

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN
LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS**

Línea de investigación institucional:

Nuevas tecnologías y procesos

Línea de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

Transporte

PRESENTADO POR:

BACH. GRIMALDO COSICHE ÁGUILA.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2019

Ing. Rando Porras Olarte.

Asesor

Dedicatoria

A mis padres por darme la vida, brindarme su amor y por su apoyo incondicional.

A mi esposa e hijo, porque de una manera u otra me animaron a culminar esta investigación.

Grimaldo Cosiche Aguila.

Agradecimiento

- A la Universidad Peruana los Andes, por brindarme la formación profesional de Ingeniero Civil.
- A la empresa GEOLUMAS SAC por la facilitación de sus equipos de laboratorio.
- A los técnicos de laboratorio: César Bustamante Zapata y Marcelino Montenegro, por el apoyo para la ejecución de la tesis.

Grimaldo Cosiche Aguila.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Ing. Christian Mallaupoma Reyes.
Jurado revisor

Ing. Nataly Lucia Cordova Zorrilla.
Jurado revisor

Ing. Julio Fredy Porras Mayta.
Jurado revisor

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema	15
1.2. Formulación y sistematización del problema	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. Justificación	17
1.3.1. Práctica o social	17
1.3.2. Metodológica	17
1.4. Delimitaciones	17
1.4.1. Espacial	17
1.4.2. Temporal	18
1.4.3. Económica	18
1.5. Limitaciones	18
1.6. Objetivos	19
1.6.1. Objetivo general	19
1.6.2. Objetivos específicos	19

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes	20
2.1.1. Antecedentes nacionales	20
2.1.2. Antecedentes internacionales	22
2.2. Marco conceptual	23
2.2.1. Estabilidad de suelos	23
2.2.2. Descripción del cloruro de magnesio hexahidratado	26
2.2.3. Propiedades del cloruro de magnesio hexahidratado	26

2.2.4. Propiedades de los suelos tratados con cloruro de magnesio hexahidratado	27
2.2.5. Ensayo de granulometría	28
2.2.6. Ensayo Proctor modificado	28
2.2.7. Ensayo capacidad soporte california	30
2.2.8. Ensayo límites de Atterberg	30
2.2.9. Estados de consistencia	31
2.3. Definición de términos	32
2.4. Bases Legales	34
2.5. Hipótesis	34
2.5.1. Hipótesis general	34
2.5.2. Hipótesis específicas	34
2.6. Variables	35
2.6.1. Definición conceptual de las variables	35
2.6.2. Definición operacional de las variables	35
2.6.3. Operacionalización de las variables	36

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método investigación	37
3.2. Tipo de investigación	37
3.3. Nivel de investigación	37
3.4. Diseño de investigación	38
3.5. Población y muestra	38
3.5.1. Población	38
3.5.2. Muestra	38
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.6.1. Observación directa	38
3.6.2. Análisis de documentos	38
3.6.3. Trabajo en campo	38
3.6.4. Trabajo en laboratorio	39
3.7. Materiales y equipos	39
3.7.1. Materiales	39

3.7.2. Equipos	39
3.8. Procesamiento de la información	40
3.9. Técnicas y análisis de datos	40

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Influencia del cloruro de magnesio en las propiedades físicas del suelo	42
4.1.1. Clasificación del suelo	42
4.1.2. Contenido de humedad natural	43
4.1.3. Límites de Atterberg	46
4.2. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas del suelo	49
4.2.1. Compacidad del suelo	49
4.2.2. California Bearing Ratio (CBR)	55
4.3. Costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado	60
4.4. Prueba de hipótesis	62
4.4.1. Análisis estadístico	62
4.4.2. Contrastación de hipótesis general	63
4.4.3. Contrastación de hipótesis específica 1	64
4.4.4. Contrastación de hipótesis específica 2	65
4.4.5. Contrastación de hipótesis específica 3	66

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.5. Influencia del cloruro del magnesio hexahidratado en las propiedades físicas del suelo	68
4.5.1. Clasificación del suelo	68
4.5.2. Contenido de humedad natural	69
4.5.3. Límites de Atterberg	70
4.5.4. Compactación	71
4.6. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en el California Bearing Ratio	72
4.7. Costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado	74
CONCLUSIONES	76

RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	81
ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	82
ANEXO N° 02: ENSAYOS DE LABORATORIO	84
ANEXO N° 03: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS	85
ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO	86
ANEXO N° 05: OTROS DOCUMENTOS	96
ANEXO N° 06: PLANO DE UBICACIÓN	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del cloruro de magnesio hexahidratado.	26
Tabla 2. Valores típicos de consistencias en los suelos.	32
Tabla 3. Operacionalización de las variables: Cantidad de cloruro hexahidratado y propiedades de la sub rasante.	36
Tabla 4. Clasificación del suelo tipo SUCS y AASTHO.	43
Tabla 5. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+100.	43
Tabla 6. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+150.	44
Tabla 7. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+200.	45
Tabla 8. Límites de Atterberg en la progresiva 339+100.	46
Tabla 9. Límites de Atterberg en la progresiva 339+150.	47
Tabla 10. Límites de Atterberg en la progresiva 339+200.	48
Tabla 11. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+100.	51
Tabla 12. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+150.	52
Tabla 13. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+200.	54
Tabla 14. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+100.	55
Tabla 15. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+150.	57
Tabla 16. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+200.	58
Tabla 17. Análisis de precios unitarios de la base estabilizada con cloruro de magnesio hexahidratado.	60
Tabla 18. Análisis de precios unitarios de la partida material de préstamo.	61
Tabla 19. Prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro-Wilk.	62
Tabla 20. Análisis MANOVA hipótesis general.	63
Tabla 21. Análisis MANOVA hipótesis específica 1.	65
Tabla 22. Análisis MANOVA hipótesis específica 2.	66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Croquis de la delimitación temporal.	18
Figura 2. Estados de consistencia de los suelos (Roldán de Paz, 2010).	32
Figura 3. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+100.	44
Figura 4. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+150.	45
Figura 5. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+200.	46
Figura 6. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+100.	47
Figura 7. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+150.	48
Figura 8. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+200.	49
Figura 9. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+100.	50
Figura 10. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+150.	50
Figura 11. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+200.	50
Figura 12. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+100.	51
Figura 13. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+100.	52
Figura 14. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+150.	53
Figura 15. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+150.	53
Figura 16. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+200.	54
Figura 17. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+200.	55
Figura 18. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+100.	56
Figura 19. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+100.	56
Figura 20. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+150.	57
Figura 21. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+150.	58
Figura 22. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+200.	59
Figura 23. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+200.	59

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas?, el objetivo general fue: Evaluar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas y la hipótesis general que se contrastó fue: El cloruro de magnesio hexahidratado influye en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, con un nivel explicativo y un diseño experimental; la población correspondió al corredor vial Cañete tramo 09 – Pazos desvío Pampas de 26 km, el tipo de muestreo fue el no probabilístico o dirigido y comprendió los tramos del km 339+100; km 339+150 y km 339+200.

La conclusión principal fue, que la cantidad en 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

Palabras clave: Subrasante, cloruro de magnesio hexahidratdo, propiedades físicas del suelo, propiedades mecánicas del suelo.

ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: What is the influence of hexahydrated magnesium chloride on the properties of the subgrade on unpaved roads? The general objective was: Evaluate the influence of hexahydrated magnesium chloride on the properties of the subgrade on unpaved roads and the general hypothesis that was contrasted was: The hexahydrated magnesium chloride influences the properties of the subgrade on unpaved roads.

The research method was scientific, the type of research was applied, with an explanatory level and an experimental design; the population corresponded to the road corridor Cañete section 09 - Pazos Pampas deviation of 26 km, the type of sampling was non-probabilistic or directed and comprised the sections of km 339 + 100; km 339 + 150 and km 339 + 200.

The main conclusion was that the amount of 3 % magnesium chloride hexahydrate influences the physical and mechanical properties of the subgrade on unpaved roads.

Keywords: Subgrade, magnesium chloride hexahydrate, physical properties of soil, mechanical properties of soil.

INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas, tiene como objetivo general evaluar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas; se determinó en laboratorio como el cloruro de magnesio hexahidratado modifica las propiedades físicas y el CBR del suelo de las progresivas 339 + 100, 339 + 150 y 339 + 200 km de la zona de estudio; de acuerdo a esto, se logró determinar el porcentaje óptimo de cloruro de magnesio. Así se tiene los siguientes capítulos:

Capítulo I: Desarrolla el problema de investigación considerando el planteamiento, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos.

Capítulo II: Se refiere al marco teórico mostrando los antecedentes nacionales e internacionales, marco conceptual, definición de términos, bases legales, hipótesis y variables.

Capítulo III: Trata sobre la metodología, resaltando el método, tipo, nivel y diseño de investigación; asimismo, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: Describe los resultados en función a los objetivos planteados.

Capítulo V: Desarrolla la discusión de los resultados.

Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Grimaldo Cosiche Aguila.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La inestabilidad del suelo es uno de los principales problemas que se presentan en vías no pavimentadas a nivel mundial (Gutiérrez, 2010) pues este tipo de vías al ser la forma menos costosa de inversión para conectar poblados en zonas rurales es la más construida; en tal sentido según Ulate (2017) indica que, en los pasados 100 años una gran variedad de tratamientos se han desarrollado; sin embargo, resultan ser costosos o peligrosos al medio ambiente.

En el Perú, los caminos vecinales en su mayoría afirmados constituyen los tramos finales de la red vial y juntan distritos con las capitales de sus provincias o distritos entre sí, siendo estas la red vial más extensa del país; por lo que estos caminos están ubicados en el mundo andino, con elevadas pendientes y gran diversidad geográfica los cuales debido a una falta de tratamiento son focos de enfermedades respiratorias por la presencia de partículas en suspensión y en algunos su transitabilidad es complicada pues el tipo de suelo no soporta las

inclemencias del clima ni las cargas que diariamente transcurren sobre ellas debido a una falta de tratamiento del terreno natural (Llerena, 2015).

En la región Huancavelica y en especial en la zona de pazos, la situación descrita es muy común, pues la mayoría de las trochas aperturadas ya presentan fallas o baches debido a un mal tratamiento mediante aditivos que podrían mejorar sus condiciones. En este sentido la presente investigación pretende proponer una alternativa para la estabilización de suelos mediante la aplicación de cloruro de magnesio hexahidratado, pues se considera que su uso es técnico y económicamente más aceptable que otros aditivos.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es la influencia el cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades físicas de la subrasante?
- b) ¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas de la subrasante?
- c) ¿Cuál es el costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La justificación social se da cuando se propone alternativas de solución a problemas reales, en tal sentido la presente investigación propuso una alternativa para la estabilización de suelo en la construcción de vías no pavimentadas. En este sentido con los resultados obtenidos se pretende fomentar el uso del cloruro de magnesio hexahidratado como aditivos que son más caros y contaminantes.

1.3.2. Metodológica

La investigación presenta justificación metodológicas si al desarrollarla propone una metodología como referencia para futuras investigaciones, en este contexto la presente tesis propuso una metodología que guíe al correcto uso del cloruro de magnesio hexahidratado para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrolló en condiciones de laboratorio en la ciudad de Huancayo; sin embargo, las muestras fueron obtenidas del corredor vial Cañete tramo 09 – Pazos desvío Pampas, Proyecto Ubicado en la región Huancavelica, Provincias de Pampas y distrito de Pazos (Ver anexo 02).



Figura 1. Croquis de la delimitación temporal.

1.4.2. Temporal

La investigación se realizó en el año 2018, específicamente entre los meses de junio y noviembre.

1.4.3. Económica

La totalidad de los gastos para la ejecución de la investigación fueron asumidos por el tesista.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones presentadas para el desarrollo de la presente tesis fueron:

- Toma de muestras, debido a que el proyecto considerado está siendo ejecutado por la empresa privada ICCGSA por lo cual el acceso a obra es limitado.
- Acceso a la información, debido a que el expediente técnico no es de acceso público por ser parte de un proyecto en ejecución.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades físicas de la subrasante.
- b) Determinar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas de la subrasante.
- c) Estimar el costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Gutiérrez (2010) en su tesis “Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (Bischofita) frente al cloruro de calcio” planteó como objetivo determinar que el cloruro de magnesio es la opción que ofrece mayores ventajas técnicas, económicas y ambientales frente al cloruro de calcio y por ende a otros aditivos como la sal; para lograr tal objetivo se ha descrito las propiedades de físicas y químicas del cloruro de calcio y la Bischofita identificándose las ventajas y desventajas técnicas de ambos aditivos para lo cual se realizaron ensayos en laboratorio para determinar de entre varios factores la capacidad portante, comportamiento ante ciclo de hielo y deshielo; como conclusiones demostró que el cloruro de magnesio hexahidratado es más ventajoso que el cloruro de calcio económicamente, técnica y ambientalmente.

Llerena (2015) en su investigación “Mejoramiento de una base superficial con cloruro de magnesio hexahidratado” propuso la estabilización química de una base granular con cloruro de magnesio hexahidratado en carreteras no pavimentadas y así mejorar la calidad la situación ambiental de pueblos aledaños a las vías, pues permitirá que estas presenten una buena condición estructural y el control de polvo; en tal sentido como parte de su investigación determinó el contenido óptimo de cloruro de magnesio hexahidratado mediante el método de compresión simple, mediante el cual se diseñó mediante el método mecánico calibrado el espesor de un pavimento con sistema bicapa para finalmente estimar el costo de sus aplicación. Como conclusión determinó que el porcentaje óptimo de cloruro de magnesio a una base granular hace que, el material granular pueda cohesionarse, dicha cohesión evita la pérdida de partículas y mejora el comportamiento, siendo este contenido de 3.2 % la cual da una resistencia a la compresión de 12.20 kg/cm².

Ponce (2018) en su tesis “Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica” determinó la influencia del cloruro de calcio en la sub rasante, para lo cual estimó en laboratorio las variaciones de los valores del CBR con adición de este química en variadas proporciones mediante el procedimiento establecido en las normas ASTM – D1883; asimismo consideró la influencia en suelo arcillosos. El resultado demostró que en suelos arcillosos un 5 % de cloruro de calcio (CaCl₂) en relación del peso del suelo consigue un incremento del CBR de en 4.70 %, mientras que en suelo granulares incrementa en 20.12 %. Como

conclusión determinó que el cloruro de calcio no influye significativamente en suelos arcilloso, mientras que en suelo granulares mejora su comportamiento.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Thenoux y Vera (2002) en su investigación: “Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares”, evaluaron la efectividad de la Bischofita como estabilizador químico de caminos no pavimentados, y se basa en resultados de ensayos en laboratorio los cuales consistieron en determinar los límites de Atterberg, compactación, resistencia a la compresión no confinada y retención de humedad para su posterior evaluación en tramos de prueba de capas de rodadura estabilizadas con Bishofita en zonas áridas y semi áridas de Chile. Los resultados que mayor significancia han tenidos son los obtenidos en campo, observándose que la adición de dicho material permite obtener una capa de rodadura estable, reduce la formación de baches, corrugaciones, pérdida de áridos y emisiones de polvo, por lo que concluye que la Bischofita mejora la calidad de rodadura.

Roldán de Paz (2010) en su tesis “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases” tuvo como objetivo desarrollar un método confiable y económico para evitar la pérdida de humedad en los suelos utilizados en bases y sub bases, el cual permita una estabilización adecuada , con el fin de obtener que no varíen sus propiedades físicas y mecánicas al perder humedad; para lo cual realizó en laboratorio los siguientes ensayos: proctor modificado, granulometría, límites de Atterberg y triaxial. Como resultados obtuvo que, al adicionar el cloruro de sodio con un alto contenido de humedad, casi al punto de

saturación, después de secar esta crea una cementación entre partículas dándole una mayor resistencia a la compresión del suelo; sin embargo, debe evitarse su uso en terrenos de alta capilaridad donde hay fuentes de agua a poca profundidad.

Reyes Ortiz, Camacho Tauta, y Troncoso Rivera (2006) en su investigación “Uso de cloruro de sodio en bases granulares” determinaron el efecto en las propiedades mecánicas que tiene que introducir el cloruro de sodio industrial en bases granulares con granulometría del Instituto Nacional de Vías – INVIAS; para tal fin se realizaron ensayos para determinar el CBR, compresión simple y compresión diametral en la que primero se caracteriza el material granular y cloruro de sodio para posteriormente determinar la humedad óptima mediante el Proctor modificado en condiciones naturales y con adición de cloruro de sodio. Los resultados muestran que un incremento de la resistencia (CBR) de 9 veces para una adición del 15 % de NaCl; un aumento en la resistencia a la compresión de 100 % para el porcentaje de 8 % NaCl y un descenso de la resistencia a tracción para todos los porcentajes de adición.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Estabilidad de suelos

La estabilización de suelos en los trabajos de construcción de vías puede ser definida como un medio de consolidación permanente de los materiales de sub rasante, sub base y base, con la cual se incrementa significativamente su resistencia y capacidad de carga y decrece su sensibilidad al agua y a los cambios volumétricos debido a la variación climática (Llerena, 2015).

Para Crespo (2000) El funcionamiento a largo plazo de cualquier proyecto de construcción depende de la calidad de los suelos subyacentes. Los suelos inestables pueden crear problemas significativos en las estructuras y pavimentos primordialmente por cuestiones de economía, por lo que considera estabilización de suelos a los siguientes mecanismos:

- Mezclas de suelos, ya que son una forma de estabilización mecánica.
- Estabilización por compactación.
- Estabilización por productos asfálticos.
- Estabilización por tratamientos químicos.

Estabilidad volumétrica

De acuerdo a Rico y Del Castillo (2003) la estabilidad volumétrica se trata de transformar la masa de arcilla expansiva bien sea en una masa rígida o en una granulada, con sus partículas unidas por lazos suficientemente fuertes como para resistir las presiones internas de expansión. Esto se puede lograr mediante tratamientos químicos o térmicos, siendo los químicos más económicos y útiles para arcillas ubicadas cerca de la superficie del terreno.

Estabilización mecánica

De acuerdo a lo analizado por Ponce (2018) La estabilización mecánica de un material es ganar capacidad resistente al corte en el material recurriendo a ciertas modificaciones sin que se necesite de incorporar agentes externos que modifiquen su naturaleza. Esta resistencia al corte se basa en una ecuación que relaciona al ángulo de fricción y la cohesión mediante la siguiente fórmula o expresión de Coulomb.

$$\tau=c+\sigma \operatorname{tg} \varphi$$

De ella se puede interpretar que la cohesión es invariable a pesar de la acción de los agentes externos y la fricción dependiente de la carga exterior actuante, además que la cohesión depende, como ya se conoce, de las características de plasticidad del material, situación que depende de la mayor o menor presencia de material fino pasante tamiz 200 (Ponce, 2018).

Para Ponce (2018) la fricción quizá la más importante de la propiedad que confiere capacidad portante a un material depende de varios factores, entre ellos:

- Forma de las partículas.
- Granulometría del material.
- Calidad de las partículas.
- Tamaño máximo.
- Grado de acomodamiento.

Estabilización mediante tratamientos químicos

La estabilización química de suelos se basa en la aplicación de un producto químico, el cual se debe mezclarse homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo las especificaciones técnicas (Llerena, 2015).

La finalidad de este tipo de estabilización es transferir al suelo tratado, en un espesor definido, ciertas propiedades que mejore sus propiedades de comportamiento ya sea en la etapa de construcción y/o de servicio.

En general el uso de estabilizadores químicos para reducir las tasas de deterioro y aumentar la estabilidad logrando como consecuencia la reducción de las emisiones de polvo (Crespo, 2000).

2.2.2. Descripción del cloruro de magnesio hexahidratado

El Cloruro de magnesio hexahidratado es una sal cuya fórmula química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, y tiene la forma de cristales de color blanco, además es conocido como Bischofita. Es una sal obtenida de salares 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, además también controla la emisión de polvo (Gutiérrez, 2010).

Esta sal, es un compuesto químico natural que facilita la captación y retención de agua en zonas semidesérticas, y su composición se presenta a continuación:

Tabla 1. Composición química del cloruro de magnesio hexahidratado.

Componentes principales	
Cloro	29 - 32.8%
Magnesio	10 - 12.8%
Agua	50 - 55 %
Componentes menores	
Sodio	0.5 - 2.5%
Sulfato	0.0 - 2.0%
Potasio	0.3 - 3.8%
Litio	0.2 - 1.1%

Fuente: Gutiérrez, (2010).

2.2.3. Propiedades del cloruro de magnesio hexahidratado

De acuerdo a Gutiérrez (2010) por ser un producto natural el cloruro de magnesio hexahidratado mejoran las propiedades y cualidades del suelo a diferencia de otros estabilizadores químicos. A continuación, se describen sus propiedades más importantes:

- **Higroscopicidad y deliquesencia:** Es una sustancia higroscópica, pues tiene la capacidad de absorber y retener la humedad de la atmósfera o suelo circundante. Es deliquescente, debido a que al

absorber la humedad del medio ambiente se disuelve en esta humedad formando una solución líquida.

- **Presión de vapor menor a la del agua:** La presión de vapor de soluciones saturadas con Bischofita es considerablemente menor a la del agua.
- **Tensión superficial mayor a la del agua:** Las sales incrementan la resistencia entre la unión de moléculas de agua, haciendo que sea más difícil la separación de los granos.
- **Temperatura de congelamiento inferior a la del agua:** Esta propiedad permite que se utilice en calles y carreteras como anticongelante y para derretir el hielo.

2.2.4. Propiedades de los suelos tratados con cloruro de magnesio hexahidratado

Este aditivo mejora la estabilidad del suelo en:

- **Estabilidad volumétrica:** Controla la expansión y contracción suelos, evitando originar presiones que ocasionen deformaciones.
- **Resistencia:** El incremento de la resistencia se da a medida que transcurre el tiempo.
- **Permeabilidad:** Mejora las características permeables, debido a que une las partículas y evita el flujo de agua.
- **Compresibilidad:** Modifica la permeabilidad, alterando las fuerzas existentes entre las partículas tanto en magnitud como en sentido, lo que modifica la resistencia al corte del suelo.

- **Durabilidad:** Brinda resistencia al intemperismo a la erosión o a la abrasión del tráfico, de esta manera los problemas de durabilidad en las vías terrestres son menores.

2.2.5. Ensayo de granulometría

De acuerdo a lo investigado por Ponce (2018) en cualquier masa de suelo los tamaños de este varían considerablemente, por lo que, para su clasificación es necesario distribuirlos, esta distribución puede obtenerse mediante análisis granulométrico por mallas o con el hidrómetro en el caso de partículas finas, siendo la primera la más utilizada. Un análisis granulométrico por mallas se realiza tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una serie de mallas cada vez más pequeñas y con una charola en el fondo. La cantidad de suelo retenido en cada malla se mide y el por ciento acumulado de suelo que pasa a través de cada malla es determinado.

2.2.6. Ensayo Proctor modificado

Para Roldán de Paz (2010) la proporción que existe entre la densidad seca de un suelo (su grado de compactación) y su contenido de humedad es de gran utilidad en la compactación de suelos. Su regulación se realiza mediante el ensayo Proctor ya sea modificado o normal.

La diferencia entre las dos variantes (Proctor normal y Proctor modificado) radica en la energía de compactación empleada, el cual es de 4.5 veces superior en el segundo caso que en el primero (Roldán de Paz, 2010).

Según Roldán de Paz (2010) El acomodo de las partículas, en un suelo que se ha tratado de mejorar, dependen además de los materiales para su compactación de la humedad que tenía en ese momento el material, pues si las

partículas están secas, las fricciones intergranular oponen una resistencia mayor al desplazamiento relativo de ellas, que si se encuentran lubricadas por una partícula de agua; mientras que, si la masa tiene una humedad elevada, el agua llena los vacíos que podrían ser ocupados por partículas en un arreglo más denso. Por lo tanto, existe un contenido de agua con el que se obtiene el máximo peso volumétrico.

Para obtener una buena compactación debe controlarse la cantidad de agua, pues si es muy poca, no existirá lubricación y no se podrá disminuir la fricción entre las partículas; y si la humedad es en exceso, las partículas podrán ser separadas por el agua (Roldán de Paz, 2010).

Lo anterior demuestra se necesita determinar la cantidad de agua para obtener una excelente lubricación, que permita la mayor densidad posible al cual se le conoce como “Densidad Máxima o Peso Unitario Seco Máximo”; mientras que la cantidad de agua necesaria para obtener dicha densidad recibe el nombre de “Humedad óptima” (Roldán de Paz, 2010).

En tal sentido según Gutiérrez (2010) se debe compactar un suelo para:

- Aumentar la resistencia al corte y, por consiguiente, mejorar la estabilidad y la capacidad de carga de pavimentos.
- Disminuir la compresibilidad y así reducir los asentamientos.
- Disminuir la relación de vacíos y, por consiguiente, reducir la permeabilidad.
- Reducir el potencial de expansión, contracción o expansión por congelamiento.

2.2.7. Ensayo capacidad soporte california

El objetivo de este ensayo es obtener la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables (Roldán de Paz, 2010).

Este ensayo calcula la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones controladas de humedad y densidad, que permite obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje de CBR está definido como la fuerza necesaria que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada en una muestra compactada de suelo a un contenido de humedad y densidad dadas con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad a una probeta con muestra de suelo compactado (Roldán de Paz, 2010).

2.2.8. Ensayo límites de Atterberg

Para Roldán de Paz (2010) El comportamiento de un suelo depende en gran medida de la presencia de agua. Este hecho se acentúa en suelo cuyas partículas predominantes son arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio.

Límite líquido

El límite líquido se comprende como la humedad que posee el suelo haciendo que se encuentre entre el estado plástico y el estado líquido (Roldán de Paz, 2010).

Límite plástico

El límite líquido se comprende como la humedad que posee el suelo haciendo que se encuentre entre el estado semisólido y el estado plástico (Roldán de Paz, 2010).

2.2.9. Estados de consistencia

Los estados de consistencia de un suelo están en función del contenido de humedad y se clasifican en: líquido, plástico, semisólido, sólido (Roldán de Paz, 2010).

- **Líquido:** La presencia excesiva de agua anula las fuerzas de interacción entre partículas que mantienen unido al suelo (la cohesión) y lo convierte en un líquido viscoso sin capacidad resistente.
- **Plástico:** El suelo se moldea con facilidad y presenta grandes deformaciones cuando se le aplica esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, pues no recupera su estado inicial. Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales.
- **Semi sólido:** El suelo ya no es moldeable, pues se quiebra y resquebraja antes de cambiar de forma. Tampoco es un sólido puro, ya que disminuye su volumen si pierde humedad. Su comportamiento mecánico es aceptable.
- **Sólido:** El esfuerzo alcanza la estabilidad, pues su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo.

Las humedades correspondientes a los puntos de transición entre cada uno de los estados definen los límites líquidos (LL), plástico (LP) y de tracción (LR) respectivamente.

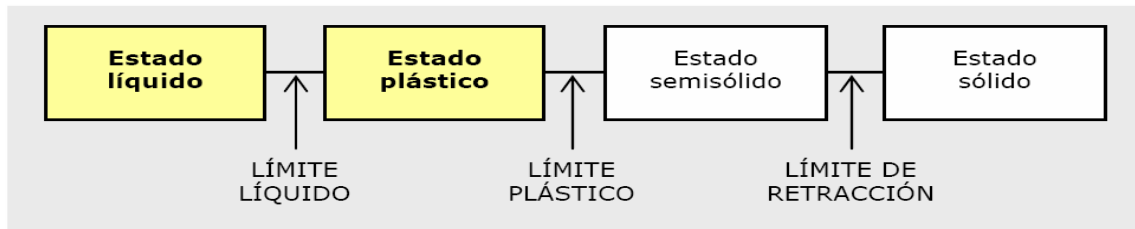


Figura 2. Estados de consistencia de los suelos (Roldán de Paz, 2010).

Tabla 2. Valores típicos de consistencias en los suelos.

Parámetro		Tipo de suelo		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite líquido	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LP	Límite plástico	15 - 20	20 - 25	25 - 50
LR	Límite de retracción	12 - 18	14 - 25	8 - 35
IP	Índice de plasticidad	0 - 3	10 - 15	10 - 100

Fuente: Roldán de Paz (2010).

2.3. Definición de términos

Carpeta de rodado

Capa superior de la vía que recibe directamente la acción del tránsito. Debe ser resistente al deslizamiento, a la abrasión y a la desintegración producida por efectos del tránsito y los agentes ambientales (Ponce, 2018).

Base

Capa constituida por material cuya función es estructural, y cuyo espesor depende de un diseño en función a la cantidad de vehículo que transitan sobre ella. Esta se coloca sobre la sub base o sobre el nivel de sub rasante, según sea que se considere o no la incorporación de material sub base (Ponce, 2018).

Sub base

Es la capa que se encuentra debajo de un pavimento y cumple la función de absorber las cargas de tránsito en menor cantidad, por lo que cumple una función estructural ya que, deberá de tener buena capacidad de carga, resistencia a la abrasión y una buena estabilidad (Ponce, 2018).

Subrasante

Es la capa situada arriba del cuerpo de terraplén y debajo de la sub base, que tiene la función de dar alineamiento vertical del camino, por lo que recibe menor cantidad de esfuerzo a causa de las cargas de tránsito (Ponce, 2018).

Terreno natural

Es el terreno en el cual se desplantará la estructura de una vialidad incluyendo las terracerías y el pavimento, a la cual se le debe de realizar la preparación necesaria antes de iniciar la construcción (Ponce, 2018).

Calicatas

Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora o a mano. Estas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es uno de los métodos de exploración que entrega la información más confiable y completa (Gutiérrez, 2010).

Nivel freático

Freático significa libre o en contacto con la atmósfera por lo que se define a nivel freático como el agua que está en contacto con la superficie del terreno y que surge del afloramiento de un acuífero (Gutiérrez, 2010).

Estabilización química

La estabilización química de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto químico, genéricamente denominado estabilizador químico, el cual se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto (Gutiérrez, 2010).

Bischofita

Es el nombre común con el que se le conoce al cloruro de magnesio hexahidratado (Gutiérrez, 2010).

2.4. Bases Legales

La investigación presente se regula en base a los siguientes:

- Reglamento nacional de edificaciones (norma E 0.50)
- Manual de ensayos EG-2013 del ministerio de transportes y comunicaciones.
- Resolución Directoral N°18-2016-MTC/14, Manual de ensayos de materiales.
- Manual de diseño para carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

2.5. Hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

2.5.2. Hipótesis específicas

- a) El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades físicas de la subrasante.
- b) El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades mecánicas de la subrasante.

- c) El costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante es menor a la utilización de material de préstamo.

2.6. Variables

2.6.1. Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): Cloruro de magnesio hexahidratado

Es una sal cuya fórmula química es $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, y tiene forma de cristales de color blanco. 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 (Gutiérrez, 2010).

Variable dependiente (Y): Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante

Son las características principales que distinguen al tipo de suelo que componen la sub rasante (Ponce, 2018).

2.6.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): Cloruro de magnesio hexahidratado

La obtendrá de la cantidad óptima será de acuerdo a un análisis y la interpolación de las cantidades del 2 %, 3 % y 5 % con respecto a la máxima densidad seca obtenido del ensayo Proctor modificado.

Variable dependiente (Y): Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante

Esta se estimará de acuerdo los siguientes ensayos normalizados:

- Limite líquido (ASTM D-423).
- Límite plástico (ASTM D-424).

- Contenido de humedad (ASTM D-2216).
- Clasificación de suelos (SUCS y AASTHO).
- Proctor modificado (ASTM D-1557)
- California Bearing Ratio (ASTM D-1883)

2.6.3. Operacionalización de las variables

De acuerdo a las variables descritas anteriormente se muestra la operacionalización de las variables de la presente investigación.

Tabla 3. Operacionalización de las variables: Cantidad de cloruro hexahidratado y propiedades de la sub rasante.

Variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente: Cloruro de magnesio hexahidratado	Cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado.	Porcentaje óptimo de cloruro de magnesio hexahidratado.
Variable dependiente: Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	Propiedades físicas	Granulometría
		Contenido de humedad Límites de Atterberg
	Propiedades mecánicas	CBR Compactación

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método investigación

En la presente investigación, se utilizó el método científico, como método general, dado que, este método de investigación sigue un conjunto de pasos ordenados que parte de la observación, planteamiento del problema, planteamiento de hipótesis, la experimentación y finalmente los resultados y conclusiones.

3.2. Tipo de investigación

Esta investigación fue de tipo aplicado pues mediante la aplicación de conocimientos teóricos ya establecidos, se formularon una solución frente a un problema real, el cual es la inestabilidad de suelo en vías no pavimentadas.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue el explicativo, en este nivel de investigación se busca la causa y el efecto entre la variable dependiente e independiente.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación para la presente tesis fue experimental del tipo cuasi experimental, pues se manipulará las variables para compararlo con una muestra patrón.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió al corredor vial Cañete tramo 09 Pucará – Pazos, que hace un total de 26 km.

3.5.2. Muestra

El tipo de muestro fue el no probabilístico intencional o dirigido, correspondiendo al km 339+100; km 339+150 y km 339+200; de estos se extrajeron tres calicatas de suelo.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Observación directa

Se realizó en campo mediante un procedimiento adecuado que permitió ubicar las muestras más adecuadas para los ensayos en laboratorio.

3.6.2. Análisis de documentos

Se basó en la recolección de información bibliográfica de libros impresos y digitales referente al tema de investigación.

3.6.3. Trabajo en campo

Se realizó el muestreo de suelos mediante calicatas para determinar las propiedades físicas y mecánicas con y sin adición del cloruro de magnesio.

3.6.4. Trabajo en laboratorio

Consistió en la realización de los ensayos a nivel de laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo obtenido en campo; estas se realizaron de acuerdo a las normas ASTM.

3.7. Materiales y equipos

3.7.1. Materiales

- Suelo granular.
- Suelo limoso.
- Cloruro de magnesio hexahidratado.

3.7.2. Equipos

Para la clasificación de suelos:

- Tamices.
- Máquina vibratoria.

Para el contenido de humedad:

- Horno.
- Taras.
- Balanza electrónica

Para los límites de Atterberg:

- Copa de Casagrande
- Acanalador.
- Balanza electrónica.
- Base de vidrio.

Para el Próctor modificado:

- Molde de 4 pulgadas.
- Collar de extensión.
- Molde de pulgadas.
- Pistón o martillo.
- Balanza.
- Horno.
- Regla metálica.
- Herramientas de mezcla.

Para el CBR:

- Anillo de carga con dial y puente metálico.
- Viga en aluminio con soporte para diales de referencia.
- Placa circular.
- Prensa de carga CBR.

3.8. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos de campo y laboratorio obtenidos se realizó mediante matrices de tabulación y gráficos con la finalidad de obtener una mejor interpretación de los resultados.

Del mismo modo esta información será procesada en base a los paquetes computacionales como SPSS, EXCEL.

3.9. Técnicas y análisis de datos

Las técnicas y análisis de datos para la presente investigación tendrán un enfoque cuantitativo, para lo cual se hará uso de la estadística descriptiva tales como la distribución de frecuencias, medida de tendencia central (media,

mediana y moda), medidas de variabilidad (rango, desviación estándar y varianza) y gráficas y la estadística inferencial para determinar la correlación entre las variables consideradas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Influencia del cloruro de magnesio en las propiedades físicas del suelo

Para la realización de la presente investigación se ha considerado tres muestras de suelos obtenidas de las progresivas 339+100; 339+150 y 339+200 del corredor vial Cañete tramo 09 – Pazos desvío Pampas; los resultados del ensayo en laboratorio de las propiedades físicas del suelo se muestran a continuación:

4.1.1. Clasificación del suelo

Las muestras obtenidas de las calicatas “C-1, C-2 y C-3” se clasificaron de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) basado en la normativa técnica peruana NTP:339.128: 2014, en donde los resultados muestran (ver Tabla 4) que los tipos de suelos de acuerdo a SUCS son gravas arcillosas (GC) y arcillas limosas de mediana plasticidad (CL-ML); mientras que,

de acuerdo a AASHTO, la cual es más utilizada para la clasificación de las capas de carreteras, se clasificaron en los grupos A-2-4 (representa material granular), A-4(2) y A-4(4) (representan material limoso).

Tabla 4. Clasificación del suelo tipo SUCS y AASTHO.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Clasificación SUCS	Clasificación AASTHO
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100	C-1	M-1	GC	A-2-4 (0)
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150	C-2	M-1	CL-ML	A-4 (2)
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200	C-3	M-1	CL-ML	A-4 (4)

4.1.2. Contenido de humedad natural

La humedad presente en el suelo se representa como la cantidad del agua con respecto al suelo, en la siguiente tabla se observa que la cantidad de agua en las muestras oscilan entre 6.5 % a 7.5 % para la progresiva 339+100.

Tabla 5. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+100.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Contenido de humedad (%)
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100; terreno natural	C-1	M-1	6,50
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-2	6,90
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-3	7,50
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-4	6,30

De la Tabla 5, se interpreta que el contenido de humedad se incrementa a mitad que se agregue cloruro de magnesio hexahidratado, sin embargo llegado a un máximo y óptima cantidad de la sal mencionada el contenido de humedad empieza a decaer incluso por debajo del contenido de humedad del terreno natural.

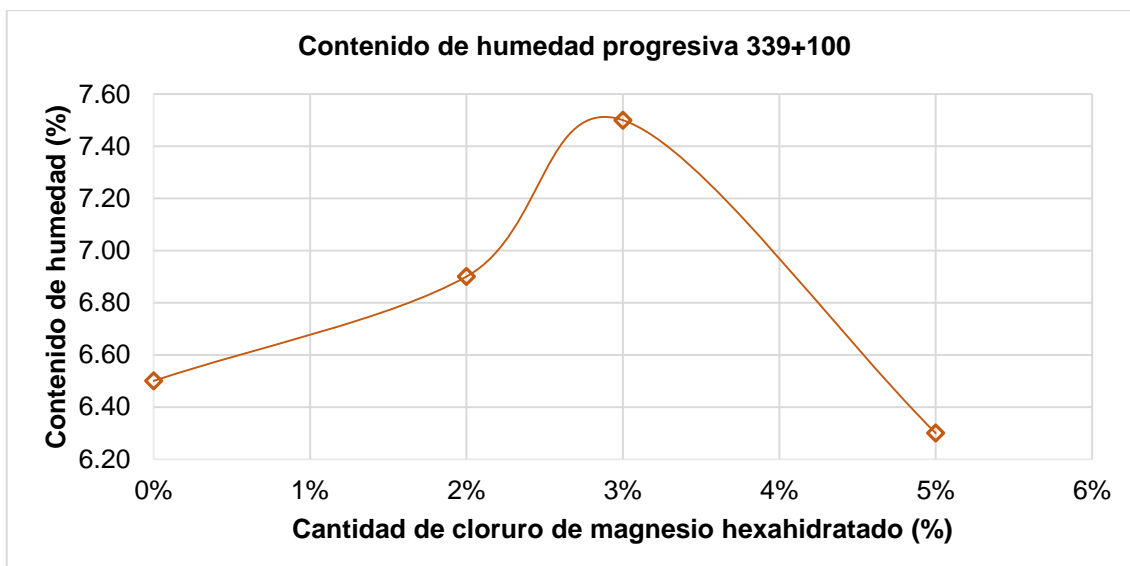


Figura 3. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+100.

La Figura 3 muestra la representación gráfica del comportamiento del contenido de humedad, de la que se puede interpretar que el mayor contenido de humedad se obtiene con un 2.9 % de cloruro de magnesio hexahidratado.

Tabla 6. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+150.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Contenido de humedad (%)
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural	C-2	M-1	9,30
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-2	10,00
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-3	10,70
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-4	9,40

La Tabla 6 muestra la variación del contenido de humedad del suelo con las diferentes proporciones de cloruro de magnesio en la progresiva 339+150 de la zona de estudio; la variación del contenido de humedad oscila entre 9.30 % a 10.70 %.

