENIERÍA DE SUELOS Y CONSTRUCCIÓN CIVIL MECÁNICA DE PAVIMENTOS Y MATERIALES

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES
ASTM D-4318

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA, BRIAN STEVEN

UBICACIÓN : CENTRO POBLADOMENOR EL MILAGRO

LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CALICATA : C-2

FECHA : AGOSTO 2021

CERTIFICADO Nro : N°113PAVAGOSTO2 2021

LIMITE LIQUIDO

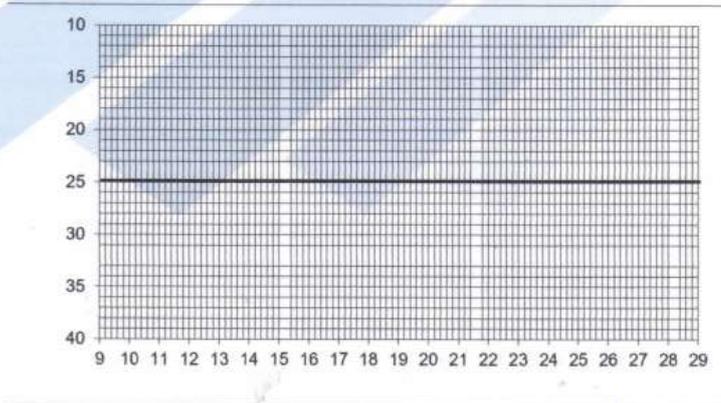
N° de Latas			
N° de Golpes			
Peso de Lata + Suelo Humedo			
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
% de Humedad			

NO PLÁSTICO

LIMITE PLASTICO

N° de Latas			
Peso de Lata + Suelo Humedo			
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
Porcentaje de Humedad			

NO PLÁSTICO



OBSERVACIONES:

Muestra proporcionada por el interesado.

Susana Ortiz Lasas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85289

L.L. N.P. L.P. **N.P.** (I.P.) N.P.

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ®registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 68: Ensayo de plasticidad C-02

CERTIFICADO Nro : N° 113 PAV/AGOSTO 2021

ANÁLISIS MATERIAL DE TERRENO NATURAL

(ASTM D-2487, ASTM D-422, ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO

LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TEBISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

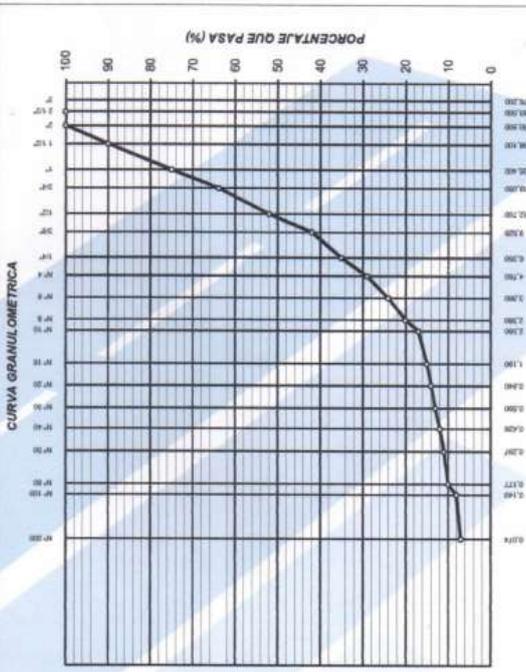
FECHA : AGOSTO 2021

MUESTRA : M-2

CALCATA : C-3

VALORES	TIPOS DE CLASIFICACION
ATTERBERG	
LIMITE LIQUIDO	0
LIMITE PLASTICO	0.00
INDICE PLASTICIDAD	0.00
GP-GM	A-1-a (0)

ABERTURA (mm)	RET (%)	PASA (%)	ESPECIFICACIONES PARA BASE
3"		100	
2 1/2"		100	
2"	0	100	
1 1/2"	10	90	
1"	15	75	
3/4"	11	64	
1/2"	12	52	
3/8"	10	42	
1/4"	7	35	
N° 4	6	29	
N° 6	5	24	
N° 8	4	20	
N° 10	3	17	
N° 16	2	15	
N° 20	1	14	
N° 30	1	13	
N° 40	1	12	
N° 50	1	11	
N° 80	1	10	
N° 100	2	8	
N° 200	1	7	



Brian Steven Valera Barboza
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 45269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 69: Análisis Granulométrico C-03



SOLUCIONES EN INGENIERÍA DE SUELOS Y CONSTRUCCIÓN CIVIL MECÁNICA DE PAVIMENTOS Y MATERIALES

LIMITE DE CONSISTENCIA
LABORATORIO CONTROL DE MATERIALES
ASTM D-4318

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA, BRIAN STEVEN

UBICACIÓN : CENTRO POBLADOMENOR EL MILAGRO

LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

CALICATA : C-3, M-1

FECHA : AGOSTO 2021

CERTIFICADO Nro : N°113PAV/AGOSTO2 2021

LIMITE LIQUIDO

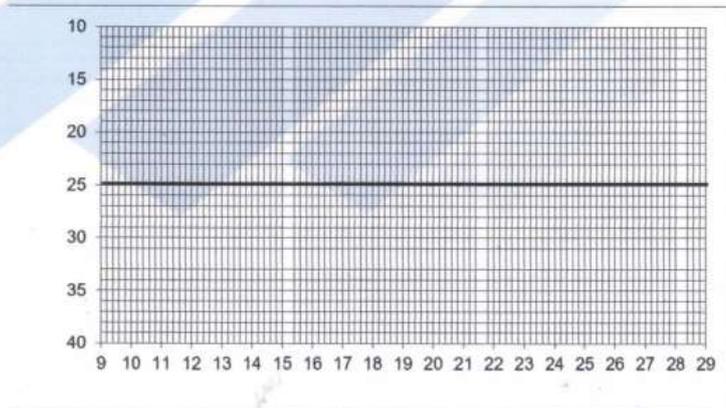
N° de Latas			
N° de Golpes			
Peso de Lata + Suelo Humedo			
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
% de Humedad			

NO PLÁSTICO

LIMITE PLASTICO

N° de Latas			
Peso de Lata + Suelo Humedo			
Peso de Lata + Suelo Seco			
Peso de Agua			
Peso de Lata			
Peso de Suelo Seco			
Porcentaje de Humedad			

NO PLÁSTICO



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

L.L.
N.P.
L.P.
N.P.
I.P.
N.P.

Susam Ortiz Casas Oscar Abraham Ortiz Jahn
 INGENIERO CIVIL ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
 CIP. N° 85269 Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 70: Ensayo de límites de Plasticidad C-03



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC: 20487063399

CEL. 964-581071 - 964-581054

RPM #870158 - RPM #870159

TELF. 064- 226014

E-mail : hidrogeominryb@gmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
CONTENIDO DE HUMEDAD**

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"

LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO

PROVINCIA : TRUJILLO

DISTRITO : HUANCHACO

DEPARTAM. : LA LIBERTAD

ARCHIVO N° : CALICATA No 01

FECHA : JUNIO DEL 2020

FETICIONARI : TESISTA VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

Uno del material

DATOS DE LAS MUESTRAS			
Progresiva			CALICATA
Sondaje			C-1
Muestra			M-1
Legenda de la muestra			C-1/M-1
Profundidad	(m)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)			
Número de la tara			
Peso tara	(g)		
Peso tara + suelo húmedo	(g)		5416.00
Peso tara + suelo seco	(g)		5070.00
Escriba una X si es organica o la muestra es turba			
ORGANICA			
TURBA			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)			
Número de la tara			
Peso tara	(g)		
Peso tara + suelo seco	(g)		5070.00
Peso tara + suelo seco lavado	(g)		5070.00
Peso Retenido (gr)	3"	76.200	0.00
	2"	50.600	0.00
	1 1/2"	38.100	183.00
	1"	25.400	874.00
	3/4"	19.100	480.00
	5/8"	12.700	120.00
	3/8"	9.520	1280.00
	N° 084	4.760	538.00
	N° 008	2.380	338.00
	N° 010	2.000	147.00
	N° 016	1.190	148.00
	N° 020	0.840	69.00
	N° 030	0.590	71.00
	N° 040	0.420	163.00
	N° 050	0.297	231.00
N° 080	0.177	50.00	
N° 100	0.149	317.00	
N° 200	0.074	55.00	
FONDO	-		4.00
Error	(%)		0.00

ERROR MAXIMO 3%

Observaciones:

HIDROGEOMIN R&B SAC.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECÁNICA DE SUELOS

Esperanza Ramos Beissy
ING. CIVIL - CIP N° 109101
MISOR TÉCNICO EN GEOTECNIA, GEOLÓGIA
Y MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

HIDROGEOMIN R&B SAC.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECÁNICA DE SUELOS

Walter Enrique Romero Melgar
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN MATERIALES
MISOR TÉCNICO EN BARRAS REINFORZADORAS
ESPECIALISTA EN ESTIMA, RESEA MEDIDA DE SUELOS
MISOR CIVIL, RPM: 11131 Y 114100 DE AREA

Figura 71: Análisis granulométrico C-04



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC: 20487063399
 CEL. 964-581071 - 964-581054
 RPM #070158 - RPM #070159
 TELF. 064 - 226014
 E-mail : hidrogeominryb@gmail.com

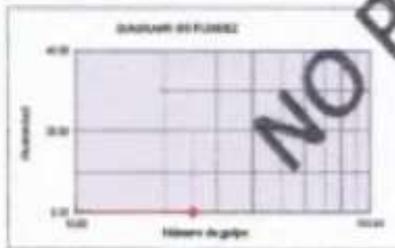


LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-4318)

PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020*

LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO **PROVINCIA :** TRUJILLO
DISTRITO : BUENACASO **DEPARTAMENTO :** LA LIBERTAD
ABRIVIO N° : CALCATA No 01 **FOLIO :** JUNIO DEL 2020
PETICIONARIO : TERESA VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

Muestra	CALCATA No 01 06 - I	
Límites de Consistencia	Límite Líquido	Límite Plástico
N° de golpes		
Peso tara (g)		
Peso tara + suelo líquido (g)		
Peso tara + suelo seco (g)		
Humedad %		
Límites		



LL = 0.00
 PI = 0.00

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Espinoza Ramos Betsy
 ING. CIVIL - CIP N° 109101
 ASesor TÉCNICO EN GEOTECNIA, GEOLOGIA Y MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECÁNICA DE SUELOS
 Romero Romero Melgar
 INGENIERO MECÁNICO, PROFETA Y DE MATERIALES
 ASesor TÉCNICO CIP N° 10304 REG. CONSULTOR O FOMTO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, GEOLÓGIA MECÁNICA DE SUELOS, HERRAJERIA, HERRAJERIA Y PAVIMENTO DE C/A

Figura 72: Límites de consistencia C-04



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC : 20487063399

Tel.: 064-226014 - Cel.: 964-581054 - Cel.:964-581071

RPM #870158 - RPM #870159

E-mail: hidrogeominryb@hotmail.com



ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (ASTM D422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2487)

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
 LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO
 DISTRITO : HUANCHACO
 PROYECTONARIO : TESISISTA VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN
 ARCHIVO : CALICATA No 01
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 FECHA : JUNIO DEL 2020

Progresiva	CAL. No 01		
Sondaje	C-01		
Muestra	M-2		
Profundidad (cm)	0.00 - 3.00		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PORTLANDIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"*	76.200	100.0
	2"*	58.800	100.0
	1 1/2"	38.100	96.4
	1"	25.400	79.2
	3/4"	19.100	69.7
	1/2"	12.700	67.3
	3/8"	9.520	42.1
	N° 60#	4.760	51.5
	N° 60#	2.380	24.8
	N° 60#	2.000	21.9
	N° 60#	1.190	19.0
	N° 60#	0.840	17.6
	N° 60#	0.590	16.2
	N° 60#	0.420	13.0
	N° 60#	0.297	8.4
	N° 60#	0.177	7.4
	N° 100	0.149	1.2
N° 200	0.074	0.1	
Contenido de Humedad (%)	6.8		
Límite Líquido (LL) (%)	0		
Límite Plástico (LP) (%)	0		
Índice Plástico (IP) (%)	0		
Clasificación (S.U.C.S.)	GP		
Clasificación (AASHTO)	A-1-a		
Índice de Grupo	0		



Observaciones:

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
 Espinosa Ramos Betsy
 ING. CIVIL - CIP N° 103101
 ASESOR TECNICO EN GEOTECNIA, GEOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASPHALTO

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
 Rogers Enrique Romero Melgar
 ING. CIVIL, METALURGISTA Y DE MATERIALES
 ASESOR TECNICO CIP N° 14134 PEA CONSULTOR EN MATERIA ESPECIALIZADA EN GEOTECNIA, MECANICA DE SUELOS, MINERIA, HORMIGON Y ANALISIS DE SUELO

Figura 73: Análisis granulométrico + curva granulométrica C-04



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC: 20487063399

CEL. 964-581071 - 964-581054

RPM #870158 - RPM #870159

TELF. 064 - 226014

E-mail : hidrogeominryb@gmail.com



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
CONTENIDO DE HUMEDAD**

PROYECTO: "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"