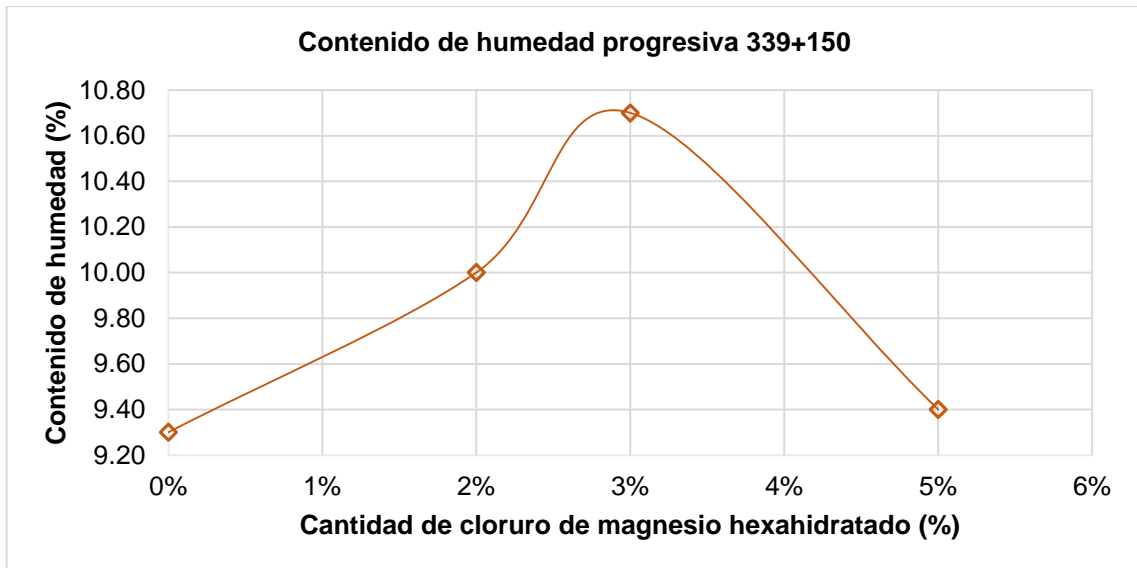


Figura 4. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+150.

La figura anterior muestra gráficamente la variación del contenido de humedad a medida se da el incremento del porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado, en la que el mayor contenido de humedad se da en 2.9%.

Tabla 7. Contenido de humedad del suelo en la progresiva 339+200.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Contenido de humedad (%)
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural	C-3	M-1	9,80
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-2	10,60
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-3	11,40
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-4	9,70

La Tabla 7 muestra la variación del contenido de humedad para el tipo de suelo según la clasificación AASTHO A-4(4) que se ubica en la progresiva 339+200 de la zona de estudio; esta varía de 9.70 % a 11.40 %, lo que indica que es el suelo con mayor contenido de humedad de las muestras obtenidas.

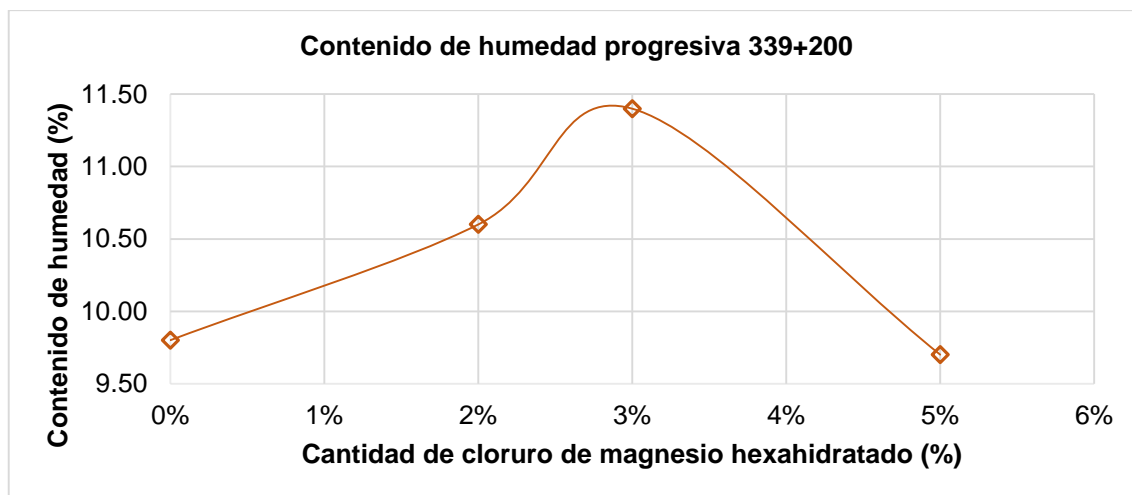


Figura 5. Curva de contenido de humedad en la progresiva 339+200.

La Figura 5 da a conocer gráficamente la variación del contenido de humedad a consecuencia del incremento del porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado; de esta se deduce que el mayor contenido de humedad se da en una proporción del 2.9 %.

4.1.3. Límites de Atterberg

A continuación, se muestran los resultados de laboratorio.

Tabla 8. Límites de Atterberg en la progresiva 339+100.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	Tramo Pampas km 339 + 100; terreno natural	C-1	M-1	18.70	12.12	6.58
2	Tramo Pampas km 339 + 100; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-2	19.11	10.78	8.33
3	Tramo Pampas km 339 + 100; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-3	20.80	11.77	9.03
4	Tramo Pampas km 339 + 100; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-4	18.02	11.25	6.77

Los límites de Atterberg se relacionan con la cantidad de agua que posee un suelo y su capacidad absorción; entonces la Tabla 8 muestra la variación de estos límites en función del incremento de cloruro de magnesio hexahidratado.

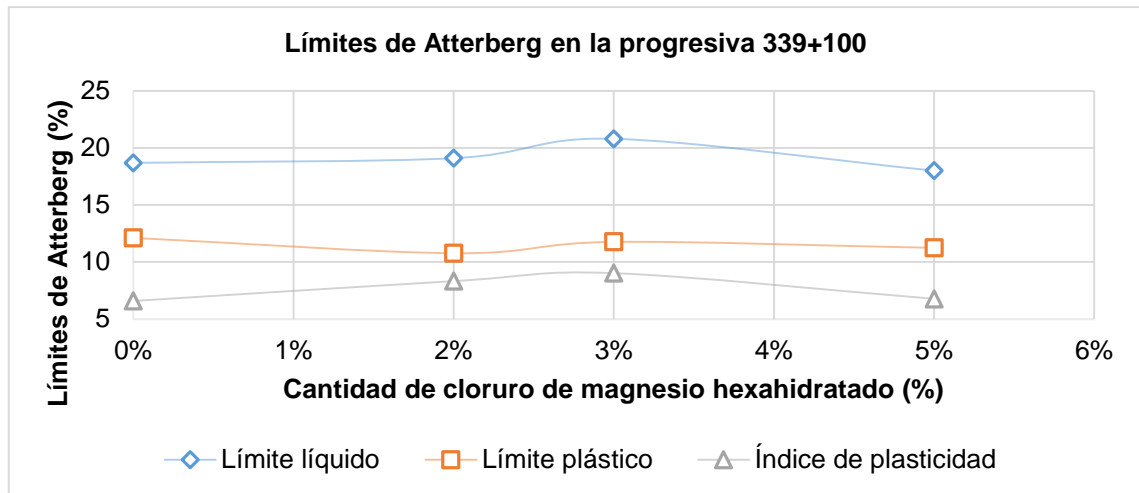


Figura 6. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+100.

La Figura 6 muestra la variación del límite líquido, límite plástico y el índice de plasticidad de la muestra obtenida de la progresiva 339 + 100 de la zona de estudio, de esta se deduce que los mayores valores de cada límite de Atterberg y del índice de plasticidad se da cuando el cloruro de magnesio es del 3 %.

Tabla 9. Límites de Atterberg en la progresiva 339+150.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural	C-2	M-1	18.71	12.27	6.44
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-2	19.94	12.57	7.37
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-3	21.13	12.93	8.20
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-4	17.21	9.47	7.74

La tabla anterior muestra la variación de los límites de Atterberg de acuerdo al incremento del cloruro del magnesio en la progresiva 339 + 150; se resalta

que el límite líquido incrementa de 18.27 a 21.13 %, el límite plástico de 12.27 a 12.93 % y el índice de plasticidad de 6.44 a 8.20 %.

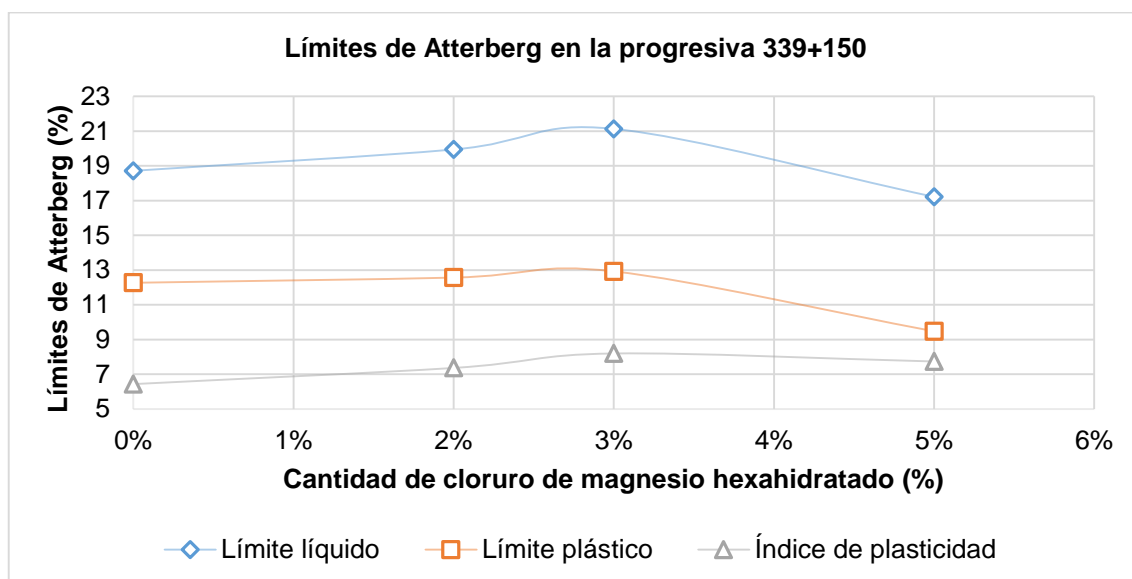


Figura 7. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+150.

La Figura 7 muestra gráficamente la variación de los límites de Atterberg en la progresiva 339 + 150, de esta se puede resaltar que todas se incrementan a medida que se agrega el porcentaje del cloruro de magnesio hexahidratado hasta un porcentaje del 3 %, después de esto, los valores tienden a disminuir, por lo que, la adición del cloruro de magnesio hexahidratado en un porcentaje del 3 % aumenta el límite líquido y plástico en 12.9 y 5.3 % respectivamente para un tipo de suelo de arcillas limosas (CL-ML).

Tabla 10. Límites de Atterberg en la progresiva 339+200.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural	C-3	M-1	23.70	17.29	6.41
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 2 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-2	26.42	18.61	7.81
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-3	27.61	18.25	9.36
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200; terreno natural + 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-4	23.69	16.92	6.77

La última progresiva estudiada corresponde a un tipo de suelo CL-ML según la clasificación SUCS y la variación de los límites de Atterberg se muestra en la Tabla 10.

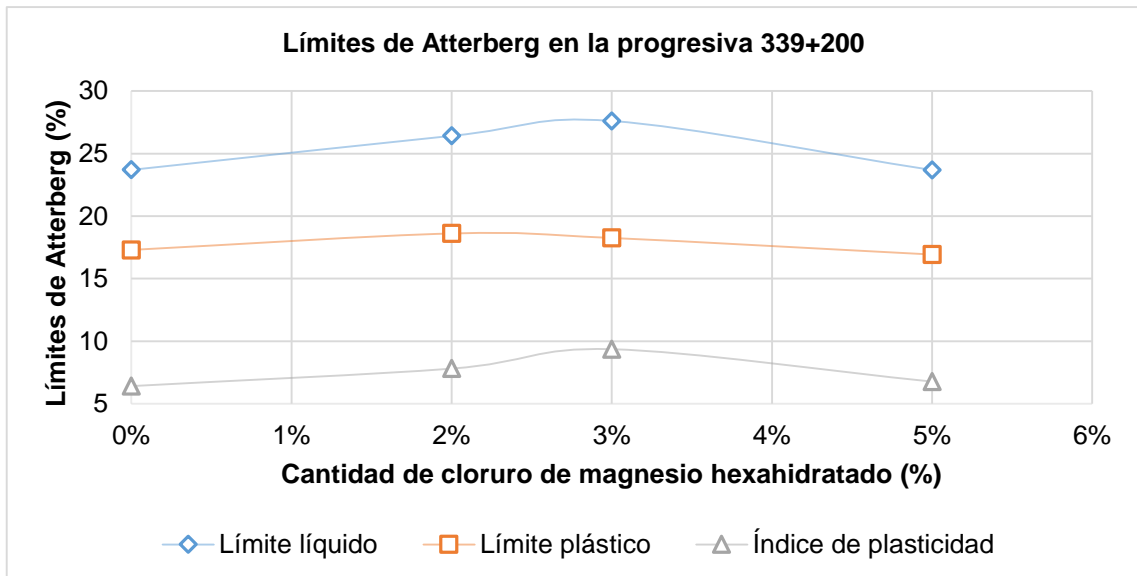


Figura 8. Curva para los límites de Atterberg en la progresiva 339+200.

Como parte final del estudio de los límites de Atterberg en la progresiva 339+200 se muestran gráficamente en la Figura 8.

4.2. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades mecánicas del suelo

4.2.1. Compacidad del suelo

La compacidad del suelo fue determinada mediante el ensayo Proctor modificado bajo condiciones de laboratorio; de esta es necesario conocer la evolución del contenido de humedad y la densidad seca variando el porcentaje de cloruro de magnesio los cuales se muestran en Figura 9, Figura 10 y Figura 11, según su progresiva en la que se ubica.

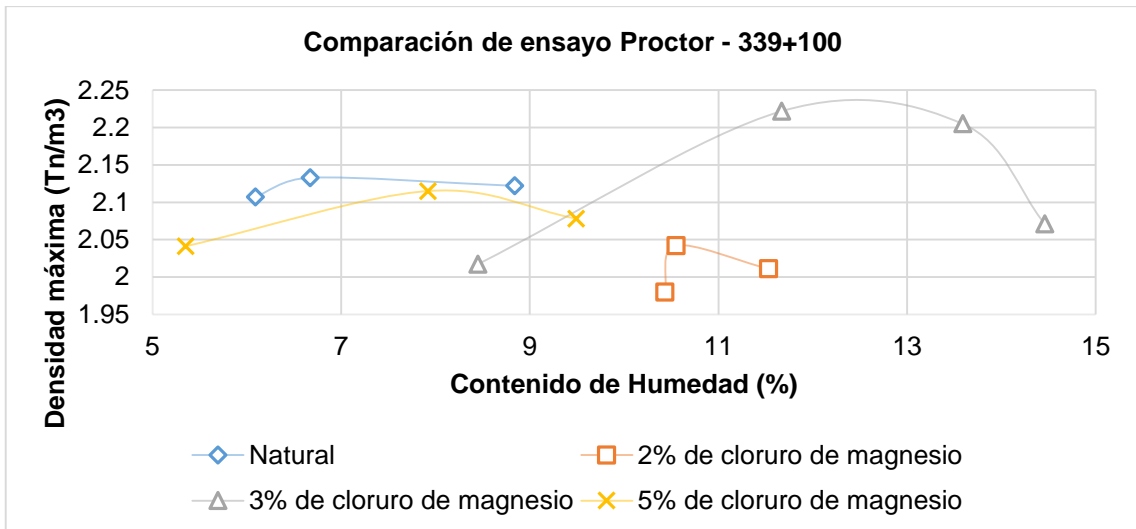


Figura 9. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+100.

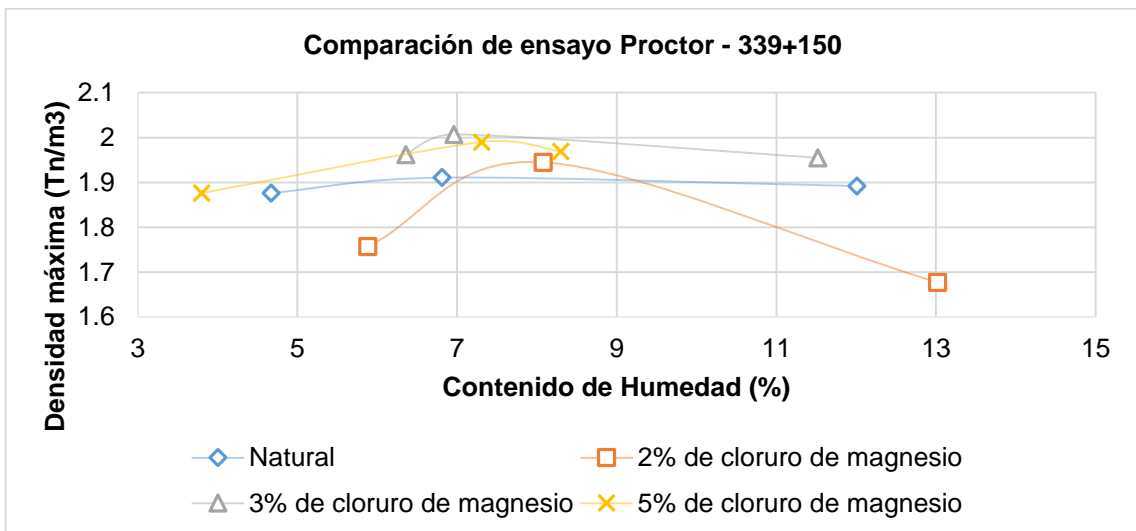


Figura 10. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+150.

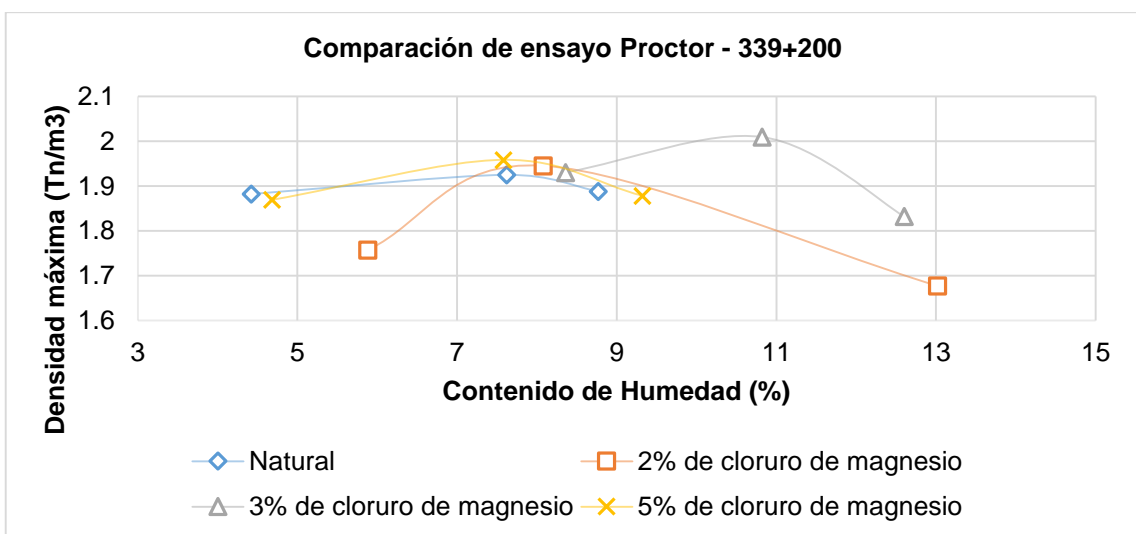


Figura 11. Variación de la curva de densidad en la progresiva 339+200.

El análisis del ensayo Proctor para cada una de las progresivas se muestra a continuación.

Tabla 11. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+100.

Ítem	Progresiva	Calicat a	Muestra	Próctor	
				M.D.S.	Humedad óptima
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural	C-1	M-1	2,15	7,70
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-2	2,15	11,00
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-3	2,24	11,80
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-4	2,12	7,80

La tabla anterior muestra la variación del óptimo contenido de humedad y la densidad máxima obtenidos del ensayo Proctor para la progresiva 339+100.

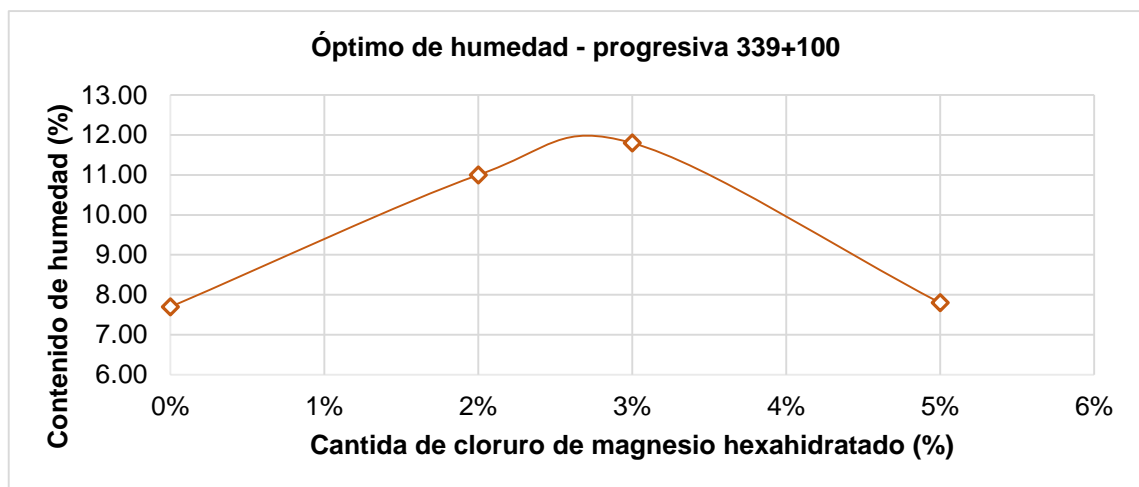


Figura 12. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+100.

La Figura 12 muestra la variación del contenido de humedad a medida que se incrementa el porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado; de esta se puede inferir que un porcentaje del 2.9 % proporcionará un valor máximo para el contenido de humedad, después este tiende a disminuir.

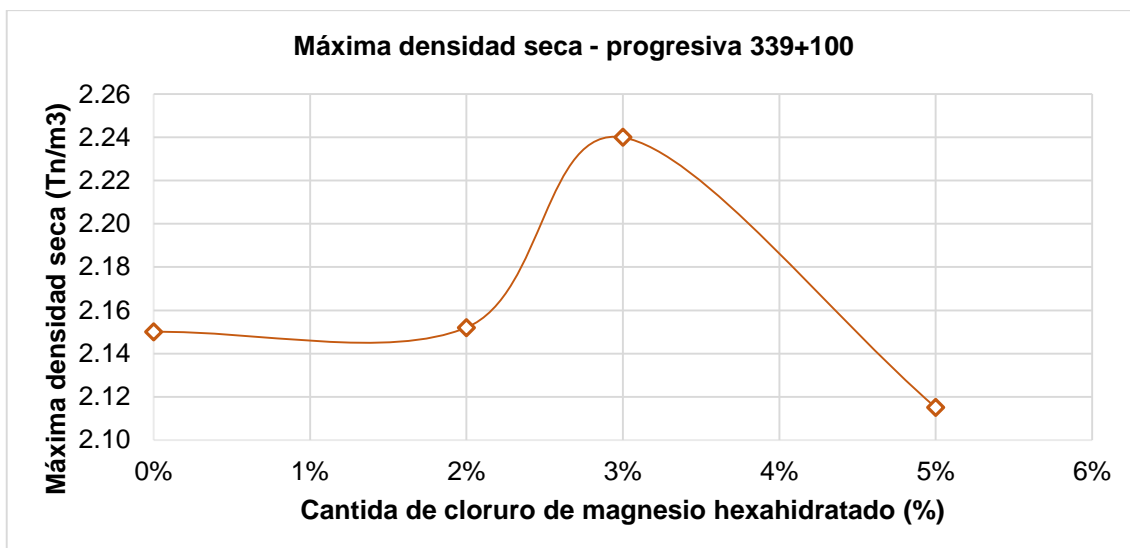


Figura 13. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+100.

La Figura 13 muestra la variación de la máxima densidad seca de acuerdo a los contenidos de humedad obtenidos previamente; de esta se puede mencionar que una concentración del 3 % de cloruro de magnesio da como resultado la máxima densidad seca.

Tabla 12. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+150.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Próctor	
				Máx. dens.	Ópt. Humd.
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural	C-2	M-1	1.92	8.70
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-2	1.97	9.20
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-3	2.07	8.90
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-4	1.99	6.90

La tabla anterior muestra los resultados de ensayo Proctor para la muestra de suelo de la progresiva 339 + 150, en la que la máxima densidad se incrementa en un 7.81 % y la humedad en 5.9 % para una concentración del 3 y 2.5 % de cloruro de magnesio hexahidratado respectivamente.

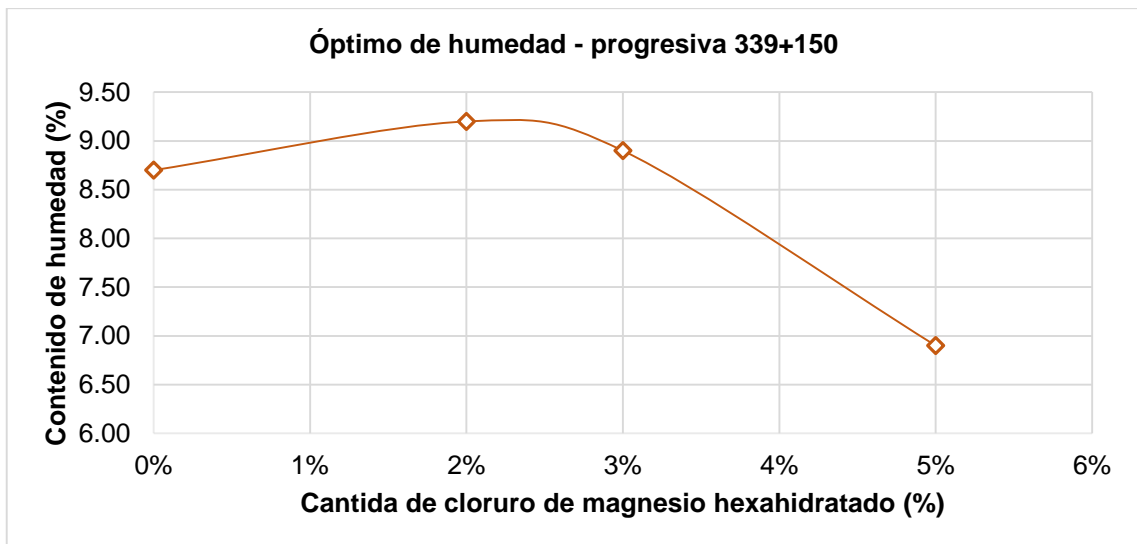


Figura 14. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+150.

La Figura 14 muestra gráficamente la variación del óptimo contenido de humedad para la muestra en la progresiva 339 + 150, de esta se determinó que el contenido de humedad se incrementa hasta una concentración del 3 % del cloruro de magnesio hexahidratado.

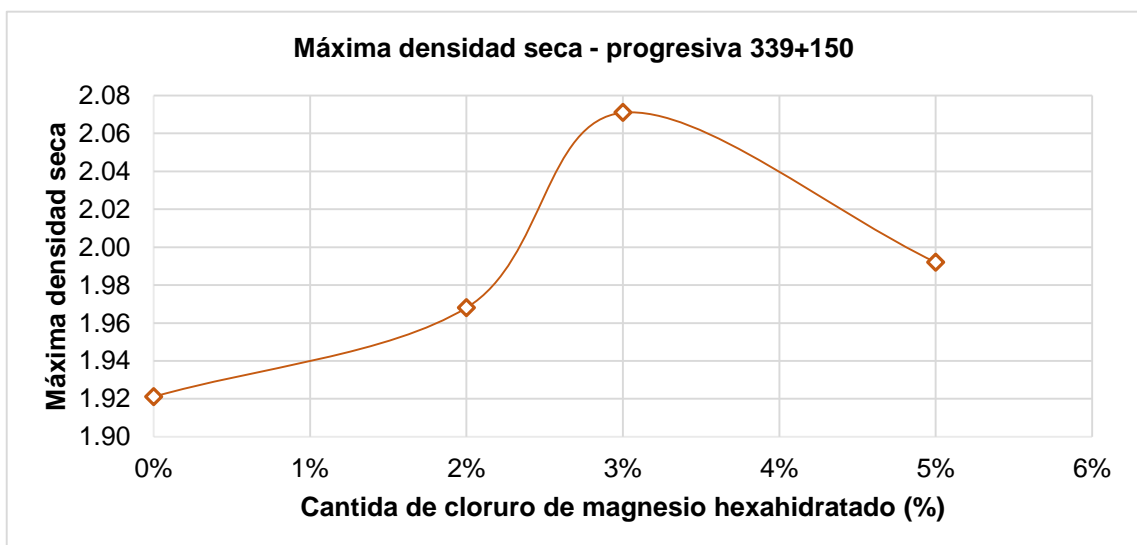


Figura 15. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+150.

La figura anterior muestra el incremento de la máxima densidad seca hasta un porcentaje del 3 % del cloruro de magnesio, después de este valor, la densidad tiende a descender.

Tabla 13. Resultados ensayo Próctor en la progresiva 339+200.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	Próctor	
				Máx. den. seca	Ópt. Húmed a.
1	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural	C-3	M-1	1,94	6,60
2	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200 + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-2	1,97	9,20
3	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-3	2,03	10,10
4	Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-4	1,96	7,10

La tabla muestra los valores obtenidos del ensayo de Próctor de la muestra de la progresiva 339 + 200; en esta resalta el incremento del óptimo contenido de humedad y la densidad seca en 54.54 y 4.6 % respectivamente.

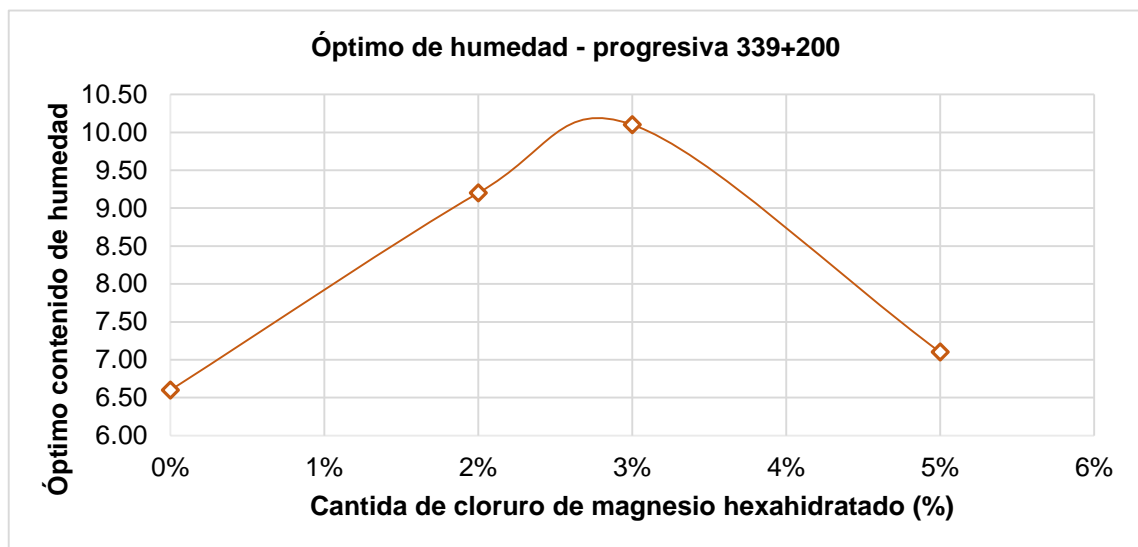


Figura 16. Curva del óptimo contenido de humedad en la progresiva 339+200.

La Figura 16 muestra la variación del contenido de humedad a medida que se incrementa el porcentaje de cloruro de magnesio; por lo que se puede mencionar que el máximo contenido de humedad se da con el incremento de 2.9 % del cloruro de magnesio hexahidratado, después esta de esta el contenido de humedad decae hasta un 7.10 %

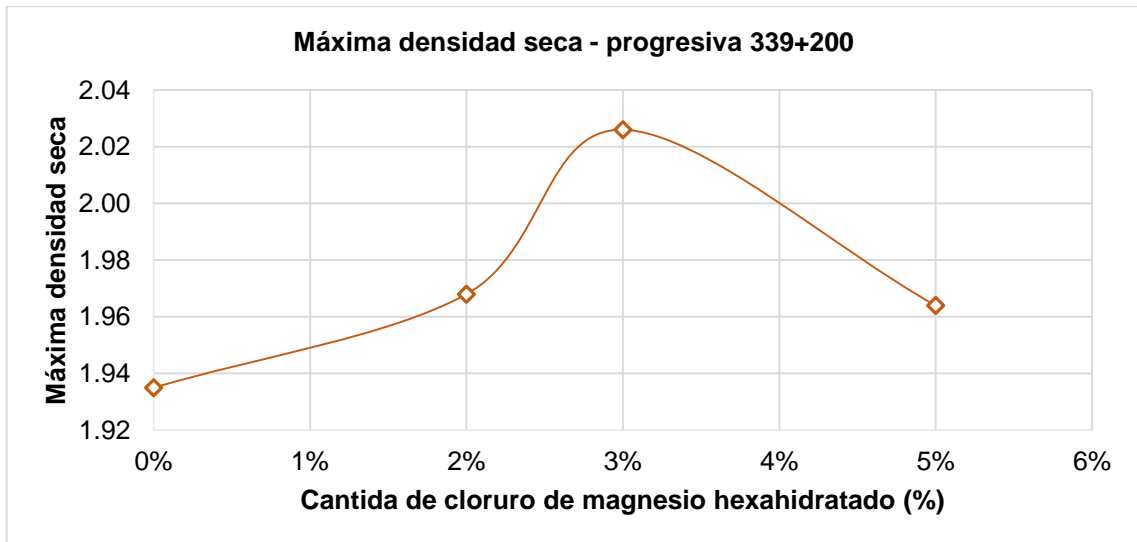


Figura 17. Curva de la máxima densidad seca en la progresiva 339+200.

Del ensayo Próctor, también se pudo determinar la máxima densidad seca en la progresiva 339+200 y su variación de acuerdo al incremento del cloruro de magnesio hexahidratado.

4.2.2. California Bearing Ratio (CBR)

La finalidad de obtener las propiedades mecánicas del suelo, se basa en determinar la resistencia de este mediante el CBR bajo condiciones de laboratorio, para asegurar que el uso del material consiga mayor estabilidad y evite asentamientos que podrían afectar la estructura que soporta.

Tabla 14. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+100.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	CBR a 0.1"	
				100%	95%
1	C-1, M-1 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural	C-1	M-1	35,70	33,00
2	C-1, M-2 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-2	38,70	33,80
3	C-1, M-3 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-3	43,10	40,20
4	C-1, M-4 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 100, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-1	M-4	40,00	32,00

La Tabla 14 muestra la variación del CBR según el incremento de cloruro de magnesio; de esta se puede interpretar que una adición del 3% mejora el CBR incrementándola.

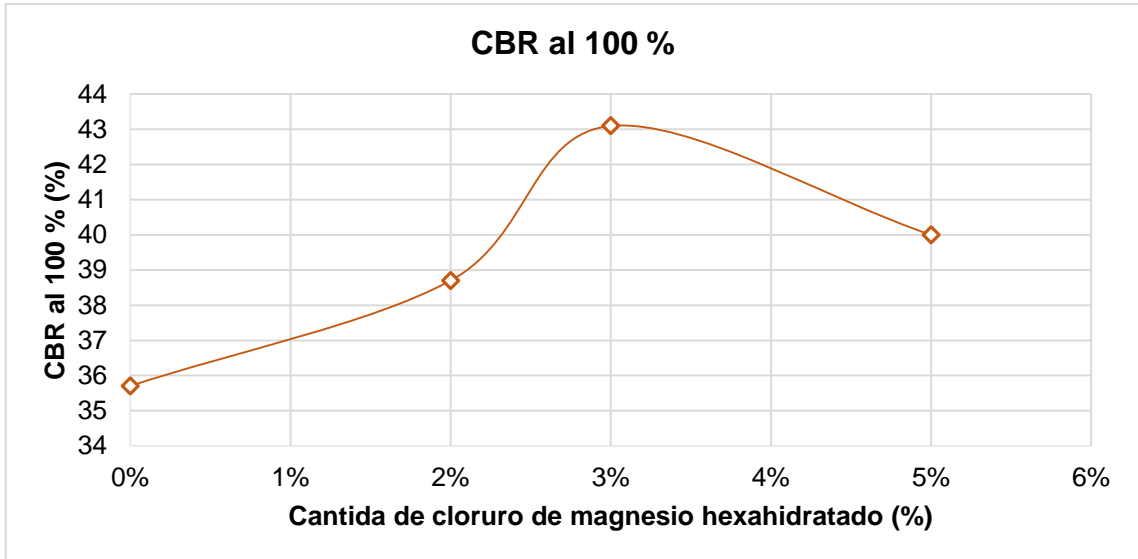


Figura 18. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+100.

La figura anterior muestra el incremento del CBR al 100 % a medida se adicione cloruro de magnesio hexahidratado hasta un 3 %, después este, sigue una curva con pendiente negativa la cual indica que mayor concentración del cloruro de magnesio hexahidratado el CBR disminuye.

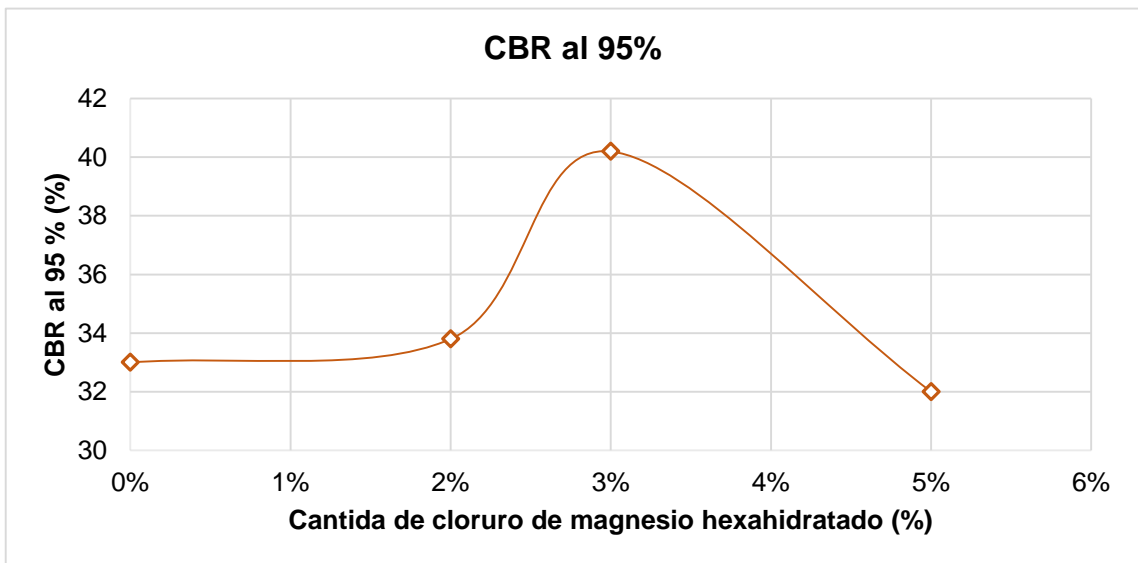


Figura 19. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+100.

La figura muestra la variación de del CBR al 95 %, en donde se observa que esta se incrementa del 33 % al 40.20% con una adición del 3 % del cloruro del magnesio hexahidratado.

Tabla 15. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+150.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	CBR a 0.1"	
				100%	95%
1	C-2, M-1 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural	C-2	M-1	16,50	12,90
2	C-2, M-2 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-2	17,40	14,65
3	C-2, M-3 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-3	24,78	19,95
4	C-2, M-4 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 150, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-2	M-4	17,90	12,80

La Tabla 15 muestra lo valores obtenidos en laboratorio del CBR al 100 y 95%; de esta se puede interpretar que la adición del cloruro de magnesio hexahidratado en una concentración del 3 % mejora la capacidad mecánica del suelo.