LOCALIDAD: CENTRO POBLADO EL MILAGRO

PROVINCIA: TRUJILLO

DISTRITO: HUANCHACO

DEPARTAM.: LA LIBERTAD

ARCHIVO N°: CALICATA No 02

FECHA: JUNIO DEL 2020

PETICIONARI: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

Uso del material

DATOS DE LAS MUESTRAS			
Progresiva	CALICATA No 02		
Sondaje	C-2		
Muestra	M-1		
Leyenda de la muestra	C-2/M-1		
Profundidad (m)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)			
Número de la tara			
Peso tara (g)			
Peso tara + suelo húmedo (g)	5568.00		
Peso tara + suelo seco (g)	5112.00		
Escriba una X si es organica o la muestra es turba			
ORGANICA			
TURBA			
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)			
Número de la tara			
Peso tara (g)			
Peso tara + suelo seco (g)	5112.00		
Peso tara + suelo seco lavado (g)	5112.00		
Peso Retenido (gr)	3"	76.200	0.00
	2"	50.800	424.00
	1 1/2"	38.100	315.00
	1"	25.400	168.00
	3/4"	19.100	289.00
	1/2"	12.700	447.00
	3/8"	9.520	223.00
	N° 094	4.760	653.00
	N° 008	2.380	290.40
	N° 010	2.000	78.70
	N° 016	1.190	100.00
	N° 020	0.840	133.30
	N° 030	0.590	208.90
	N° 040	0.420	131.80
	N° 050	0.297	100.00
N° 080	0.177	55.10	
N° 100	0.149	297.40	
N° 200	0.074	240.30	
FONDO	-	887.10	
Error	(%)	0.80	

ERROR MAXIMO 3%

Observaciones:

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECANICA DE SUELOS

[Signature]
Ing. Valera Barboza Brian Steven
ING. CIVIL - CIP N° 409104
Especialista en Geotecnia, Geología
CÁMARA DE BREVES, CONCRETO Y ASFALTO

[Signature]
HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECANICA DE SUELOS

Figura 74: Analisis granulométrico por tamizado C-05



Figura 75: Ensayo de límites de consistencia C-05



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC: 20487063399
CEL. 964-581071 - 964-581054
RPM #870150 - RPM #870159
TELEF. 064 - 226014
E-mail: hidrogeominryb@gmail.com



**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION
(ASTM D-422 - D2216 - D854 - D4318 - D427 - D3282 - D2497)**

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE
CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO
DISTRITO : HUANCHACO
PETICIONARIO : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN
ARCHIVO : CALCATA No. 02
PROVINCIA : TRUJILLO
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
FECHA : JUNIO DEL 2020

Programa	CALCATA No. 02		Especificaciones material de
Sondaje	C-2		
Muestra	M-1		
Profundidad (m)			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	3"	76.200	100.0
	2"	58.800	91.2
	1 1/2"	35.100	85.3
	1"	25.400	78.3
	3/4"	13.100	72.7
	1/2"	12.700	63.9
	3/8"	9.520	59.6
	Nº 60	4.760	30.5
	Nº 80	2.390	44.8
	Nº 100	2.000	43.3
	Nº 150	1.190	41.4
	Nº 200	0.840	38.7
	Nº 300	0.590	33.5
	Nº 400	0.420	30.9
	Nº 500	0.297	28.9
Nº 600	0.177	27.9	
Nº 750	0.140	25.1	
Nº 1000	0.074	17.4	
Contenido de Humedad (%)	17.0		
Límite Líquido (LL) (%)	-		
Límite Plástico (LP) (%)	30		
Índice Plástico (IP) (%)	-		
Clasificación (S.U.C.S.)	OM		
Clasificación (AASHTO)	A-1-b		
Índice de Grupo	0		



Observaciones:

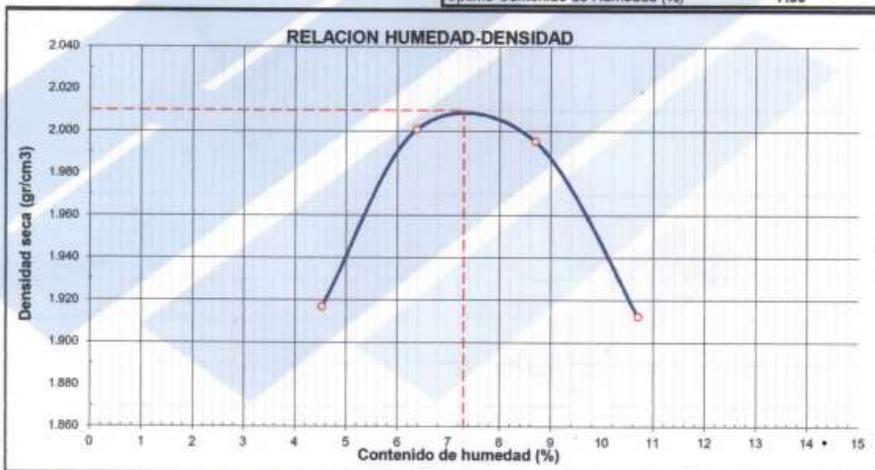
HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECANICA DE SUELOS

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA
EN MECANICA DE SUELOS

Romero Esteban Romero Melgar
ING. CIVIL METALURGISTA Y DE MATERIALES

Figura 76: Análisis granulométrico + curva granulométrica C-05

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-1, M-1					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10590.00	10855.00	10940.00	10830.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4250.00	4515.00	4600.00	4490.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.004	2.129	2.169	2.117
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	287.00	282.00	276.00	271.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	13.00	18.00	24.00	29.00
Peso del suelo seco	g	287.00	282.00	276.00	271.00
Contenido de agua	%	4.53	6.38	8.70	10.70
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.917	2.001	1.995	1.912
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.010
Óptimo Contenido de Humedad (%)					7.30



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Silvia Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 65269

Oscar Abraham Córdova
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

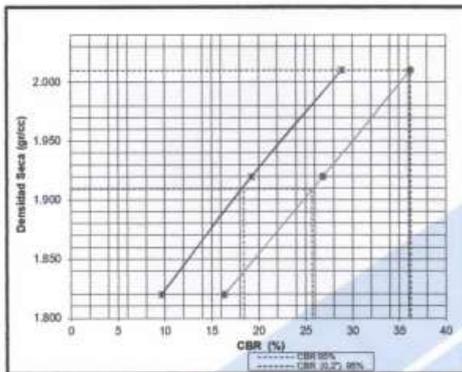
Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 77: Ensayo Proctor modificado C-01

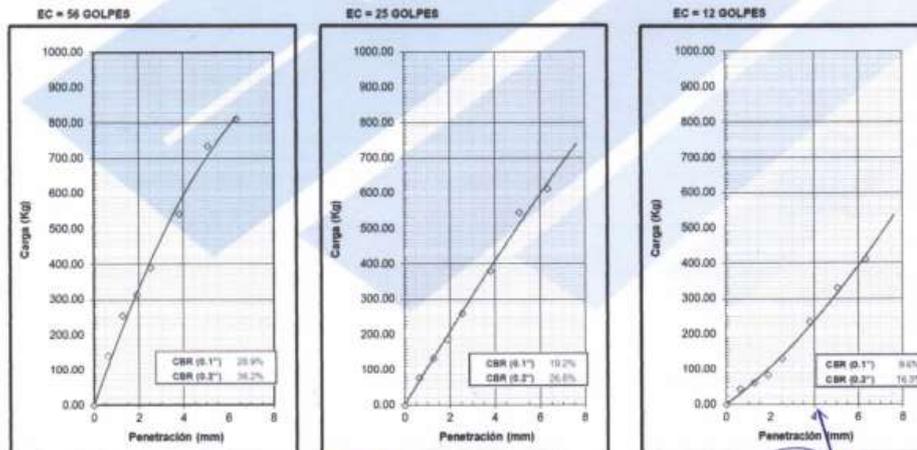
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)	
PROYECTO :	INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021
UBICACIÓN :	CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR :	DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOLICITANTE :	TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN
CALICATA :	C-1
FECHA :	AGOSTO 2021
DATOS DE LA MUESTRA	



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.010
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.30
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.910

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	28.80	0.2"	36.21
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	16.41	0.2"	25.67

OBSERVACIONES:



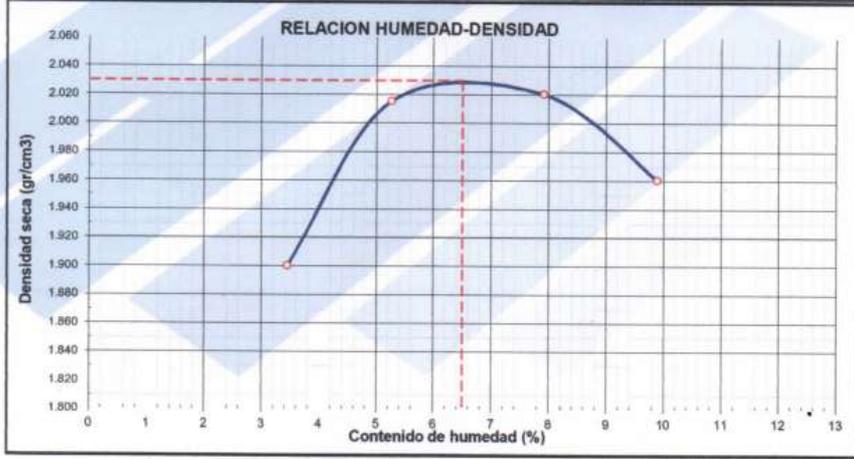
Susana Ortiz Vargas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 65268

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 78: Resultados de CBR en C-01

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-2					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
Peso suelo + molde	g	10510.00	10840.00	10965.00	10910.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4170.00	4500.00	4625.00	4570.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	1.966	2.122	2.181	2.155
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	290.00	285.00	278.00	273.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	10.00	15.00	22.00	27.00
Peso del suelo seco	g	290.00	285.00	278.00	273.00
Contenido de agua	%	3.45	5.26	7.91	9.89
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.901	2.016	2.021	1.961
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.030
Óptimo Contenido de Humedad (%)					6.50



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ®registrada en U Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 79: Ensayos de compactación C-02

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

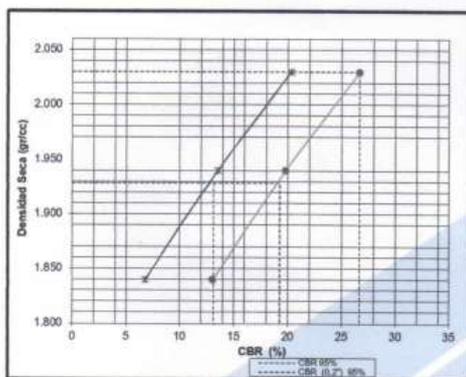
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-2 FECHA : AGOSTO 2021

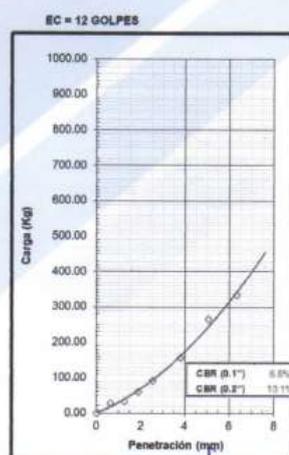
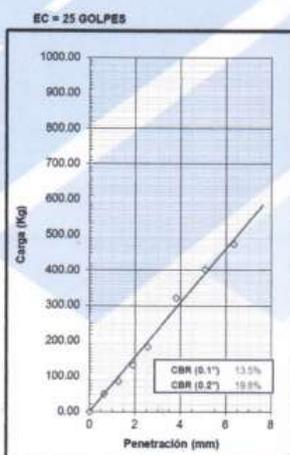
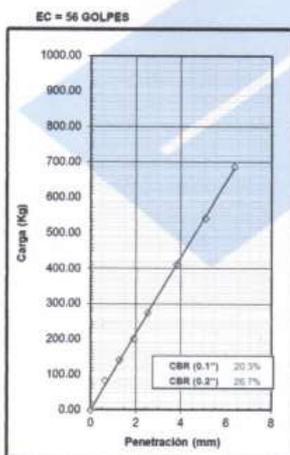
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.030
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.50
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.920

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	20.30	0.2"	26.65
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.12	0.2"	19.25

OBSERVACIONES:



Susan Ortiz Casas
 SUSAN ORTIZ CASAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 65269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
 OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
 RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

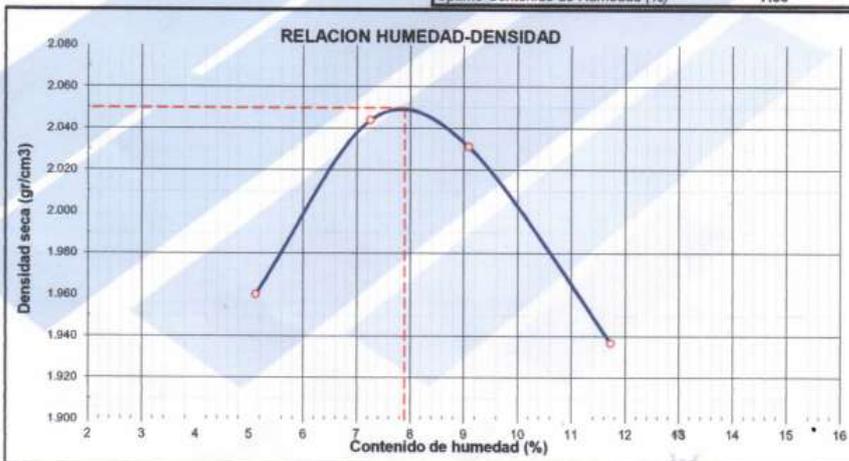
Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 80: Resultados de CBR en C-02

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-3					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10710.00	10990.00	11040.00	10930.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4370.00	4650.00	4700.00	4590.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.060	2.192	2.216	2.164
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	285.40	279.70	275.00	268.50
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	14.60	20.30	25.00	31.50
Peso del suelo seco	g	285.40	279.70	275.00	268.50
Contenido de agua	%	5.12	7.26	9.09	11.73
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.960	2.044	2.031	1.937
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.050
Óptimo Contenido de Humedad (%)					7.90



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 81: ensayos de compactación C-03



SOLUCIONES EN INGENIERÍA DE SUELOS Y CONSTRUCCIÓN CIVIL MECÁNICA DE PAVIMENTOS Y MATERIALES

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

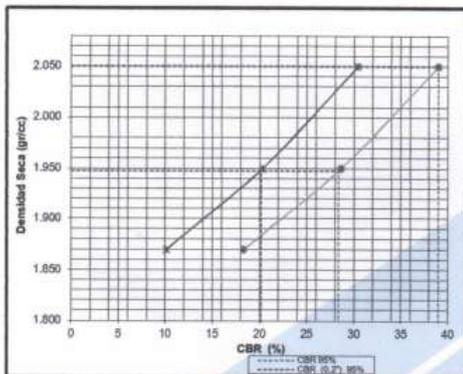
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

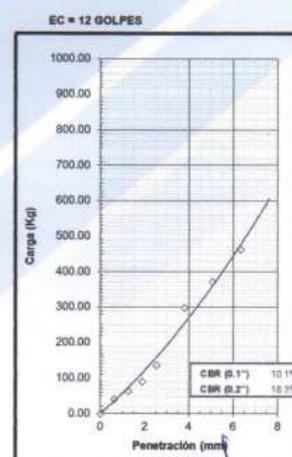
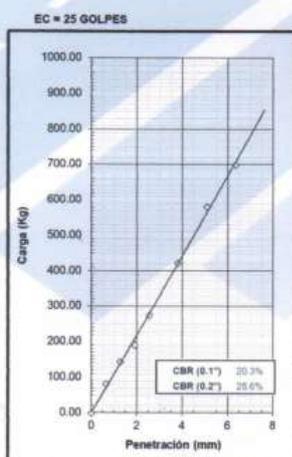
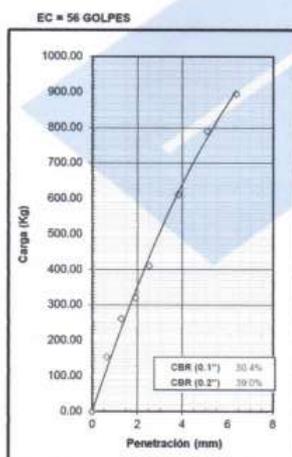
CALICATA : C-3 FECHA : AGOSTO 2021

DATOS DE LA MUESTRA



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	30.41	0.2"	36.97
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	20.12	0.2"	26.35

OBSERVACIONES:



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 65269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 82: Resultados de CBR en C-03



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC : 20487063399
 Telf.: 064-226014 - Cel.: 964-581054 - Cel.-964-581071
 RPM 8870158 - RPM 8870159
 E-mail: hidrogeominrb@hotmail.com

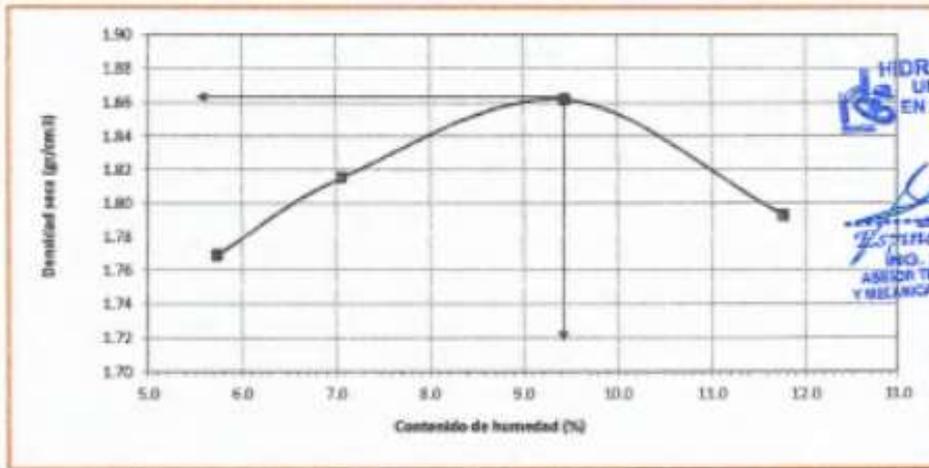


PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (MTC E115 - ASTM D1557)

PETICIONARIO : TESISTA VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN
OBRA : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICANDE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO **PROVINCIA** : TRUJILLO
DISTRITO : HUANCHACO **DEPARTAM.** : LA LIBERTAD
ARCHIVO N° : CALICATA No 81 **FECHA** : JUNIO DEL 2020
PETICIONARIO : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

ENSAYO DE COMPACTACION ASTM D1557

Determinación de la Densidad					
Peso suelo + molde	gr.	7950	8098	8288	8220
Peso del molde	gr.	4166	4166	4166	4166
Peso suelo Humedo compactado	gr.	3784	3932	4122	4054
Volumen del Molde	cm3	2023	2023	2023	2023
Densidad Humeda	gr/cm3	1.87	1.94	2.04	2.00
Contenido de Humedad promedio	%	5.73	7.1	9.4	11.8
Densidad Seca	gr/cm3	1.77	1.82	1.86	1.79
Determinación del contenido de Humedad					
Muestra No.		7	2	5	5
Recipiente No.		7	2	5	5
Peso de Recipiente + Suelo Humedo	gr	198.6	202.8	205.1	189.6
Peso de Recipiente + Suelo Seco	gr	190	192	191.3	175
Peso del agua	gr	8.6	10.8	13.8	14.6
Peso del Recipiente	gr	39.95	39.1	45.05	50.95
Peso del Suelo Seco	gr	150.05	152.9	146.25	124.05
Contenido de Humedad	%	5.73	7.06	9.44	11.77
Densidad Seca	gr/cm3	1.77	1.82	1.86	1.79



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) : 1.86 gr/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.44 %

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
 Estudiante: Estudiante Ramos Betsy
 Ing. CIVIL - CIP N° 109101
 ASISTENTE TECNICO EN GEOTECNIA, GEOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Figura 83: Ensayo de compactación en C-04

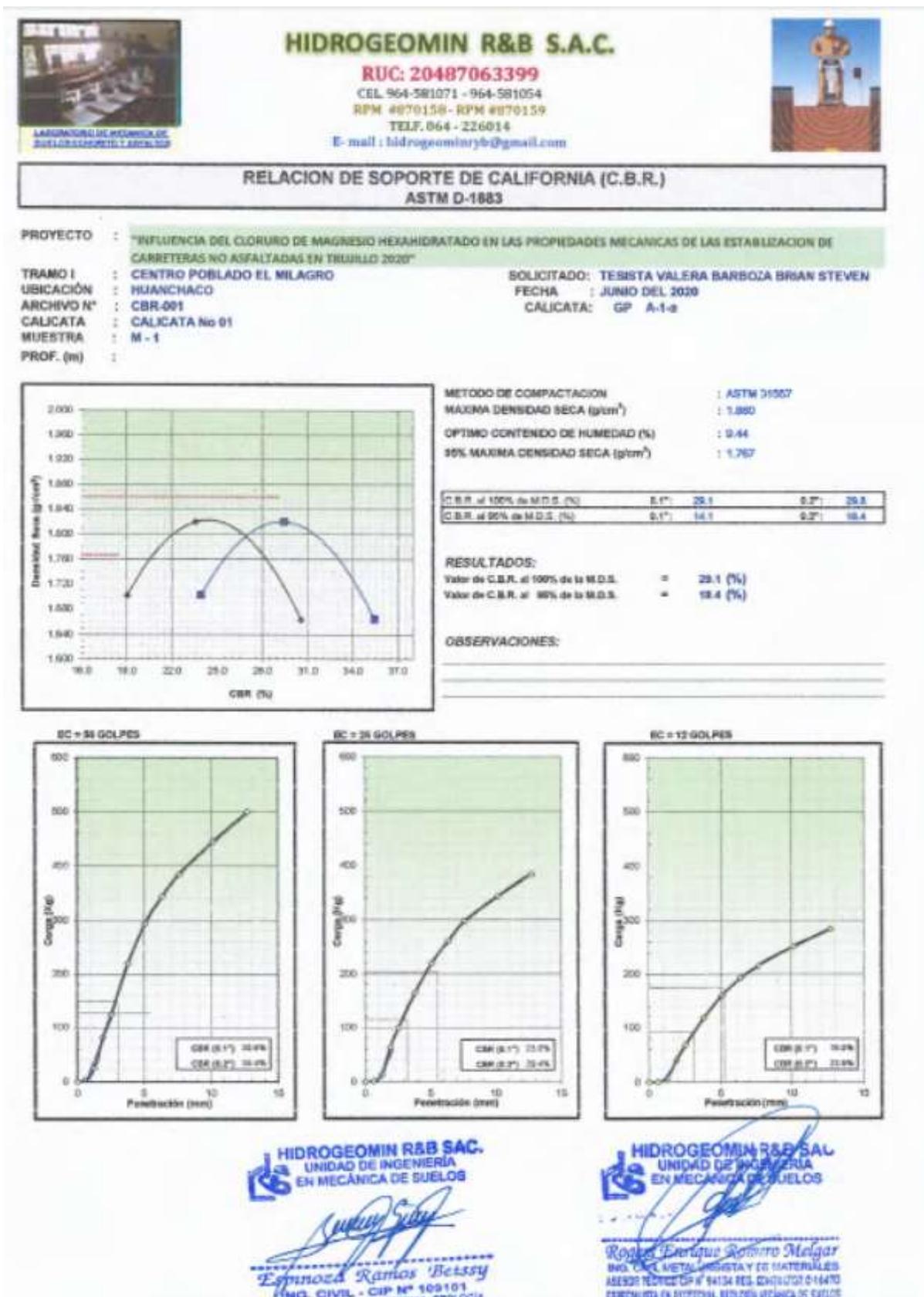


Figura 84:Resultados de CBR en C-04



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

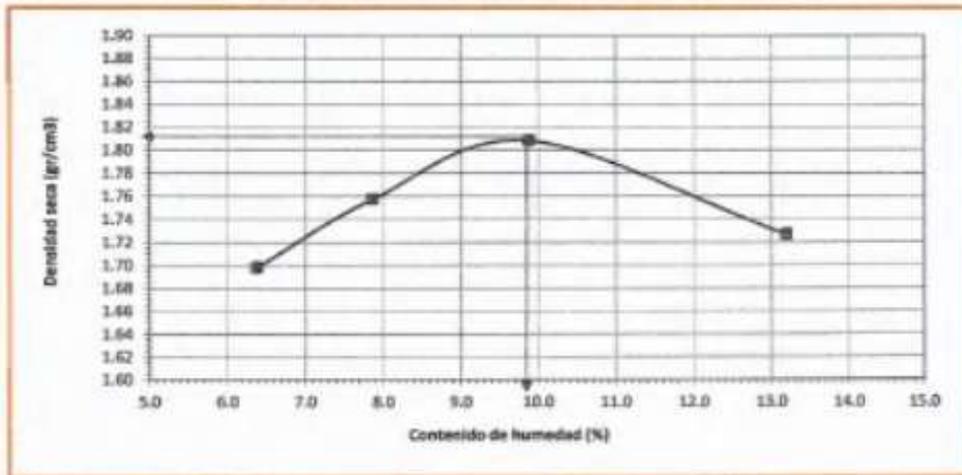
RUC : 20487063399
 Telf.: 064-226014 - Cel.: 964-581054 - Cel.: 964-581071
 RPM #870158 - RPM #870159
 E-mail: hidrogeominryb@hotmail.com



PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (MTC E115 - ASTM D1557)

OBRA : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO **PROVINCIA :** TRUJILLO
DISTRITO : HUANCHACO **DEPARTAM. :** LA LIBERTAD
ARCHIVO N° : CALICATA N°82 **FECHA :** JUNIO DEL 2020
PETICIONARIO: TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

Determinación de la Densidad					
Peso suelo + molde	gr.	7820	8000	8185	8120
Peso del molde	gr.	4166	4166	4166	4166
Peso suelo humedo compactado	gr.	3654	3834	4019	3954
Volumen del Molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
Densidad Humeda	gr/cm ³	1.81	1.90	1.99	1.95
Contenido de Humedad promedio	%	6.4	7.9	9.9	13.2
Densidad Seca	gr/cm ³	1.70	1.76	1.81	1.73
Determinación del contenido de Humedad					
Muestra No					
Recipiente No		7	2	5	5
Peso de Recipiente + Suelo Humedo	gr.	368	218	289.5	271.5
Peso de Recipiente + Suelo Seco	gr.	348.3	205	268	244.7
Peso del agua	gr.	19.7	13	21.5	26.8
Peso del Recipiente	gr.	39.3	39.6	50.5	41.5
Peso del Suelo Seco	gr.	309	165.4	217.5	203.2
Contenido de Humedad	%	6.38	7.86	9.89	13.19



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)