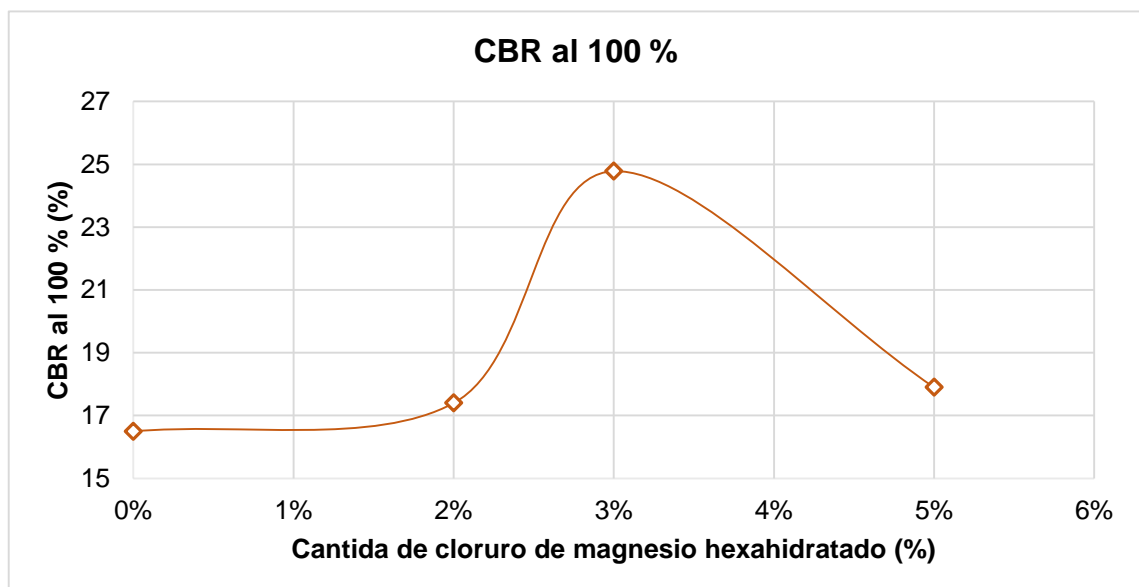


Figura 20. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+150.

La figura anterior muestra el incremento del CBR al 100 % a medida se incrementa el porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado, es decir, la adición del cloruro de magnesio hexahidratado mejora el CBR.

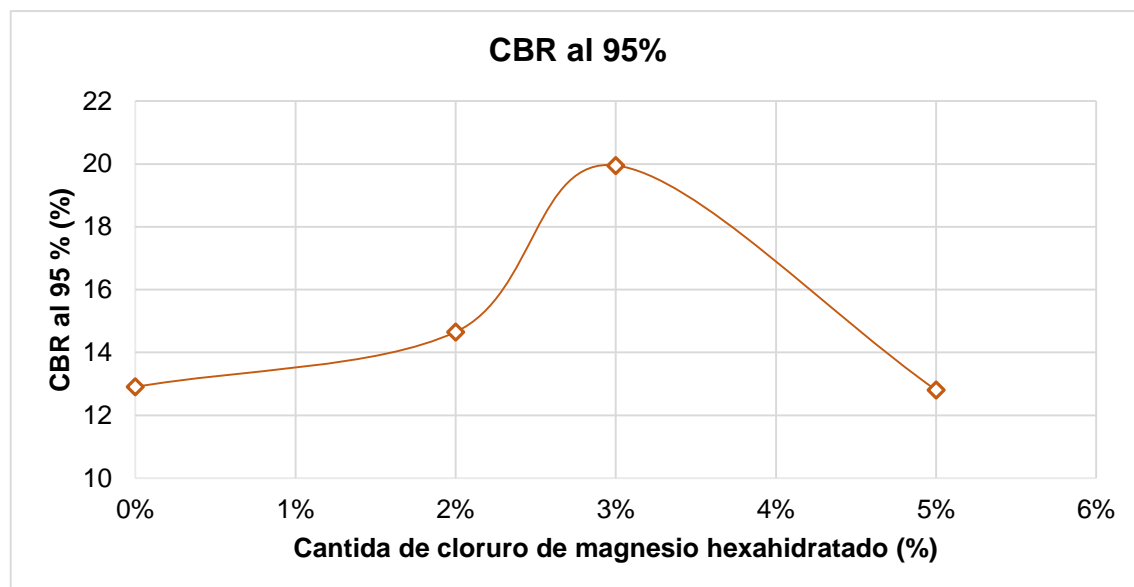


Figura 21. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+150.

La situación descrita anteriormente sucede con el CBR al 95%, siendo que la adición de 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado mejora el CBR hasta un 54.6 %.

Tabla 16. Resultados del CBR al 95% y 100% en la progresiva 339+200.

Ítem	Progresiva	Calicata	Muestra	CBR a 0.1"	
				100%	95%
1	C-3, M-1 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural	C-3	M-1	18,60	13,20
2	C-3, M-2 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural + 2 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-2	17,40	14,65
3	C-3, M-3 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural + 3 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-3	19,88	19,11
4	C-3, M-4 Tramo Pazos desvío Pampas km 339 + 200, terreno natural + 5 % cloruro de magnesio hexahidratado	C-3	M-4	18,10	13,40

La tabla anterior muestra los resultados del CBR al 100 y 95 % obtenidos en laboratorio de la progresiva 339 + 200, de esta tabla se puede resaltar que un

incremento en el porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado en 3% mejora el CBR.

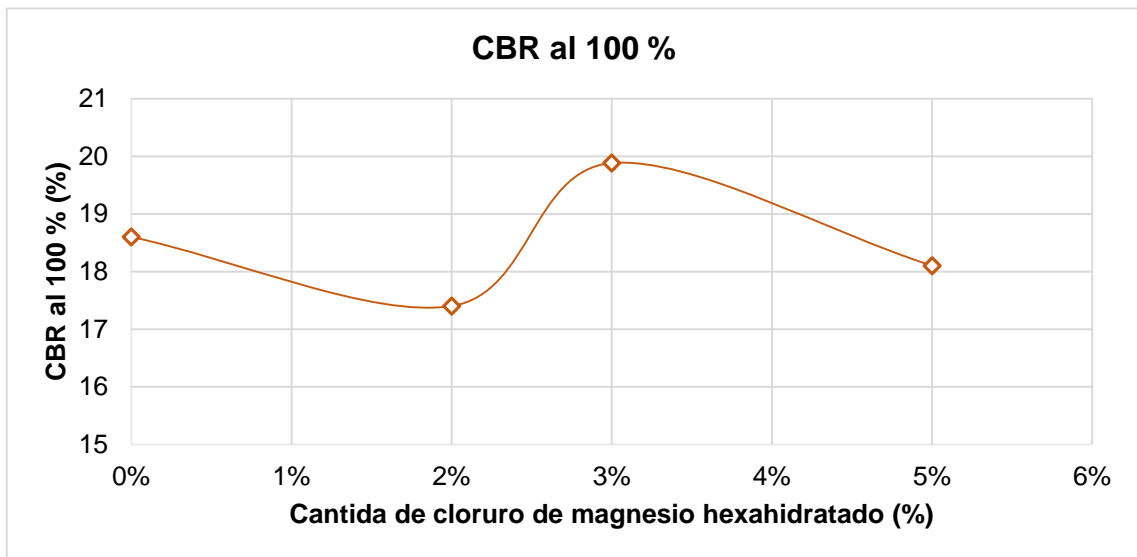


Figura 22. Curva del CBR al 100% en la progresiva 339+200.

La Figura 22 muestra la variación del CBR al 100 % a medida que se incrementa el contenido de cloruro de magnesio hexahidratado, en la que a pesar de una ligera disminución para una concentración del 2 % el CBR se incrementa en una concentración del 3 %.

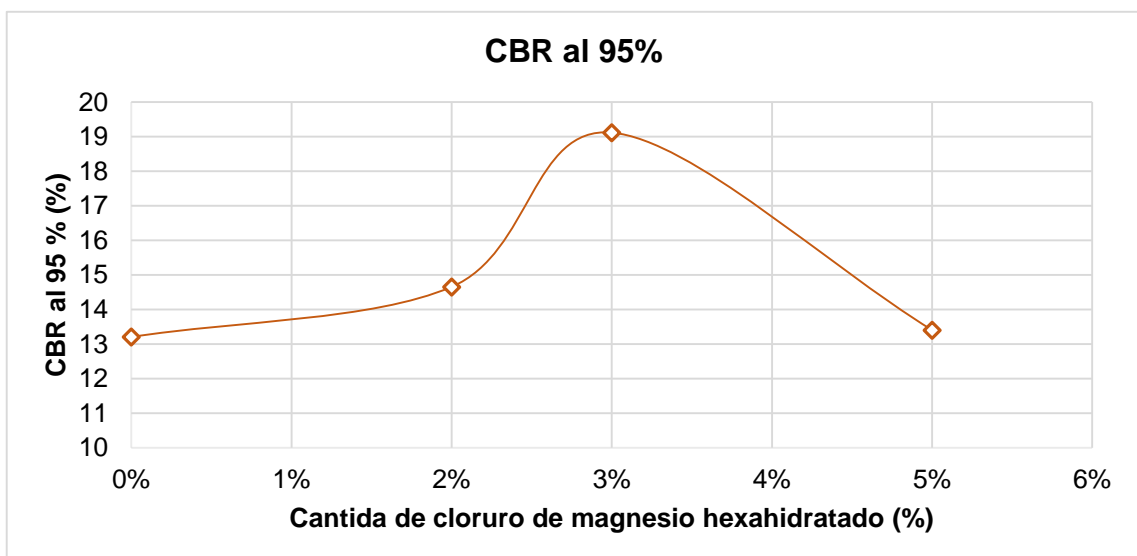


Figura 23. Curva del CBR al 95% en la progresiva 339+200.

El incremento del CBR al 95 % también es notorio, pues tal como se muestra en la figura anterior una adición del 3 % del cloruro de magnesio hexahidratado incrementa el CBR en 44.7 %

4.3. Costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado

Uno de los aspectos determinantes para el uso de un nuevo aditivo además de las propiedades que puede mejorar es conocer el costo de su aplicación; en ese sentido se ha realizado el análisis de precios unitarios de la aplicación de un metro cuadrado de base estabilizada con cloruro de magnesio hexahidratado, para compararla con la aplicación de material de préstamo el cual es muy común en la ejecución de carreteras que no cumplen lo establecido en los manuales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Tabla 17. Análisis de precios unitarios de la base estabilizada con cloruro de magnesio hexahidratado.

PARTIDA: BASE ESTABILIZADA CON CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADA E=0.20m					
Rendimiento: m²/DIA:300	EQ.300	Costo unitario directo por : m²			24.89
Descripción Recurso	Unid	Cuad	Cant	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Operario	hh	1.0000	0.0267	21.01	0.56
Oficial	hh	3.0000	0.0800	17.03	1.36
Peón	hh	4.0000	0.1067	15.33	1.64
					3.56
Materiales					
Cloruro de magnesio hexahidratado	kg		13.44	0.95	12.77
					12.77
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.56	0.18
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0267	68.85	1.84
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0267	120.00	3.20
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0267	125.00	3.34
					8.56

La Tabla 17 muestra el cálculo del costo de la aplicación del cloruro de magnesio en la base, el cual asciende a un monto de S/ 24.89 por metro cuadrado de producción de base de espesor de 0.20 m.

Cabe resaltar que la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado corresponde al que, de acuerdo a los ensayos en laboratorio, mejoró las propiedades físicas y mecánicas de las muestras analizadas en las progresivas 339+100, 339+150 y 339+200.

A diferencia de la partida anterior, el análisis de la partida “material de préstamo” que se muestra en la Tabla 18 requiere una sub partida “ extracción de material de préstamo”, la cual la encarece. En todo caso la producción de un metro cuadro de material de préstamo para la obra considerada en la presente investigación es S/ 31.13 soles, lo que representa que el uso del cloruro de magnesio hexahidratado es S/ 6.24 soles más económico.

Tabla 18. Análisis de precios unitarios de la partida material de préstamo.

PARTIDA: MATERIAL DE PRÉSTAMO					
Rendimiento: 200 m3/DIA	EQ.	200 m3/DIA	Costo unitario directo por : m3		31.13
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.0000	0.040	21.01	0.84
OFICIAL	hh	3.0000	0.120	17.03	2.04
PEON	hh	4.0000	0.160	15.33	2.45
					5.33
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.33	0.27
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.040	68.85	2.75
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.040	120.00	4.80
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.040	125.00	5.00
					12.02
Subpartidas					
EXTRACI3N DE MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3		1.0000	12.98	12.98
					12.98

4.4. Prueba de hipótesis

4.4.1. Análisis estadístico

El análisis estadístico para la prueba se basó en el análisis multivariante de la varianza (MANOVA por sus siglas en inglés), la cual se utiliza cuando hay una o más variables dependientes que no pueden ser combinadas de manera simple, además se puede identificar si los cambios en estas variables son significativos; en este sentido antes de empezar con el análisis MANOVA, es necesario determinar la normalidad de las muestras, las cuales e muestran a continuación:

Tabla 19. Prueba de normalidad de acuerdo a Shapiro-Wilk.

Contenido de cloruro		Estadístico	Shapiro-Wilk	
			gl	Sig.
L.L	,00	.751	3	.051
	,02	.834	3	.198
	,03	.786	3	.082
	,05	.842	3	.220
L.P	,00	.772	3	.055
	,02	.911	3	.420
	,03	.879	3	.322
	,05	.917	3	.441
I.P	,00	.878	3	.317
	,02	.998	3	.908
	,03	.942	3	.534
	,05	.750	3	.052
Humedad natural	,00	.861	3	.269
	,02	.868	3	.290
	,03	.880	3	.323
	,05	.816	3	.152
Máxima densidad seca	,00	.796	3	.104
	,02	.750	3	.051
	,03	.899	3	.383
	,05	.883	3	.335
Óptimo contenido de humedad	,00	.999	3	.948
	,02	.750	3	.051
	,03	.990	3	.811
	,05	.907	3	.407
CBR 100%	,00	.831	3	.191
	,02	.750	3	.053
	,03	.900	3	.385
	,05	.757	3	.015
CBR 95%	,00	.761	3	.025
	,02	.750	3	.051
	,03	.780	3	.067
	,05	.773	3	.052

La tabla anterior muestra la prueba de normalidad, la cual por tratarse de muestras pequeñas se usó el método propuesto por Shapiro-Wilk; en tal sentido de esta tabla se deduce que: La significancia en todos los casos es mayor que 0.05, por lo que la distribución de los datos provienen de una distribución normal; lo que de acuerdo a Ccanto (2010) da cabida a escoger pruebas paramétricas para probar la hipótesis.

4.4.2. Contrastación de hipótesis general

Hipótesis nula: El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

Hipótesis alterna: El cloruro de magnesio hexahidratado no influye significativamente en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas

La contrastación de la hipótesis general se determinó de acuerdo al análisis multivariante MANOVA, cuyo resultado es:

Tabla 20. Análisis MANOVA hipótesis general.

		Pruebas multivariante ^a				
Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	1.000	109254,758 ^b	7.000	2.000	.000
	Lambda de Wilks	.000	109254,758 ^b	7.000	2.000	.000
	Traza de Hotelling	382391.653	109254,758 ^b	7.000	2.000	.000
	Raíz mayor de Roy	382391.653	109254,758 ^b	7.000	2.000	.000
Contenido de cloruro	Traza de Pillai	2.121	1.379	21.000	12.000	.008
	Lambda de Wilks	.000	8.892	21.000	6.293	.005
	Traza de Hotelling	3498.246	111.055	21.000	2.000	.009
	Raíz mayor de Roy	3495.574	1997,471 ^c	7.000	4.000	.000

- a. Diseño : Intersección + Contenido de cloruro
- b. Estadístico exacto
- c. El estadístico es un límite superior en F que genera un límite inferior en el nivel de significación.

a) conclusión estadística:

De acuerdo a los resultados en laboratorio y la comparación entre la variable independiente y las variables dependientes se llega a la conclusión que: La significancia entre estas según los métodos Traza de Pillai y Lambda de Wilks es menor que 0.05 por lo que la variable independiente influye significativamente en las variables dependientes, rechazando así la hipótesis alterna.

b) conclusión técnica:

De acuerdo a los análisis en laboratorio se concluye que la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades física y mecánicas de la sub rasante en carreteras no pavimentadas.

4.4.3. Contrastación de hipótesis específica 1

Hipótesis nula: El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en las propiedades físicas de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

Hipótesis alterna: El cloruro de magnesio hexahidratado no influye significativamente en las propiedades físicas de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

La contrastación de la hipótesis específica 1 se determinó de acuerdo al análisis multivariante MANOVA, cuyo resultado es:

Tabla 21. Análisis MANOVA hipótesis específica 1.

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Contenido de cloruro	L.L	22.260	3	7.420	.576	.047
	L.P	5.488	3	1.829	.139	.034
	I.P	9.499	3	3.166	13.918	.002
	Humedad natural	3.842	3	1.281	.342	.006
	Máxima densidad seca	.021	3	.007	.600	.033
	Óptimo contenido de humedad	20.330	3	6.777	5.984	.019

a) Conclusión estadística:

De acuerdo a los resultados en laboratorio y la comparación entre la variable independiente y las variables dependientes se llega a la conclusión que: La significancia entre estas variables es menor que 0.05; por lo que, la variable independiente influye significativamente en las variables dependientes, rechazando así la hipótesis alterna.

b) conclusión técnica:

De acuerdo a los análisis en laboratorio se concluye que la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en el límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, humedad natural, máxima densidad seca y en el óptimo contenido de humedad.

4.4.4. Contrastación de hipótesis específica 2

Hipótesis nula: El cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en la propiedad mecánica de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

Hipótesis alterna: El cloruro de magnesio hexahidratado no influye significativamente en la propiedad mecánica de la subrasante en carreteras no pavimentadas.

La contrastación de la hipótesis específica 2 se determinó de acuerdo al análisis multivariante MANOVA, cuyo resultado es:

Tabla 22. Análisis MANOVA hipótesis específica 2.

Pruebas de efectos inter-sujetos						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Contenido de cloruro	CBR 100%	55.822	3	18.607	.130	.040
	CBR 95%	95.993	3	31.998	.248	.041

a) Conclusión estadística:

De acuerdo a los resultados en laboratorio y la comparación entre la variable independiente y las variables dependientes se llega a la conclusión que: La significancia entre estas variables es menor que 0.05; por lo que, la variable independiente influye significativamente en las variables dependientes, rechazando así la hipótesis alterna.

b) Conclusión técnica:

De acuerdo a los análisis en laboratorio se concluye que la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado influye significativamente en el valor del CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca.

4.4.5. Contrastación de hipótesis específica 3

Hipótesis nula El costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante es menor a la utilización de material de préstamo.

Hipótesis alterna: El costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante es mayor a la utilización de material de préstamo.

a) Conclusión técnica

La contrastación de la hipótesis específica 3 se determinó de acuerdo al análisis de precios unitarios, en la que la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado es de S/ 24.89 por metro cuadrado, mientras que la aplicación por metro cuadrado de material de préstamo es de S/ 31.13, por lo que se acepta la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.5. Influencia del cloruro del magnesio hexahidratado en las propiedades físicas del suelo

Durante la ejecución de la investigación se ha notado la variación de las propiedades del suelo por el uso del cloruro de magnesio hexahidratado en las progresivas 339+100, 339+150 y 339+200 de la zona de estudio las cuales se muestra a continuación.

4.5.1. Clasificación del suelo

La clasificación del suelo es el primer paso para determinar a priori sus principales características y por ende facilitar a quien corresponda la toma de decisiones, tal como lo menciona Quesada (2015). En este sentido para el desarrollo de la presente investigación se desarrolló la clasificación de suelos basados en la metodología SUCS Y ASSTHO plasmados en la norma ASTM D-2487 y ASTM D-3282 respectivamente y cuyos resultado se muestra en la Tabla 4; para tal fin se ha determinado la granulometría y plasticidad de las muestras

consideradas en el presente estudio de acuerdo a lo especificado dadas por el MTC (2008).

Los resultados, según la clasificación SUCS, muestran que los suelos de las calicatas C-1, C-2 y C-3 son del tipo: GC, CL-ML y CL-ML; es decir, las primera es del tipo, gravas arcillosas y las dos últimas arcillas limosas de mediana plasticidad; sin embargo en concordancia con Quesada (2015) este sistema no es el adecuado para la clasificación de vías, por lo que se recomienda el uso del sistema AASHTO, la cual es respaldada por el MTC (2008). En este sentido la Clasificación según AASTHO a diferencia de SUCS, da tres tipos diferentes de suelos: A-2-4, A-4(2) y A-4 (4), interpretándose de manera que el primero corresponde a un tipo de suelo granular y las dos últimas representan suelos limosos con poca plasticidad.

4.5.2. Contenido de humedad natural

La humedad natural del terreno calculado en laboratorio fue determinado de acuerdo a la normativa ASTM D-2216, esta es de importancia, pues en concordancia con el MTC (2008) se utiliza para compararlo con el óptimo contenido de humedad (OCH) calculada del ensayo Proctor, en la que sí es menor al OCH el responsable del proyecto puede determinar la cantidad de agua necesaria para obtener una densidad del suelo estimada en laboratorio.

De acuerdo a los resultados que se muestran en la Tabla 5, Tabla 6 y Tabla 7, el contenido de humedad para los tipos de suelos A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) se han incrementado respecto a la humedad del terreno natural en 15.38 %, 15.05, 16.32 % respectivamente para una concentración del 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado, este incremento se debe a la propiedad higroscópica

de dicho material posee, tal como lo explica Mateos de Vicente (2007). Este incremento de la humedad del suelo hace que la energía de compactación sea menor, lo que se traduce en menos pasadas del rodillo al momento de la compactación, esto según lo menciona el MTC (2013), además según Mateos de Vicente (2007), a largo plazo toma gran relevancia en la producción de sólidos en suspensión que actualmente son causas de enfermedades respiratorias en personas que viven a lado de vías no pavimentadas.

4.5.3. Límites de Atterberg

Como se ha mencionado la primera finalidad de conocer los valores de los límites de Atterberg son para clasificar el suelo; sin embargo, estos también representan la separación entre los estados; sólidos, semisólidos, plástico y líquido, por lo que su importancia abarca mucho más.

El resultado de los límites de Atterberg para los suelos A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) se muestran en la Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10; de estas se interpreta que para el límite líquido, en los tres tipos de suelos mencionados, se incrementa en 11.23 %, 12.93 % y 16.50 % respectivamente para un 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado.

El límite plástico también se incrementa para los tipos de suelos A-4(2) y A-4(4) en 5.38 % y 5.55 % mientras que para el tipo de suelo A-2-4(0) disminuye en 2.89 % con una concentración de cloruro de magnesio hexahidratado del 3 %. Con respecto al índice de plasticidad este también se incrementa para los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) en 37.23 %, 27.33 y 46.02 % respectivamente cuando el porcentaje de cloruro de magnesio hexahidratado es del 3%. Si bien el incremento límite líquido representa una situación no deseable

(según Sembenelli, 1996), los valores del incremento no son significativos, esto se debe según Thenoux & Vera (2002) a que no existe la cantidad necesaria de arcilla para que se produzca un intercambio de iones en el suelo; dicha situación se repita para el límite plástico. Por otro lado el índice de plasticidad si tiene incrementos altos, sin embargo al no superara los parámetros que establece el MTC (2008) estos suelos se pueden clasificar como suelos poco arcillosos (por presentar un IP entre 4 % y 10 %); por lo que son adecuados para la estabilización química mediante el uso de sales según recomienda el MTC (2013).

4.5.4. Compactación

La compactación de suelos fue determinada de acuerdo al ensayo de Proctor especificado en la norma ASTM D-155; esta propiedad es muy importante en carteras, pues está directamente relacionado con la resistencia, durabilidad y estabilidad del suelo y debe ser considerado al momento de la construcción de terraplenes y todo tipo de relleno en general para evitar asentamientos, tal como lo menciona Bañón & Beviá (2000). En este contexto la humedad del suelo juega un papel muy importante, pues funciona como un agente lubricante formando alrededor de las partículas una película que disminuye la fricción entre ellos y que coadyuva a disminuir la energía de compactación necesaria para obtener una densidad seca máxima.

De acuerdo a lo argumentado, los resultados obtenidos en laboratorio que se muestran en la Tabla 11, Tabla 12 y la Tabla 13 hacen notar que la adición de cloruro de magnesio hexahidratado en suelos A-2-4(0) y A-4(4) incrementa el óptimo contenida de humedad en 53.24 % y 53.03 % respectivamente cuando

se adiciona un porcentaje del 3 %, mientras que para el tipo de suelo A-4(2) el óptimo contenido de humedad se incrementa 5.75 % en una cantidad del 2 % del cloruro de magnesio hexahidratado; este incremento del óptimo contenido de humedad se debe en gran medida a la propiedad higroscópica de la sal, con la que es capaz de retener las moléculas de agua por más tiempo que un suelo sin adición de sal, lo que facilita la compactación en campo, pues el agua no se pierde fácilmente y que se deberá reflejar en un aumento de la densidad del suelo; sin embargo esto va en contraposición a lo expuesto por Thenoux & Vera (2002), quien sostiene en su investigación que el contenido óptimo de humedad debería disminuir; pero en el análisis que realizan sus muestras en su mayoría fueron suelos plásticos, lo que explicaría que en nuestro caso el tipo de suelo A-4(2) no varía considerablemente.

Con respecto a la densidad seca se ha comprobado que el incremento del cloruro de magnesio hexahidratado en una proporción del 3 % para los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) la incrementa en 4.19 %, 7.81 % y 4.70 % respectivamente, esto se debe según Ulate (2017) a que esta sal genera cambios catiónicos en el suelo, lo que permite formar cristales de sal en los poros incrementado la densidad del suelo. Además, este incremento está relacionado directamente con la resistencia del suelo y se verá reflejado en el CBR.

4.6. Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en el California Bearing Ratio

La propiedad más importante del suelo es según Bañón & Beviá (2000) el comportamiento mecánico del suelo, pues los ensayos mencionados anteriormente van encaminados a conseguir una mejor estabilidad mecánicas

que ayuden a mitigar posibles surgimientos de asentamiento diferenciales, en tal sentido uno de los métodos más usados con mayor frecuencia para caracterizar el suelo en función a su propiedad mecánica es el CBR realizado en laboratorio mediante la normativa ASTM D – 1883; en este contexto los resultados obtenidos (ver Tabla 14, Tabla 15 y la Tabla 16) para los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) muestran un incremento del 21.81 %, 54.65 % y 44.77 % respectivamente para el CBR al 95% de la máxima densidad seca; mientras que para el CBR al 100% de la máxima densidad seca los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) se incrementa en 20.72 %, 50.18 % y 6.88 % con respecto al terreno natural cuando se agrega cloruro de magnesio hexahidratado al 3 %; esto demuestra que la adición del cloruro de magnesio hexahidratado incrementa el índice de CBR, mejorando su capacidad de soporte; este resultado concuerda con los resultados obtenidos por Thenoux & Vera (2002), en la que además propone de manera general que una dosificación buena de este material podrá estar entre del 3 % - 5 % de cloruro de magnesio hexahidratado.

De acuerdo a los resultados los tipos de suelo A-4(2) y A-4(4) no cumplen con lo especificado por el MTC (2013) para ser considerados afirmados pues su valor del CBR al 100% de la máxima densidad seca son menores al 40%, a pesar del tratamiento con cloruro de magnesio hexahidratado; sin embargo de acuerdo al MTC (2008) en su propuesta de clasificación de subrasante, estos suelos pasan de estar al límite de ser considerados “subrasantes buenos” al límite de “subrasantes muy buenos”. Por otro lado, el tipo de suelo A-2-4(0), el cual es considerado como granular, en primera instancia tampoco cumple el CBR requerido; sin embargo al considerar un tratamiento con el 3 % del cloruro de

magnesio hexahidratado se logra incrementar el CBR de 35.70 % a 43.10 % lo que de acuerdo al MTC (2013) cumple con los requerimientos para ser considerado un afirmado y por ende puede utilizarse para la rasante en vías no pavimentadas, lo que disminuye el costo de tratamiento del suelo si se le compara con un mejoramiento con material de préstamo. En este sentido se demuestra que el uso del cloruro de magnesio hexahidratado en un porcentaje del 3% mejora las propiedades físicas y mecánicas de todos los tipos de suelos analizados.

4.7. Costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado

La mejora de las propiedades del suelo con cloruro de magnesio hexahidratado se traducen en un menor costo al momento de realizar los trabajos en la rasante de una vía no pavimentada; en este contexto de acuerdo a lo resultados de laboratorio el tipo de suelo A-2-4 (0) es la que mejor comportamiento presenta al momento de agregar el cloruro de magnesio hexahidratado en un porcentaje del 3 %, por lo que, el análisis de costos unitarios fue realizado en base a este material.

La Tabla 17 muestra el costo del mejoramiento del suelo con adición de cloruro de magnesio hexahidratado, el cual asciende a un monto de S/ 24.89 soles lo que representa un ahorro de S/ 6.24 soles por metro cuadrado si se le compara con el mejoramiento de la base con material de préstamos que se muestra en Tabla 18. Estos costos son aproximadamente cercanos a los obtenidos por Llerena (2015) pero por la variación geográfica con la presente investigación existe una ligera variación de los costos.

Otro aspecto importante a tomar en cuenta es la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado utilizado para la estabilización de suelo, la cual fue de 13.44 kg, sin embargo este valor va en contraposición por el MTC (2013) que recomienda cantidades de entre 50 a 80 kg, esta variación se debe en gran medida a que la norma toma como referencia normas extranjeras en la que el uso del cloruro de magnesio y otras sales son calculada en exceso para el control de nieves en carreteras.

En tal sentido se demuestra que el uso del cloruro de magnesio hexahidratado mejora las propiedades físicas, mecánicas del suelo y disminuyendo el costo del mejoramiento del suelo en comparación a otro tipo de tratamiento; sin embargo tal vez uno de sus desventajas más desfavorables según Ulate (2017) sea su alta corrosión al asfalto, por lo que en esta investigación se propone el uso de este material en vías exclusivamente no pavimentadas que es muy frecuente en la serranía del Perú, además cabe resaltar que según Thenoux & Vera (2002) el cloruro de magnesio es considerado ambientalmente seguro por lo que ha sido aprobado su uso por la Agencia de Protección Ambiental y Servicios Forestales de los Estado Unidos , resaltando que este debe ser colocado como mínimo a 1.50 m de la vegetación y no debe estar cerca a fuentes de agua.

CONCLUSIONES

1. De acuerdo al análisis estadístico se ha demostrado que la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado influye en las propiedades físicas y mecánica de la subrasante en carreteras no pavimentadas; siendo el de 3 % el que presenta el mejor comportamiento.
2. Según el análisis en laboratorio se ha determinado que los tipos de suelos analizados fueron según la clasificación AASTHO son: A-2-4, A-4(2) y A-4(4); en la cual una adición del cloruro de magnesio hexahidratado en 3 % incrementan el límite líquido, límite plástico, el índice de plasticidad, el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca; siendo la última de estas la de mayor importancia, pues un incremento en la densidad del suelo se traduce en un incremento en la capacidad de soporte del suelo.
3. El análisis de la propiedad mecánica del suelo se basó exclusivamente en el análisis del CBR al 95 % y 100 %. En este sentido se determinó que el incremento del cloruro de magnesio hexahidratado en un porcentaje del 3% incrementa el CBR al 95% en 21.81%, 54.64% y 44.77% para los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) respectivamente; mientras que el CBR al 100% se incrementa en: 20.72 %, 50.18 % y 6.88 % para los tipos de suelo A-2-4(0), A-4(2) y A-4(4) respectivamente con la misma cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado.
4. De acuerdo al análisis de los resultados, el suelo que mejor comportamiento posee es el tipo A-2-4 (0); por lo que fue determinada para el análisis del costo con la adición del 3 % de cloruro de magnesio hexahidratado; en este contexto se determinó que el uso del cloruro de magnesio hexahidratado es

más económico en S/ 6.24 por metro cuadrado a comparación con un mejoramiento con material de préstamo para la zona de estudio.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso del cloruro de magnesio hexahidratado en un porcentaje del 3 % en carreteras no pavimentadas.
2. Se recomienda que el uso del cloruro de magnesio hexahidratado debe ser como mínimo a una distancia de 1.50m de la vegetación; además que debe evitarse su aplicación cerca de fuentes de agua.
3. Es recomendable el uso de este material en zonas de clima árido, pues por su propiedad higroscópica retienen cierta cantidad de agua que evita la formación de polvos.
4. Se recomienda el uso del cloruro de magnesio hexahidratado en tipos de suelo A-1, A-2 y A-3; en base a los resultados obtenidos y a los antecedentes estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bañón, L., & Beviá, J. (2000). *Manual de carreteras Volumen II* (ORTIZ e hi). España: Univerisidad de Alicante.
2. Ccanto, G. (2010). *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú: Gerccantom.
3. Crespo, C. (2000). *Vías de comunicación, caminos, ferrocarriles, aeropuerto, puentes y puertos* (Tercera). México: LIMISA.
4. Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). *Investigación. Fundamentos y metodología*. (H. Rivera, Ed.) (Primera). México: Pearson Educación.
5. Gutiérrez, C. A. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del Cloruro de Magnesio (Bischofita) frente al Cloruro de Calcio*. Universidad Ricardo Palma.
6. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*. (J. Mares, Ed.) (Quinta). México: McGRAW-HILL.
7. Llerena, H. (2015). *Mejoramiento de un abase suerficial con cloruro de magnesio hexahidratado*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
8. Mateos de Vicente, M. (2007). Efectos del cloruro cálcico en la estabilidad de las tierras. *Cimbra*, (Figura 1), 44–48. Retrieved from http://www.citop.es/publicaciones/documentos/Cimbra373_06.pdf
9. MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
10. MTC. (2013). *Manual de carreteras, Especificaciones técnicas generales pa construcción "EG-2013."* Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
11. NTP:339.128. (2014). *SUELOS. Método de ensayo para el análisis*

- granulométrico. Lima - Perú: INACAL.
12. Ponce, D. (2018). *Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Ccoripaccha-Puyhuan Grande-Huancavelica*. Universidad Nacional de Huancavelica.
 13. Quesada, S. (2015). *Clasificación de un suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
 14. Reyes Ortiz, O. J., Camacho Tauta, J., & Troncoso Rivera, J. R. (2006). Uso de cloruro de sodio en bases granulares. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 16(1), 63–71. Retrieved from [http://www.umng.edu.co/documents/63968/74790/rev16.1 art06.pdf](http://www.umng.edu.co/documents/63968/74790/rev16.1_art06.pdf)
 15. Rico, A., & Del Castillo, H. (2003). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas* (Primera). México: LIMUSA.
 16. Roldán de Paz, J. (2010). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Retrieved from http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3160_C.pdf
 17. Sembenelli, P. (1996). Lo límites de Atterberg y su significado en la industria cerámica y ladrillera. *Materiales y Construcción*, 630–643.
 18. Thenoux, G., & Vera, S. (2002). Evaluación de la efectividad del cloruro de magnesio hexahidratado (Bischofita) como estabilizador químico de capas de rodadura granulares. *Material de Construcción*, 52(c), 18.
 19. Ulate, A. (2017). Estabilización de suelos y materiales granulares en caminos de bajo volumen de tránsito, emplenado productos no tradicionales. *Programa de Infraestructura y Transporte*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.

ANEXOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tesis: “Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas ”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo influye el cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades físicas de la subrasante? b) ¿Cuál es la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en la propiedad mecánica de la subrasante? c) ¿Cuál es el costo de aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante??</p>	<p>Objetivo general: Determinar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas.</p> <p>Objetivos específicos: a) Analizar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades físicas de la subrasante. b) Determinar la influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en la propiedad mecánica de la subrasante. c) Estimar el costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la subrasante.</p>	<p>Hipótesis general: El cloruro de magnesio hexahidratado influye en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en carreteras no pavimentadas.</p> <p>Hipótesis específica: a) El cloruro de magnesio hexahidratado influye en las propiedades físicas de la subrasante. b) El cloruro de magnesio hexahidratado influye en la propiedad mecánica de la subrasante. c) El costo de la aplicación del cloruro de magnesio hexahidratado en la sub rasante es promedio de 6 soles por metro cuadrado.</p>	<p>Variable independiente (X): Cloruro de magnesio hexahidratado.</p> <p>Variable dependiente (Y): Propiedades de la subrasante.</p>	<p>Variable independiente: - Cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado.</p> <p>Variable dependiente: - Propiedades físicas - Propiedades mecánicas</p>	<p>Variable independiente: - Porcentaje óptimo de cloruro de magnesio.</p> <p>Variable dependiente: - Granulometría - Contenido de humedad - Límites de Atterberg - Compactación - CBR.</p>	<p>Método: Método científico.</p> <p>Tipo: Aplicada.</p> <p>Nivel: Descriptivo - Correlacional</p> <p>Diseño: Experimental.</p> <p>Población: La población corresponde al corredor vial Cañete tramo 09 Pucará – Pazos.</p> <p>Muestra El tipo es aleatorio o no probabilístico y corresponde a 3 muestras de las progresivas Km 339+100; Km 339+150 y Km 339+200.</p>

ANEXO N° 02: ENSAYOS DE LABORATORIO

2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR

TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5% DE
CLORURO DE MAGNESIO

HEXAHIDRATADO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS



**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE
LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS”**



LABORATORIO DE
MECANICA DE SUELOS

N° 01

GEOLUMAS SAC



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

INFORME TECNICO

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



INDICE

1. GENERALIDADES

- 1.1. Introducción
- 1.2. Objetivo
- 1.3. Datos Generales

2. TRABAJOS EJECUTADOS-ESTUDIO GEOTECNICO

- 2.1.- Exploración de Campo
- 2.2.- Ensayos De Laboratorio
- 2.3.- Características del Subsuelo.
- 2.4.- Perfil del suelo.
- 2.5.- Ensayos De Mecánica De Suelos
- 2.6.- Perfiles del suelo (perfiles estratigráficos)
- 2.7.- Ensayos de Mecánica de Suelos
- 2.8.- Propiedades Físicas
 - 2.8.1.- Análisis Granulométrico Por Tamizado (Curvas Granulométricas)
 - 2.8.2.- Limite Líquido y Limite Plástico
 - 2.8.3.- Contenido de Humedad Natural
 - 2.8.4.- Clasificación de Suelos Método SUCS y AASHTO
- 2.9.- Propiedades Mecánicas
 - 2.9.1.- Ensayo de Densidad de Campo
 - 2.9.2.- Ensayo de Próctor Modificado
 - 2.9.3.- California Bearing Ratio – CBR

3.0. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

4.0. PERFIL ESTRATIGRAFICO

5.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



ESTUDIO DE SUELOS

ESTUDIO DE C.B.R. (California Bearing Ratio)

NORMA ASTM D 1883-73

PROYECTO:

“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”

1.- GENERALIDADES:


El Estudio de CBR del “INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”, es parte del presente estudio.

1.1. INTRODUCCION:

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de investigar las características del suelo que permitan establecer los criterios de diseño de la vía, Los trabajos de desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo (sub rasante), mediante la ejecución de calicatas distribuidas en el área en estudio. Se tomaron muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar las características de diseño.

1.2.- Objetivo

El ensayo de C.B.R. mide la resistencia al corte (esfuerzo cortante) de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, la ASTM denomina a este ensayo, simplemente como "Relación de soporte" y esta normado con el número ASTM D 1883-73.

Se aplica para evaluación de la calidad relativa de suelos de subrasante, algunos materiales de sub - bases y bases granulares, que contengan solamente una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda del 20%.


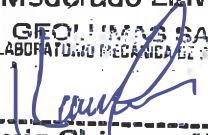
Este ensayo puede realizarse tanto en laboratorio como en terreno, aunque este último no es muy practicado.

1.3.- Datos Generales.


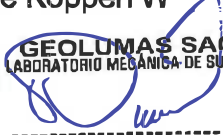
El proyecto se encuentran ubicados en:

Localidad	:	TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339 + (100 + 150 + 200)
Distrito	:	PAMPAS
Provincia	:	TAYACAJA
Departamento	:	HUANCAVELICA

El clima en la zona es propia de la sierra peruana de junio a octubre la precipitación es escasa, mientras que de noviembre a abril las lluvias son intensas originando un aumento de caudal de los ríos, Teniendo un clima Templado Moderado Lluvioso (Cw), según la distribución de Koppen W


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



2.- TRABAJOS EJECUTADOS-ESTUDIO GEOTECNICO

2.1.- Exploración de Campo

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicata y recolección de muestra para ser ensayada en el laboratorio. En total se excavó 03 pozos "a cielo abierto", los que se denominan:

- C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100
- C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150
- C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

Coincidiendo la ubicación con la progresiva existente La profundidad alcanzada en las perforaciones mencionadas es de 1.50 m. por debajo de la sub rasante proyectada y ubicada al lado izquierdo y derecho de la vía en estudio.

En cada calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S). Cuando se detectó la presencia de cambios de las características de los materiales encontrados en la excavación, se tomó una muestra representativa para la evaluación e identificación correspondiente.

De cada estrato de suelo identificado, se tomaron muestras



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



representativas, las que convenientemente identificadas, fueron empaquetadas en bolsas de polietileno y trasladadas al laboratorio para efectuar ensayos de sus características físicas y mecánicas.

Sobre la base de la clasificación visual de los suelos, se elaboró un perfil estratigráfico preliminar del tramo el cual permitió determinar secciones de características similares; escogiéndose puntos representativos generales y específicos, los generales para determinar las características de los suelos predominantes y similares en las calicatas escogidas, y los específicos para determinar las características mecánicas de los suelos de sub rasante. Las calicatas se realizaron manualmente con pala y pico a un costado de la vía en estudio, no ha sido necesario realizar prospecciones a menor distancia dado que las características del terreno han permanecido homogéneas.

Se extrajeron muestras de cada estrato de las calicatas para su evaluación en laboratorio. Con los resultados obtenidos de los análisis en laboratorio, se determinó el perfil estratigráfico de la carretera el cual describe la ubicación de las calicatas efectuadas así como la descripción del material encontrado en cada una de ellas.

(Ver Anexo : Perfil Estratigráfico)

2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron los ensayos por cada variación estratigráfica en base a los Términos de Referencia y en conformidad con las especificaciones



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

de las a la normativa de E.050; suelos y característ

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



pavimento urbanos del RNE. Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones. Las muestra se analizaron en el Laboratorio de Suelos de la Empresa GEOLUMAS S.A.C, bajo la supervisión del Ingeniero Especialista de Suelos y Pavimentos, y de técnicos de laboratorio, cuyos resultados se presenta en el Anexo I, Ítem: "Resultado de Ensayos de Laboratorio".


2.3.- CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Se ejecutó las respectivas exploraciones, en toda la longitud del Proyecto Total, del cual se han muestreado para su estudio físico y mecánico del suelo. La característica del subsuelo es que presenta en un primer nivel ($h=0.20$ m promedio) material de arcillas inorganicas, para siguientes niveles (1.50 mts), presenta capas de limos arcillosos, gravas arcillosas, gravas limosas, subsuelo de buena capacidad de soporte. Un regulara a alto, que no necesita mejoramiento en la sub rasante o subsuelo, según los estudios de suelos realizados.

2.4.- PERFIL DEL SUELO.

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de

los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los


GEO LUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS


GEO LUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



horizontes de material homogéneo y establecer el Perfil.

El perfil estratigráfico del área de estudio, es homogéneo en toda el área del proyecto compuesto por arcillas limosas, de baja capacidad de soporte, (ver anexo perfil estratigráfico)

2.6.- PERFILES DEL SUELO (PERFILES ESTRATIGRAFICOS).



El perfil estratigráfico del área de estudio, es homogéneo en toda el área del proyecto compuesto por arcillas limosas de media plasticidad, arenas arcillosas, mezcla de grava y arena, (ver anexo perfil estratigráfico)

2.7.- ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS



El Cuadro 'Ensayos de Mecánica de Suelos' se presentan los diferentes ensayos realizados, describiendo el propósito de cada uno.

**CUADRO
ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	TAMAÑO MUESTRA	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	T88	D422	2.50 Kg.	Para determinar la Distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	2.50 Kg.	Para determinar en contenido de humedad existente en el terreno.
Limite liquido	Clasificación	T89	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua entre los estados Liquido y Plástico

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA




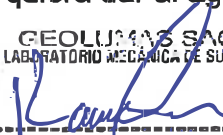
Limite Plástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el contenido de agua Entre los estados plásticos y sem solidó.
Índice Frástico	Clasificación	T90	D4318	2.50 Kg.	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	T180	D1557	45.0 Kg.	Determinar la capacidad de soporte del terreno
CBR	Diseño de Espesores	T193	D1883	45.0 Kg.	Detérminar la capacidad de carga, Permite inferir el módulo resiliente.

2.6.- PROPIEDADES FISICAS:


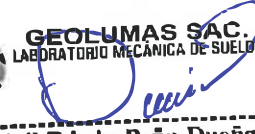
En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

2.6.1.- Análisis Granulométrico Por Tamizado (Curvas Granulometricas)

La granulometría es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que se determina mediante el tamizado o paso del agregado por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetros), considerándose el material que pasa dicha malla en forma global. Para conocer su distribución granulométrica por debajo de ese tamiz se hace el ensayo de sedimentación. El análisis granulométrico deriva en una curva granulométrica donde se plotea el diámetro de tamiz versus porcentaje acumulado que pasa o que retiene el mismo, de acuerdo al uso que se quiera dar al agregado.


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



CUADRO DE ANALISIS GRANULOMETRICO

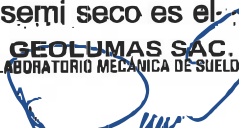
TEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION
1	C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100	C-1	M-1	GC
2	C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150	C-2	M-1	CL-ML
3	C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200	C-3	M-1	CL-ML

2.8.2.- Limite Liquido (ASTM D-423) y Limite Plástico (ASTM D-424)

Se conoce como plasticidad de un suelo a la capacidad de este de ser moldeable. Esta depende de la cantidad de arcilla que contiene el material que pasa la malla N° 200, porque es este material el que actúa como ligante. Un material, de acuerdo al contenido de humedad que tenga, pasa por tres estados definidos: líquidos, plásticos y secos. Cuando el agregado tiene determinado contenido de humedad en la cual se encuentra húmedo de modo que no puede ser moldeable, se dice que está en estado semilíquido. Conforme se le va quitando agua, llega un momento en el que el suelo, sin dejar de estar húmedo, comienza a adquirir una consistencia que permite moldearlo o hacerlo trabajable, entonces se dice que está en estado plástico. Al seguir quitando agua, llega un momento en el que el material pierde su trabajabilidad y se cuartea al tratar de moldearlo, entonces se dice que está en estado semi-seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico es el Limite Liquido (ASTM D-4318), y el contenido de humedad es el que pasa del estado plástico al semi-seco es el


LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Limite Plástico (ASTM D-4318).

CUADRO DE LÍMITE LÍQUIDO Y PLASTICO


C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	CLASIFICACION
	PROG.	TR	M	L. LIQUIDO	I. PLASTICO
1	C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO	C-1	M-1	18.70	6.58
2	C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-2	19.11	8.33
3	C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-3	20.80	9.03
4	C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-4	18.02	6.77

C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	CLASIFICACION
	PROG.	TR	M	L. LIQUIDO	I. PLASTICO
1	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150; TERRENO NATURAL	C-2	M-1	18.71	6.44
2	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-2	19.94	7.37
3	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-3	21.43	8.20
4	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-4	17.21	7.74


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 148410
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	CLASIFICACION
	PROG.	TR	M	L. LIQUIDO	I. PLASTICO
1	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	C-3	M-1	23.70	6.41
2	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-2	26.42	7.81
3	C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-3	27.61	9.36
4	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-4	23.69	6.77

2.8.3.- Contenido de Humedad Natural (ASTM D-2216).

El contenido de humedad de una muestra indica la cantidad de agua que esta contiene, expresándola como un porcentaje del peso de agua entre el peso del material seco. En cierto modo este valor es relativo, porque depende de las condiciones atmosféricas que pueden ser variables.


Entonces lo conveniente es realizar este ensayo y trabajar casi inmediatamente con este resultado, para evitar distorsiones al momento de los cálculos.

2.8.4.- Clasificación de Suelos por el Metodo SUCS y por el Metodo

AASHTO

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas y su plasticidad. Los suelos más comúnmente encontrados en combinación de dos o más


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA




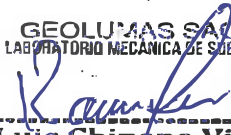
tipos de suelos diferentes, como por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.


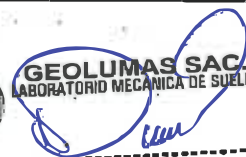
El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

Teniendo en cuenta los resultados del laboratorio, se resumen los valores de humedad que presentan los suelos. "Contenidos de Humedad" asocia la ubicación, la profundidad, las humedades por estrato y la humedad representativa para la calicata evaluada.

CUADRO DE RESUMEN DE SUCS Y AASTHO

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	CLASIFICACION	
	PROG.	TR	M	SUCS	AASHTO
1	C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100	C-1	M-1	GC	A-2-4(0)
2	C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150	C-2	M-1	CL-ML	A-4(2)
3	C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200	C-3	M-1	CL-ML	A-4(4)


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



2.9.- PROPIEDADES MECANICAS:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las sollicitaciones de cargas.

2.9.1.- Ensayo de Densidad de Campo (ASTM D-1556)

Siendo la densidad una de las propiedades físicas del suelo y como tal hay que conducir su estudio no solamente involucrando métodos de razonamiento y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos, sino el uso de un criterio amplio y práctico de su influencia en el comportamiento de los suelos.

Basado en la observación del comportamiento real en el campo. Teniendo estas consideraciones se llega a analizar la densidad como una propiedad física del suelo y como tal un requisito indispensable para el estudio de la compactación de los suelos y su importancia de este, Se ve reflejada en mejorar las características de comportamiento mecánico.

Para el proyecto, esta verificación se realizó empleando el aparato del cono de arena. El Cono de Densidad de Arena constituye un método práctico para determinar la densidad in situ de los suelos.

El ensayo se realiza con la finalidad de comprobar el grado de compactación en rellenos compactados artificialmente. Es muy útil en el caso de suelos sin cohesión (gravas y arenas), los cuales, por lo general no permiten obtener muestras inalteradas, y por medio de la



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO. CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



natural a partir de una muestra alterada.

2.9.2.- Ensayo de Próctor Modificado (ASTM D-1557)

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación. Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos

Obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación. Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar.



GEOLUMAS SAC.

produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo.

José Luis Chipana Vila

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.

produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo.

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150


ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
				MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO DE HUMEDAD
	PROG.	TR	M		
1	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	C-2	M-1	1.921	8.70
2	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-2	1.968	9.20
3	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-3	2.071	8.90
4	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-4	1.992	6.90

C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
				MAXIMA DENSIDAD SECA	OPTIMO DE HUMEDAD
	PROG.	TR	M		
1	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	C-3	M-1	1.935	6.60
2	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-2	1.968	9.20
3	C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-3	2.026	10.10
4	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-4	1.964	7.10

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
[Signature]

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

 **GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
[Signature]

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



2.9.3.- California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. Se usa en el proyecto de pavimentos flexibles auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas. Como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, para lo que se requiere un control minucioso. A menos que sea seguro que el suelo no acumulara humedad después de la construcción, los ensayos CBR se llevan a cabo sobre muestras saturadas.

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA




CUADRO C.B.R.


C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. a 0.1"	
	PROG.			TR	M
1	C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO	C-1	M-1	35.70	33.00
2	C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-2	38.70	33.80
3	C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-3	43.10	40.20
4	C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-4	40.00	32.00

C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. a 0.1"	
	PROG.			TR	M
1	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	C-2	M-1	16.50	12.90
2	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-2	17.40	14.65
3	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-3	24.78	19.95
4	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-4	17.90	12.80


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145415
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. a 0.1"	
				100%	95%
	PROG.	TR	M		
1	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	C-3	M-1	18.60	13.20
2	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-2	17.40	14.65
3	C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-3	19.88	19.11
4	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-4	18.10	13.40


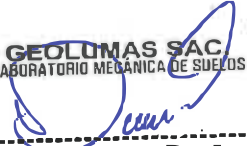
3.0. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

En el anexo "Resumen de Ensayos de Laboratorio", se presenta las características físicas y mecánicas de los suelos provenientes de los diferentes ensayos realizados a las diversas muestras extraídas, con dichos resultados se establecerá el perfil estratigráfico y se calculará la capacidad soporte de la sub rasante, la que permitirá el diseño de la estructura de pavimento del presente estudio. Los certificados de Laboratorio se presentan en el Anexo, Ítem:

"Ver Resultados de Laboratorio – Estudio de Suelos".


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA





4.0. PERFIL ESTRATIGRAFICO

La elaboración del perfil estratigráfico requiere de una clasificación de materiales que se obtiene mediante análisis y ensayos en laboratorio sobre las muestras extraídas en el campo. La interpretación de los resultados obtenidos ha permitido clasificar los suelos, definir los horizontes de material homogéneo y establecer el Perfil Estratigráfico.

Ver Anexo: "Perfil Estratigráfico".

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 1-15416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



5.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio realizados y análisis efectuados se concluyó:

- El suelo analizado en todo el tramo muestreado tiene un CBR:
 - C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, CBR ALTO.
 - C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, CBR BAJO.
 - C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, CBR BAJO.
- Se recomienda la compactación de la subrasante hasta llegar a un grado de compactación de 90%.
- Los suelos encontrados según clasificación AASTHO Y SUCS son:


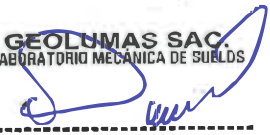
CUADRO DE RESUMEN DE SUCS Y AASTHO

ITEM	PROGRESIVA. PROG.	CALICATA TR	MUESTRA M	CLASIFICACION	
				SUCS	AASTHO
1	C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100	C-1	M-1	GC	A-2-4(0)
2	C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150	C-2	M-1	CL-ML	A-4(2)
3	C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200	C-3	M-1	CL-ML	A-4(4)

- La vía en estudio tiene un CBR que es:


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**CUADRO C.B.R.****C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100**

ITEM	PROGRESIVA. PROG.	CALICATA TR	MUESTRA M	C.B.R. a 0.1''	
				100%	95%
1	C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO	C-1	M-1	35.70	33.00
2	C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-2	38.70	33.80
3	C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-3	43.10	40.20
4	C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-1	M-4	40.00	32.00

C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

ITEM	PROGRESIVA. PROG.	CALICATA TR	MUESTRA M	C.B.R. a 0.1''	
				100%	95%
1	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	C-2	M-1	16.50	12.90
2	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-2	17.40	14.65
3	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-3	24.78	19.95
4	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-2	M-4	17.90	12.80



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**José Luis Chipana Vila**
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOSGEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**
ASESOR TÉCNICO - CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA





C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

ITEM	PROGRESIVA.	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. a 0.1''	
	PROG.	TR	M	100%	95%
1	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	C-3	M-1	18.60	13.20
2	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-2	17.40	14.65
3	C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-3	19.88	19.11
4	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	C-3	M-4	18.10	13.40

- No se encontró la presencia de napa freática a la fecha de excavación.

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

ENSAYO DE CBR

**C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+100**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

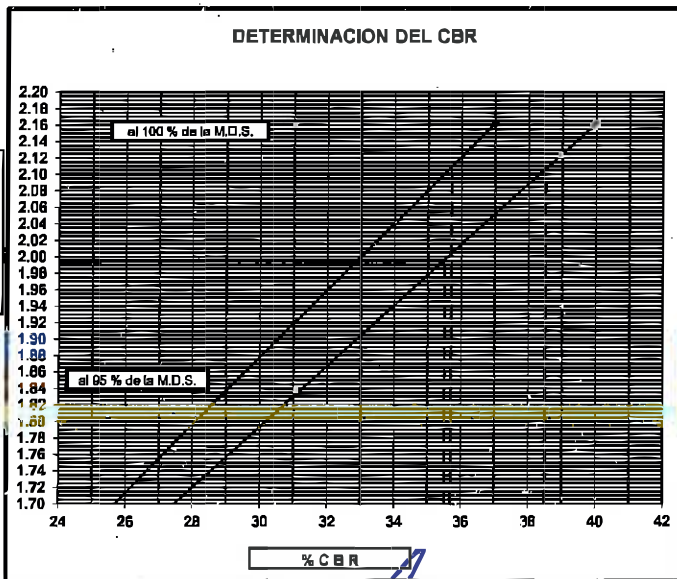
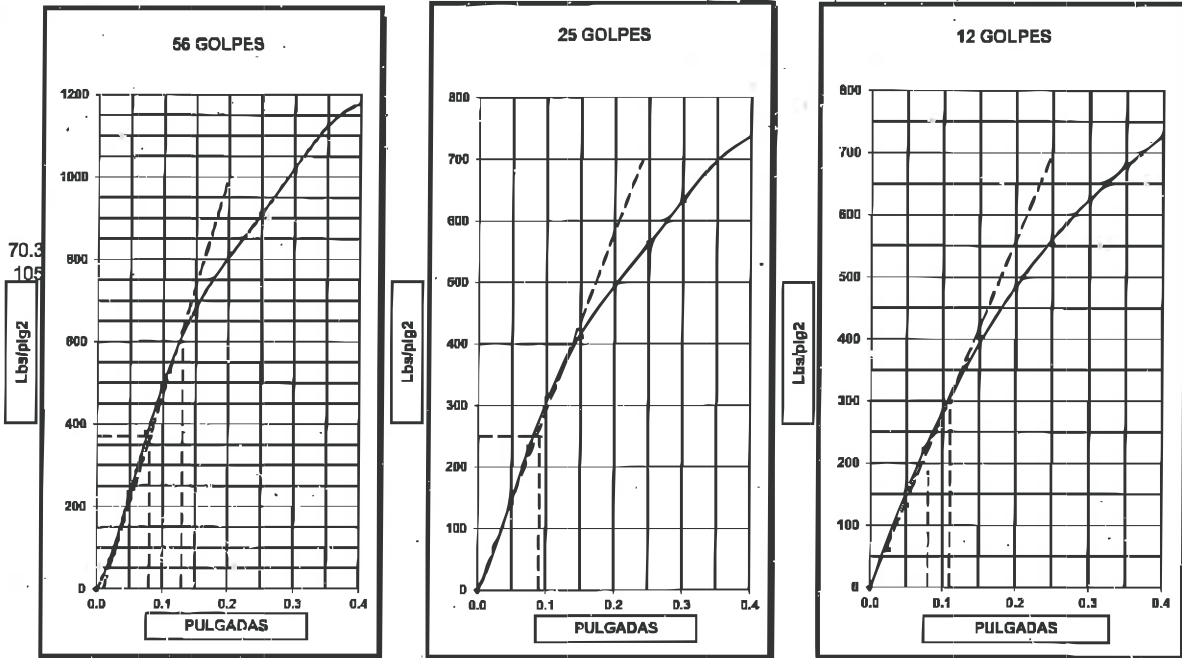
BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2016
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO :	EPD
UBICACION :	C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL	CALICATA :	C-1
PROGRESIVA :	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL	MUESTRA :	M-1
LADO :	IZQUIERDO	PROFUND. :	1.50 mts


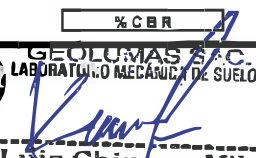
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 35.70 %
CBR AL 95%	0.1"	= 33.00 %
CBR AL 100%	0.2"	= 38.50 %
CBR AL 95%	0.2"	= 35.50 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.10 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.00 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 7.7 %


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipona Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

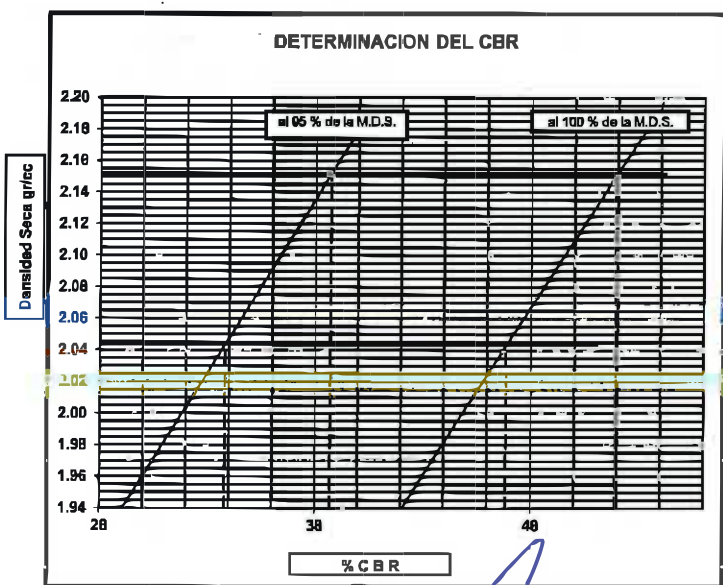
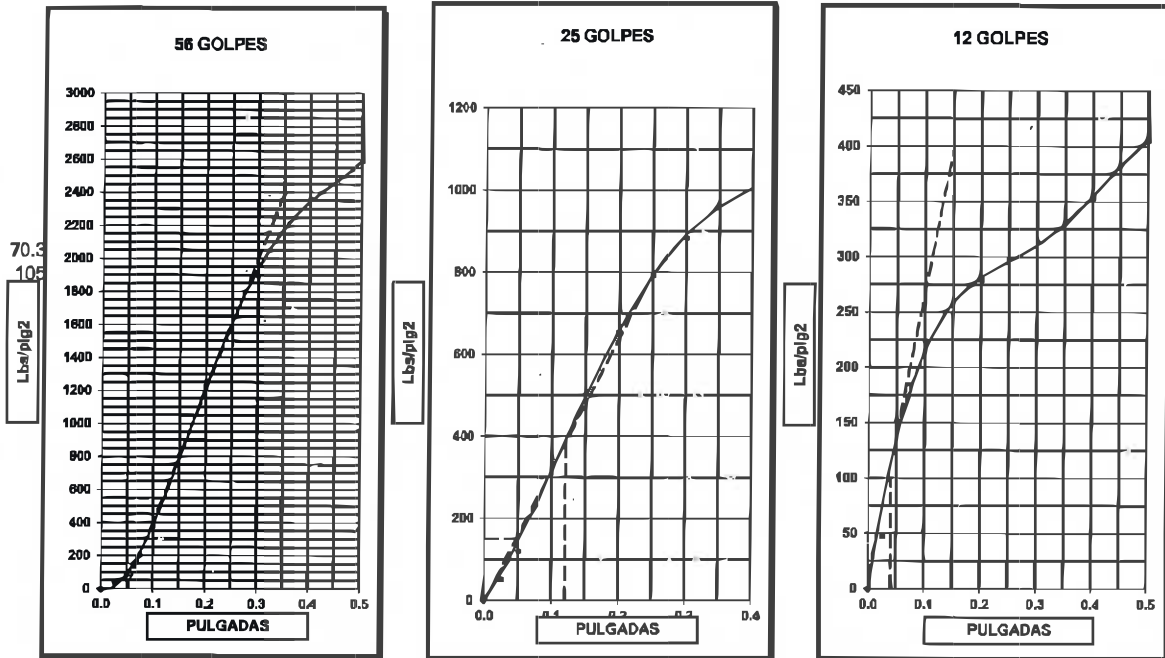

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFECTUADO	EPD
UBICACIÓN :	C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA:	C-1
PROGRESIVA:	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-2
LADO:	IZQUIERDO	PROFUND.:	1.50 mts


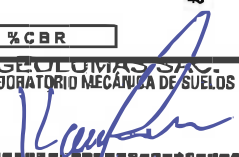
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 38.70 %
CBR AL 95%	0.1"	= 33.80 %
CBR AL 100%	0.2"	= 51.90 %
CBR AL 95%	0.2"	= 46.85 %

LEYENDA	
—	= 0.2" pulg.
- - -	= 0.1" pulg.
- - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.15 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.04 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 11.0 %


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

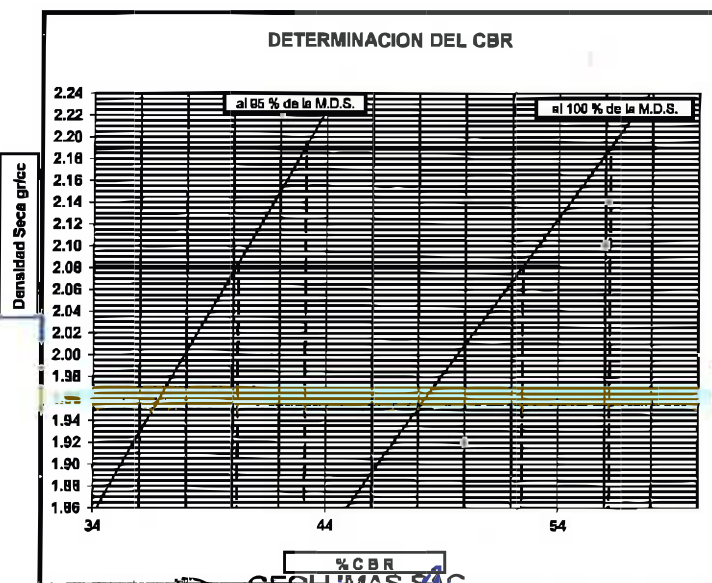
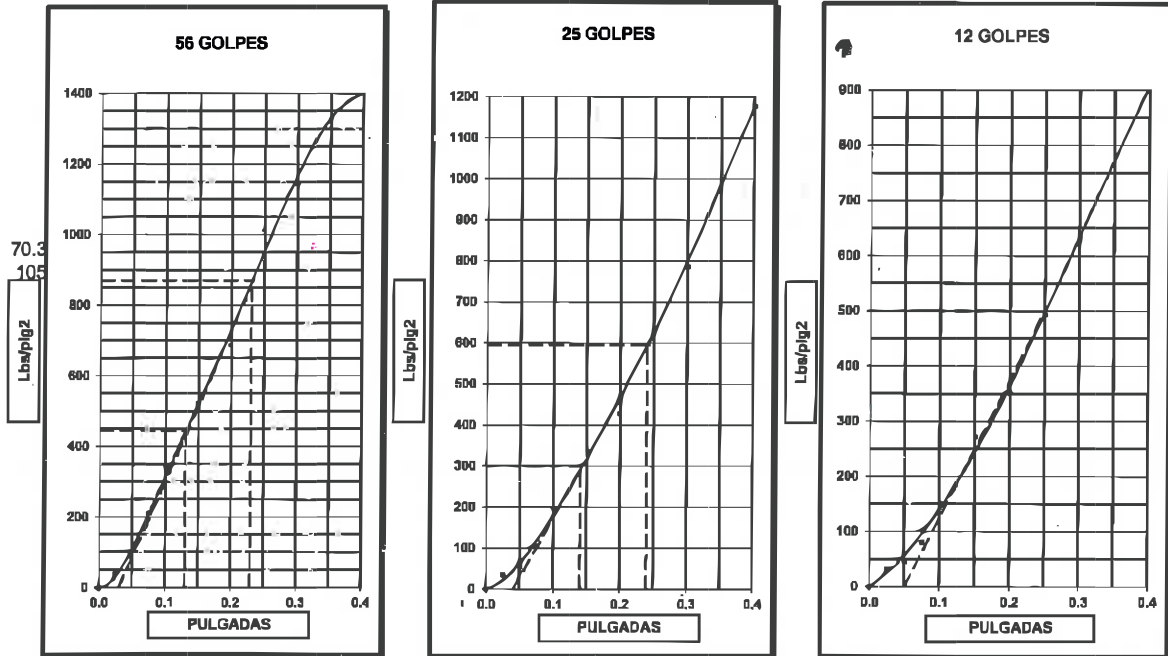

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO :	EPD
UBICACION :	C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA :	C-1
PROGRESIVA :	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-3
LADO :	IZQUIERDO	PROFUND. :	1.50 mts


GRAFICO DE PENETRACION DE CBR




VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 43.10 %
CBR AL 95%	0.1"	= 40.20 %
CBR AL 100%	0.2"	= 56.20 %
CBR AL 95%	0.2"	= 52.46 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.19 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 2.08 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 11.8 %

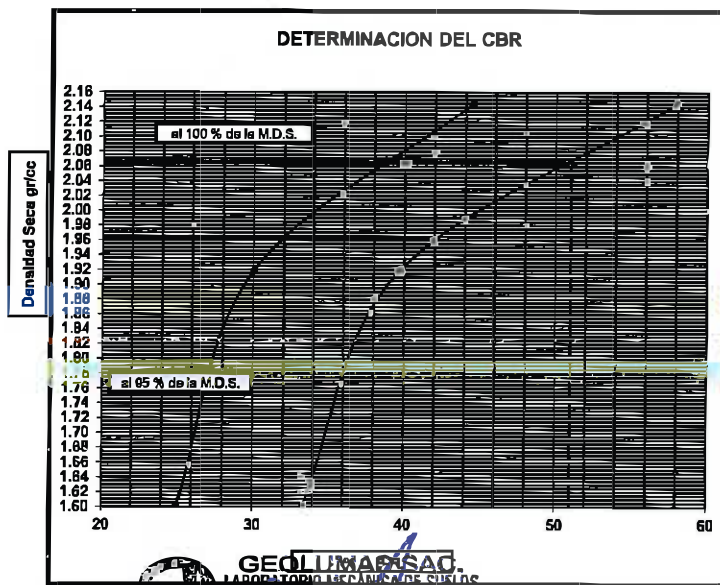
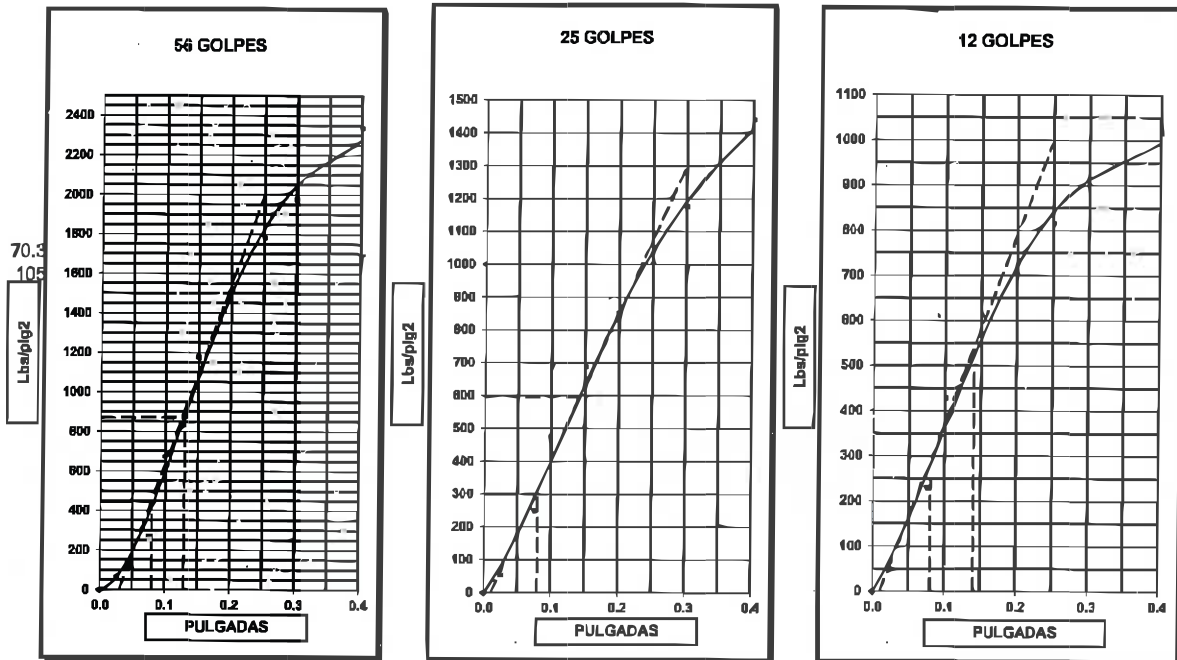

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASesor TECNICO CIP 14541G
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFECTUADO :	EPD
UBICACIÓN :	C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA :	C-1
PROGRESIVA :	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-4
LADO :	IZQUIERDO	PROFUND. :	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR




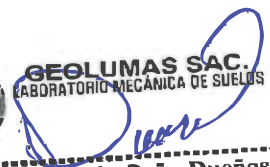
VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 40.00 %
CBR AL 95%	0.1"	= 32.00 %
CBR AL 100%	0.2"	= 51.00 %
CBR AL 95%	0.2"	= 42.00 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
-----	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.07 gr/cc
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.98 gr/cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 7.8 %


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA
 DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

ENSAYO DE CBR

**C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+150**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

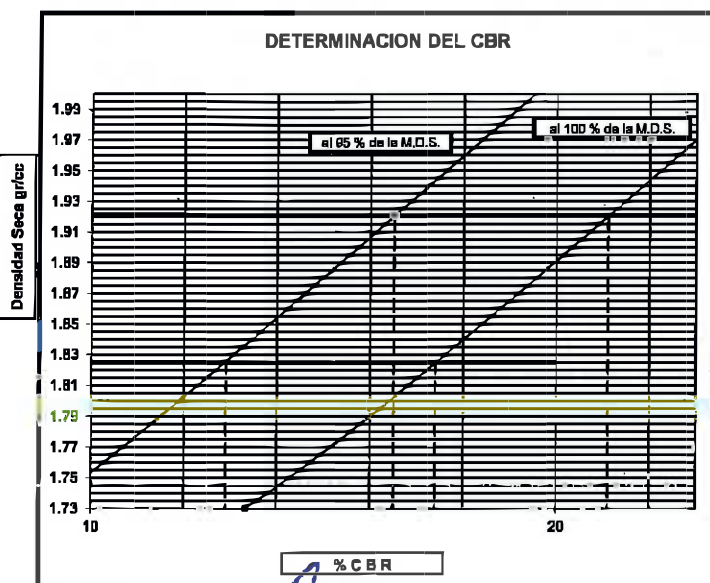
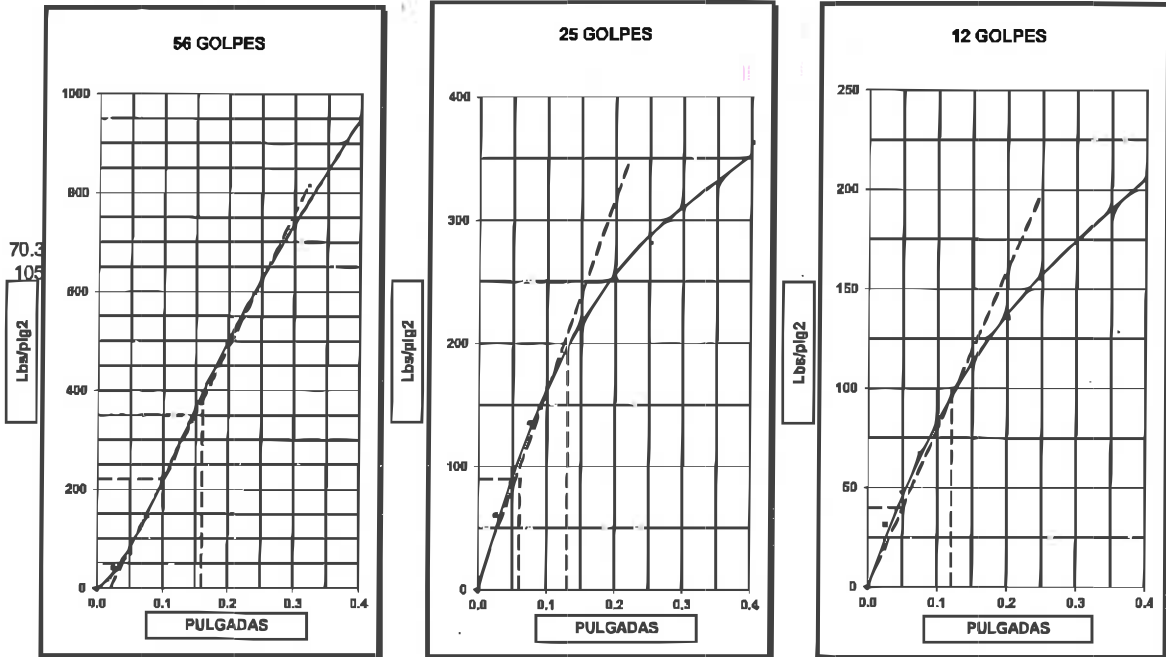
BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO	EPD
UBICACIÓN :	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	CALICATA:	C-2
PROGRESIVA:	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	MUESTRA :	M-1
LADO :	DERECHO	PROFUND.:	1.50 mts


GRAFICO DE PENETRACION DE CBR




VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 18.50 %
CBR AL 95%	0.1"	= 12.90 %
CBR AL 100%	0.2"	= 21.10 %
CBR AL 95%	0.2"	= 17.40 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.92 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.82 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 5.7 %

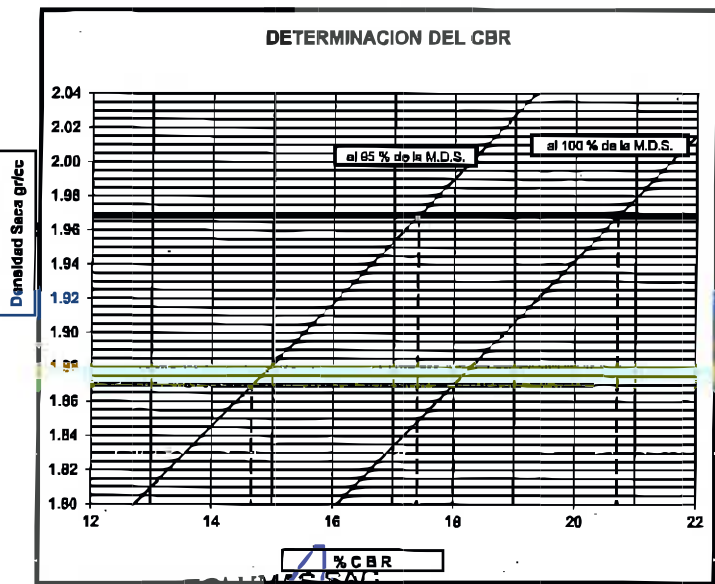
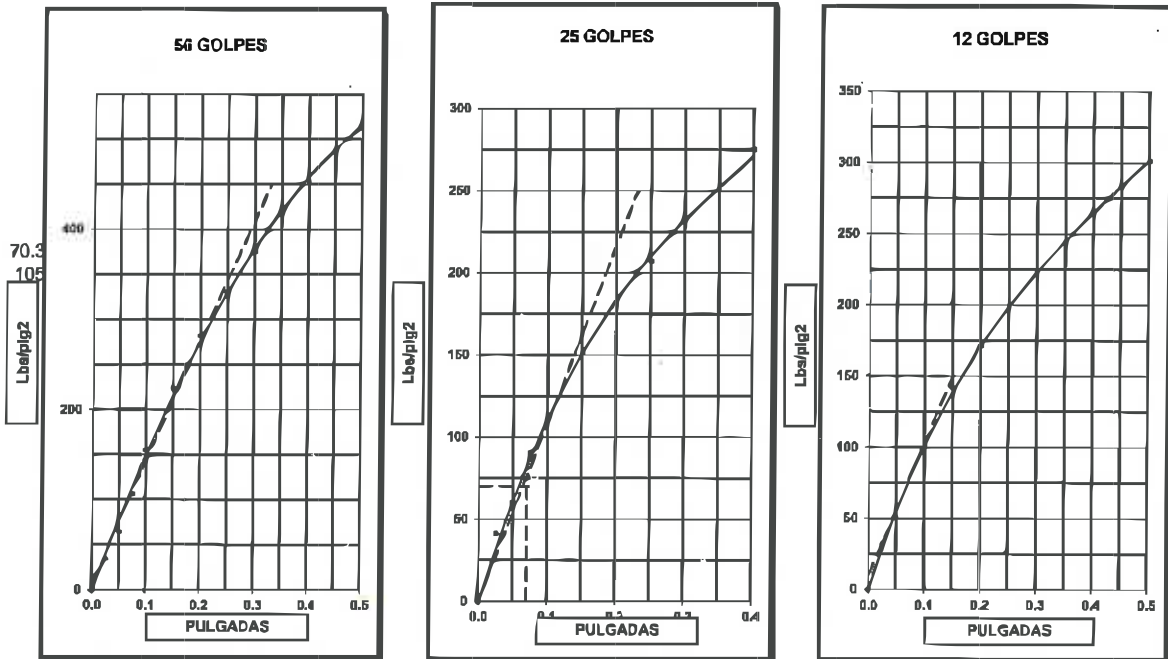