1.808 gr/cm³
 9.9 %

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

HIDROGEOMIN R&B SAC.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

Figura 85: Ensayo de compactación para C-05

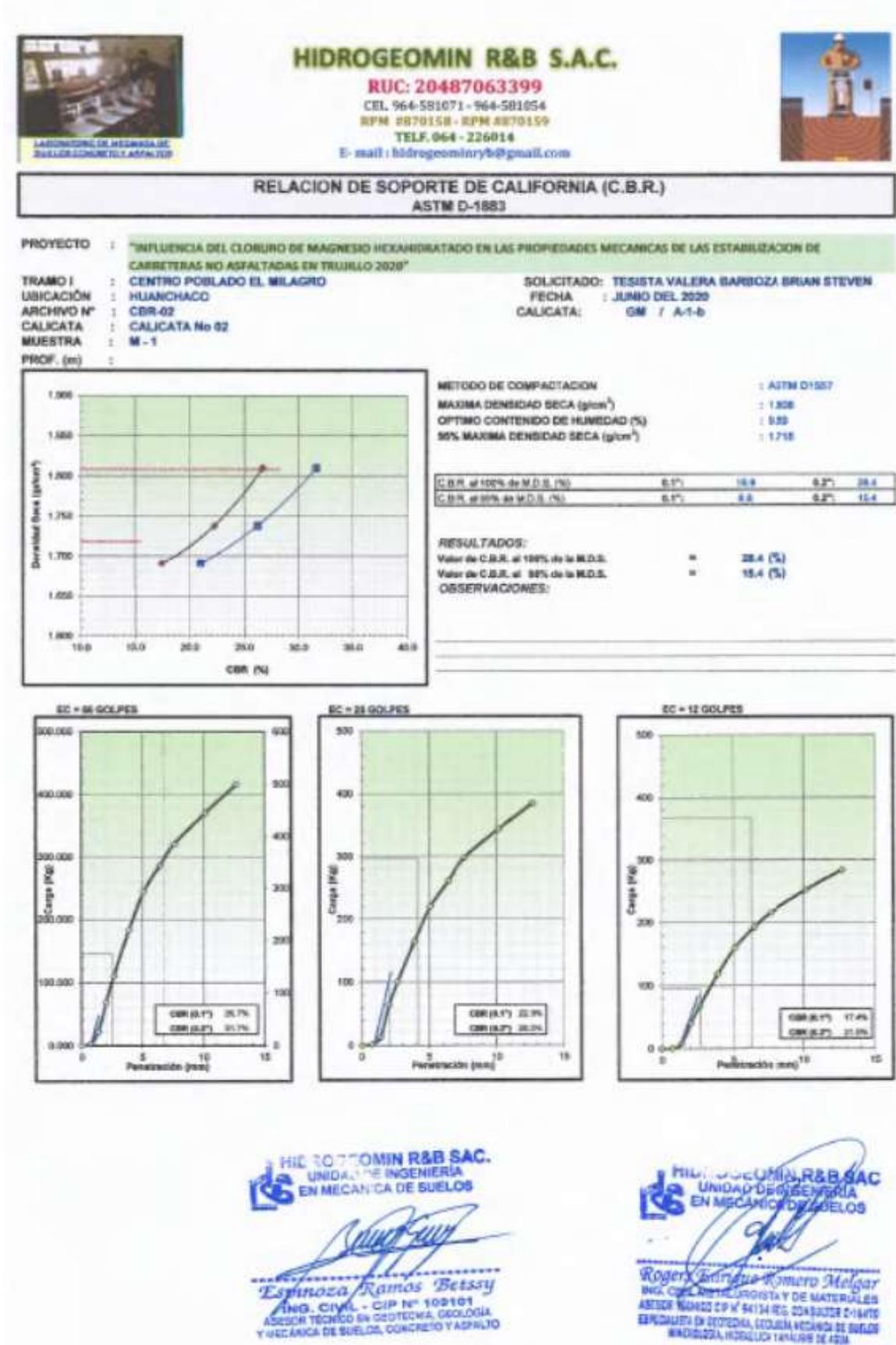


Figura 86: Resultados de CBR en C-05

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-1 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
Peso suelo + molde	g	10650.00	11050.00	11115.00	11030.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4310.00	4710.00	4775.00	4690.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.032	2.221	2.251	2.211
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	288.00	281.00	275.00	289.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	12.00	19.00	25.00	31.00
Peso del suelo seco	g	288.00	281.00	275.00	289.00
Contenido de agua	%	4.17	6.76	9.09	11.52
Peso volumétrico seco	g/cm ³	1.951	2.080	2.064	1.983
Máxima Densidad Seca (g/cm³)				2.090	
Óptimo Contenido de Humedad (%)				7.50	



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO
Observaciones:

[Firma]
Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 85289

[Firma]
Oscar Abraham Ortiz Jahn
ING. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo | (064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319 | consedis@hotmail.com

Figura 87: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 1%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

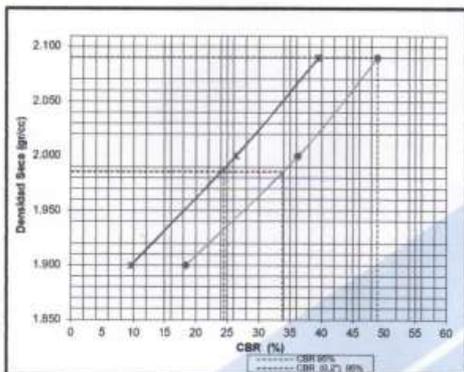
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-1 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

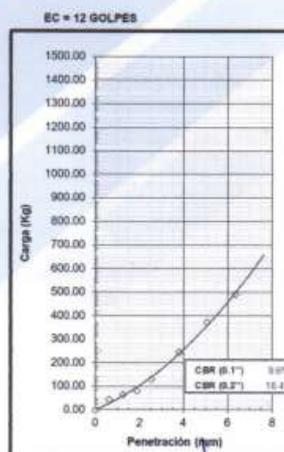
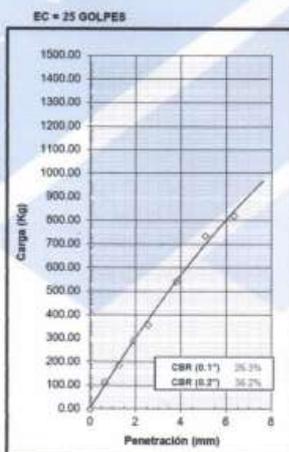
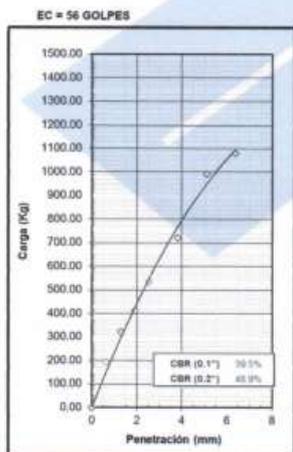
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.090
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.50
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.986

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	36.48	0.2"	48.92
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	24.43	0.2"	33.77

OBSERVACIONES:



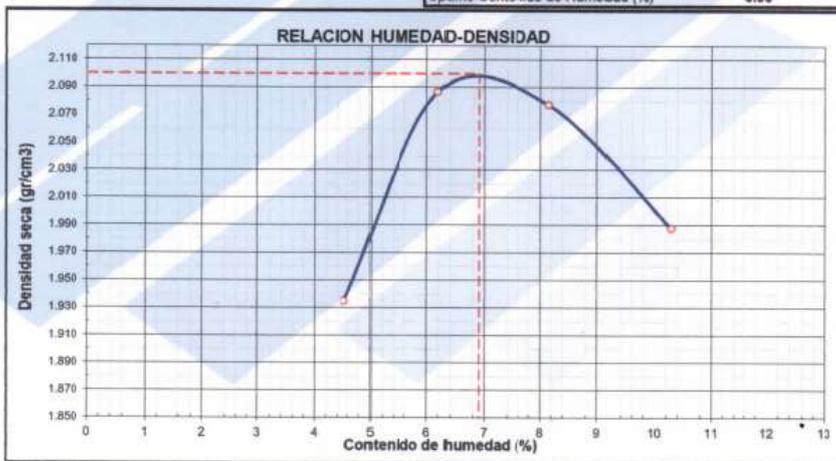
[Signature]
 SUSANA DELIZ SASAS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 65289

[Signature]
 Oscar Abraham Ortiz Jahn
 ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
 RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 88: Resultados de CBR al 1%MgCl2 de C-01

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-2 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10630.00	11040.00	11105.00	10990.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4290.00	4700.00	4785.00	4850.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.023	2.216	2.247	2.192
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	287.00	282.50	277.40	272.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	13.00	17.50	22.60	28.00
Peso del suelo seco	g	287.00	282.50	277.40	272.00
Contenido de agua	%	4.53	6.19	8.15	10.29
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.935	2.087	2.077	1.988
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)					2.100
Óptimo Contenido de Humedad (%)					6.90



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susana Lopez Casas
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 89: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 1%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

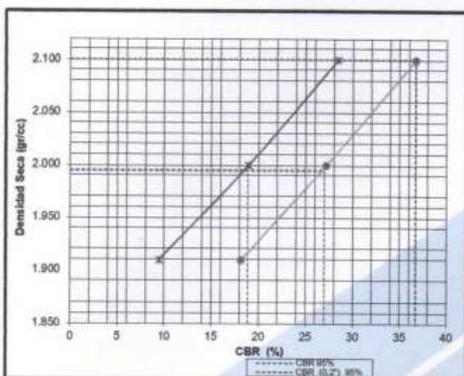
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-2 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

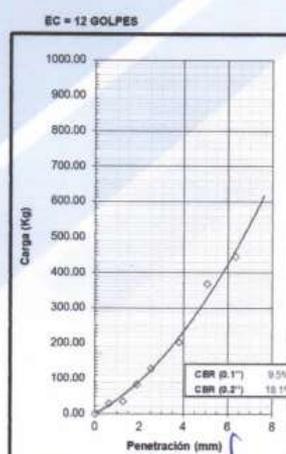
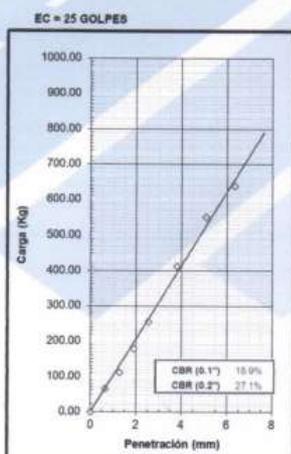
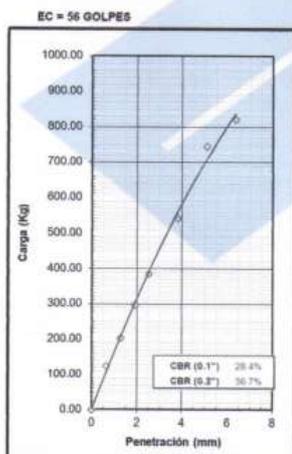
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
MÉTODO DE COMPACTACION : A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.100
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.90
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.995

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	28.41	0.2"	36.70
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.85	0.2"	26.98

OBSERVACIONES:



Susam Orta Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

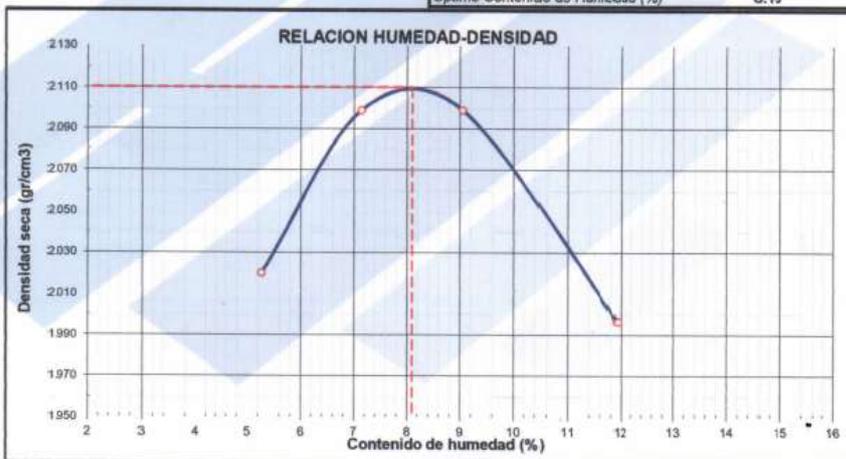
Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 90: Resultados de CBR al 1% MgCl₂ de la C-02

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-3 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10850.00	11110.00	11195.00	11080.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4510.00	4770.00	4855.00	4740.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.126	2.249	2.269	2.235
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	285.00	280.00	275.10	268.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	15.00	20.00	24.90	32.00
Peso del suelo seco	g	285.00	280.00	275.10	268.00
Contenido de agua	%	5.26	7.14	9.05	11.94
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.020	2.099	2.069	1.996
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.110
Óptimo Contenido de Humedad (%)					8.10



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo (064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319 consedis@hotmail.com

Figura 91: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 1%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

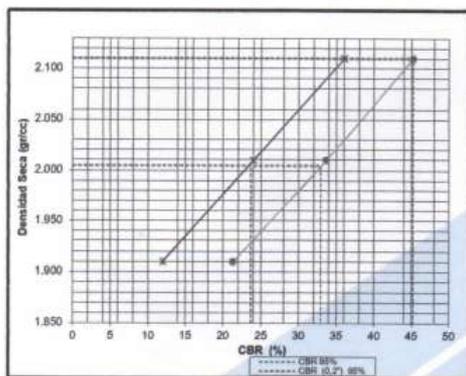
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-3+ 1% DE CLORURO DE MAGNESIO **FECHA :** AGOSTO 2021

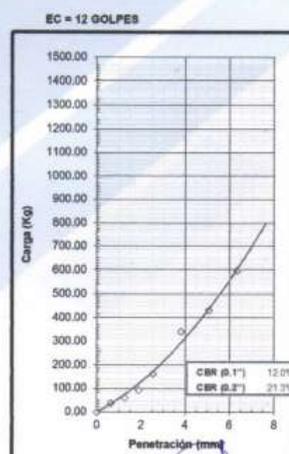
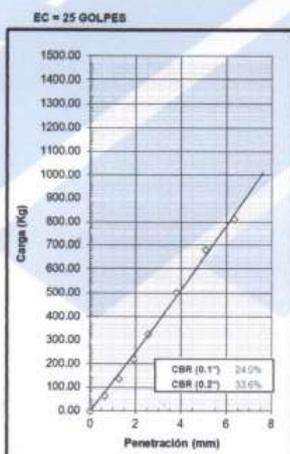
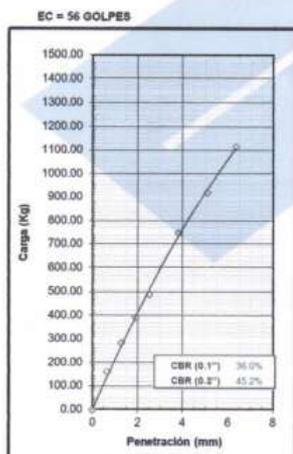
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.110
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.10
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.005

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	36.01	0.2"	45.22
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	23.65	0.2"	32.91

OBSERVACIONES:



Susan Ortiz Vasas
Susan Ortiz Vasas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
Oscar Abraham Ortiz Jahn
 ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 92: Resultados de CBR al 1%MgCl2 de C-03