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 14541C
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2010
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO :	EPD
UBICACION :	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA :	C-2
PROGRESIVA :	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-2
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 17.40 %
CBR AL 95%	0.1"	= 14.65 %
CBR AL 100%	0.2"	= 20.70 %
CBR AL 95%	0.2"	= 18.00 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.97 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.87 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 9.2 %



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA

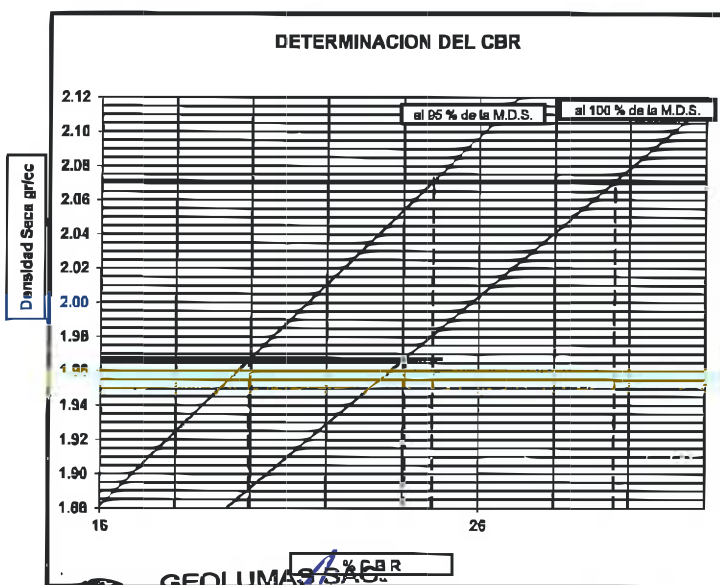
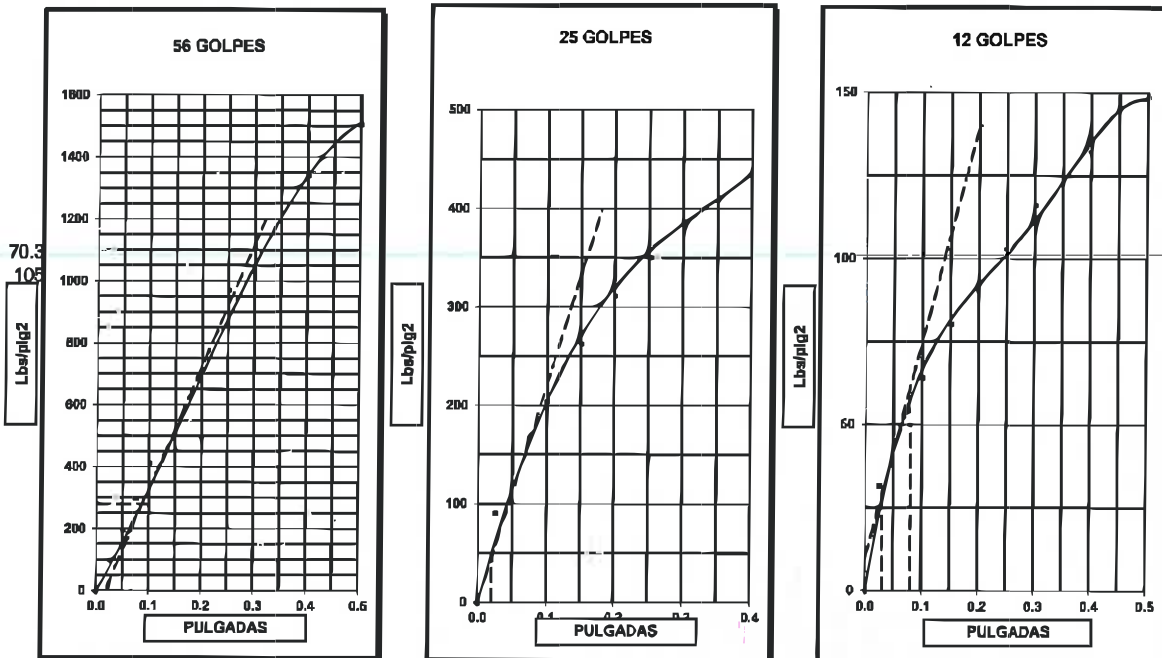
GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145415
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFECTUADO :	EPD
UBICACIÓN :	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALIGATA :	C-2
PROGRESIVA :	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-3
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts



GRAFICO DE PENETRACION DE CBR





VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 24.78 %
CBR AL 95%	0.1"	= 19.95 %
CBR AL 100%	0.2"	= 29.80 %
CBR AL 95%	0.2"	= 24.05 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.07 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.97 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 8.9 %

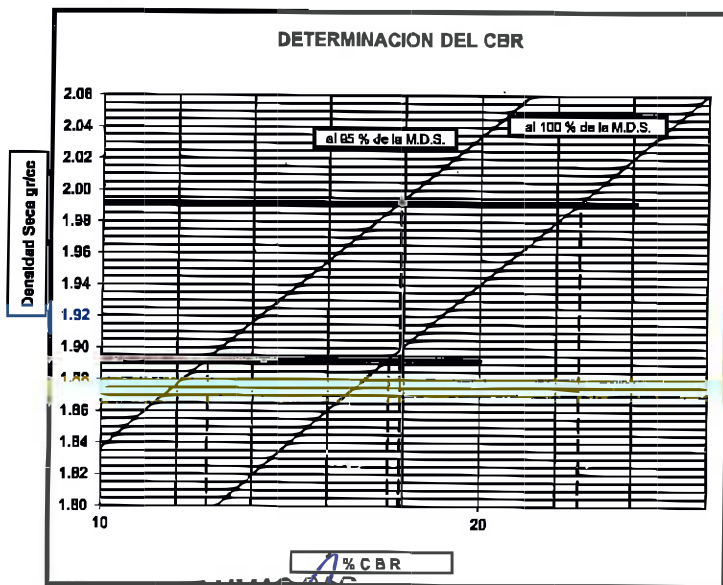
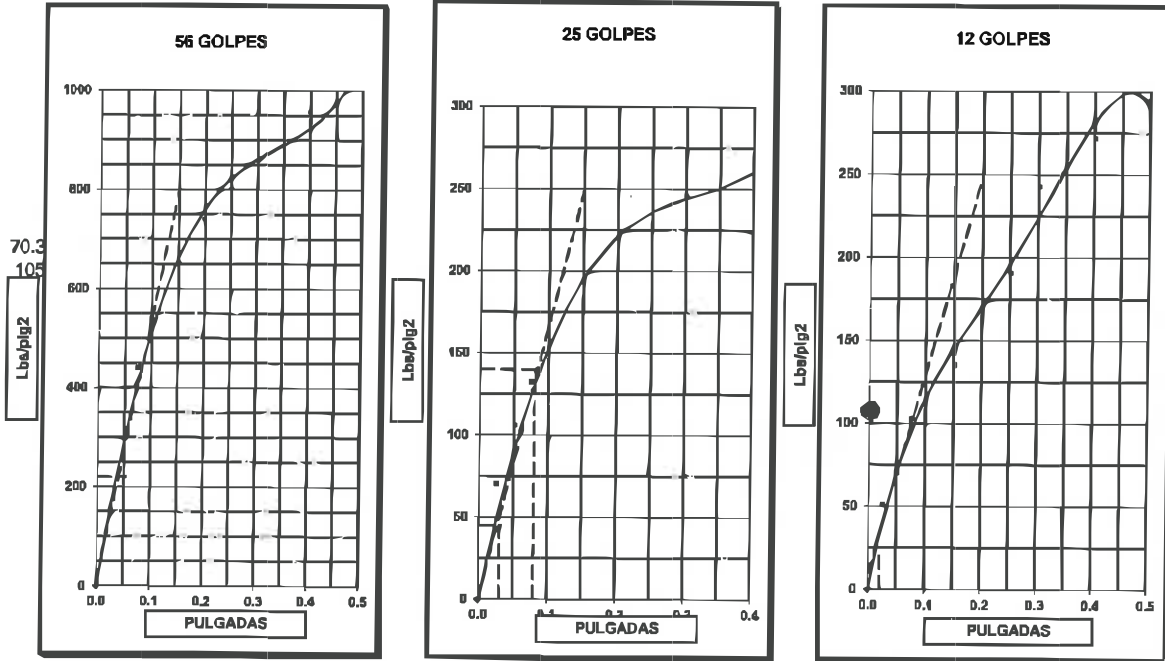

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFEKTUADO :	EPD
UBICACION :	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALIGATA :	C-2
PROGRESIVA :	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-4
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 17.90 %
CBR AL 85%	0.1"	= 12.80 %
CBR AL 100%	0.2"	= 22.80 %
CBR AL 95%	0.2"	= 17.60 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.99 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 6.9 %


José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES
DE PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

ENSAYO DE CBR

**C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+200**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

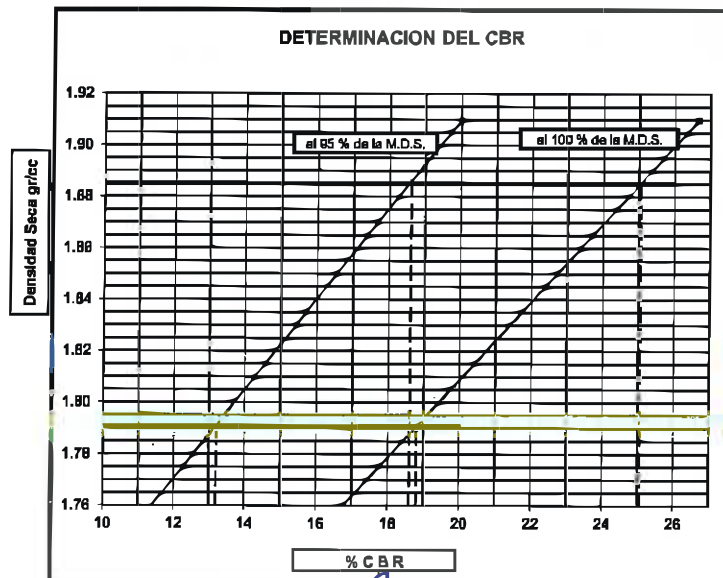
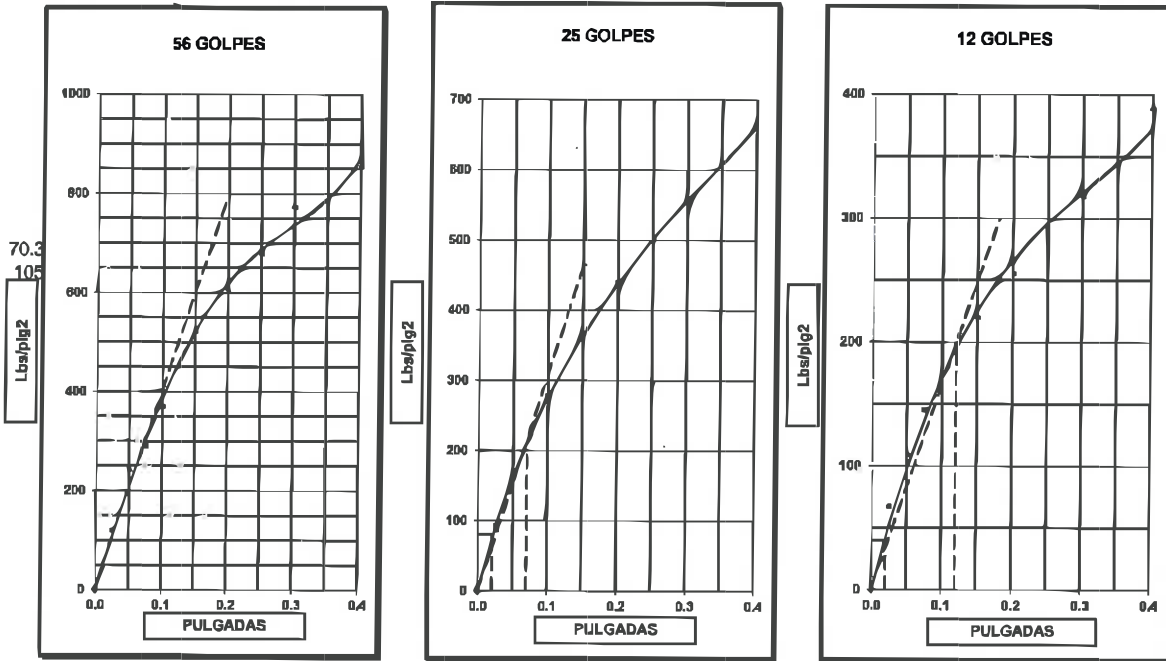
BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO :	EPD
UBICACIÓN :	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	CALICATA :	C-3
PROGRESIVA :	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO	MUESTRA :	M-1
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 18.60 %
CBR AL 95%	0.1"	= 13.20 %
CBR AL 100%	0.2"	= 25.05 %
CBR AL 95%	0.2"	= 18.80 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
-----	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.89 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.79 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 6.6 %

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

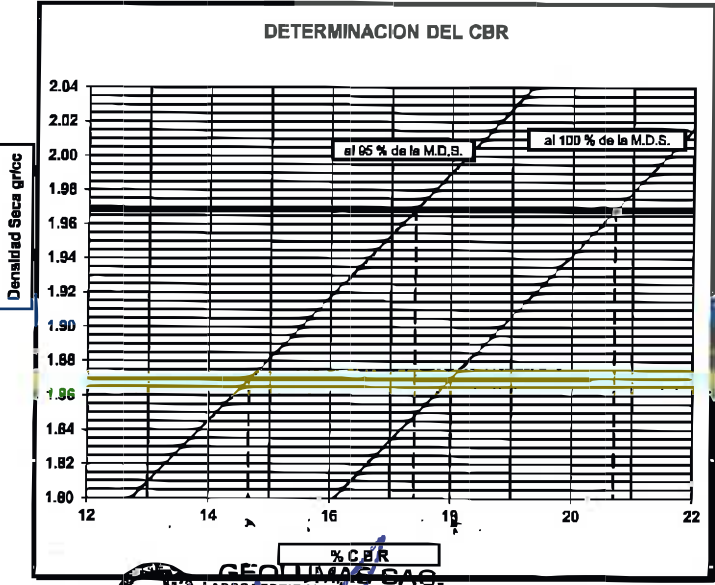
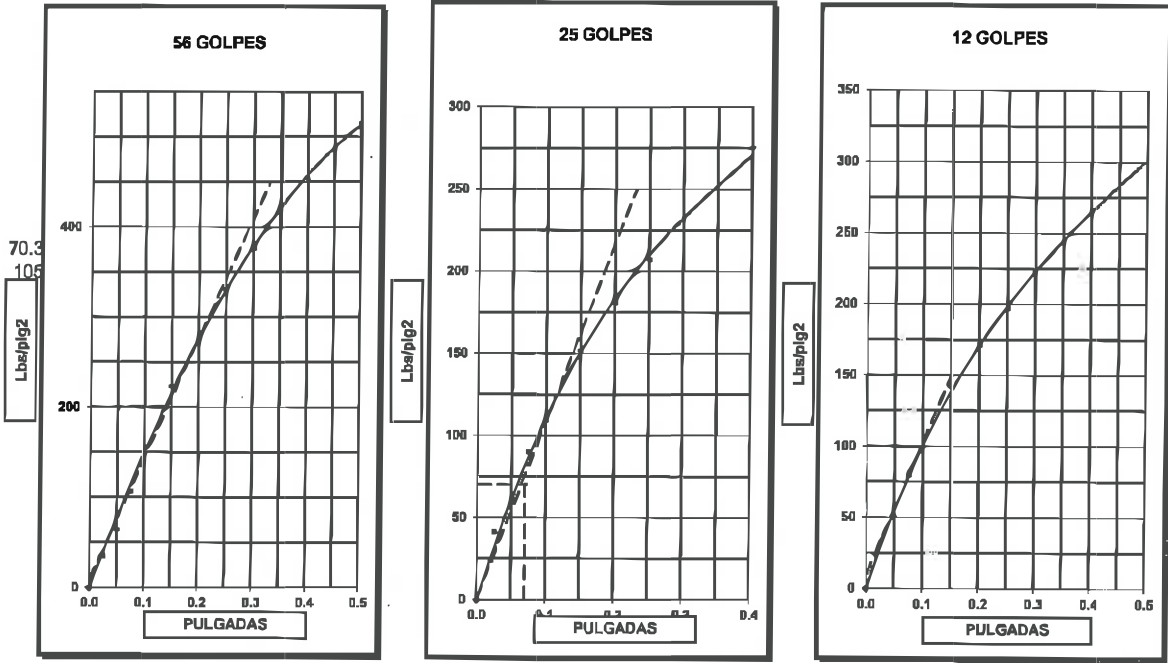
GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFECTUADO :	EPD
UBICACION :	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA :	C-3
PROGRESIVA :	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-2
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mts

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 17.40 %
CBR AL 95%	0.1"	= 14.65 %
CBR AL 100%	0.2"	= 20.70 %
CBR AL 95%	0.2"	= 18.00 %

LEYENDA	
—	= 0.2" pulg.
- - -	= 0.1" pulg.
- · - · -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.97 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.87 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 9.2 %

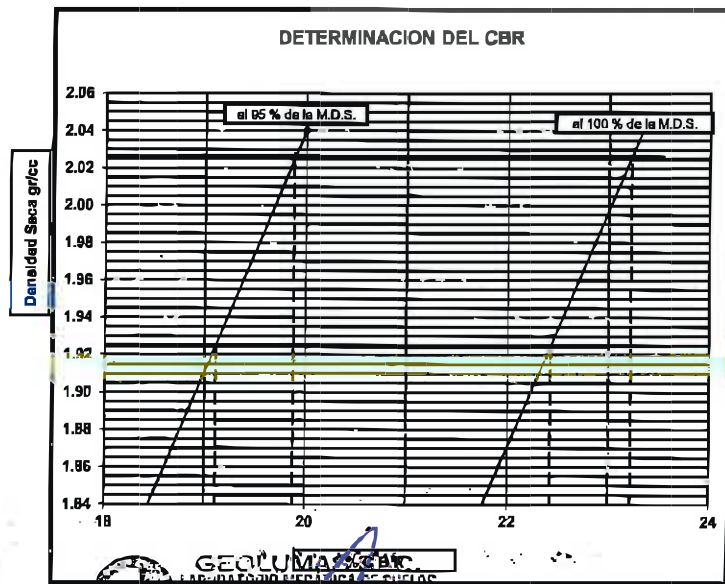
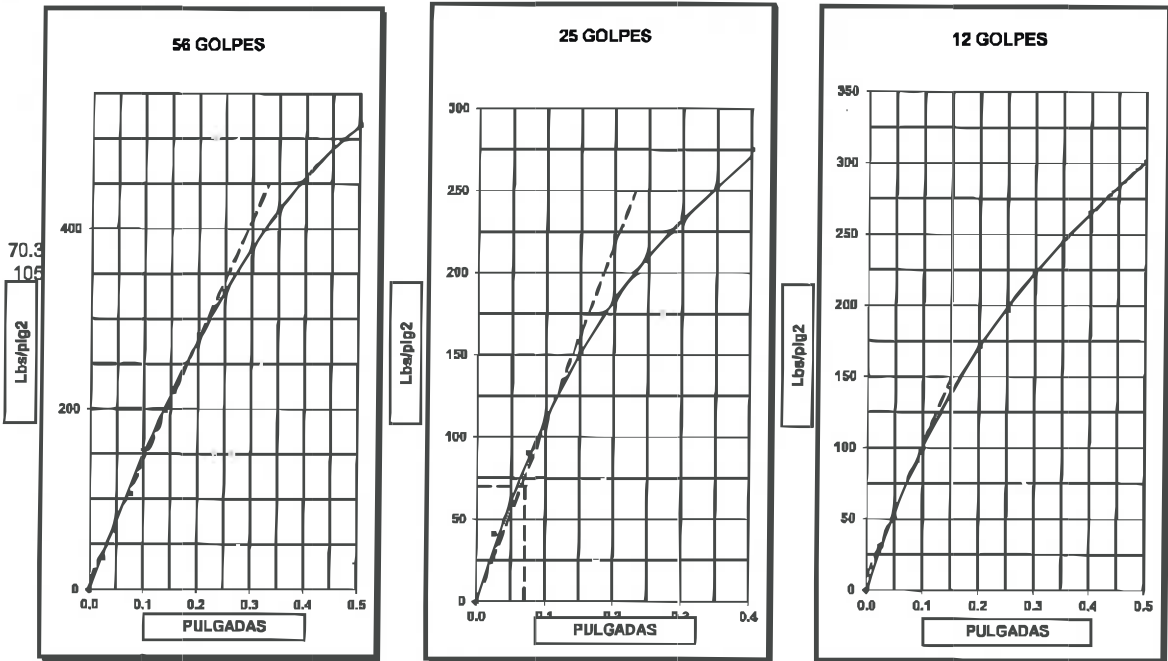

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFECTUADO :	EPD
UBICACIÓN :	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA :	C-3
PROGRESIVA :	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-3
LADO :	DERECHO	PROFUND. :	1.50 mls

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 19.88 %
CBR AL 95%	0.1"	= 19.11 %
CBR AL 100%	0.2"	= 23.22 %
CBR AL 95%	0.2"	= 22.42 %

LEYENDA	
—	= 0.2" pulg.
- - -	= 0.1" pulg.
- - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 2.03 gr/cc
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.92 gr/cc
OPTIMO DE HUMEDAD	= 10.1 %

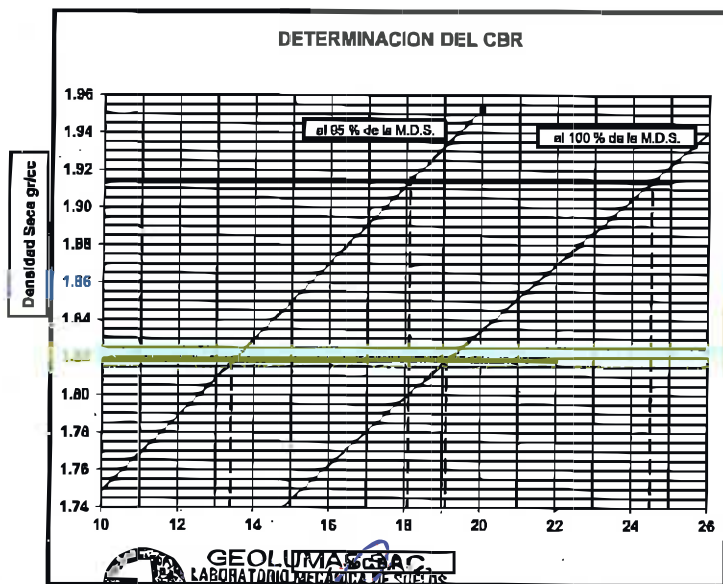
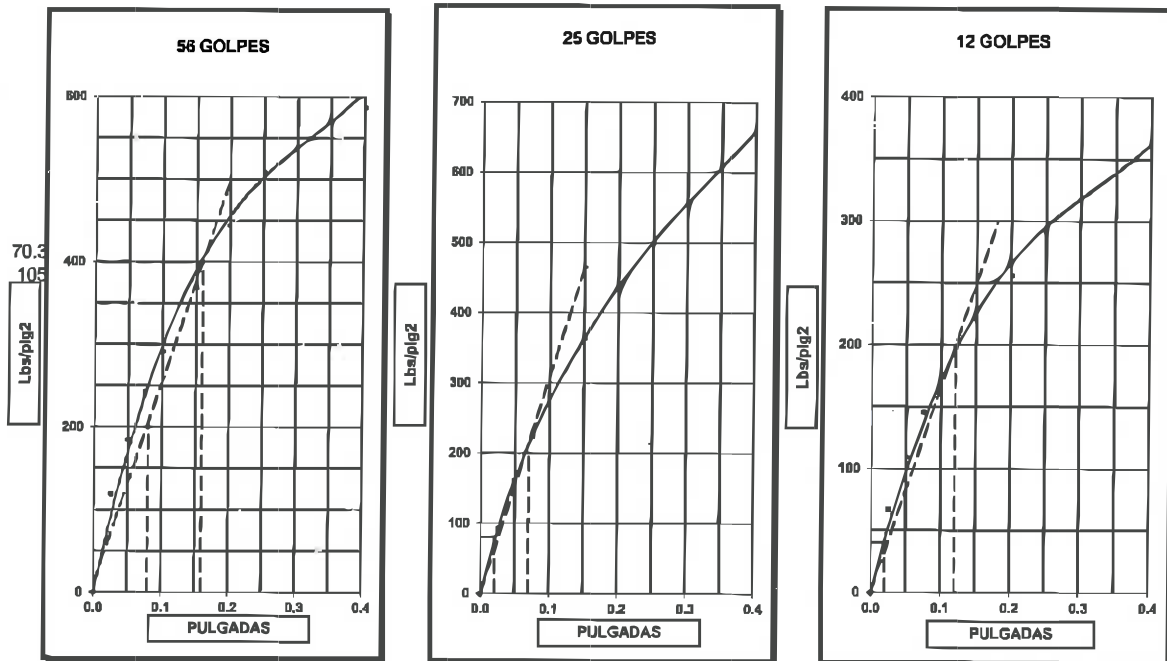
Geolumas SAC
 Ing. **Luis Chipana Vila**
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 Ing. Civil **Edwin Peña Dueñas**
 ASESOR TECNICO CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITADO :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	EFFECTUADO	EPD
UBICACIÓN :	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA:	C-3
PROGRESIVA:	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	MUESTRA :	M-4
LADO:	DERECHO	PROFUND.:	1.50 mls

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



VALORES DEL CBR		
CBR AL 100%	0.1"	= 18.10 %
CBR AL 95%	0.1"	= 13.40 %
CBR AL 100%	0.2"	= 24.50 %
CBR AL 95%	0.2"	= 19.10 %

LEYENDA	
—————	= 0.2" pulg.
—————	= 0.1" pulg.
- - - - -	= Corrección

DATOS DEL PROCTOR	
DENSIDAD SECA al 100%	= 1.91 gr./cc.
DENSIDAD SECA al 95%	= 1.82 gr./cc.
OPTIMO DE HUMEDAD	= 7.1 %

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+100**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



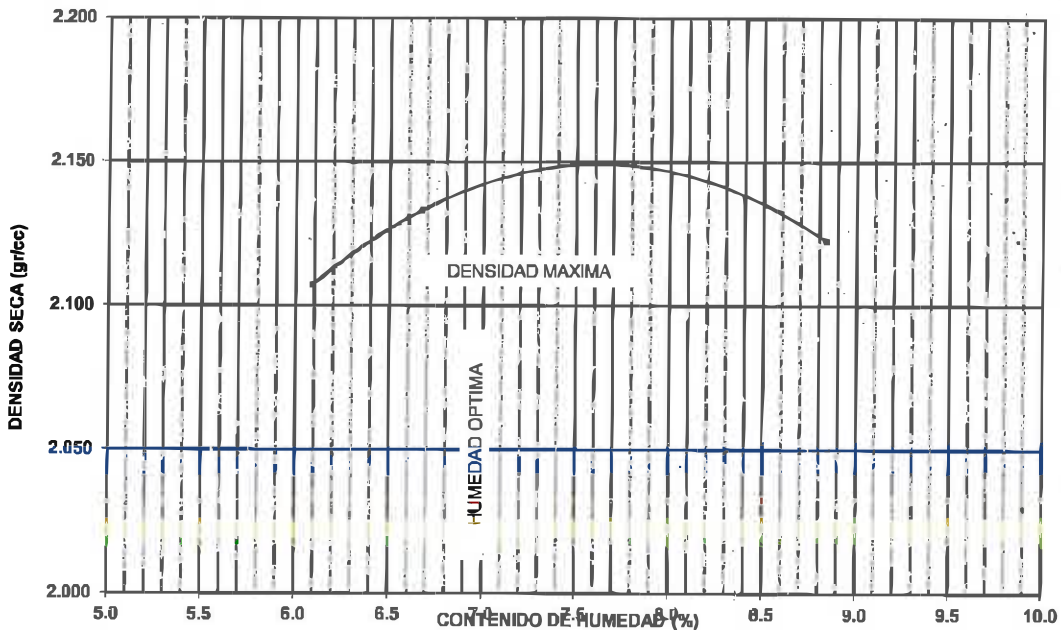
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
UBICACIÓN :	C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL	HECHO POR :	EPD
PROGRESIVA :	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL	CANTERA :	
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA:	C-1
LADO :	IZQUIERDO	MUESTRA :	M-1
		PROF:	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2137	PESO DEL MOLDE (gr) :	5852	MOLDE Nro.	1		
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3				
PESO SUELO + MOLDE	10629	10711	10841				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4777	4859	4989				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.235	2.274	2.335				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	21	26	24	22	19	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	191.08	171.14	175.31	176.64	158.38	151.50	
PESO SUELOS SECO + TARA	180.26	164.52	166.34	167.39	146.81	140.69	
PESO DE LA TARA	30.54	29.82	30.85	30.30	30.44	31.02	
PESO DE AGUA	10.82	6.62	8.97	9.25	11.57	10.81	
PESO DE SUELO SECO	149.72	133.67	136.04	136.95	115.79	140.69	
CONTENIDO DE AGUA	7.23	4.95	6.59	6.75	9.99	7.68	
% PROMEDIO DE AGUA	6.09		6.67		8.84		
PESO VOLUMETRICO SECO	2.107		2.133		2.122		
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.150 gr/cc.			HUMEDAD OPTIMA			7.70 %

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 146418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

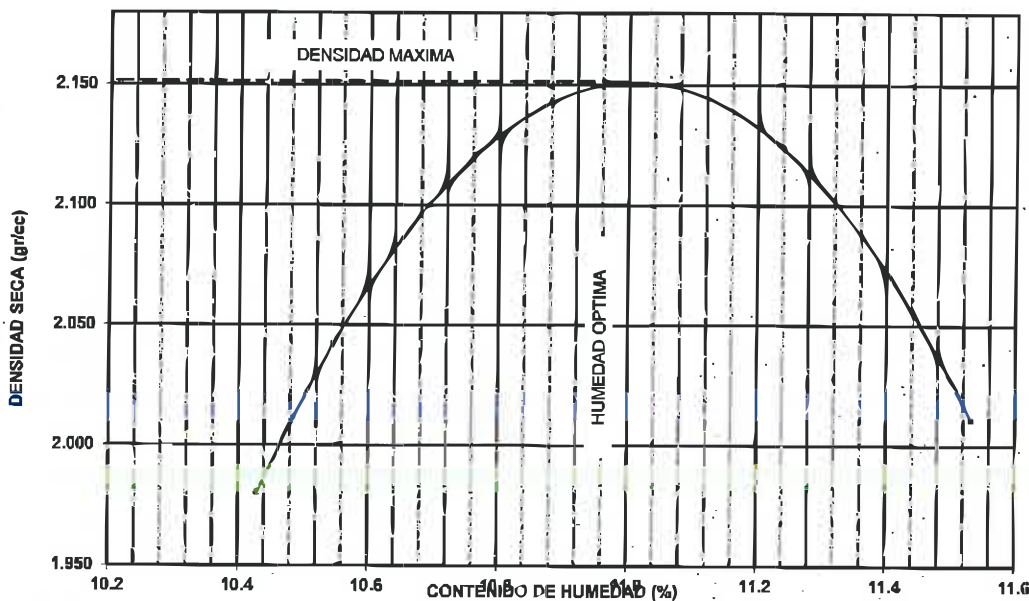


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA :	C-1
LADO	IZQUIERDO	MUESTRA :	M-2
		PROF :	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO
METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) : 5090		MOLDE Nro.	1	
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3		
PESO SUELO + MOLDE	9857		9958		10040		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4767		4868		4950		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.187		2.233		2.271		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	21	11	25	16	4	3	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	197.12	190.29	180.64	171.74	187.36	186.11	
PESO SUELOS SECO + TARA	180.70	175.47	165.39	156.24	171.27	169.34	
PESO DE LA TARA	29.40	27.50	27.35	25.30	27.25	27.46	
PESO DE AGUA	16.42	14.82	15.25	15.50	16.09	16.77	
PESO DE SUELO SECO	151.30	148.12	138.04	129.98	143.81	169.34	
CONTENIDO DE AGUA	10.85	10.01	11.05	12.02	11.19	9.90	
% PROMEDIO DE AGUA	10.43		11.53		10.55		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.980		2.011		2.042		
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.152 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		11.00 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 135418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



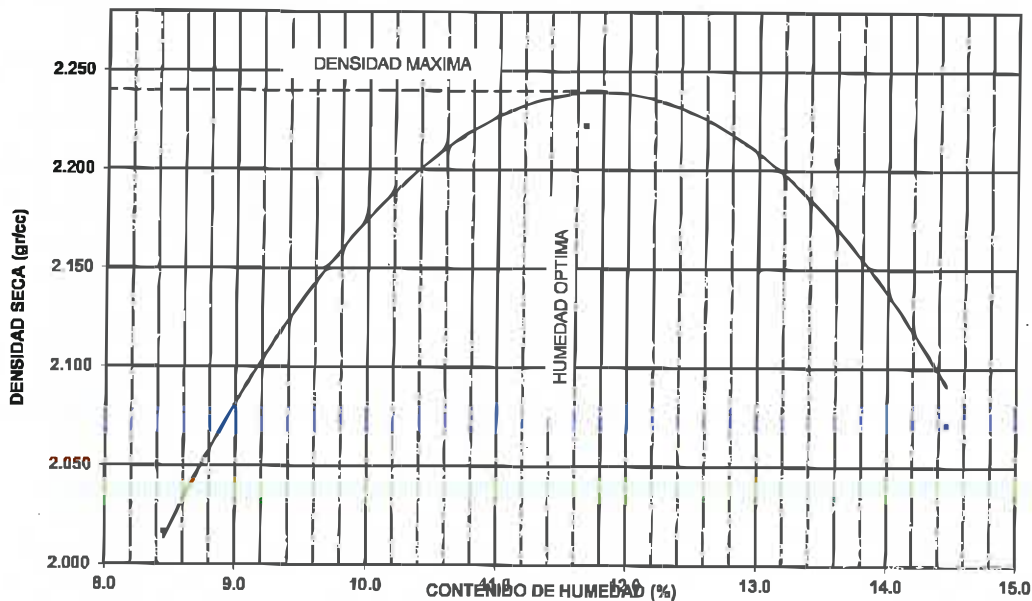
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		C-1
SOLICITADO POR : LADO	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO IZQUIERDO	CALICATA: MUESTRA : PROF:	M-3 1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO								
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) : 5090	MOLDE Nro. : 2				
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3					
PESO SUELO + MOLDE	9858	10475	10506	10368				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4768	5385	5416	5278				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.187	2.470	2.484	2.421				
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE Nro.	1	24	2	19	4	11	8	24
PESO SUELO HUMEDO + TARA	185.84	183.41	175.85	172.57	139.57	159.40	132.54	126.67
PESO SUELOS SECO + TARA	174.22	170.31	160.90	156.81	126.84	143.06	117.88	113.08
PESO DE LA TARA	25.00	24.56	26.70	26.84	27.50	26.23	30.59	31.14
PESO DE AGUA	11.62	13.10	14.95	15.76	12.73	16.34	14.66	13.59
PESO DE SUELO SECO	149.22	143.61	134.06	129.31	100.61	112.47	86.74	113.08
CONTENIDO DE AGUA	7.79	9.12	11.15	12.19	12.65	14.53	16.90	12.02
% PROMEDIO DE AGUA	8.45		11.67		13.59		14.46	
PESO VOLUMETRICO SECO	2.017		2.222		2.205		2.071	
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.240 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		11.80 %			

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABSOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



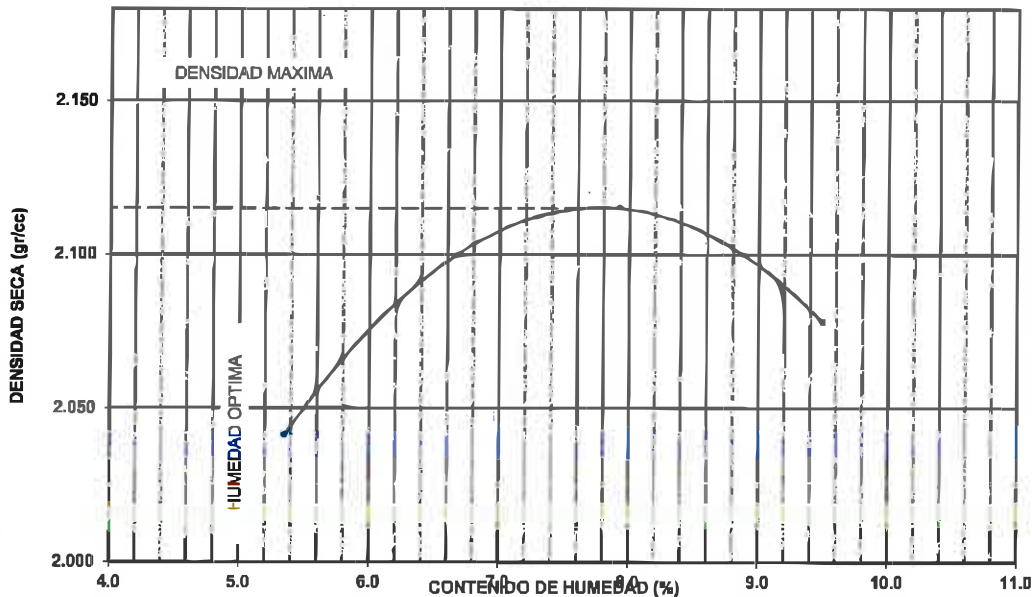
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	G-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA :	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA:	C-1
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	MUESTRA :	M-4
LADO	IZQUIERDO	PROF:	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) · 5090	MOLDE Nro.		2
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3			
PESO SUELO + MOLDE	9778	10058	10088			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4688	4968	4998			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.150	2.279	2.293			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	8	22	11	21	2	17
PESO SUELO HUMEDO + TARA	213.65	207.67	201.68	198.21	192.36	188.80
PESO SUELOS SECO + TARA	204.53	197.99	188.97	183.55	176.78	173.76
PESO DE LA TARA	24.50	26.70	26.20	25.00	27.00	26.00
PESO DE AGUA	9.12	9.68	12.71	12.66	15.58	15.04
PESO DE SUELO SECO	180.03	171.79	163.97	158.55	150.78	173.76
CONTENIDO DE AGUA	5.07	5.63	7.75	8.09	10.33	8.66
% PROMEDIO DE AGUA	5.35		7.92		9.49	
PESO VOLUMETRICO SECO	2.041		2.115		2.078	
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.115 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		7.80 %	

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO, CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+150**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