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

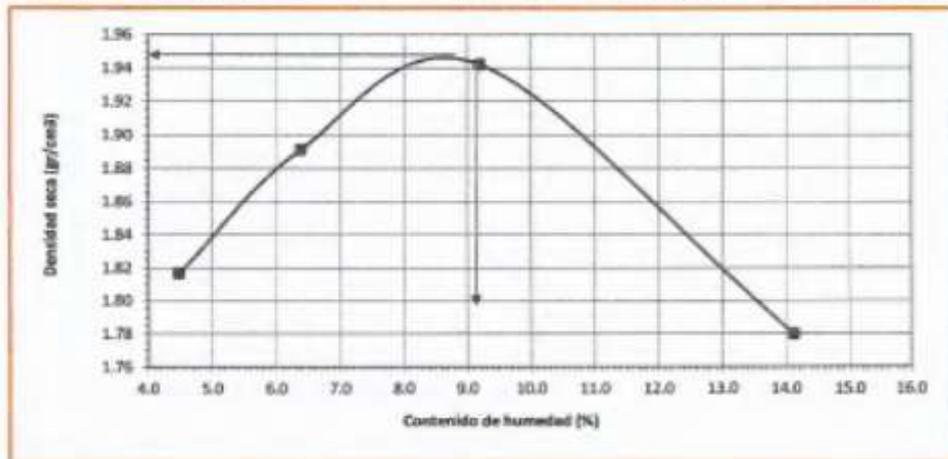
RUC : 20487063399
 Telf.: 064-226034 - Cel.: 964-581054 - Cel.:954-581071
 RPM #870158 - RPM #870159
 E-mail: hidrogeominryb@hotmail.com



PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (MTC E115 - ASTM D1557)

OBRA : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO **PROVINCIA :** TRUJILLO
DISTRITO : HUANCHACO **DEPARTAM. :** LA LIBERTAD
ARCHIVO N° : CALCATA N°81 + 1% DE CLORURO DE MAGNESIO **FECHA :** JUNIO DEL 2020
PETICIONARIO : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

Determinación de la Densidad					
Peso suelo + molde	gr.	8110	8340	8560	8380
Peso del molde	gr.	4270.8	4270	4270	4270.8
Peso suelo húmedo compactado	gr.	3839.2	4070	4290	4109.2
Volumen del Molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
Densidad Humeda	gr/cm ³	1.898	2.012	2.121	2.031
Contenido de Humedad promedio	%	4.5	6.4	9.2	14.1
Densidad Seca	gr/cm ³	1.82	1.89	1.94	1.78
Determinación del contenido de Humedad					
Muestra No		7	2	5	6
Recipiente No					
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo	gr	152	162.8	134	157
Peso de Recipiente + Suelo Seco	gr	147.2	156.25	126.15	142.5
Peso del agua	gr	4.8	7.35	7.85	14.4
Peso del Recipiente	gr	39.95	40.1	40.75	40.6
Peso del Suelo Seco	gr	107.25	115.15	85.4	102
Contenido de Humedad	%	4.48	6.38	9.19	14.12



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 1.94 gr/cm³
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 9.19 %

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
Rosendo Ramos Betssy

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
Rosendo Ramos Romero Melgar
 ING. CIVIL METALURGISTA Y DE MATERIALES
 ARREGLO TECNICO DIF N° 84134 REG. COLEGIO D-16478

Figura 93: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 1%MgCl2

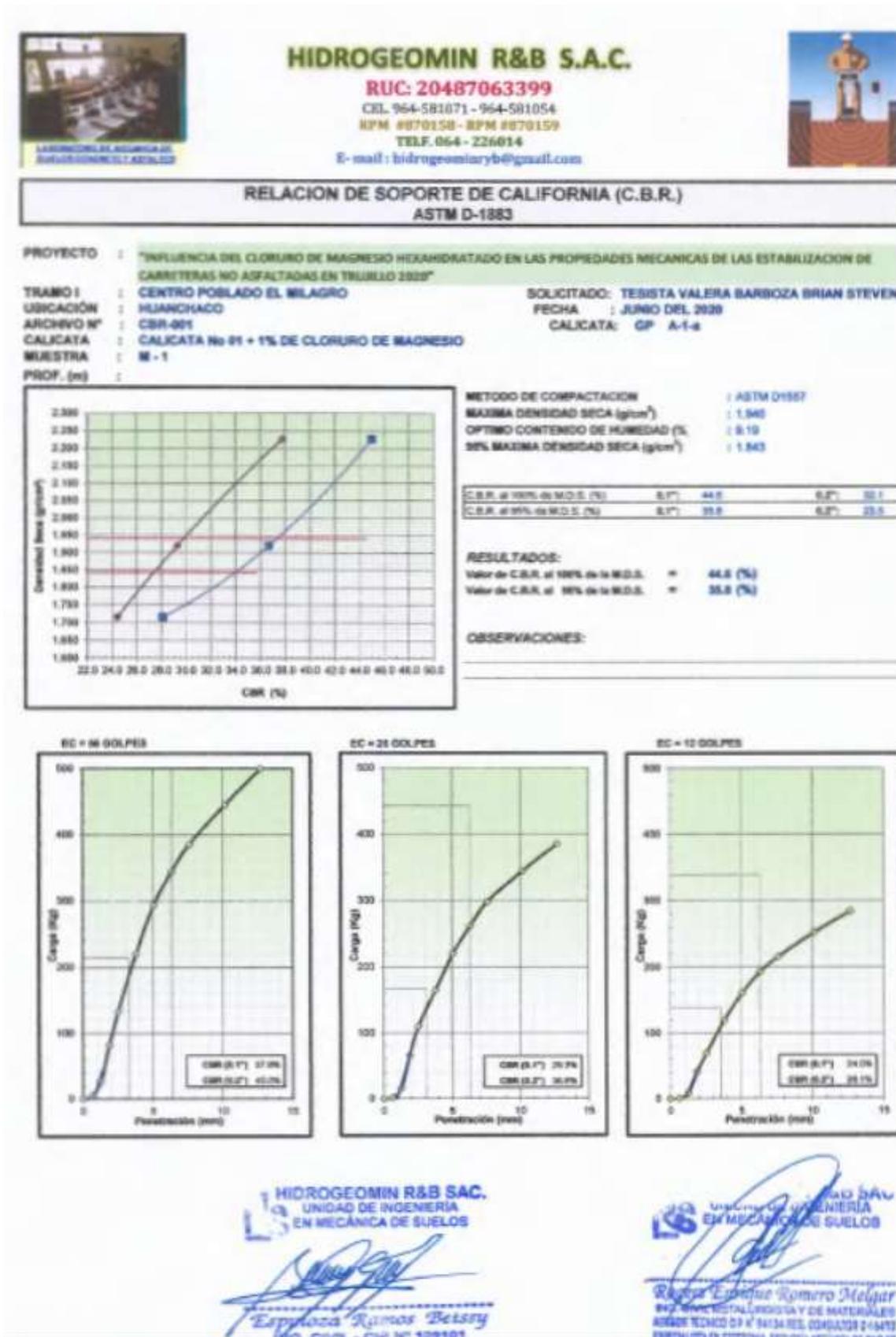
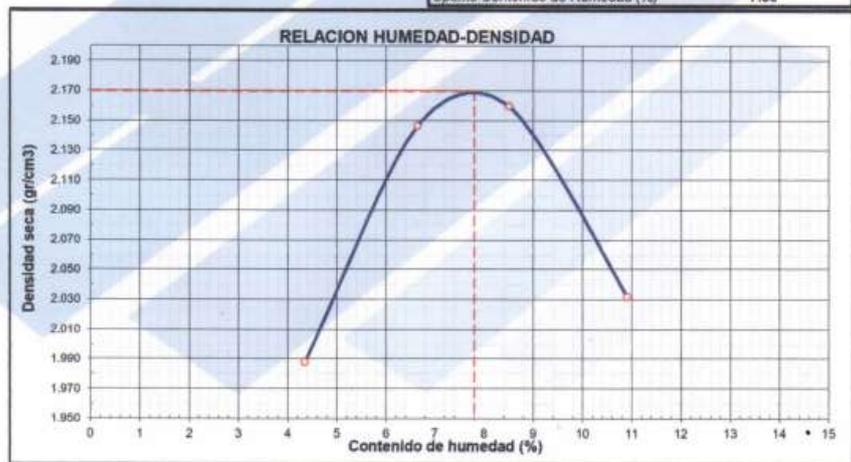


Figura 94: Ensayo de CBR para 1%MgCl2 en C-04 y C-05

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-1 + 2% DE CLORURO DE MAGNESIO					
METODO DE COMPACTACION: C					FECHA : AGOSTO 2021
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10740.00	11195.00	11310.00	11120.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4400.00	4855.00	4970.00	4780.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.074	2.289	2.343	2.254
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	287.50	281.30	276.50	270.50
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	12.50	18.70	23.50	29.50
Peso del suelo seco	g	287.50	281.30	276.50	270.50
Contenido de agua	%	4.35	6.65	8.50	10.91
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.988	2.146	2.160	2.032
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.170
Óptimo Contenido de Humedad (%)					7.80



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

[Firma]
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85289

[Firma]
Oscar Abraham Ortiz John
ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 95: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 2%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

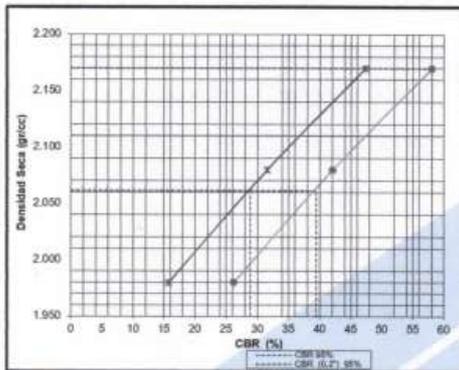
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-1 + 2% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

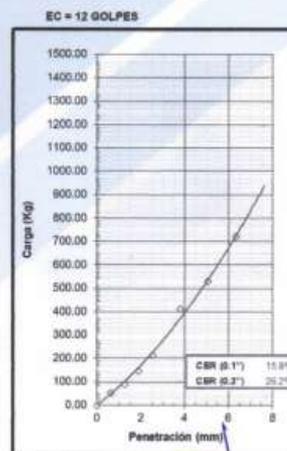
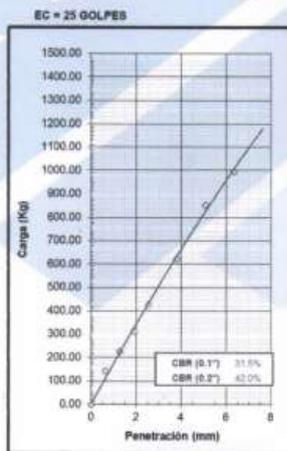
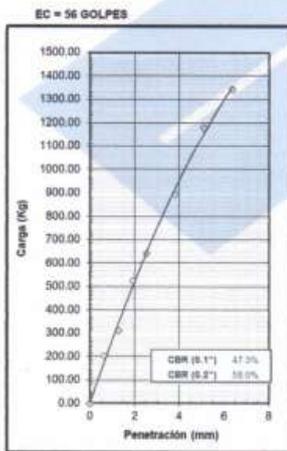
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.170
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.80
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.062

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	47.31	0.2"	58.03
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	28.83	0.2"	39.38

OBSERVACIONES:



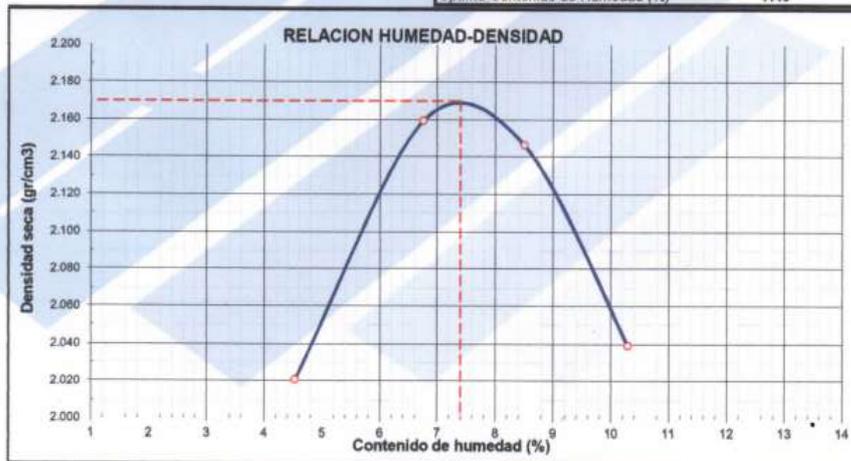
Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 96: Resultados de CBR al 2%MgCl2 de C-01

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-2 + 2% DE CLORURO DE MAGNESIO					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10820.00	11230.00	11280.00	11110.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4480.00	4890.00	4940.00	4770.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.112	2.306	2.329	2.249
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	287.00	281.00	276.50	272.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	13.00	19.00	23.50	28.00
Peso del suelo seco	g	287.00	281.00	276.50	272.00
Contenido de agua	%	4.53	6.76	8.50	10.29
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.021	2.160	2.147	2.039
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.170
Óptimo Contenido de Humedad (%)					7.40



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85289

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en U Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 97: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 2%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)

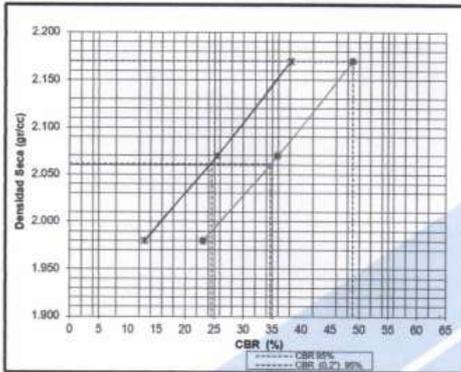
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-2 + 2% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

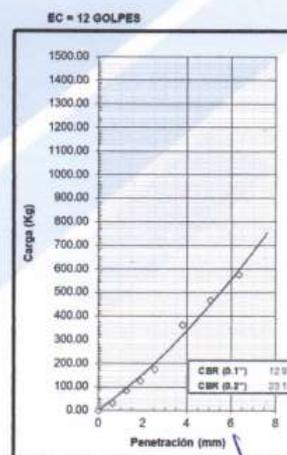
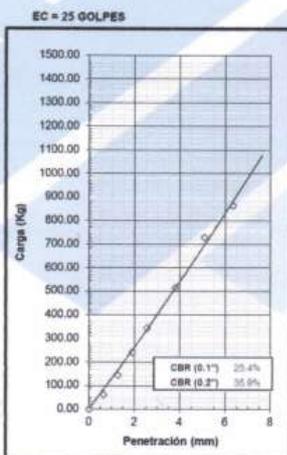
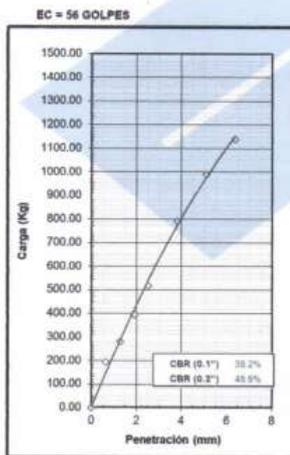
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.170
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.40
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.082

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	38.15	0.2"	48.82
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	24.51	0.2"	34.63

OBSERVACIONES:



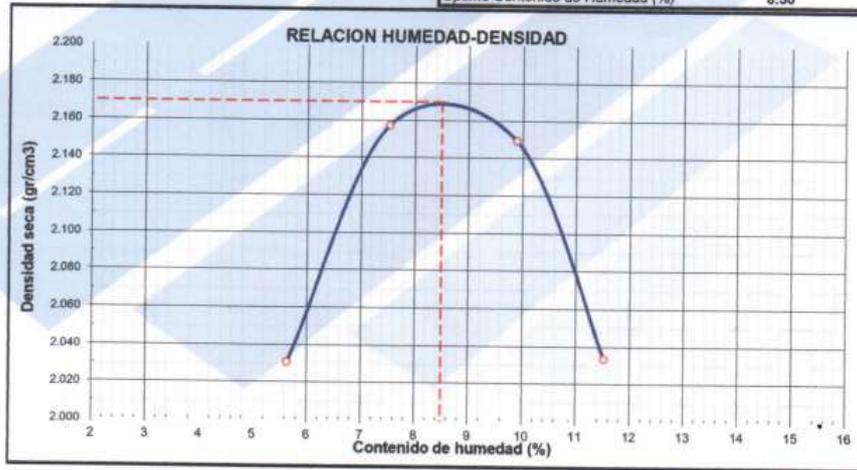
Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 98: Resultados de CBR al 2%MgCl2 de C-02

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-3 + 2% DE CLORURO DE MAGNESIO					
METODO DE COMPACTACION: C					FECHA : AGOSTO 2021
NUMERO DE ENSAYOS					
Peso suelo + molde	g	10890.00	11260.00	11350.00	11150.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4550.00	4920.00	5010.00	4810.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.145	2.320	2.362	2.268
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	284.00	279.00	273.00	269.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	16.00	21.00	27.00	31.00
Peso del suelo seco	g	284.00	279.00	273.00	269.00
Contenido de agua	%	5.63	7.53	9.89	11.52
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.031	2.157	2.150	2.033
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.170
Óptimo Contenido de Humedad (%)					8.50



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO
Observaciones:

Susana Ortiz Casas
Susana Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECANICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 99: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 2%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

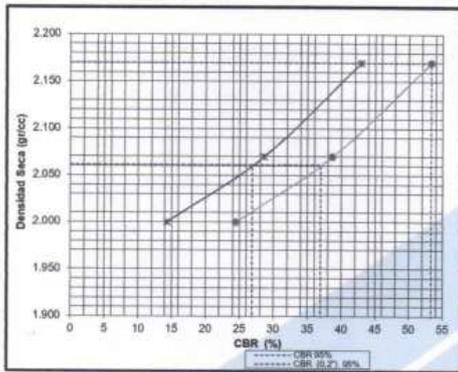
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-3+ 2% DE CLORURO DE MAGNESIO **FECHA :** .AGOSTO 2021

DATOS DE LA MUESTRA

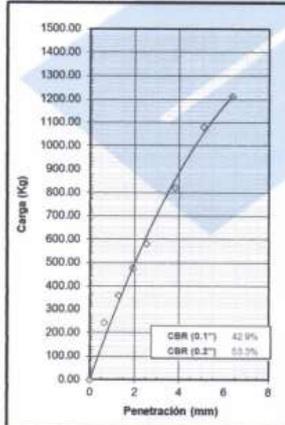


PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
METODO DE COMPACTACION : A
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.170
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.50
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.062

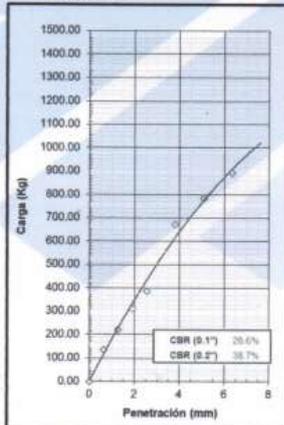
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	42.86	0.2"	53.25
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	26.81	0.2"	36.91

OBSERVACIONES:

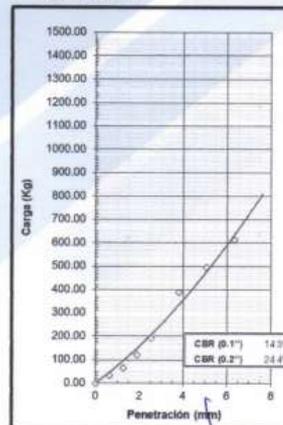
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi
RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 100: Resultados de CBR al 2%MgCl2 de la C-03



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC : 20487063399
 Telf.: 064-226014 - Cel.: 964-581054 - Cel.: 964-581071
 RPN #870158 - RPN #870159
 E-mail: hidrageominryb@hotmail.com

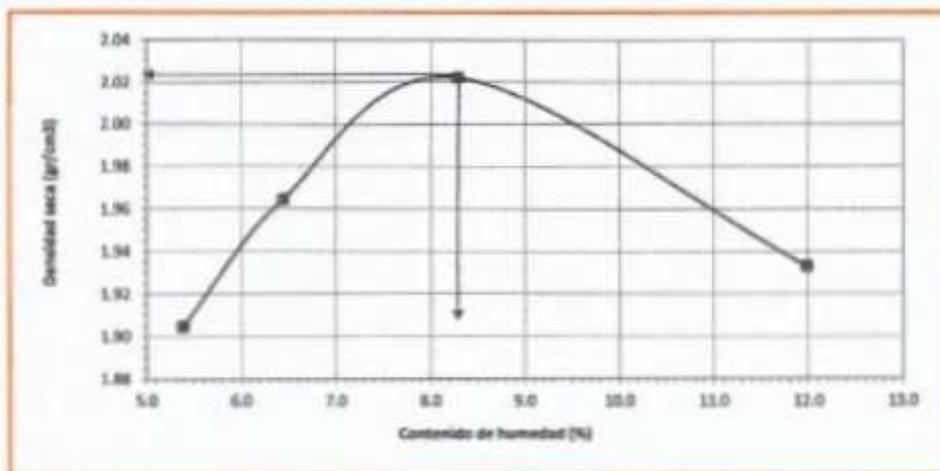


PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (MTC E115 - ASTM D1557)

OBRA : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUILLO 2020"
LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO **PROVINCIA :** TRUJILLO
DISTRITO : HUANCHIACO **DEPARTAM. :** LA LIBERTAD
ARCHIVO N° : CALICATA No 01 + 2 % DE CLORURO DE MAGNESIO **FECHA :** JUNIO DEL 2020
PETICIONARIO : YERUSA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

ENSAYO DE COMPACTACION ASTM D1557

Determinación de la Densidad					
Peso suelo + molde	gr	8330	8000	8700	8650
Peso del molde	gr	4270	4270	4270	4270.8
Peso suelo húmedo compactado	gr	4060	4230	4430	4379.2
Volumen del Molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
Densidad Humeda	gr/cm ³	2.007	2.091	2.190	2.165
Contenido de Humedad promedio	%	5.4	6.4	8.3	12.0
Densidad Secca	gr/cm ³	1.90	1.96	2.02	1.93
Determinación del contenido de Humedad					
Muestra No		7	2	5	5
Recipiente No					
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo	gr	232	236.2	223	287
Peso de Recipiente + Suelo Secco	gr	222.2	227.2	209.08	242.6
Peso del agua	gr	9.8	12	13.92	24.4
Peso del Recipiente	gr	40.05	40.85	40.8	39
Peso del Suelo Secco	gr	182.15	186.35	168.25	203.6
Contenido de Humedad	%	5.38	6.44	8.29	11.98



MAXIMA DENSIDAD SECCA (gr/cm³) 2.02 gr/cm³
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 6.3 %

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

[Signature]
Yerusa Ramos Betsy
 ING. CIVIL - N° 109101

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

[Signature]
Yerusa Ramos Betsy
 ING. CIVIL - N° 109101

Figura 101: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 2%MgCl2

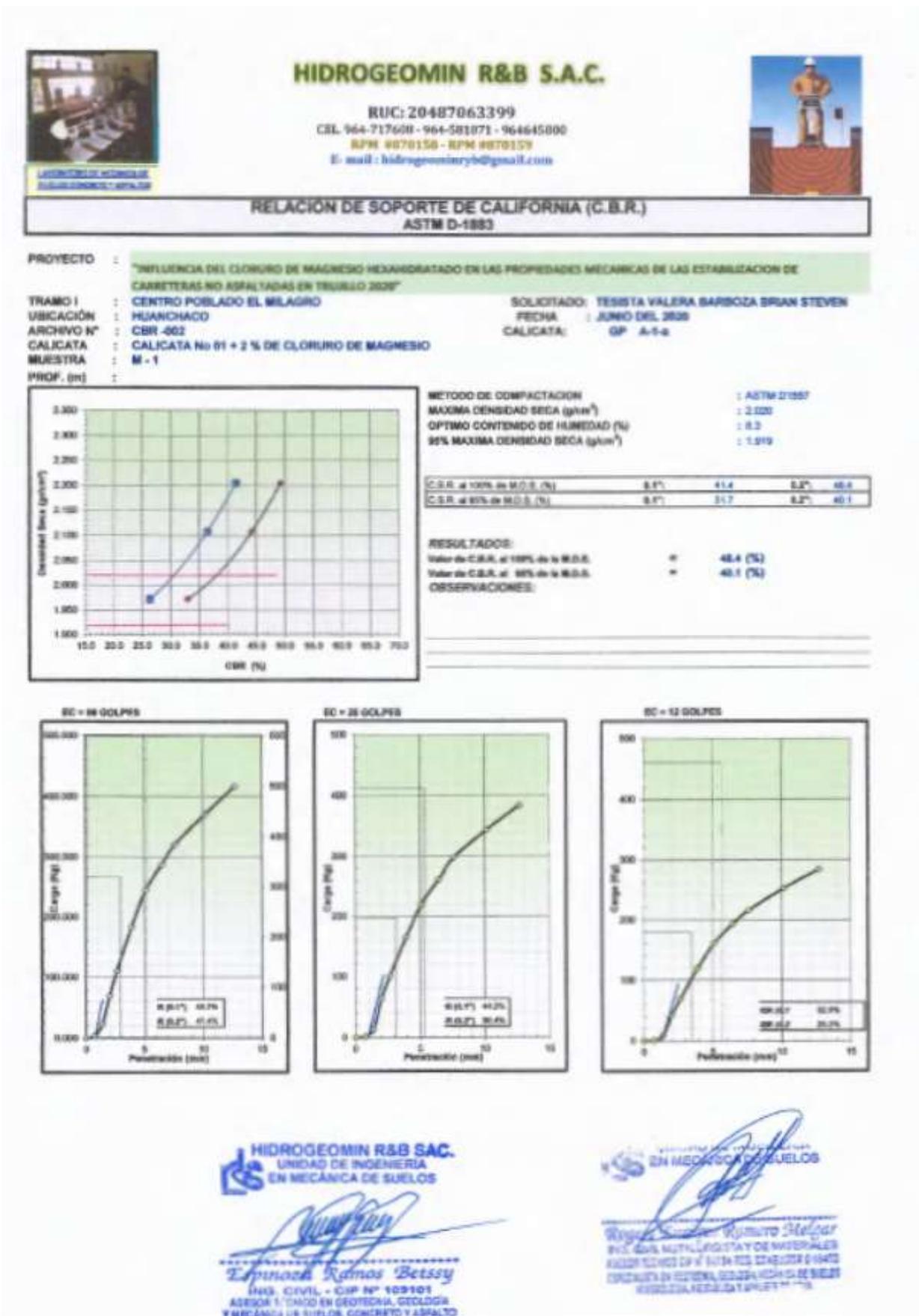
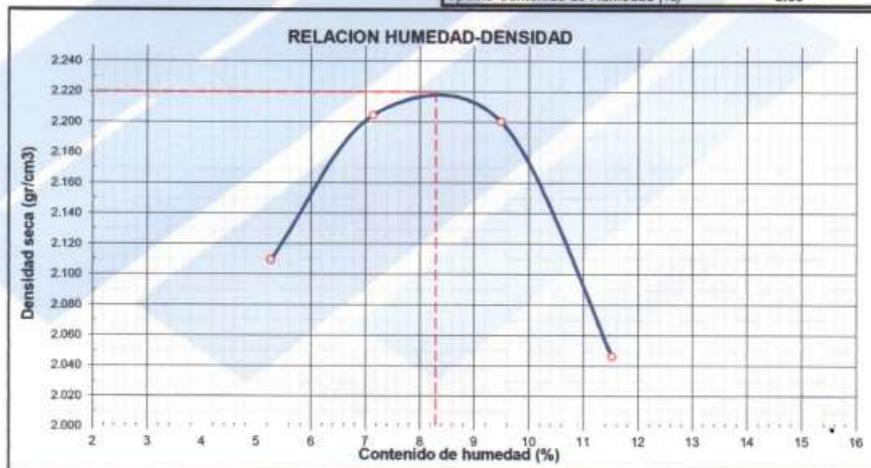