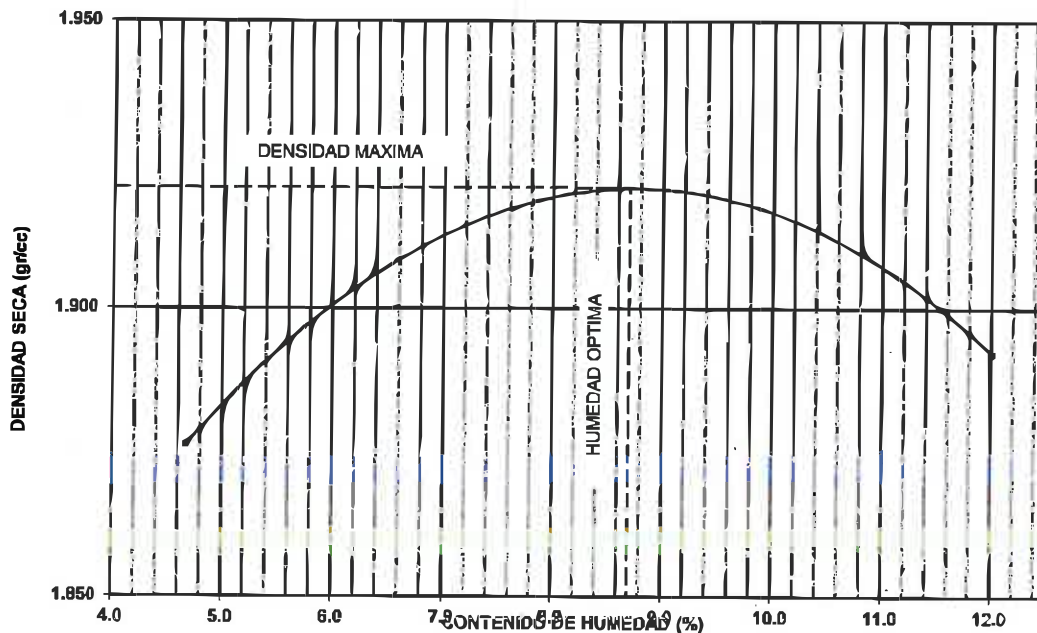
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
UBICACIÓN :	C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	HECHO POR :	EPD
PROGRESIVA :	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL	CANtera :	
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA :	C-2
LADO :	DERECHO	MUESTRA :	M-1
		PROF :	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2136		PESO DEL MOLDE (gr) : 5851		MOLDE Nro	2	
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3		
PESO SUELO + MOLDE	10046		10244		10427		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4195		4393		4576		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.964		2.057		2.142		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	10	4	24	3	14	9	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	177.47	199.00	145.90	162.99	187.61	189.83	
PESO SUELOS SECO + TARA	170.57	191.68	137.71	155.18	168.67	171.32	
PESO DE LA TARA	26.89	27.45	30.53	30.44	24.67	25.37	
PESO DE AGUA	6.90	7.32	8.19	7.81	18.94	18.51	
PESO DE SUELO SECO	143.68	161.15	107.27	130.51	143.30	171.32	
CONTENIDO DE AGUA	4.80	4.54	7.63	5.98	13.22	10.80	
% PROMEDIO DE AGUA	4.67		6.81		12.01		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.876		1.911		1.892		
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.921 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		6.70 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
asesor TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



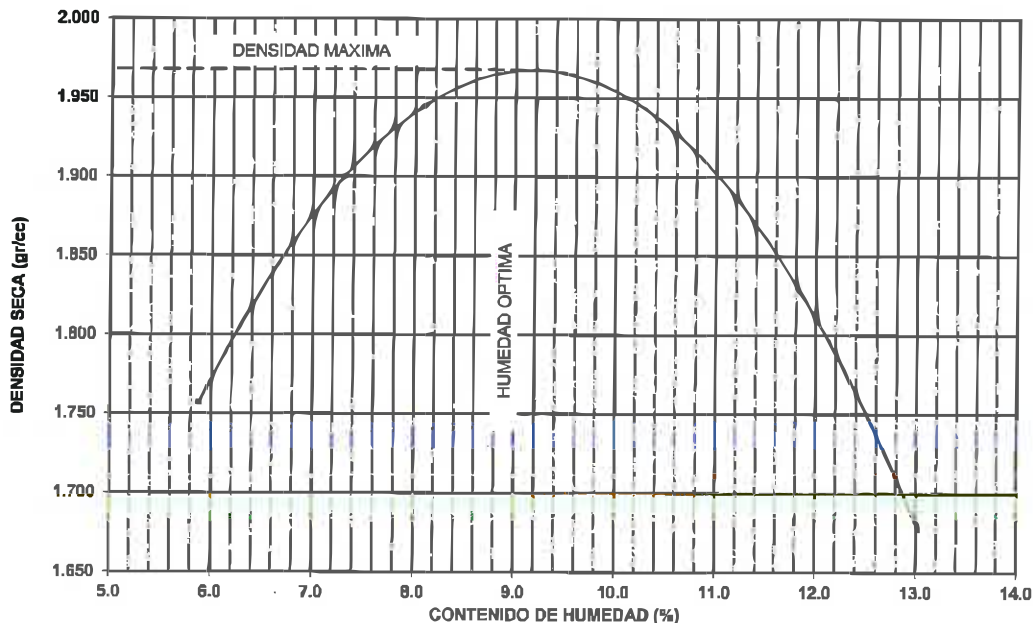
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		C-2
SOLICITADO POR : LADO	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO DERECHO	CALICATA: MUESTRA : PROF:	M-2 1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) .	5095		MOLDE Nro.	2
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3				
PESO SUELO + MOLDE	9150	10111	9677				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4055	5018	4582				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.860	2.301	2.102				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	12	7	5	6	10	17	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	217.33	189.33	255.14	215.04	231.30	191.88	
PESO SUELOS SECO + TARA	183.28	193.44	219.79	219.17	190.19	190.49	
PESO DE LA TARA	24.17	24.59	26.88	26.88	27.56	27.45	
PESO DE AGUA	24.05	-4.11	35.35	-4.13	41.19	1.39	
PESO DE SUELO SECO	189.11	186.76	192.91	191.61	162.74	190.49	
CONTENIDO DE AGUA	14.22	-2.48	18.32	-2.16	25.31	0.73	
% PROMEDIO DE AGUA	5.68		8.08		13.02		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.757		1.945		1.677		
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.968 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		9.20 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES: **GEOLUMAS SAC**
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO, CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



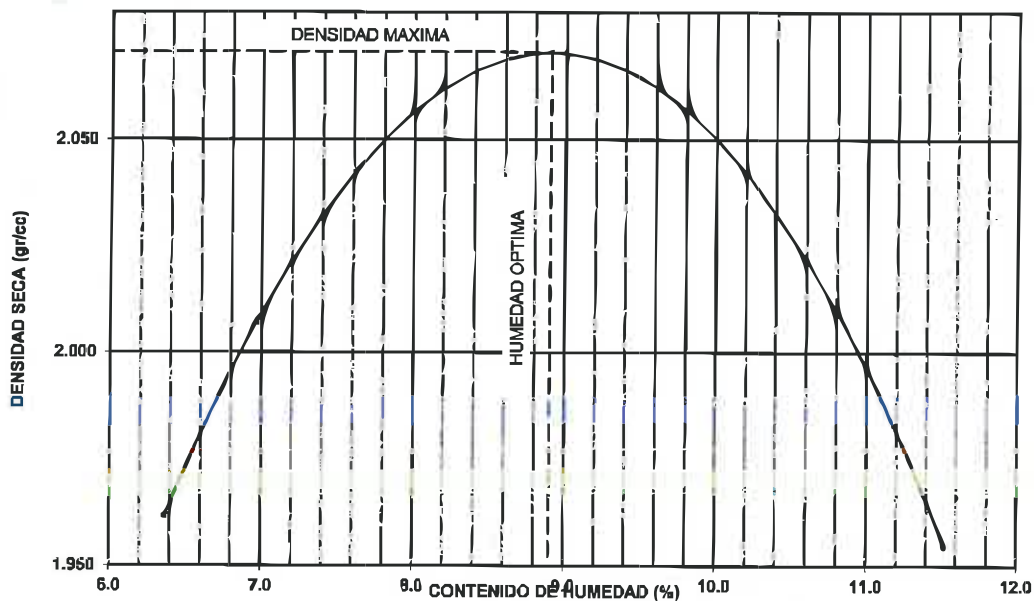
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA SOLICITADO POR : LADO	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO DERECHO	CALICATA: MUESTRA : PROF:	C-2 M-3 1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2137		PESO DEL MOLDE (gr) :	5852		MOLDE Nro.	1
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3		
PESO SUELO + MOLDE	10311		10466		10539		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4459		4614		4687		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.087		2.159		2.193		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	7	21	22	8	17	19	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	195.55	188.92	184.51	178.55	180.28	169.97	
PESO SUELOS SECO + TARA	184.72	180.17	155.06	169.45	163.58	153.36	
PESO DE LA TARA	27.51	25.13	30.34	30.68	26.19	26.91	
PESO DE AGUA	10.83	8.75	9.45	9.10	16.70	16.61	
PESO DE SUELO SECO	157.21	149.83	124.72	143.26	136.75	153.36	
CONTENIDO DE AGUA	6.89	5.84	7.58	6.35	12.21	10.83	
% PROMEDIO DE AGUA	6.36		6.96		11.52		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.962		2.007		1.955		
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.071 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		8.90 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :
GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



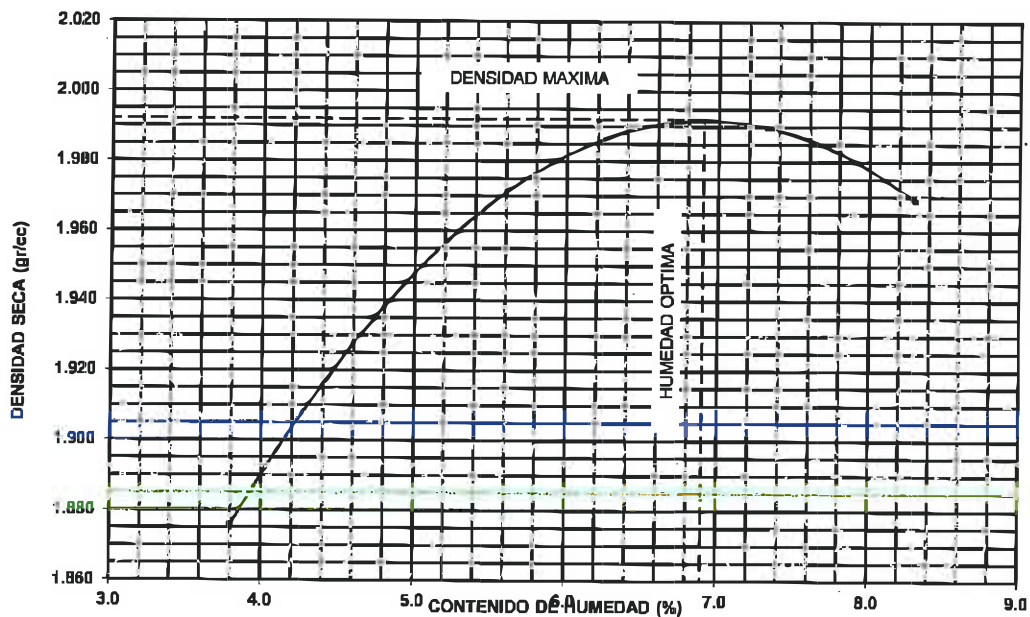
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANtera :	
PROGRESIVA	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA:	C-2
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	MUESTRA :	M-4
LADO	DERECHO	PROF:	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO									
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2175		PESO DEL MOLDE (gr) :	5085		MOLDE Nro.	2		
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3				
PESO SUELO + MOLDE	9320		9739		9769				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4235		4653		4683				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.947		2.139		2.153				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	2		5		12		10	21	4
PESO SUELO HUMEDO + TARA	205.96		200.29		181.29		185.68	158.68	157.45
PESO SUELOS SECO + TARA	189.41		193.93		170.45		175.39	147.75	146.81
PESO DE LA TARA	27.54		26.28		28.13		27.34	31.08	31.00
PESO DE AGUA	6.55		6.36		10.84		10.27	10.93	10.64
PESO DE SUELO SECO	171.87		167.80		144.32		144.31	116.75	146.81
CONTENIDO DE AGUA	3.81		3.79		7.51		7.12	9.36	7.25
% PROMEDIO DE AGUA	3.80		3.79		7.31		8.30		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.876		1.990		1.969				
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.992 gr/cc.				HUMEDAD OPTIMA		6.90 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO, CIP 14541B
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 423 DE SURQUICO HUANCAYO

(ALTURA DEL PUENTE CARRION)

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156
CEL 971337776, RPM #971337776

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+200**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5%
DE CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



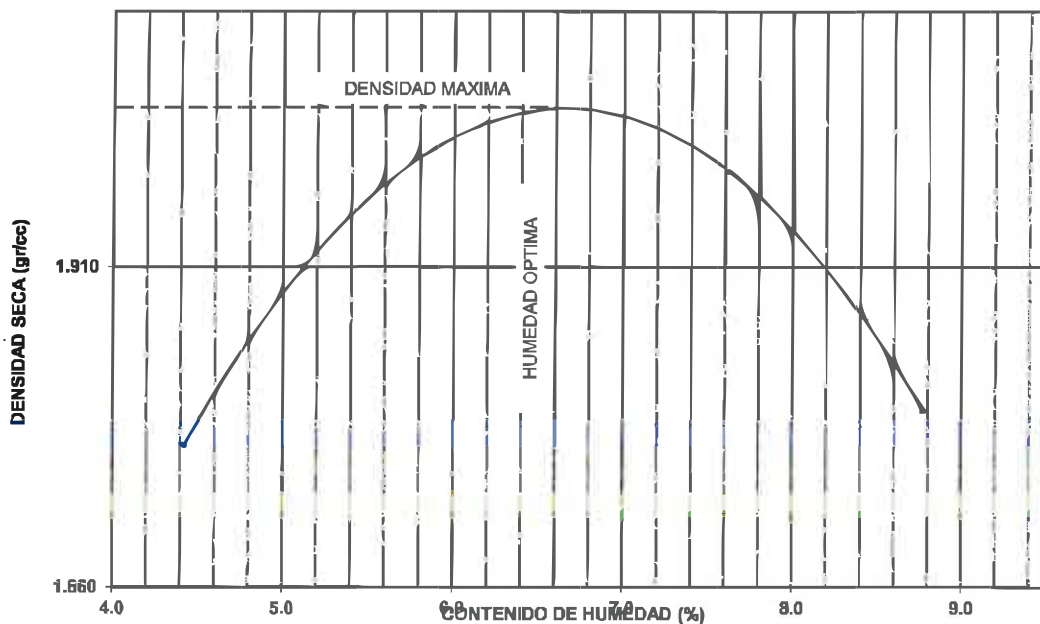
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
UBICACIÓN :	C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	HECHO POR :	EPD
PROGRESIVA :	M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL	CANTERA :	C-3
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA :	M-1
LADO :	DERECHO	MUESTRA :	1.50 mts
		PROF :	

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2132		PESO DEL MOLDE (gr) : 5848		MOLDE Nro.	1	
NUMERO DE ENSAYOS	1		2		3		
PESO SUELO + MOLDE	10038		10266		10272		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4190		4418		4424		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.965		2.072		2.075		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	2	14	9	12	10	5	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	195.34	198.26	182.54	168.46	144.34	140.31	
PESO SUELOS SECO + TARA	188.15	191.11	171.44	158.65	134.12	130.39	
PESO DE LA TARA	26.91	25.45	27.85	26.40	29.42	31.24	
PESO DE AGUA	7.19	7.15	11.10	9.81	10.22	9.92	
PESO DE SUELO SECO	161.24	163.26	145.04	129.23	102.88	130.39	
CONTENIDO DE AGUA	4.46	4.38	7.65	7.59	9.93	7.61	
% PROMEDIO DE AGUA	4.42		7.62		8.77		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.882		1.925		1.888		
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.935 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		6.60 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



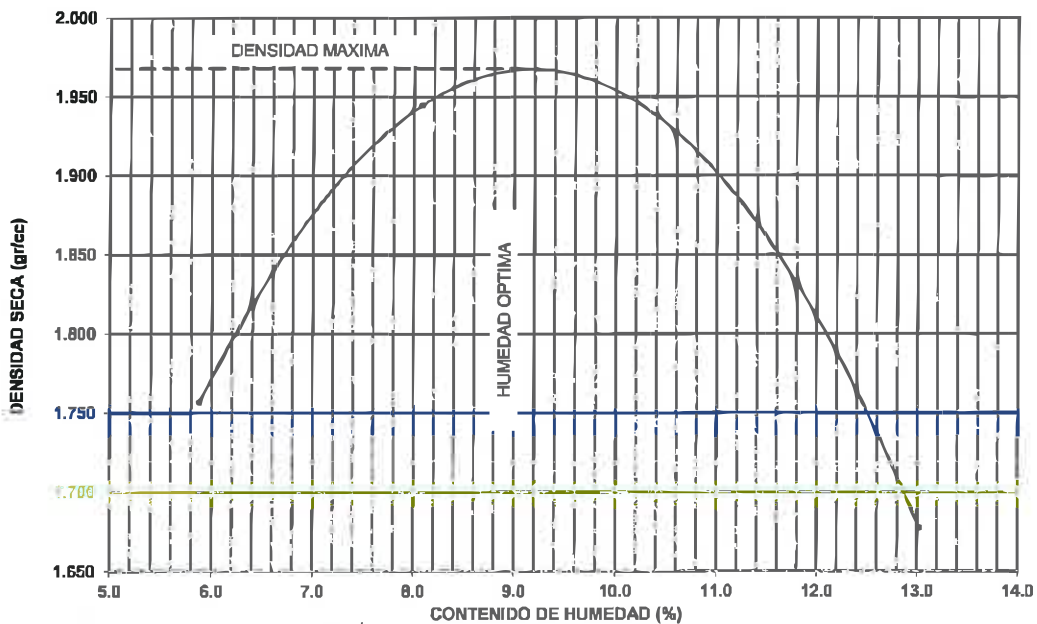
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA :	30 DE OCTUBRE DEL 2018
UBIGACIÓN :	C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	HECHO POR :	EPD
PROGRESIVA :	M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	C-3
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA :	M-2
LADO :	DERECHO	MUESTRA :	1.50 mts
		PROF :	

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) : 5095	MOLDE Nro.	2	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3			
PESO SUELO + MOLDE	9150	10111	9677			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4055	5016	4582			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.860	2.301	2.102			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	12	7	5	6	17	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	217.33	189.33	255.14	215.04	231.38	191.88
PESO SUELOS SECO + TARA	193.28	193.44	219.79	219.17	190.19	190.49
PESO DE LA TARA	24.17	24.59	26.68	26.88	27.56	27.45
PESO DE AGUA	24.05	-4.11	35.35	-4.13	41.19	1.39
PESO DE SUELO SECO	189.11	168.76	192.91	191.01	182.74	190.49
CONTENIDO DE AGUA	14.22	-2.46	18.32	-2.16	25.31	0.73
% PROMEDIO DE AGUA	5.88		8.08		13.02	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.757		1.945		1.677	
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.968 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		9.20 %	

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 DE SURCO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111158, RPM #968111150
CEL 971337776, RPM #971337776

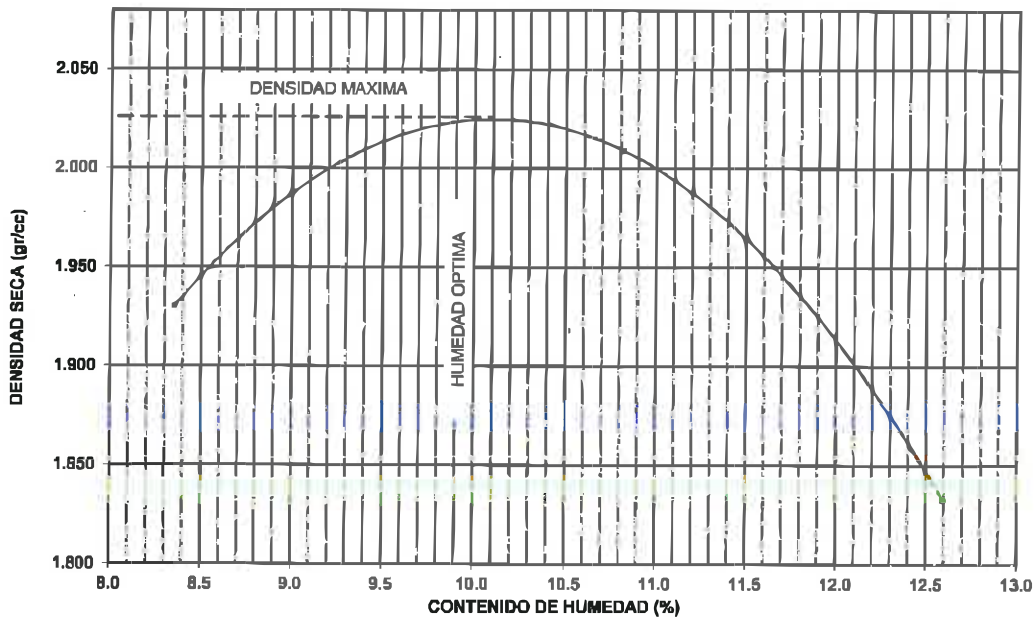


LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA	M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO		C-3
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	CALICATA:	
LADO	DERECHO	MUESTRA :	M-3
		PROF:	1.50 ms

PROCTOR MODIFICADO
METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO							
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2180		PESO DEL MOLDE (gr) :	5090		MOLDE Nro.	2
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3				
PESO SUELO + MOLDE	9650	10511	10077				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4560	5421	4987				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.092	2.487	2.288				
CONTENIDO DE HUMEDAD							
RECIPIENTE Nro.	12	8	5	6	3	11	
PESO SUELO HUMEDO + TARA	227.35	187.38	265.61	215.61	231.02	191.18	
PESO SUELOS SECO + TARA	183.23	193.21	219.74	219.74	190.51	190.54	
PESO DE LA TARA	24.54	24.55	26.83	28.86	27.55	27.53	
PESO DE AGUA	34.12	-5.85	45.87	-4.13	40.51	0.64	
PESO DE SUELO SECO	168.69	168.39	192.88	192.19	162.98	190.54	
CONTENIDO DE AGUA	20.23	-3.52	23.78	-2.15	24.86	0.34	
% PROMEDIO DE AGUA	8.38		10.82		12.60		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.930		2.009		1.832		
DENSIDAD MAXIMA SECA	2.026 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		10.10 %		

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ABESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



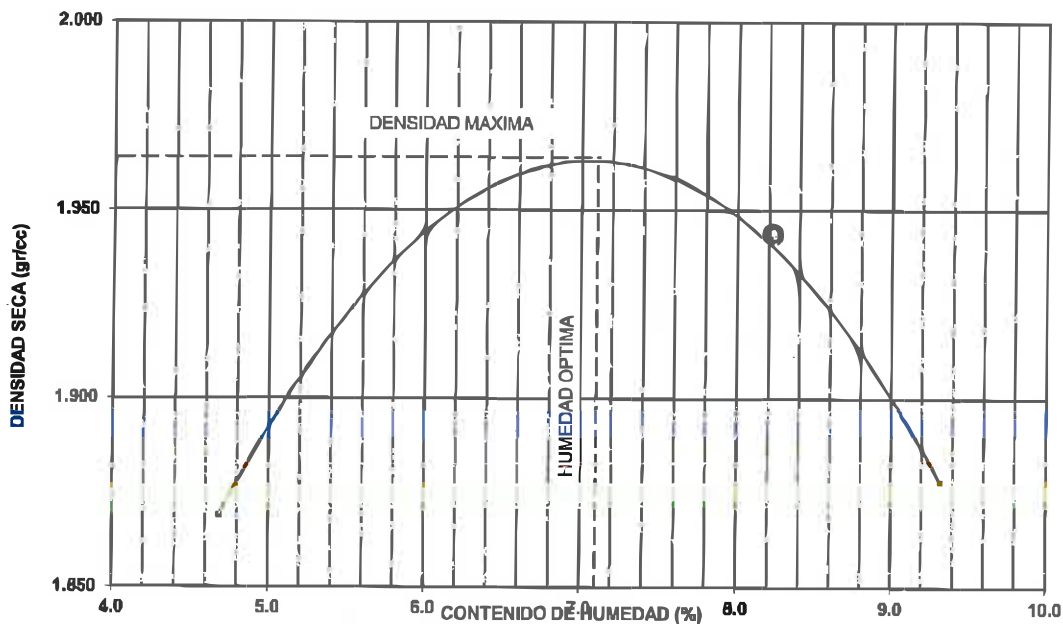
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
OBRA :	"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	FECHA : HECHO POR	30 DE OCTUBRE DEL 2018 EPD
UBICACIÓN :	C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CANTERA :	
PROGRESIVA	M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	CALICATA:	C-3
SOLICITADO POR :	BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO	MUESTRA :	M-4
LADO	DERECHO	PROF:	1.50 mts

PROCTOR MODIFICADO

METODO ASTM D 1557

METODO DE COMPACTACION : PROCTOR MODIFICADO						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2135		PESO DEL MOLDE (gr) : 5861	MOLDE Nro.	1	
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3			
PESO SUELO + MOLDE	10038	10366	10272			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4177	4505	4411			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.956	2.110	2.066			
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.	11	14	3	5	21	9
PESO SUELO HUMEDO + TARA	185.37	199.20	182.58	168.56	144.30	141.30
PESO SUELOS SECO + TARA	188.14	191.21	171.34	158.97	134.00	130.09
PESO DE LA TARA	26.91	25.11	27.54	26.17	29.85	31.17
PESO DE AGUA	7.23	7.99	11.24	9.59	10.30	11.21
PESO DE SUELO SECO	161.23	163.67	145.17	129.12	102.89	130.09
CONTENIDO DE AGUA	4.48	4.88	7.74	7.43	10.02	8.62
% PROMEDIO DE AGUA	4.68		7.58		9.32	
PESO VOLUMETRICO SECO	1.869		1.958		1.878	
DENSIDAD MAXIMA SECA	1.964 gr/cc.		HUMEDAD OPTIMA		7.10 %	

GRAFICO DEL PROCTOR



OBSERVACIONES :



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO, CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES
DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS”**

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITES DE CONSISTENCIA

PERFIL ESTADIGRAFICO

**C-1, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
339+100**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5% DE
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

UBICACIÓN :

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL

Muestra : M-1

PROG : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL

Prof. (m) : 1.50 mts

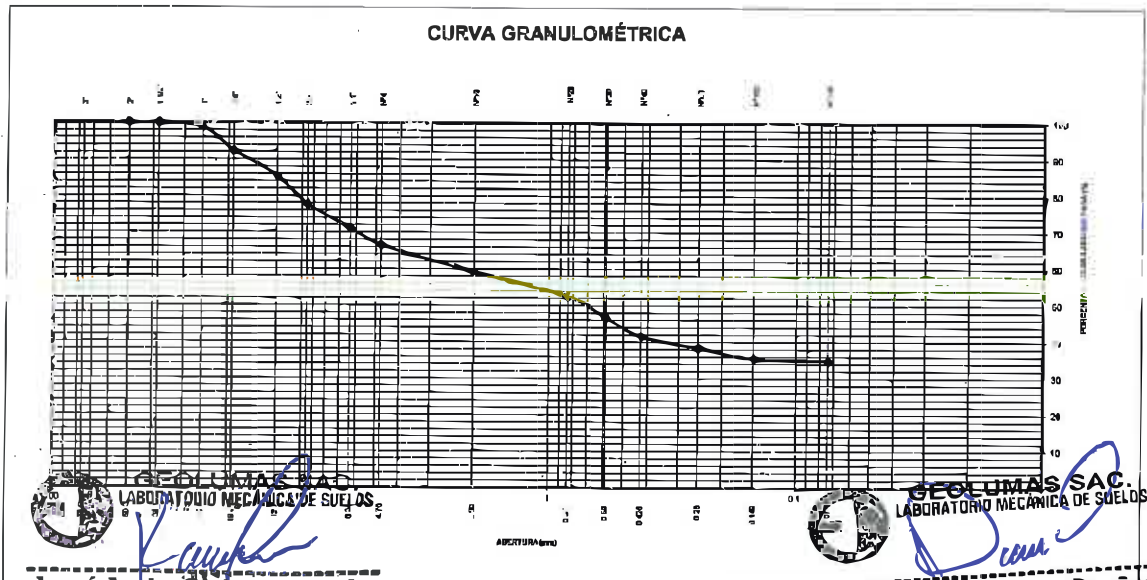
ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	1.3	1.3	98.7
3/4"	19.050	6.5	7.7	92.3
1/2"	12.700	6.9	14.6	85.4
3/8"	9.525	7.9	22.5	77.5
1/4"	6.350	6.5	28.9	71.1
Nº4	4.750	4.7	33.6	66.4
Nº10	2.000	7.3	40.9	59.1
Nº20	0.840	6.6	47.5	52.5
Nº30	0.590	5.9	53.4	46.6
Nº40	0.425	5.1	58.4	41.6
Nº60	0.250	3.2	61.7	38.3
Nº100	0.149	2.9	64.6	35.4
Nº200	0.074	0.6	65.2	34.8
- Nº200		34.8		

% grava	: 33.6
% arena	: 31.6
% finos	: 34.8

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 18.70
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 12.12
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 6.58

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GC
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-2-4(0)
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 6.5%



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

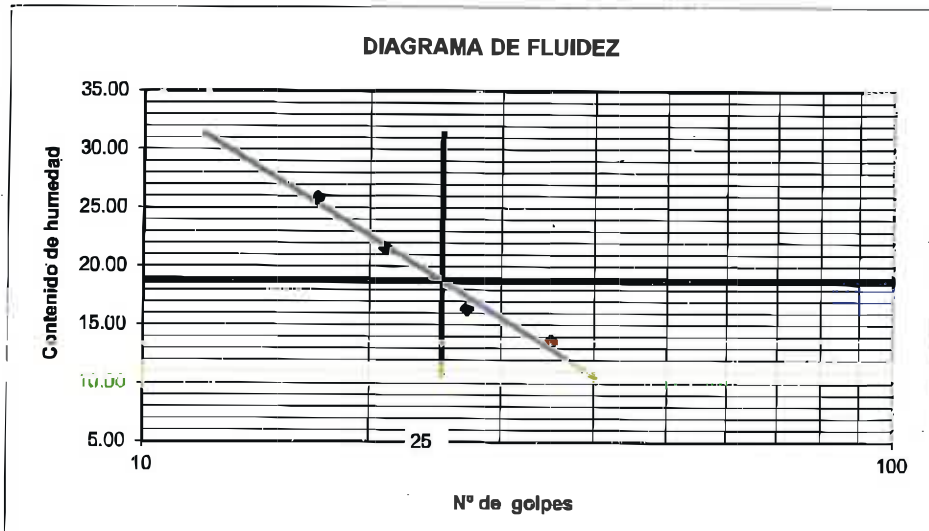
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+100, TERRENO
 NATURAL
 Muestra : M-1
 PROG : 1.50 mts
 Prof. (m) : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
 339+100, TERRENO NATURAL

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	1	2	3	4	5	6
N° de golpes	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	41.3	41.3	22.3	30.0	21.6	18.5
Tara + suelo seco (gr)	39.3	39.3	20.3	18.6	18.5	16.5
Peso del agua (gr)	2.0	2.0	2.0	1.4	3.1	2.0
Peso de tara (gr)	22.8	22.8	8.1	8.3	6.5	7.2
Peso suelo seco (gr)	18.5	16.5	12.2	10.3	12.0	9.3
Contenido de humedad(%)	12.12	12.12	18.30	13.59	25.83	21.51

L Líquido 18.70
 L Plástico 12.12
 I Plástico 6.58



NOTA



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145410
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

30 DE OCTUBRE DEL 2018

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1.50 mtg

MUESTRA:

M-1

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

N.P

CALICATA :

C-1, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL

PROGRESIVA:

M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactad / consistencia; Otras: presencia de caldadores y material orgánico; porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						
				0.075	4.750					
			AASHTO	<	mm	mm	LL	IP	HM	Nº DE MUESTRA
				0.075	mm	mm	%	%	%	
				mm	4.750	75	%	%	%	
						mm	mm			
0.05										
0.10										
0.20										
0.40										
0.50										
0.60										
0.70										
0.80										
0.90										
1.00										
1.10										
1.20										
1.30										
1.40										
1.50										
NO DETERMINADO										

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata :

Muestra : M-2

PROG : M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1.50 mts

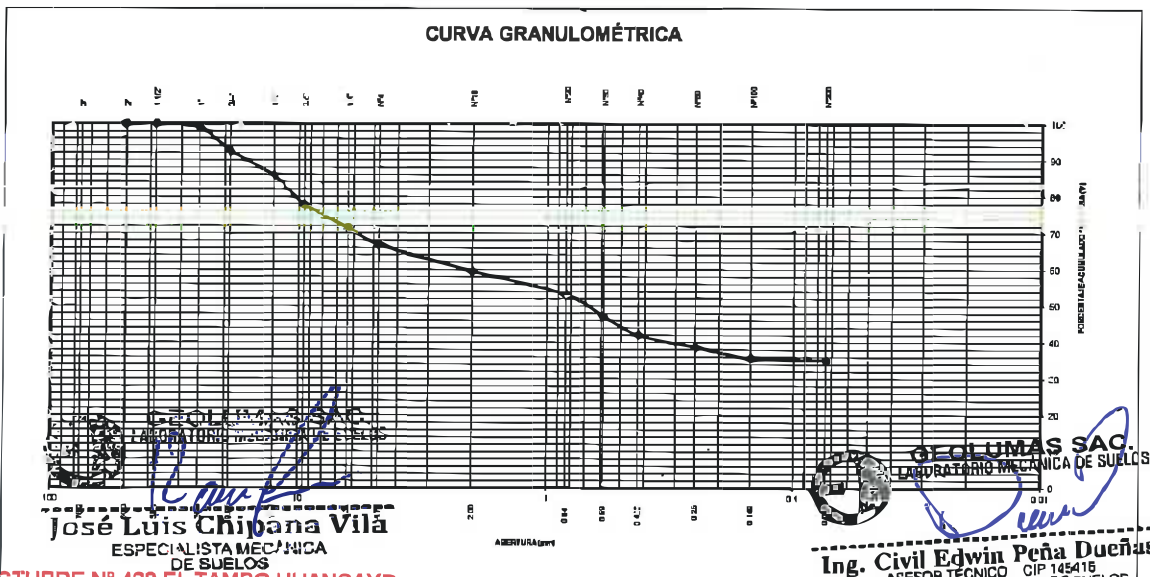
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Acumulado)	
		(%) Parcial Retenido	(%) Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	1.1	98.9
3/4"	19.050	6.4	92.5
1/2"	12.700	6.8	85.7
3/8"	9.525	8.0	77.7
1/4"	6.350	6.4	71.3
Nº4	4.760	4.6	66.8
Nº10	2.000	7.2	59.6
Nº20	0.840	6.5	53.1
Nº30	0.590	5.9	47.2
Nº40	0.426	5.2	42.0
Nº60	0.250	3.3	38.7
Nº100	0.149	3.0	35.7
Nº200	0.074	0.6	35.1
- Nº200		35.1	

% grava	: 33.2
% arena	: 31.7
% finos	: 35.1

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 19.11
LIMITE PLÁSTICO (%)	: 10.78
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 8.33

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GC**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **6.9%**





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO
PAMPAS KM 339+100, TERRENO
NATURAL +2 % CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Muestra : M-2

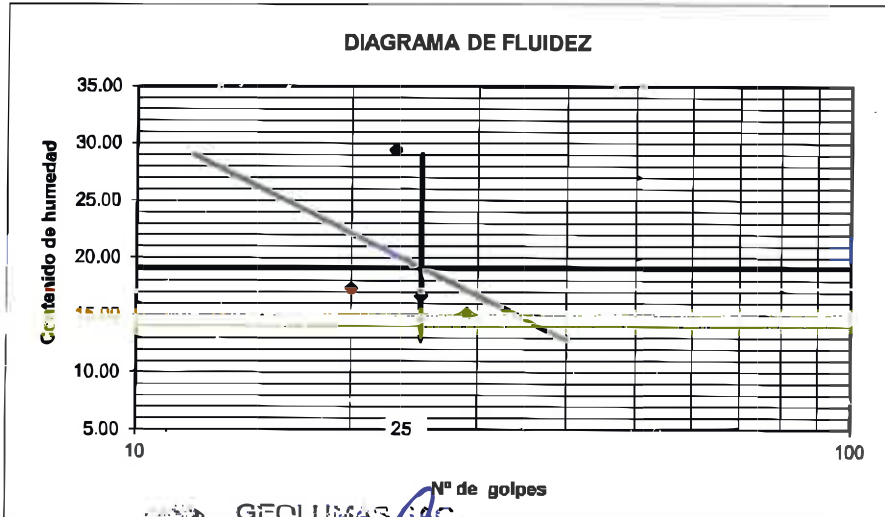
PROG : 1.50 mts

Prof. (m) : M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 %
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	11	13	15	16	17	20
N° de golpes			29	25	23	20
Tara + suelo humedo (gr)	41.2	41.2	22.2	20.1	22.0	18.5
Tara + suelo seco (gr)	39.4	39.4	20.4	18.5	18.5	16.8
Peso del agua (gr)	1.8	1.8	1.8	1.6	3.5	1.7
Peso de tara (gr)	22.7	22.7	8.5	8.9	3.6	7.0
Peso suelo seco (gr)	16.7	16.7	11.9	9.6	11.9	9.8
Contenido de humedad(%)	10.78	10.78	15.13	16.67	28.41	17.35

L Líquido 19.11
L Plástico 10.78
I Plástico 8.33



NOTA



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA
 DE SUELOS

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
 (ALTURA DEL PUENTE CARRION)
 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
 RUC. 20568764995,



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CEL 968111156, RPM #968111156
 CEL 971337776, RPM #971337776



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

FECHA DE EXCAVACIÓN :
PROFUNDIDAD TOTAL (m) :
PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

30 DE OCTUBRE DEL 2018
1.50 mts
N.P

MUESTRA:

M-2

CALICATA :

C-1, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otras: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							
				0.075	4.75						
				<	mm	mm	LL	IP	H.N.	Nº DE	
			AASHTO	0.075	mm	mm	%	%	%	MUESTRA	
				mm	4.75	75	mm	mm			
0.05											
0.10											
0.20											
0.40											
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											
		GRAVAS ARCILLOSAS , MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA, DE COLOR MARRON OSCURO	GC								M-2

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata :

Muestra : M-3

PROG : M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1.50 mts

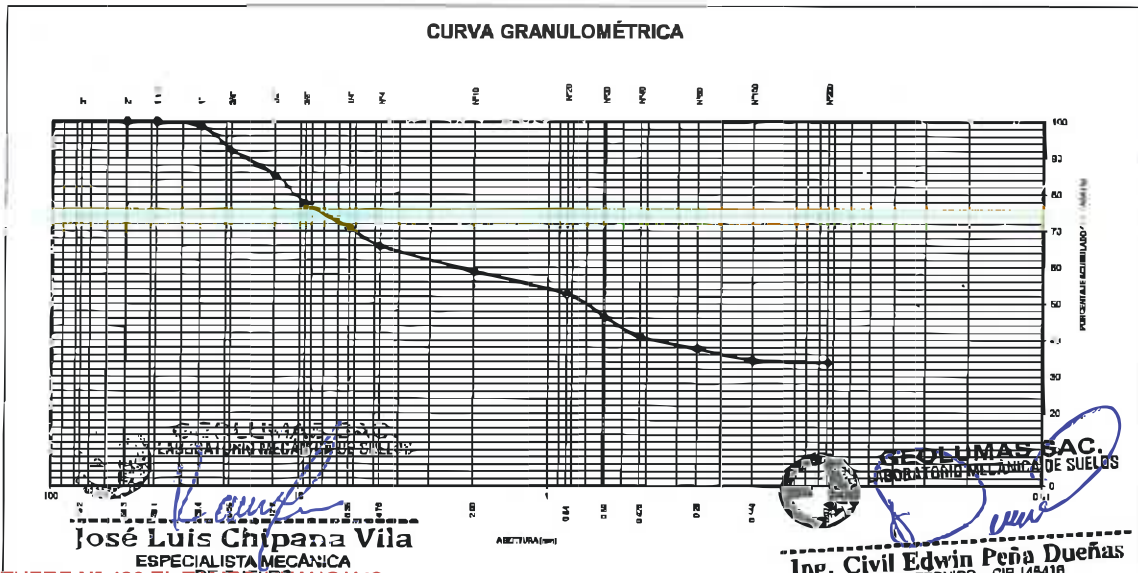
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Acumulado	
		Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	1.2	98.8
3/4"	19.050	6.5	92.3
1/2"	12.700	7.0	85.3
3/8"	9.525	7.9	77.5
1/4"	6.350	6.6	70.9
Nº4	4.760	5.0	65.9
Nº10	2.000	6.9	59.0
Nº20	0.840	6.4	52.6
Nº30	0.590	6.3	46.3
Nº40	0.426	5.3	41.0
Nº60	0.250	3.4	37.6
Nº100	0.149	3.1	34.6
Nº200	0.074	0.8	33.8
- Nº200		33.8	