Figura 102: Prueba de CBR en suelo mejorado al 2%MgCl2 en C-04 y C-05

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-1 + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO					
METODO DE COMPACTACION: C					FECHA : AGOSTO 2021
NUMERO DE ENSAYOS					
Peso suelo + molde	g	11050.00	11350.00	11450.00	11180.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4710.00	5010.00	5110.00	4840.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.221	2.362	2.409	2.282
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	285.00	280.00	274.00	269.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	15.00	20.00	26.00	31.00
Peso del suelo seco	g	285.00	280.00	274.00	269.00
Contenido de agua	%	5.26	7.14	9.49	11.52
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.110	2.205	2.200	2.046
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.220
Óptimo Contenido de Humedad (%)					8.30



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:

Susan Grez Casas
INGENIERO CIVIL
CIP N° 83269

Oscar Abraham Oñiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 103: Resultados de la prueba de compactación de C-01 al 3%MgCl2

RELACION DE SÓPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

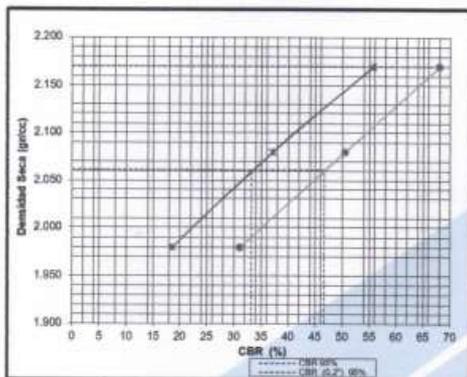
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-1 + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

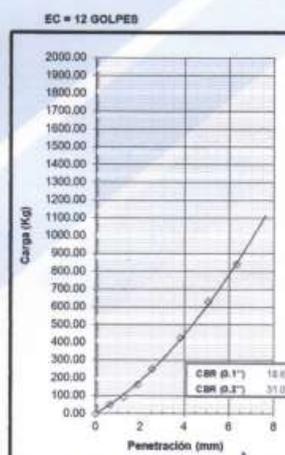
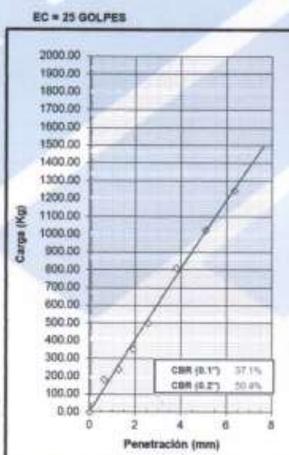
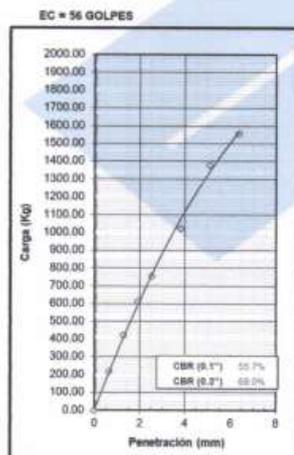
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.170
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.80
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.062

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	55.72	0.2"	68.03
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	33.15	0.2"	46.61

OBSERVACIONES:



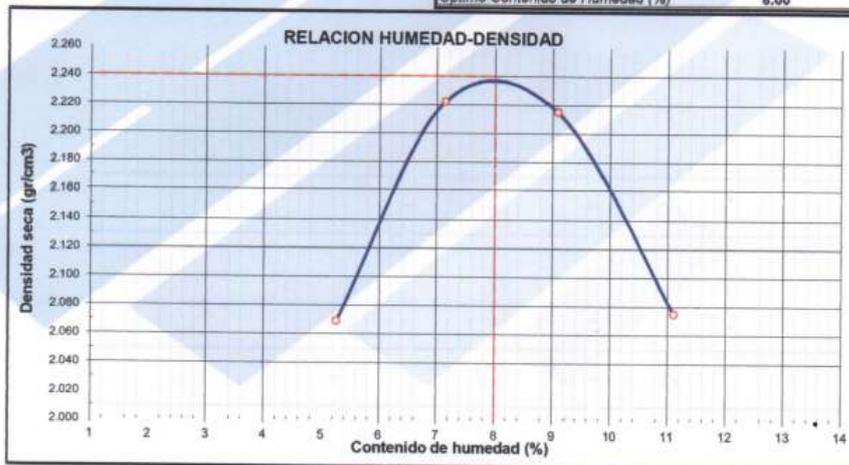
Susan Ortiz Gasbs
 SUSAN ORTIZ GASBS
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
 OSCAR ABRAHAM ORTIZ JAHN
 ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS
 Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en U Indecopi
 RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Figura 104: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3% MgCl₂ en C-01

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (METODO AASHTO T-180-D ASTM-D1557)					
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021					
SOLICITANTE: TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN					
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO - DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
CALICATA : C-2 + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO					
FECHA : AGOSTO 2021					
METODO DE COMPACTACION: C					
NUMERO DE ENSAYOS					
		1	2	3	4
Peso suelo + molde	g	10960.00	11390.00	11465.00	11230.00
Peso molde	g	6340.00	6340.00	6340.00	6340.00
Peso suelo húmedo compactado	g	4620.00	5050.00	5125.00	4890.00
Volumen del molde	cm ³	2121.00	2121.00	2121.00	2121.00
Peso volumétrico húmedo	g	2.178	2.381	2.416	2.306
Recipiente N°		5	2	3	3
Peso del suelo húmedo+tara	g	300.00	300.00	300.00	300.00
Peso del suelo seco + tara	g	285.00	280.00	275.00	270.00
Tara	g	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	g	15.00	20.00	25.00	30.00
Peso del suelo seco	g	285.00	280.00	275.00	270.00
Contenido de agua	%	5.26	7.14	9.09	11.11
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.069	2.222	2.215	2.075
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)					2.240
Óptimo Contenido de Humedad (%)					8.00



MUESTRA PROPORCIONADA POR EL INTERESADO

Observaciones:



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca Registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 105: Resultados de la prueba de compactación de C-02 al 3%MgCl2

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
(ASTM D-1883)

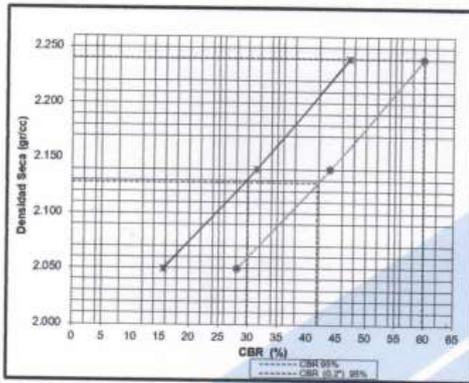
PROYECTO : INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO 2021

UBICACIÓN : CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
LUGAR : DISTRITO HUANCHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE : TESISISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

CALICATA : C-2 + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : AGOSTO 2021

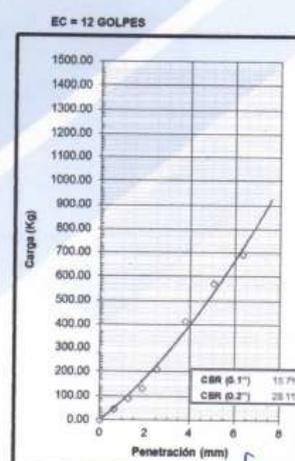
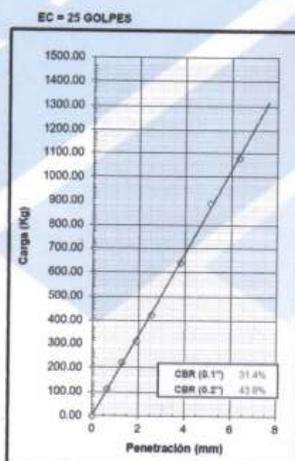
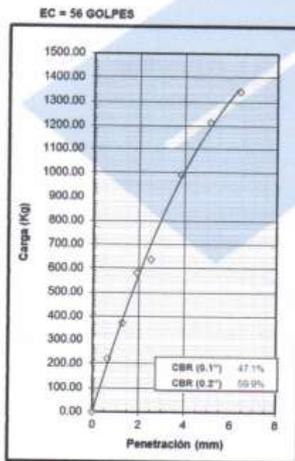
DATOS DE LA MUESTRA



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.240
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.00
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.128

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	47.08	0.2"	59.85
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	29.81	0.2"	41.88

OBSERVACIONES:



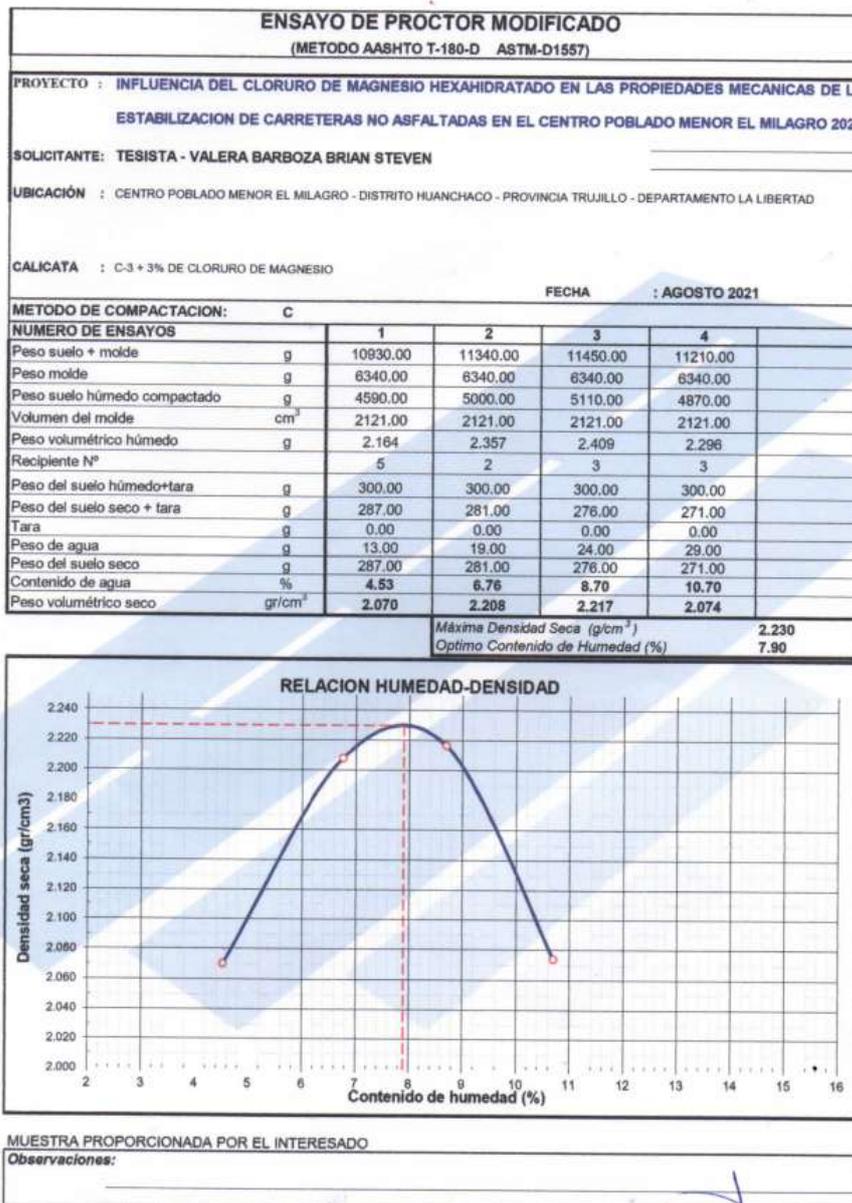
Susan Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 65269

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca @registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo (064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319 consedis@hotmail.com

Figura 106: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3% MgCl2 en C-02



Susam Ortiz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85269

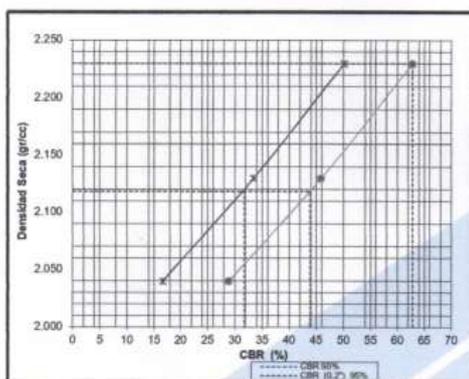
Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. DE MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo (064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319 consedis@hotmail.com

Figura 107: Resultados de la prueba de compactación de C-03 al 3%MgCl2

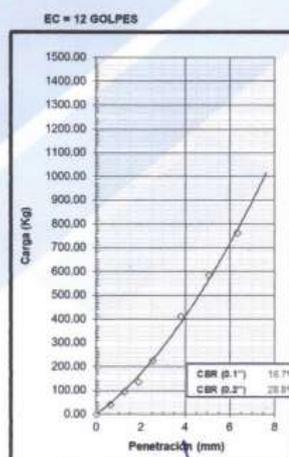
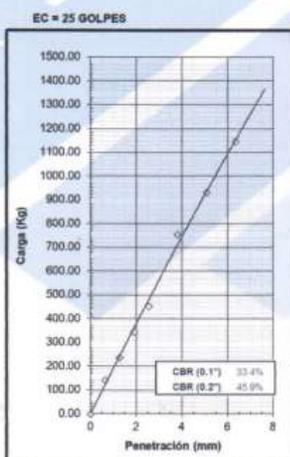
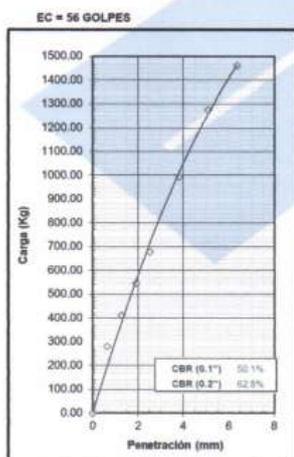
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (ASTM D-1883)	
PROYECTO :	INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LA ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN EL CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO
UBICACIÓN LUGAR :	CENTRO POBLADO MENOR EL MILAGRO DISTRITO HUANGHACO - PROVINCIA TRUJILLO - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOLICITANTE :	TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN
CALICATA :	C-3+ 3% DE CLORURO DE MAGNESIO
FECHA :	AGOSTO 2021
DATOS DE LA MUESTRA	



PROCTOR MODIFICADO : ASTM D1557
 METODO DE COMPACTACION : A
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.230
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.90
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.119

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'	50.11	0.2'	62.61
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1'	31.65	0.2'	43.79

OBSERVACIONES:



Susam Ortíz Casas
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85289

Oscar Abraham Ortiz Jahn
ESP. EN MECÁNICA DE SUELOS
Y PAVIMENTOS

Prohibida la copia total o parcial de este documento | derecho de propiedad intelectual y Marca ® registrada en Indecopi RESOLUCIÓN N° 015082 - 2014 /DSD

Playa Hermosa - San Ramón - Chanchamayo

(064) 636643 - 964 672 241 - 964 725 319

consedis@hotmail.com

Figura 108: Prueba de CBR en suelo mejorado al 3% MgCl₂ en C-03



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC : 20487063399
 Telf.: 064-226014 - Cel.: 964-581054 - Cel.: 964-581071
 RPM 8870158 - RPM 8870159
 E-mail: hidrogeominrb@hotmail.com

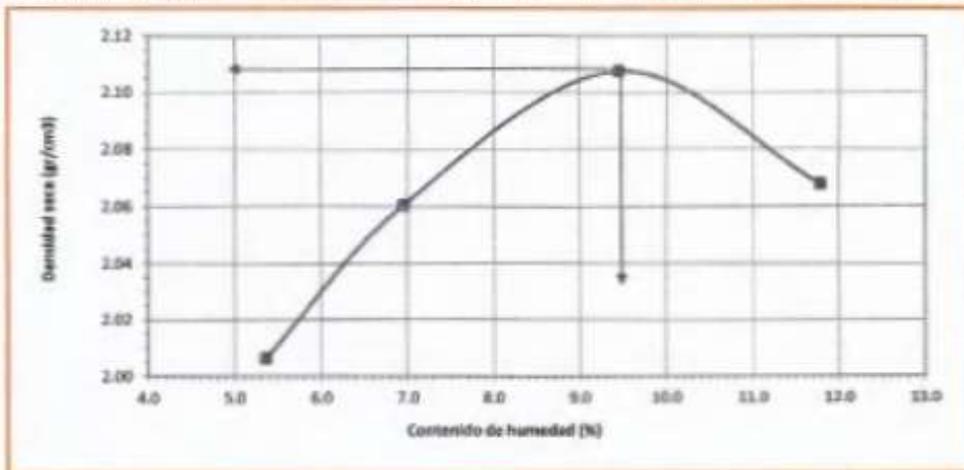


PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO (MTC E115 - ASTM D1557)

OBRA : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"
 LOCALIDAD : CENTRO POBLADO EL MILAGRO PROVINCIA : TRUJILLO
 DISTRITO : HUANCRACO DEPARTAM. : LA LIBERTAD
 ARCHIVO N° : CALCATA N° 01 + 3 % DE CLORURO DE MAGNESIO FECHA : JUNIO DEL 2020
 PETICIONARIO : TESISTA - VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

ENSAYO DE COMPACTACION ASTM D1557

Determinación de la Densidad					
Peso suelo + molde	gr.	8540	8722	8930	8940
Peso del molde	gr.	4263.6	4263.6	4263.6	4263.6
Peso suelo húmedo compactado	gr.	4276.4	4458.4	4666.4	4676.4
Volumen del Molde	cm ³	2023	2023	2023	2023
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.114	2.204	2.307	2.312
Contenido de Humedad promedio	%	5.4	7.0	9.5	11.8
Densidad Seca	gr/cm ³	2.01	2.06	2.11	2.07
Determinación del contenido de Humedad					
Muestra No					
Recipiente No		7	2	5	5
Peso de Recipiente + Suelo Húmedo	gr.	182	235.7	212.3	205
Peso de Recipiente + Suelo Seco	gr.	174.8	223	197.5	187.65
Peso del agua	gr.	7.2	12.7	14.8	17.35
Peso del Recipiente	gr.	40.45	40.4	40.95	40.45
Peso del Suelo Seco	gr.	134.35	182.6	156.55	147.2
Contenido de Humedad	%	5.36	6.96	9.46	11.79



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³) 2.11 gr/cm³
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 9.46 %

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
 UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
 Espinoza Ramos Betsey
 ING. CIVIL - CIP N° 109101
 ASesor TÉCNICO EN GEOTECNIA, GEOLOGIA Y MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE
 ESCUELA DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS
 Valera Barboza Brian Steven
 TITULAR DEL ENFOQUE DE INVESTIGACION EN MECANICA DE SUELOS
 CIP N° 109101

Figura 109: Resultados de la prueba de compactación de C-04 y C-05 al 3%MgCl2



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.

RUC: 20487063399

CEL. 964-581071 - 964-581054

RPM 4870158 - RPM 4870159

TELF. 064 - 226034

E-mail: hidrogeominrnb@gmail.com



**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1583**

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LAS ESTABILIZACION DE CARRETERAS NO ASFALTADAS EN TRUJILLO 2020"

TRAMO I : CENTRO POBLADO EL MILAGRO

UBICACIÓN : HUANCHAGO

ARCHIVO N° : CBR-001

CALICATA : CALICATA No 01 + 3% DE CLORURO DE MAGNESIO

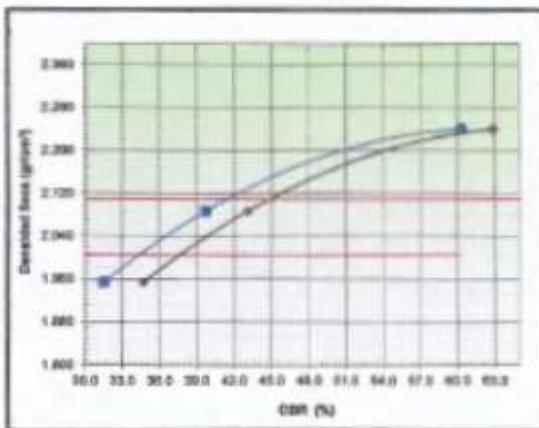
MUESTRA : M - 1

PROF. (m) :

SOLICITADO: TESISTA VALERA BARBOZA BRIAN STEVEN

FECHA : JUNIO DEL 2020

CALICATA: GP A-1-a



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.110

OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.45

95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.005

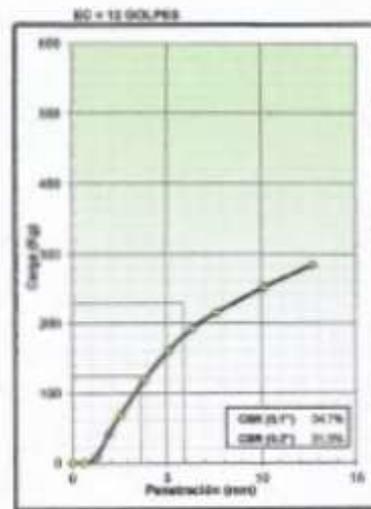
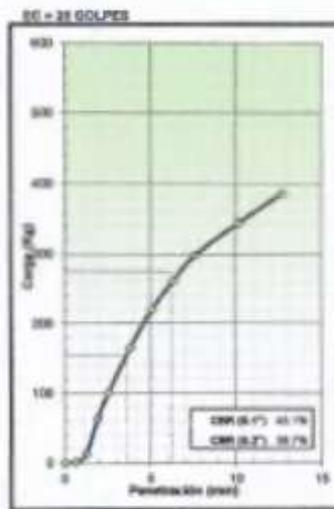
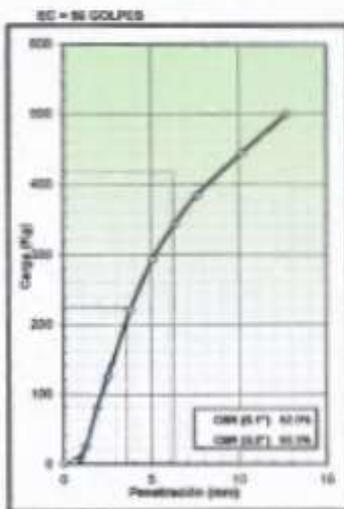
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	81.1	0.2"	78.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	80.3	0.2"	88.2

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 79.8 (%)

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 88.2 (%)

OBSERVACIONES:



HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

[Signature]

Betsy

ING. CIVIL - C-1114

HIDROGEOMIN R&B S.A.C.
UNIDAD DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

[Signature]

ROBERTO GARCIA GONZALEZ

ING. CIVIL - C-1114

Figura 110: Prueba de CBR para suelo mejorado con 3% MgCl2 en C-04 y C-05

PANEL FOTOGRAFICO:



Figura 111: Ensayo de la copa de Casagrande



Figura 112: Obtención de muestras de límites

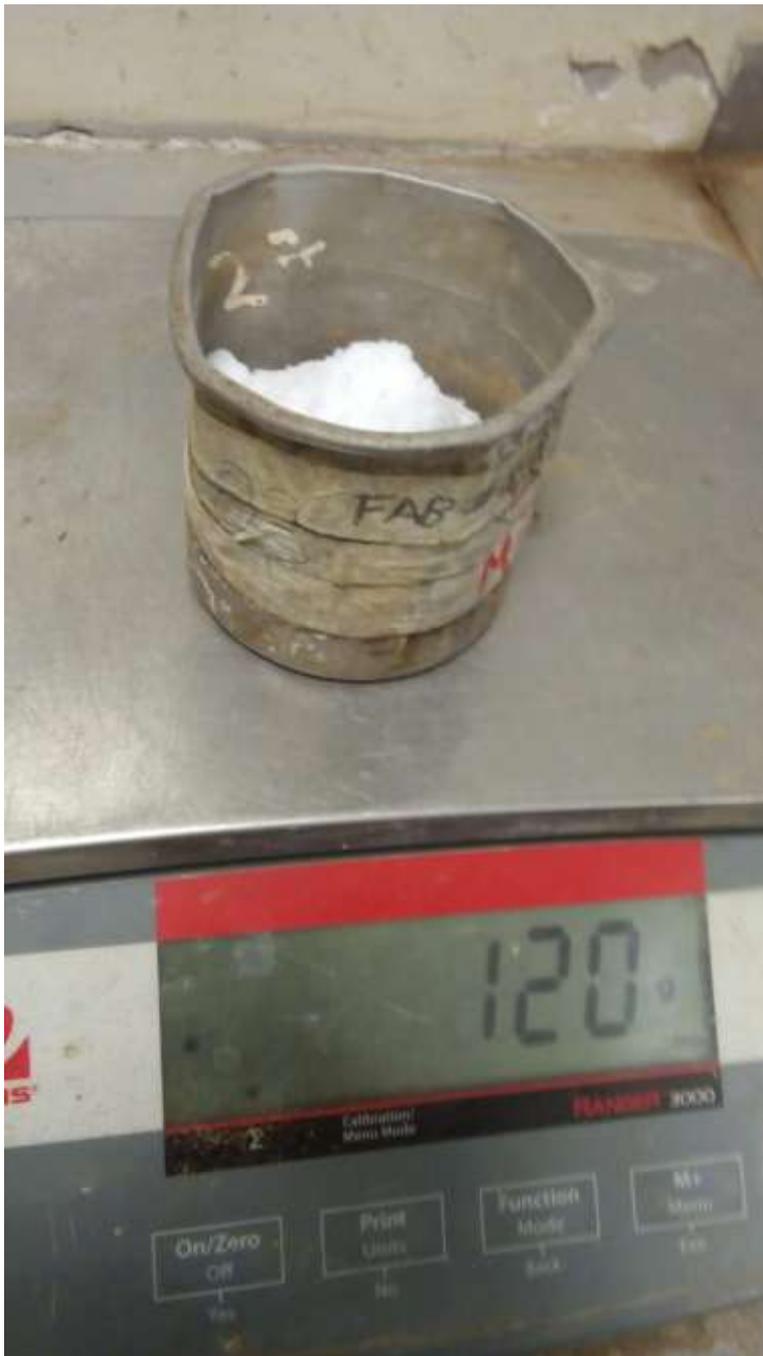


Figura 113: Pesado de Cloruro de magnesio para mejoramiento



Figura 114: Adición de cloruro de magnesio en el material a estabilizar



Figura 115: perforación de calicata



Figura 116: Ubicación de estratos en calicata



Figura 117: Termino de calicata y obtención de muestras



Figura 118: Ensayo de CBR



Figura 119: Prueba de compactación de Proctor modificado



Figura 120: Ensayos realizados en HIDROGEOMIN



Figura 121: Prueba de CBR en HIDROGEOMIN



Figura 122: Prueba de Proctor modificado en HIDROGEOMIN



Figura 123: Mesclado para prueba de compactación



Figura 124: Ensayo de CBR en HIDROGEOMIN



Figura 125: Realizando en ensayos CBR