% grava	: 34.1
% arena	: 32.0
% finos	: 33.8

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LÍQUIDO (%)	: 20.80
LIMITE PLÁSTICO (%)	: 11.76
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 9.03

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **GC**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-2-4(0)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **7.5%**





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

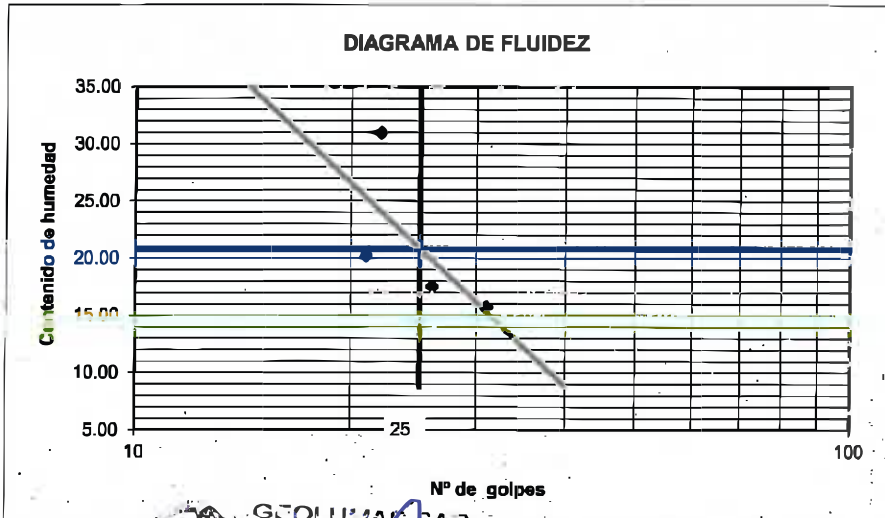
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+100, TERRENO
 NATURAL +3 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Calicata :
 Muestra : M-3
 PROG : 1.50 mts
 M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO
 Prof. (m) :

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	7	13	15	18	18	19
N° de golpes			31	26	22	21
Tara + suelo humedo (gr)	41.0	41.0	22.1	20.3	22.1	13.7
Tara + suelo seco (gr)	39.0	39.0	20.2	18.6	18.6	16.8
Peso del agua (gr)	2.0	2.0	1.9	1.7	3.5	1.9
Peso de tara (gr)	22.0	22.0	8.1	8.9	7.3	7.4
Peso suelo seco (gr)	17.0	17.0	12.1	9.7	11.3	9.4
Contenido de humedad(%)	11.76	11.76	15.70	17.53	30.97	20.21

L Líquido 20.80
 L Plástico 11.76
 I Plástico 9.03



NOTA

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA
 DE SUELOS



GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

30 DE OCTUBRE DEL 2018

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1.50 mts

MUESTRA:

M-3

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

N.P

CALICATA :

C-1, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolaca / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA														
				0.075	4.750													
				<	mm	mm	LL	LP	HL	N° DE								
			AASHTO	0.075	mm	mm												
				mm	4.750	75	%	%	%									
						mm	mm											
0.05																		
0.10																		
0.20																		
0.40																		
0.50																		
0.60																		
0.70																		
0.80																		
0.90																		
1.00																		
1.10																		
1.20																		
1.30																		
1.40																		
1.50																		
		GRAVAS ARCILLOSAS , MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA, DE COLOR MARRON OSCURO	GC															M-3

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata :

Muestra : M-4

PROG : M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1.50 mts

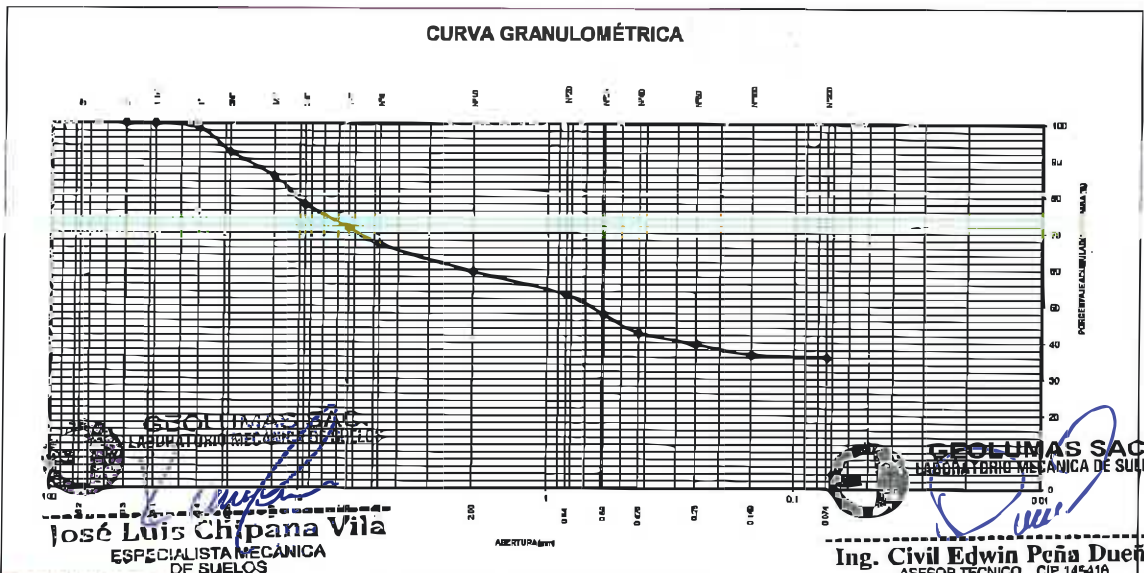
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Acumulado)	
		(%) Parcial Retenido	Rete Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	1.4	98.6
3/4"	19.050	6.4	92.2
1/2"	12.700	6.8	85.4
3/8"	9.525	7.6	77.8
1/4"	6.350	6.3	71.5
Nº4	4.760	4.6	66.9
Nº10	2.000	7.4	59.5
Nº20	0.840	6.4	53.1
Nº30	0.590	5.5	47.6
Nº40	0.426	5.0	42.6
Nº60	0.250	3.0	39.6
Nº100	0.149	3.0	36.6
Nº200	0.074	0.7	36.0
- Nº200		36.0	

% grava	: 33.1
% arena	: 30.9
% finos	: 36.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 18.02
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 11.25
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 6.77

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : GC
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-2-4(0)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 6.3%





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

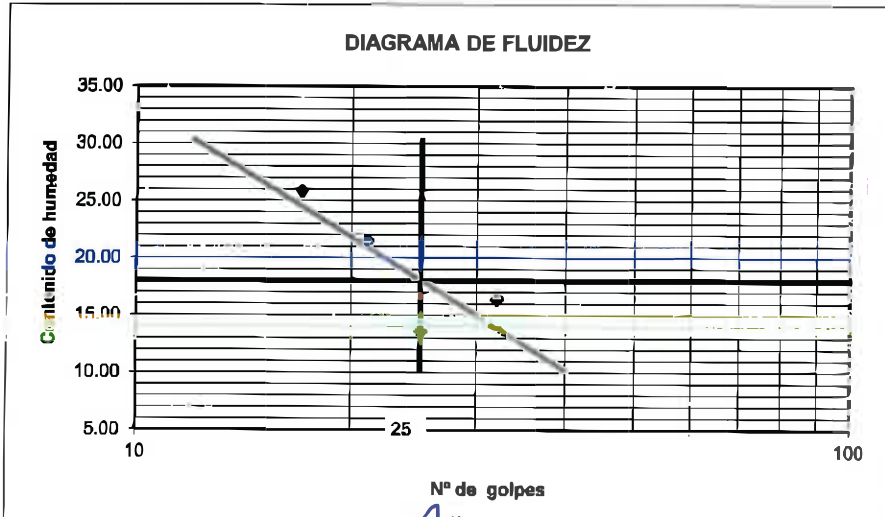
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+100, TERRENO
 NATURAL +5 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Muestra : M-4
 PROG : 1.50 mts
 M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 Prof. (m) : KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	9	10	13	14	17	20
N° de golpes			32	25	17	21
Tara + suelo húmedo (gr)	41.1	41.1	22.3	20.0	21.6	18.5
Tara + suelo seco (gr)	39.3	39.3	20.3	18.6	18.5	16.5
Peso del agua (gr)	1.8	1.8	2.0	1.4	3.1	2.0
Peso de tara (gr)	23.3	23.3	8.1	8.3	6.5	7.2
Peso suelo seco (gr)	16.0	16.0	12.2	10.3	12.0	9.3
Contenido de humedad (%)	11.25	11.25	16.39	13.59	25.83	21.51

L Líquido 19.02
 L Plástico 11.25
 I Plástico 6.77



NOTA



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

30 DE OCTUBRE DEL 2018

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRINALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1.50 mts

MUESTRA:

M-4

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

N.P

CALICATA :

C-1, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+100, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bloques / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						
			0.075	0.250	0.600	2.0	75	150	
			<	mm	mm	LL	IP	HN	Nº DE MUESTRA
		AASHTO	0.075	mm	mm	%	%	%	
			mm	4.750	75	%	%	%	
				mm	mm				
0.05	<p>GRAVAS ARCILLOSAS , MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA, DE COLOR MARRON OSCURO</p>	GC							M-4
0.10									
0.20									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO, CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES
DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS”**

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITES DE CONSISTENCIA

PERFIL ESTATRIGRAFICO

**C-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
339+150**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5% DE
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACION : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL

Muestra : M-1

PROG : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL

Prof. (m) : 1,50 mts

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

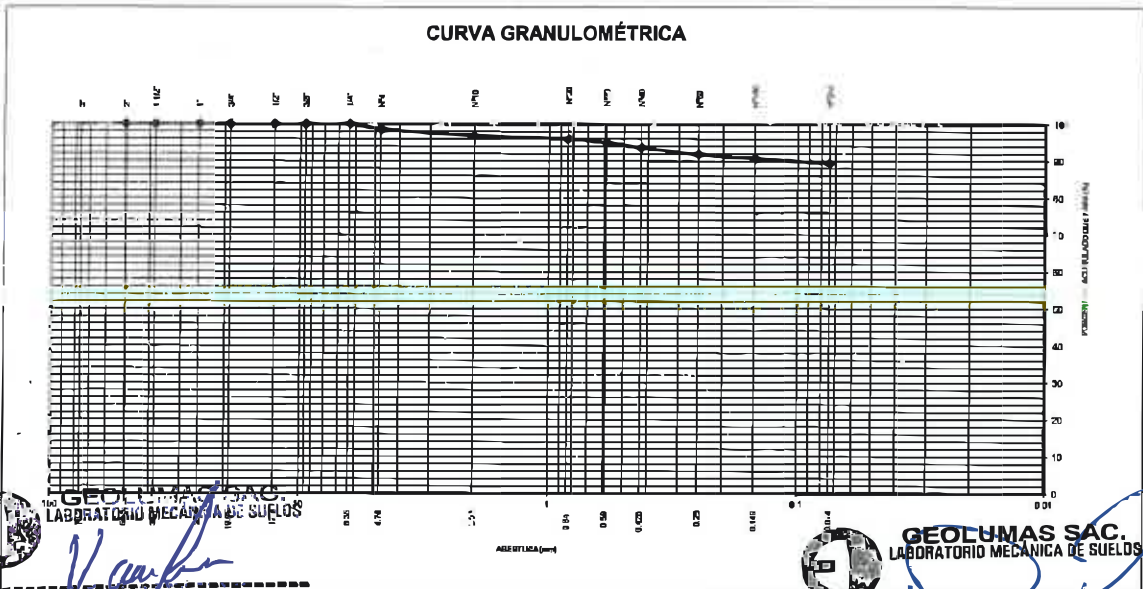
Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	100.0
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
Nº4	4.760	1.3	1.3	98.7
Nº10	2.000	1.9	3.2	96.8
Nº20	0.840	0.8	3.9	96.1
Nº30	0.590	1.0	5.0	95.0
Nº40	0.426	1.3	6.3	93.7
Nº60	0.250	1.8	8.1	91.9
Nº100	0.149	1.1	9.3	90.7
Nº200	0.074	1.3	10.6	89.4
- Nº200				89.4

% grava	: 1.3
% arena	: 9.3
% finos	: 89.4

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 18.71
LIMITE PLASTICO (%)	: 12.27
INDICE PLASTICO (%)	: 6.44

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(2)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **9.3%**

CURVA GRANULOMÉTRICA



José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA
CEL 988111156, RPM #988111158
CEL 971337776, RPM #971337776



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

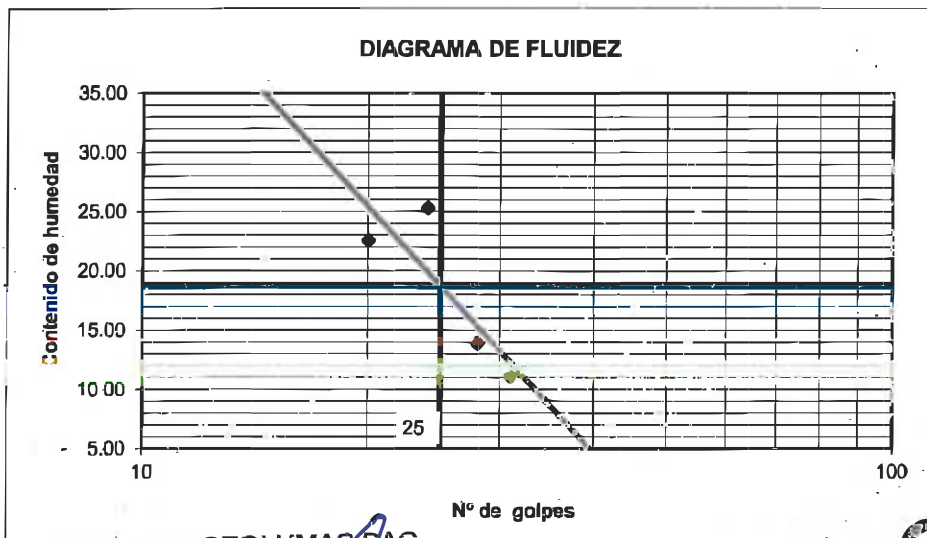
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+150, TERRENO
 NATURAL
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 1,50 mts
 PROG : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
 339+150, TERRENO NATURAL

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba Nº	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara Nº	8	15	24	9	17	20
Nº de golpes			28	24	20	31
Tara + suelo húmedo (gr)	30.1	30.1	15.6	16.4	15.8	15.4
Tara + suelo seco (gr)	28.1	28.1	14.7	14.5	14.2	14.6
Peso del agua (gr)	2.0	2.0	1.1	1.9	1.6	0.8
Peso de tara (gr)	11.8	11.6	6.9	7.0	7.1	7.4
Peso suelo seco (gr)	18.3	16.3	7.9	7.5	7.1	7.2
Contenido de humedad(%)	12.27	12.27	13.92	25.33	22.54	11.11

L Líquido 18.71
 L Plástico 12.27
 I Plástico 6.44



NOTA

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO, CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

: 1,50 mts

MUESTRA:

M-1

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

: N.P

CALICATA :

C-2, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL


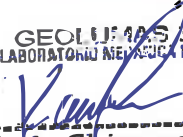
PROGRESIVA:



M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de bolaca / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA							
				0.075	4.750						
				<	mm	mm	LL	LP	H.N.	N° DE	
			AASHTO	0.075	mm	mm	%	%	%	MUESTRA	
0.10											
0.20											
0.40											
0.50											
0.55											
0.60											
0.80											
0.90											
1.00		ARCILLAS LIMOSAS DE MEDIA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO	CL-ML								M-1
1.05											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata : Muestra : **M-2**

PROG : **M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO**

Prof. (m) : **1,50 mts**

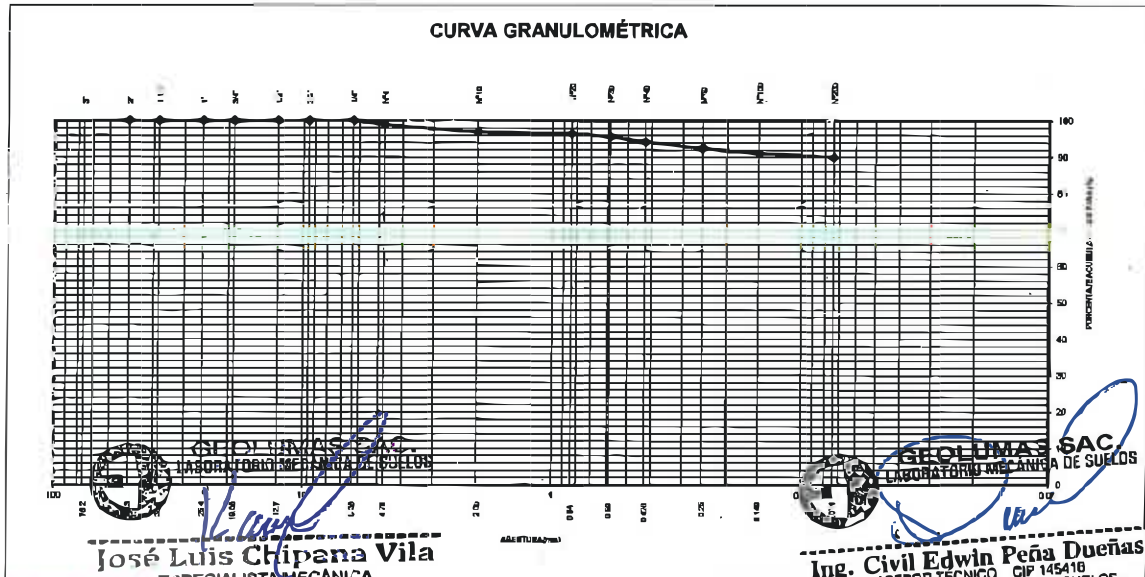
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Acumulado)	
		(%) Parcial Retenido	(%) Rete Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	-	100.0
3/4"	19.050	-	100.0
1/2"	12.700	-	100.0
3/8"	9.525	-	100.0
1/4"	6.350	-	100.0
Nº4	4.760	1.1	1.1 98.9
Nº10	2.000	2.0	3.1 96.9
Nº20	0.840	0.5	3.6 96.4
Nº30	0.590	0.8	4.4 95.6
Nº40	0.426	1.4	5.8 94.2
Nº60	0.250	1.8	7.6 92.4
Nº100	0.149	1.3	8.9 91.1
Nº200	0.074	1.1	10.0 90.0
- Nº200		90.0	

% grava	: 1.1
% arena	: 8.9
% finos	: 90.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 19.94
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 12.58
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 7.37

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(2)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **10.0%**





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO
PAMPAS KM 339+150, TERRENO
NATURAL +2 % CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Muestra : M-2

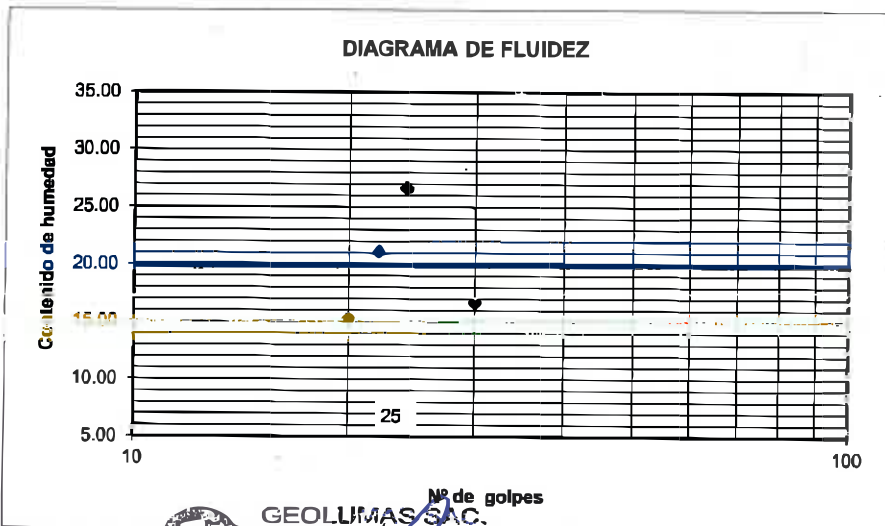
Prof. (m) : 1,50 mts

PROG : M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 %
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	1	3	4	5	6	7
N° de golpes			30	24	22	20
Tara + suelo húmedo (gr)	30.3	30.3	15.9	16.6	15.8	15.6
Tara + suelo seco (gr)	28.3	28.3	14.8	14.8	14.3	14.5
Peso del agua (gr)	2.0	2.0	1.3	2.0	1.5	1.1
Peso de tara (gr)	12.4	12.4	6.8	7.1	7.2	7.3
Peso suelo seco (gr)	15.9	15.9	7.8	7.5	7.1	7.2
Contenido de humedad(%)	12.52	12.58	16.87	26.67	21.13	15.29

L Líquido 19.94
L Plástico 12.58
I Plástico 7.37



NOTA



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1,50 mts

MUESTRA:

M-2

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

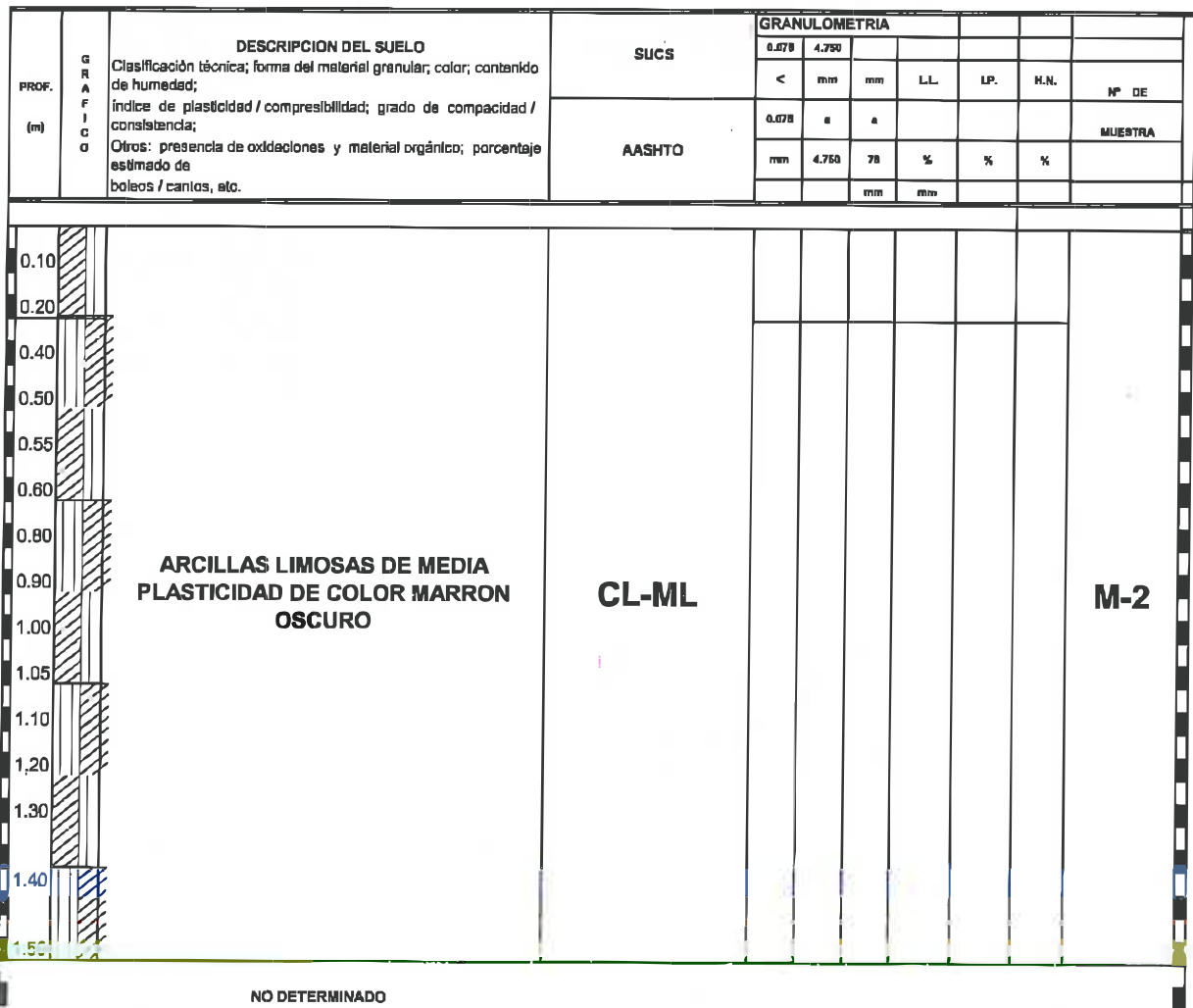
N.P

CALICATA :

C-2, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



OBSERVACIONES



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

Calicata : TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Muestra : M-3

PROG : M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1,50 mts

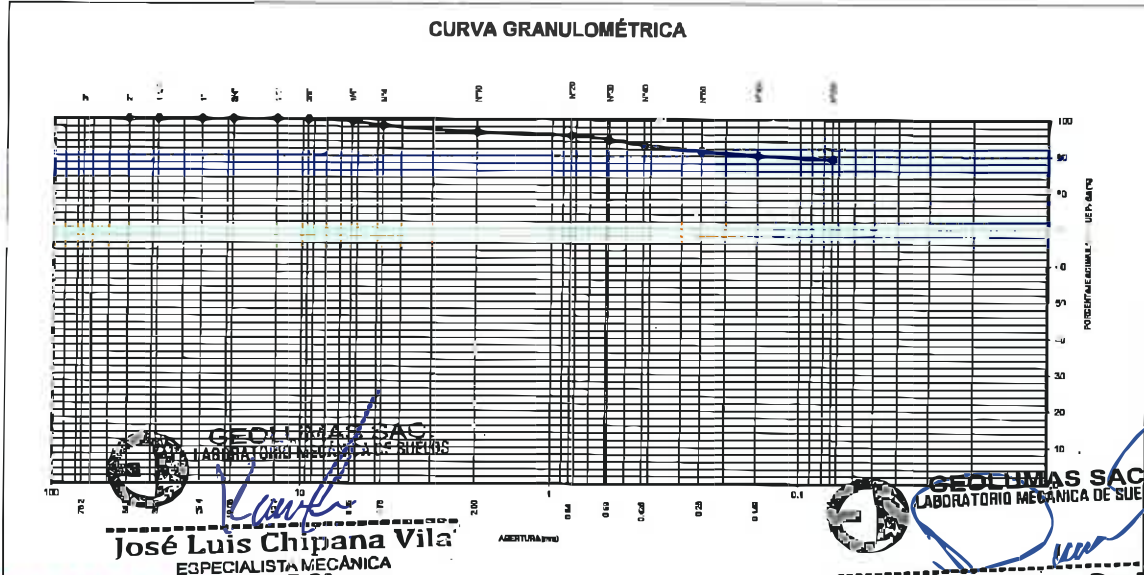
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Acumulado)	
		(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	-	100.0
3/4"	19.050	-	100.0
1/2"	12.700	-	100.0
3/8"	9.525	0.1	99.9
1/4"	6.350	0.5	99.4
Nº4	4.760	1.2	98.2
Nº10	2.000	1.8	96.4
Nº20	0.840	0.8	95.6
Nº30	0.590	1.1	94.6
Nº40	0.426	1.6	93.0
Nº60	0.250	1.7	91.3
Nº100	0.149	1.2	90.1
Nº200	0.074	1.0	89.1
- Nº200		89.1	

% grava	: 1.8
% arena	: 9.1
% finos	: 89.1

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 21.13
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 12.93
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 8.20

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CL-ML
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-4(2)
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 10.7%





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

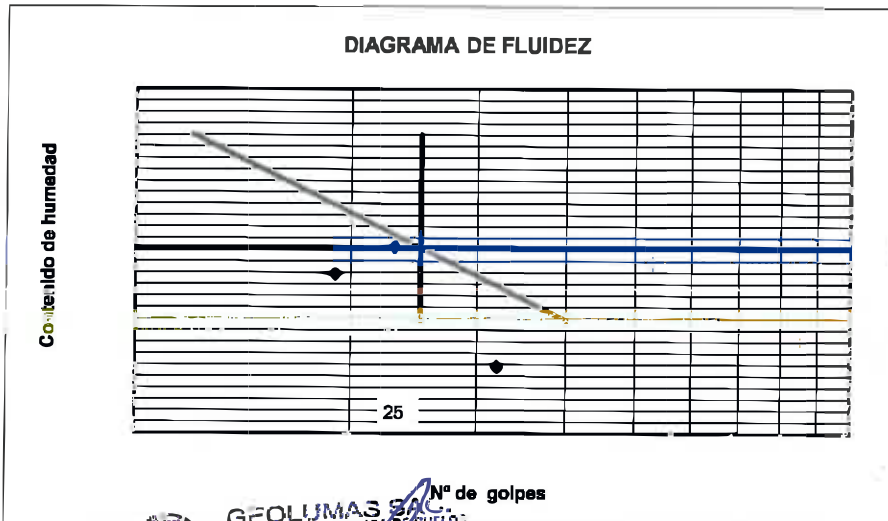
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+150 TERRENO
 NATURAL +3 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Muestra : M-3
 Prof. (m) : 1,50 mts
 PROG : M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	18	18	19	30	21	22
N° de golpes			32	25	23	19
Tara + suelo húmedo (gr)	30.0	30.0	15.5	17.3	15.8	15.7
Tara + suelo seco (gr)	28.5	28.5	14.7	14.7	14.4	14.4
Peso del agua (gr)	1.5	1.5	0.8	2.6	1.4	1.3
Peso de tara (gr)	16.9	16.9	7.3	7.3	7.3	7.5
Peso suelo seco (gr)	11.6	11.8	7.4	7.4	6.6	6.9
Contenido de humedad (%)	12.93	12.93	10.81	35.14	21.21	18.64

L Líquido 21.13
 L Plástico 12.93
 I Plástico 8.20



NOTA

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO - CIP 145418
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

: 1,50 mts

MUESTRA:

M-3

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

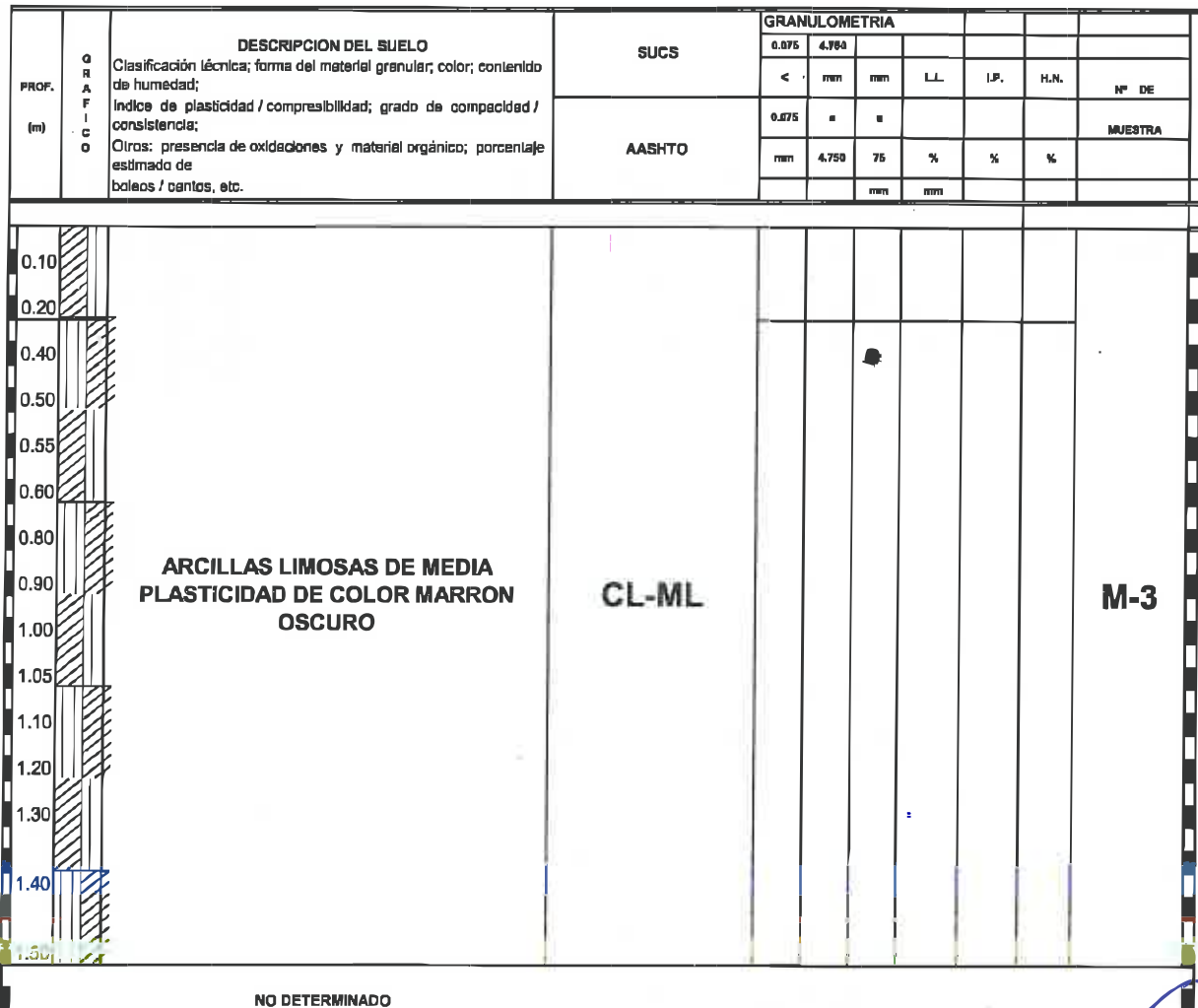
: N.P

CALICATA:

C-2, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



OBSERVACIONES



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata : M-4

PROG : M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1,50 mts

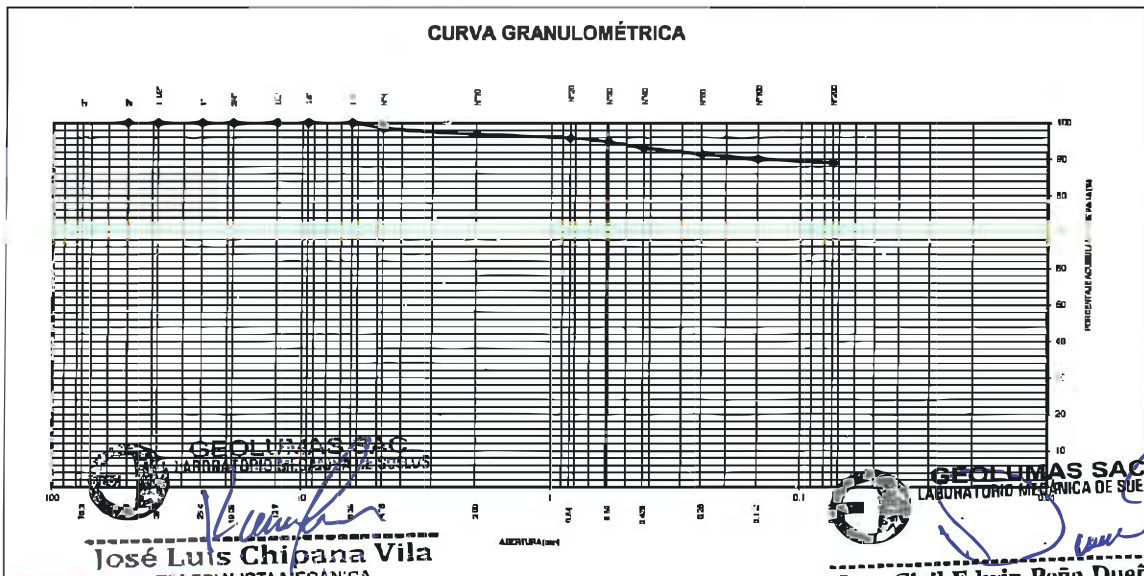
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Acumulado)	
		(%) Parcial Retenido	(%) Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	-	100.0
3/4"	19.050	-	100.0
1/2"	12.700	-	100.0
3/8"	9.525	-	100.0
1/4"	6.350	-	100.0
Nº4	4.760	1.4	98.6
Nº10	2.000	1.8	96.8
Nº20	0.840	0.9	95.9
Nº30	0.590	1.2	94.7
Nº40	0.426	1.6	93.2
Nº60	0.250	1.8	91.4
Nº100	0.149	1.2	90.1
Nº200	0.074	1.1	89.0
- Nº200		89.0	

% grava	: 1.4
% arena	: 9.6
% finos	: 89.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 17.21
LIMITE PLASTICO (%)	: 9.47
INDICE PLASTICO (%)	: 7.74

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(2)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **9.4%**





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

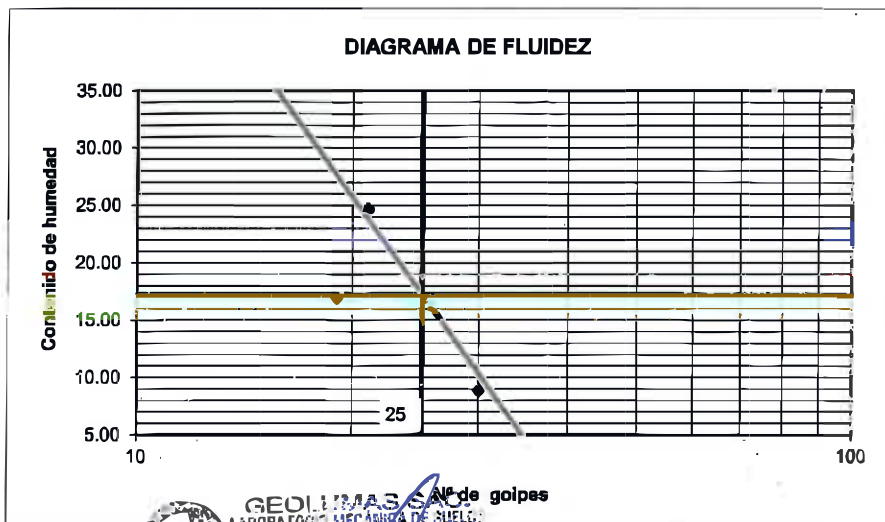
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+150, TERRENO
 NATURAL +5 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Muestra : M-4
 Prof. (m) : 1,50 mts
 PROG : M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	1	2	3	4	5	6
N° de golpes			30	21	20	19
Tara + suelo humedo (gr)	30.0	30.0	15.6	16.4	15.9	15.5
Tara + suelo seco (gr)	28.4	28.4	14.9	14.6	13.5	14.3
Peso del agua (gr)	1.6	1.6	0.7	1.8	2.4	1.2
Peso de tara (gr)	11.5	11.5	7.0	7.3	7.0	7.2
Peso suelo seco (gr)	16.9	16.9	7.9	7.3	6.5	7.1
Contenido de humedad(%)	9.47	9.47	8.66	24.66	36.92	16.90

L Líquido 17.21
 L Plástico 9.47
 I Plástico 7.74



NOTA

GEOLUMAS SAC
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECANICA
 DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1,50 mts

MUESTRA:

M-4

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

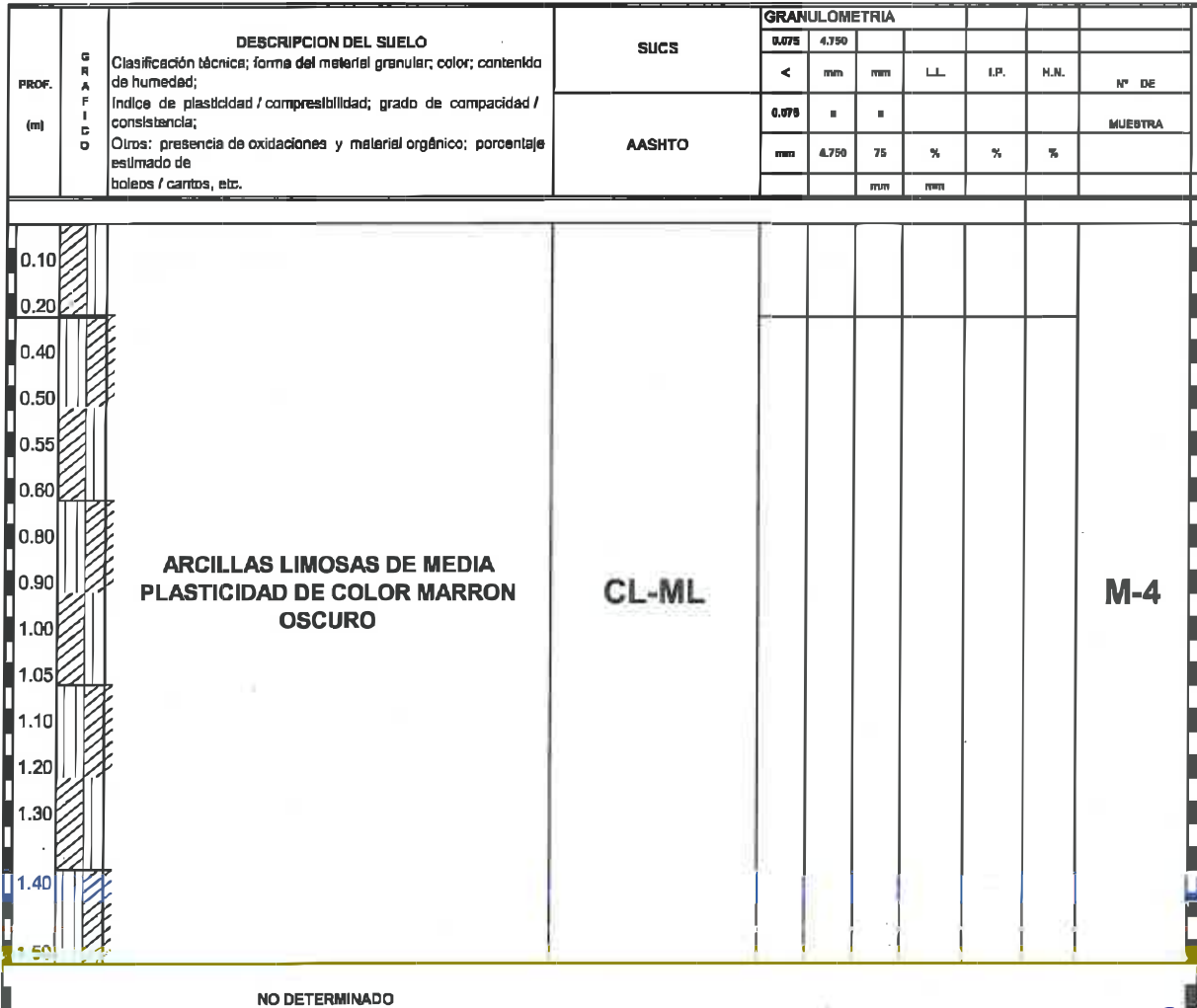
N.P

CALICATA :

C-2, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+150, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
PAVIMENTACION**

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES
DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO
PAVIMENTADAS”**

ANALISIS GRANULOMETRICO

LIMITES DE CONSISTENCIA

PERFIL ESTATRIGRAFICO

**C-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
339+200**

**(TERRENO NATURAL + 2%, 3% y 5% DE
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO)**

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL

Muestra : M-1

PROG : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL

Prof. (m) : 1,50 mts

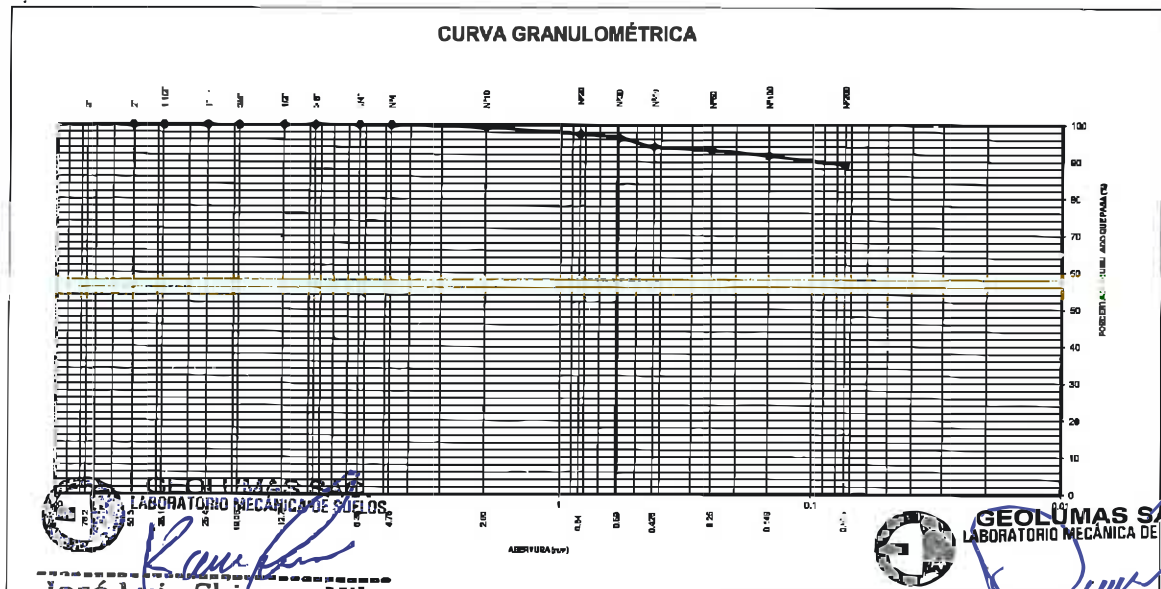
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	-	-	100.0
1/4"	6.350	-	-	100.0
Nº4	4.760	-	-	100.0
Nº10	2.000	0.7	0.7	99.3
Nº20	0.840	1.7	2.4	97.6
Nº30	0.590	1.1	3.5	96.5
Nº40	0.426	2.4	5.9	94.1
Nº60	0.250	1.0	6.9	93.1
Nº100	0.149	1.5	8.4	91.6
Nº200	0.074	2.5	10.8	89.2
- Nº200		89.2		

% grava	: 0.0
% arena	: 10.8
% finos	: 89.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 23.70
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 17.29
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 6.41

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CL-ML
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-4(4)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 9.8%



Jose Luis Chipana Vila
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

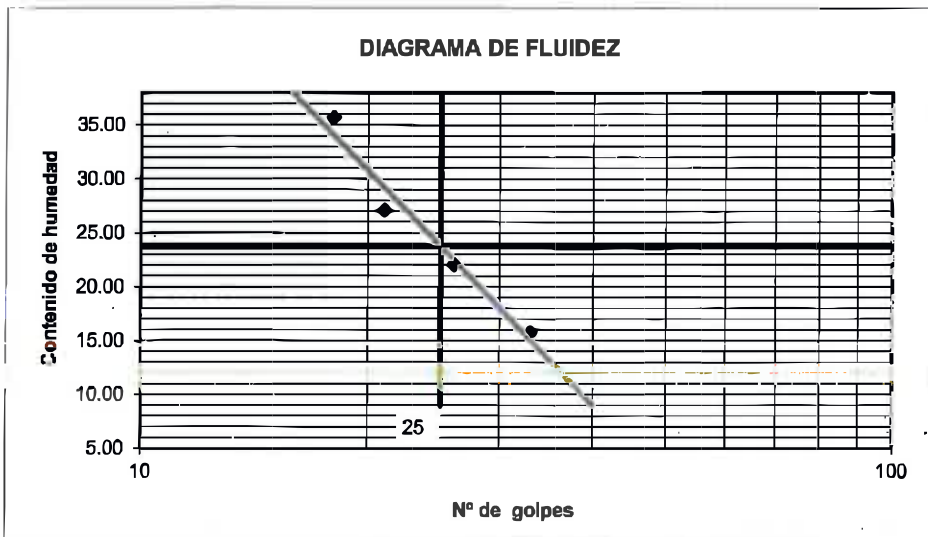
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+200, TERRENO
 NATURAL
 Muestra : M-1
 PROG : 1,50 mts
 Prof. (m) : M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM
 339+200, TERRENO NATURAL


LIMITES DE CONSISTENCIA


Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	1	2	3	4	5	6
N° de golpes			33	26	21	18
Tara + suelo húmedo (gr)	26.3	26.3	26.6	23.0	20.0	19.4
Tara + suelo seco (gr)	24.0	24.0	24.2	20.2	17.4	16.4
Peso del agua (gr)	2.3	2.3	2.7	2.8	2.6	3.0
Peso de tara (gr)	10.7	10.7	7.1	7.5	7.2	5.0
Peso suelo seco (gr)	13.3	13.3	17.1	12.7	9.6	8.4
Contenido de humedad(%)	17.29	17.29	15.79	22.08	27.08	35.71

L Líquido 23.70
 L Plástico 17.29
 I Plástico 6.41



NOTA


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Jose Luis Chipana Vila
Jose Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145410
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1,50 mls

MUESTRA:

M-1

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

N.P

CALICATA :

C-3, M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL

PROGRESIVA:

M-1 TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje asimilado de boleros / canchas, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						
				0.075	4.750					
				<	mm	mm	LL	LP	H.M.	Nº DE
			AASHTO	0.075	4.750	75	%	%	%	MUESTRA
0.10										
0.20										
0.40										
0.50										
0.55										
0.60										
0.80										
0.90										
1.00										
1.05										
1.10										
1.20										
1.30										
1.40										
1.50										


ARCILLAS LIMOSAS DE MEDIA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO

CL-ML

M-1

NO DETERMINADO

OBSERVACIONES


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
V. Campbell
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

UBICACIÓN :

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata :

Muestra : M-2

PROG : M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1,50 mts

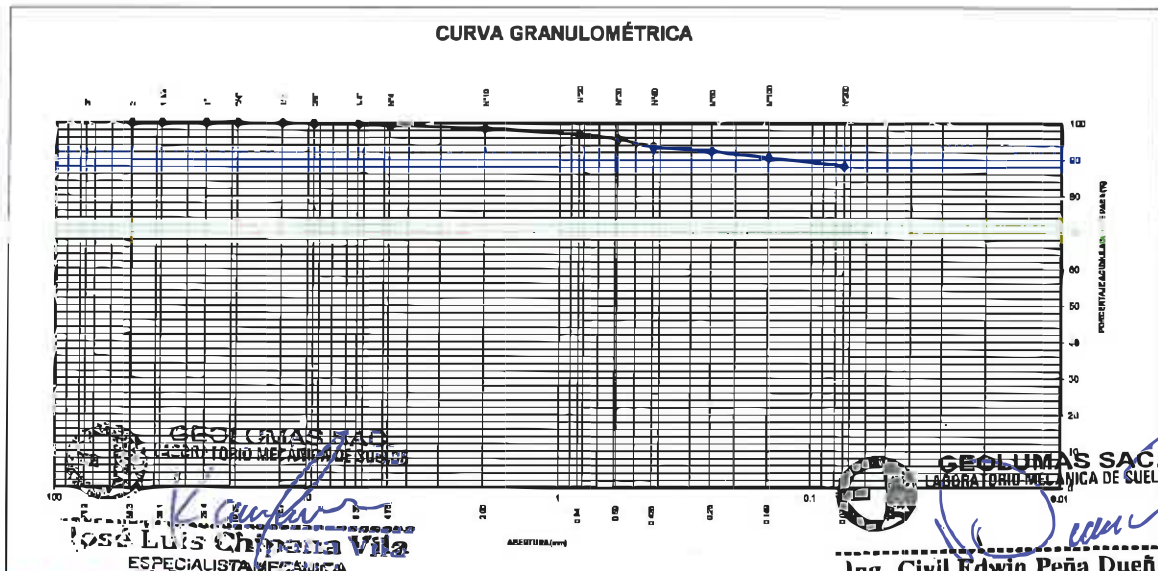
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(% Parcial Retenido)	(% Acumulado)	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	0.1	0.1	99.9
1/4"	6.350	0.2	0.3	99.7
Nº4	4.760	0.3	0.7	99.3
Nº10	2.000	0.9	1.5	98.5
Nº20	0.840	1.5	3.0	97.0
Nº30	0.590	1.3	4.3	95.7
Nº40	0.426	2.1	6.5	93.5
Nº60	0.250	1.2	7.7	92.3
Nº100	0.149	1.9	9.5	90.5
Nº200	0.074	2.1	11.6	88.4
- Nº200			88.4	

% grava	: 0.7
% arena	: 10.9
% finos	: 88.4

LIMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LÍQUIDO (%)	: 26.42
LIMITE PLÁSTICO (%)	: 18.60
INDICE PLÁSTICO (%)	: 7.81

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
 Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(4)**
 Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **10.6%**





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2010

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO
PAMPAS KM 339+200, TERRENO
NATURAL +2 % CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO

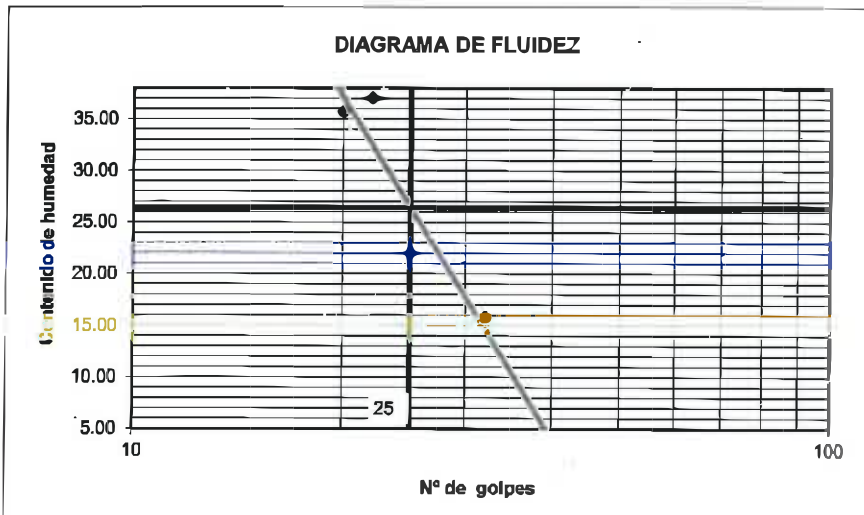
Muestra : M-2
PROG : 1,50 mts

Prof. (m) : M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 %
CLORURO DE MAGNESIO
HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba Nº	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tera Nº	11	15	16	16	19	20
Nº de golpes			32	25	22	20
Tara + suelo humedo (gr)	26.3	26.3	26.9	23.1	20.0	19.4
Tara + suelo seco (gr)	23.9	23.9	24.2	20.2	16.7	16.4
Peso del agua (gr)	2.4	2.4	2.7	2.8	3.3	3.0
Peso de tara (gr)	11.0	11.0	7.1	7.5	7.8	8.0
Peso suelo seco (gr)	12.9	12.9	17.1	12.7	8.9	8.4
Contenido de humedad (%)	18.60	18.60	15.78	22.05	37.08	35.71

L Líquido 26.42
L Plástico 18.60
I Plástico 7.81



NOTA



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

JR 28 DE OCTUBRE Nº 429 EL TAMBÓ HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ABESOR TECNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

CEL 988111156, RPM #968111156
CEL 971337776, RPM #971337778



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1,50 mts

MUESTRA:

M-2

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

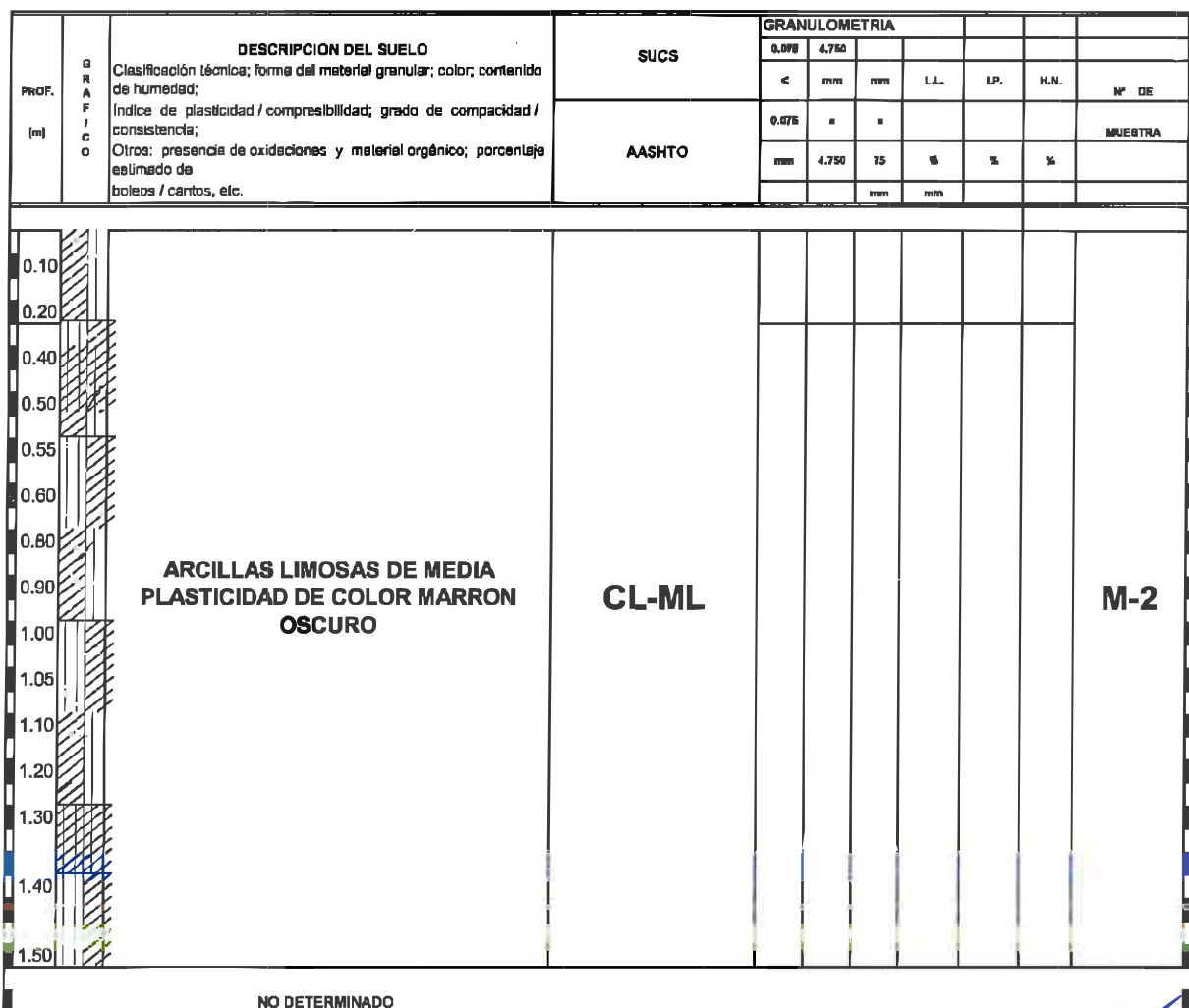
N.P

CALICATA :

C-3, M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-2, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +2 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

Calicata : **TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO**

Muestra : **M-3**

PROG : **M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO**

Prof. (m) : **1,50 mts**

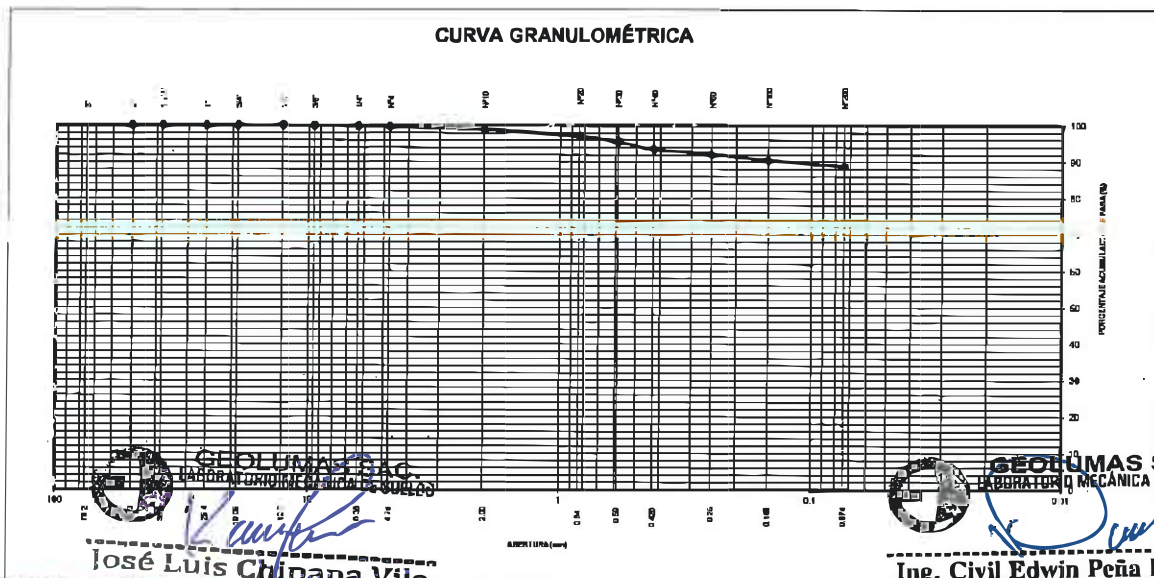
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Rete	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	0.1	0.1	99.9
1/4"	6.350	0.1	0.1	99.9
Nº4	4.760	0.2	0.3	99.7
Nº10	2.000	0.8	1.1	98.9
Nº20	0.840	1.9	3.0	97.0
Nº30	0.590	1.5	4.5	95.5
Nº40	0.426	2.1	6.6	93.4
Nº60	0.250	1.3	7.9	92.1
Nº100	0.149	1.7	9.6	90.4
Nº200	0.074	1.6	11.3	88.7
- Nº200			88.7	

% grava	: 0.3
% arena	: 10.9
% finos	: 88.7

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%)	: 27.61
LIMITE PLASTICO (%)	: 18.25
INDICE PLASTICO (%)	: 9.36

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : **CL-ML**
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : **A-4(4)**
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : **11.4%**



José Luis Chipana Vila
Especialista en Mecánica de Suelos

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Asesor Técnico - CIR 145415
Especialista en Mecánica de Suelos, Concreto, Geotecnia y Geología



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

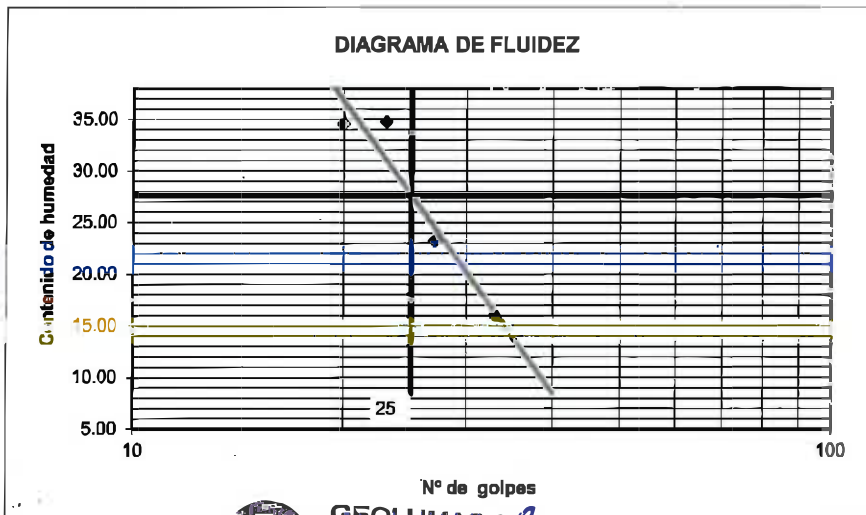
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+200-TERRENO
 NATURAL +3 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Muestra : M-3
 PROG : 1,50 mts
 M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO
 Prof. (m) :

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	17	21	25	26	27	28
N° de golpes			33	27	23	20
Tara + suelo humedo (gr)	281	261	268	230	201	195
Tara + suelo seco (gr)	238	238	241	201	169	166
Peso del agua (gr)	23	23	27	29	32	29
Peso de tara (gr)	112	112	72	76	77	82
Peso suelo seco (gr)	126	126	169	125	92	84
Contenido de humedad(%)	18.25	18.25	15.99	23.20	34.78	34.52

L Líquido 27.61
 L Plástico 18.25
 I Plástico 9.36



NOTA

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
 Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

"INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

FECHA DE EXCAVACIÓN

SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROFUNDIDAD TOTAL (m)

1,50 mts

MUESTRA:

M-3

PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

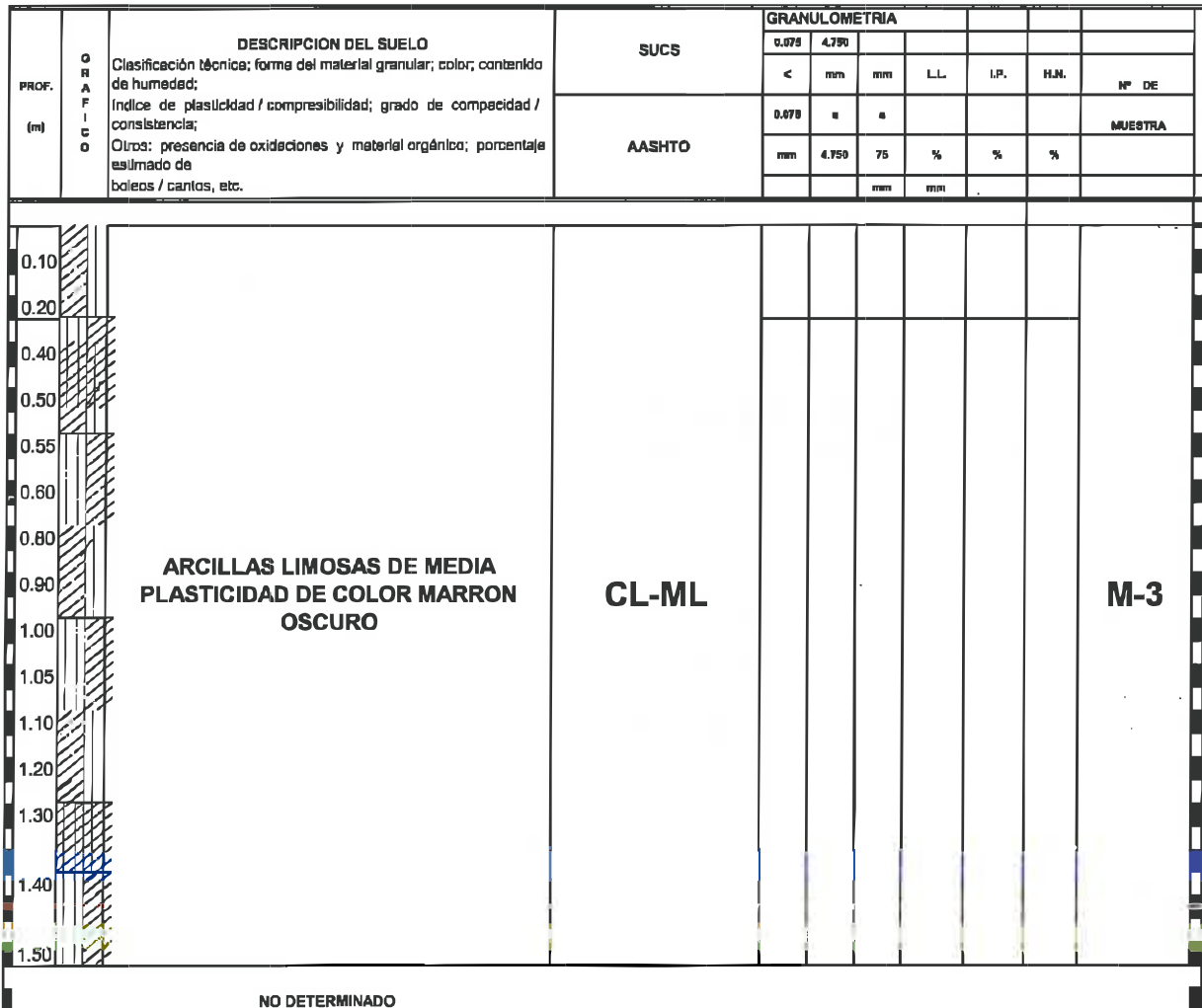
N.P

CALICATA :

C-3, M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-3, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200 TERRENO NATURAL +3 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
José Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"

UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2010

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Calicata :

Muestra : M-4

PROG : M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

Prof. (m) : 1,50 mts

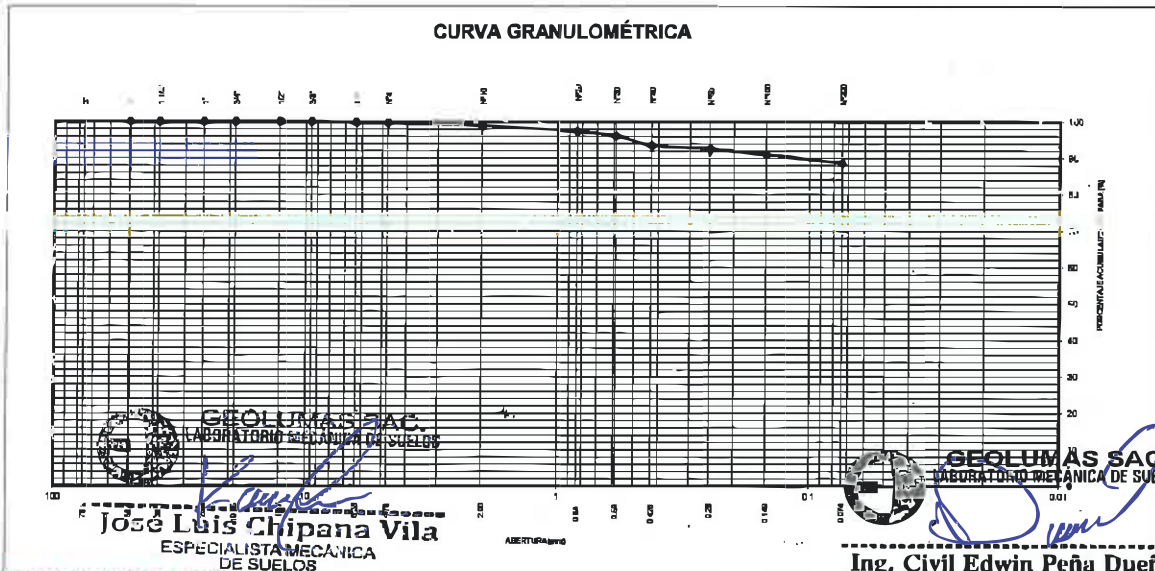
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Acumulado	
		(%) Parcial Retenido	Rete Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	100.0
1"	25.400	-	100.0
3/4"	19.050	-	100.0
1/2"	12.700	-	100.0
3/8"	9.525	-	100.0
1/4"	6.350	0.2	99.8
Nº4	4.760	0.1	99.7
Nº10	2.000	0.8	98.9
Nº20	0.840	1.6	97.3
Nº30	0.590	1.2	96.1
Nº40	0.426	2.5	93.6
Nº60	0.250	1.0	92.6
Nº100	0.149	1.6	91.0
Nº200	0.074	2.4	88.6
- Nº200		88.6	

% grava	: 0.3
% arena	: 11.1
% finos	: 88.6

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	: 23.69
LÍMITE PLÁSTICO (%)	: 16.92
ÍNDICE PLÁSTICO (%)	: 6.77

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CL-ML
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-4(4)
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 9.7%





SOLICITANTE : BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO
 PROYECTO : "INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA
 SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"
 UBICACIÓN : TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200
 FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018

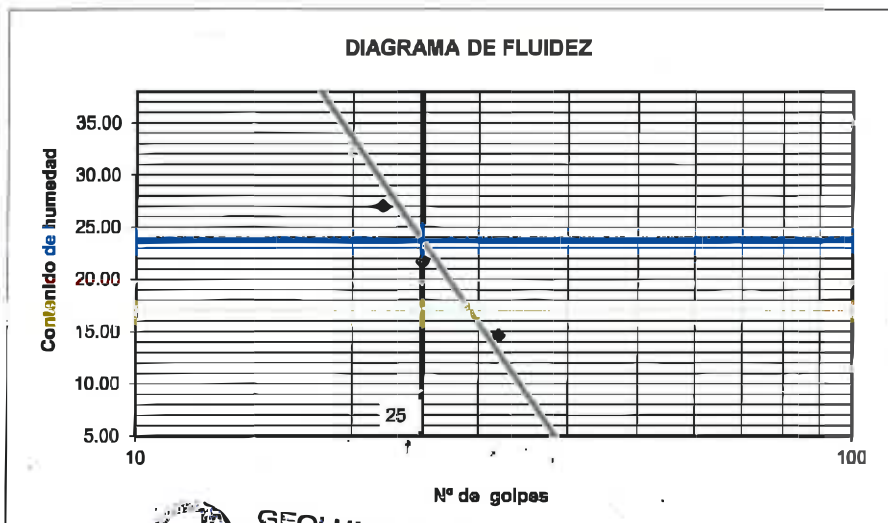
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO
 PAMPAS KM 339+200, TERRENO
 NATURAL +5 % CLORURO DE
 MAGNESIO HEXAHIDRATADO
 Muestra : M-4
 PROG : 1,50 mts
 Prof. (m) : M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS
 KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 %
 CLORURO DE MAGNESIO
 HEXAHIDRATADO

LIMITES DE CONSISTENCIA

Prueba N°	LIMITE PLASTICO		LIMITE LIQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	3	7	5	10	12	11
N° de golpes			32	25	22	19
Tara + suelo humedo (gr)	26.2	26.2	26.8	23.1	20.1	19.5
Tara + suelo seco (gr)	24.0	24.0	24.3	20.3	17.5	16.3
Peso del agua (gr)	2.2	2.2	2.5	2.8	2.6	3.2
Peso de tara (gr)	11.0	11.0	7.2	7.4	7.9	7.9
Peso suelo seco (gr)	13.0	13.0	17.1	12.9	9.6	8.4
Contenido de humedad(%)	16.92	16.92	14.62	21.71	27.08	38.10

L Líquido 23.69
 L Plástico 16.92
 I Plástico 6.77



NOTA

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 José Luis Chipana Villa
 ESPECIALISTA MECANICA DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TECNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



PERFIL ESTRATIGRAFICO

“INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”

PROYECTO:

TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200

UBICACIÓN:

FECHA : 30 DE OCTUBRE DEL 2018
SOLICITANTE: BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

FECHA DE EXCAVACIÓN
PROFUNDIDAD TOTAL (m)
PROF. NIVEL FREÁTICO (m)

1,50 mts
N.P

MUESTRA:

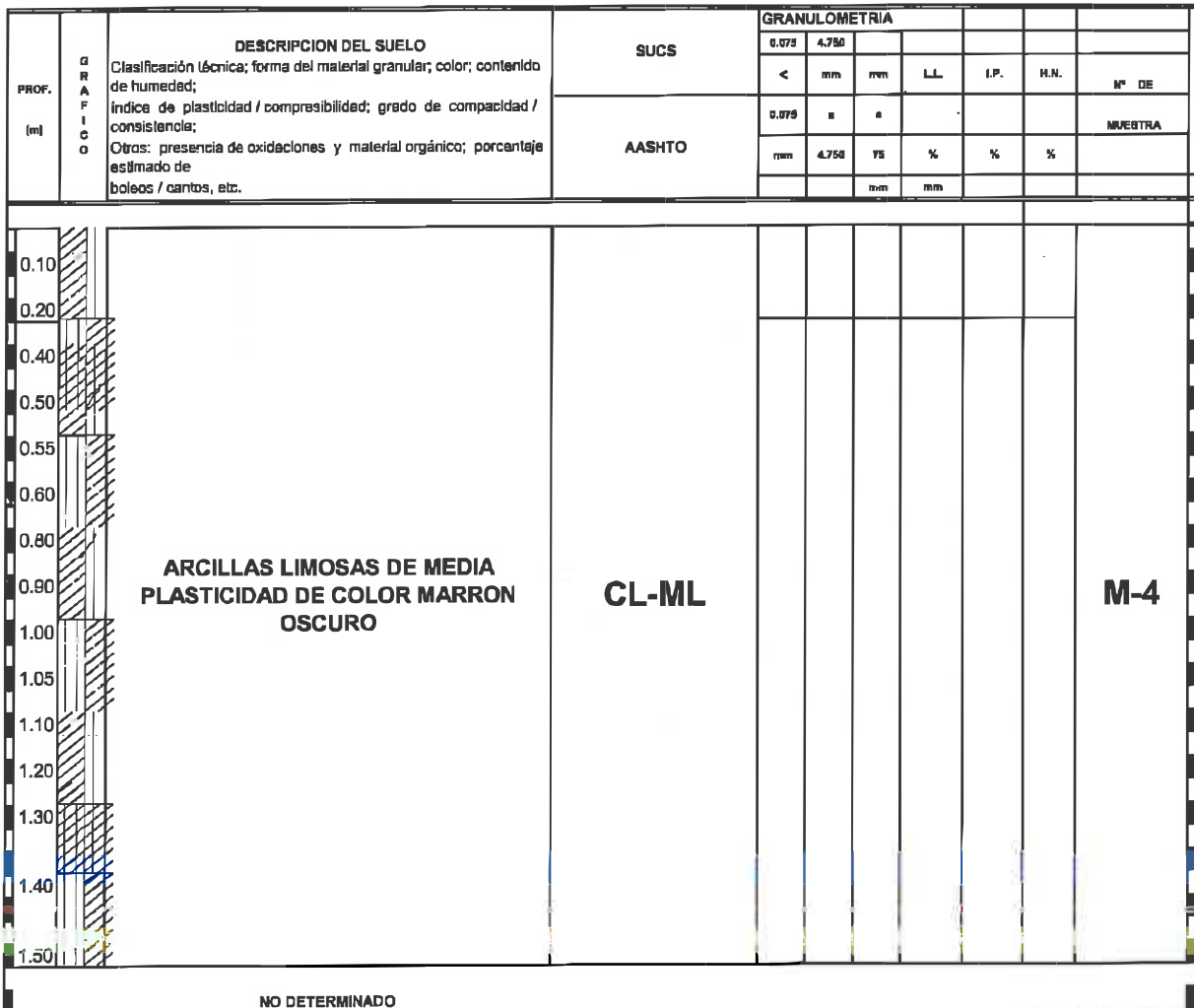
M-4

CALICATA :

C-3, M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO

PROGRESIVA:

M-4, TRAMO PAZOS DESVIO PAMPAS KM 339+200, TERRENO NATURAL +5 % CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO



NO DETERMINADO

OBSERVACIONES

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA DE SUELOS

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO:

**“INFLUENCIA DEL CLORURO DE
MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN
CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”**

ALBUM FOTOGRAFICO

SOLICITANTE:

BACH. COSICHE AGUILA GRIMALDO

30 DE OCTUBRE DEL 2018



FOTO 01.- ENSAYO DE CBR, INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – SEPARANDO LA MUESTRA EN BANDEJAS PARA LA MEZCLA DEL CLORURO DE MAGNESIO.



FOTO 02.- ENSAYO DE CBR, INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – SEPARANDO LA MUESTRA EN BANDEJAS PARA LA MEZCLA DEL CLORURO DE MAGNESIO.



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Jose Luis Chipana Vila
José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO - CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



FOTO 03.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – PESANDO EL CLORURO DE MAGNESIO.



FOTO 04.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – AÑADIENDO EL CLORURO DE MAGNESIO EN LA MUESTRA SEPARADA.



FOTO 05.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – AÑADIENDO EL CLORURO DE MAGNESIO EN LA MUESTRA SEPARADA.



FOTO 06.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – AÑADIENDO EL CLORURO DE MAGNESIO EN LA MUESTRA SEPARADA.



GEOLIMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Jose Luis Chirpa Vila
José Luis Chirpa Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLIMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS.
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA





FOTO 07.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – AÑADIENDO EL CLORURO DE MAGNESIO EN LA MUESTRA SEPARADA.



FOTO 08.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – MEZCLANDO EL CLORURO DE MAGNESIO CON LA MUESTRA.


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS




Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO. CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



FOTO 09.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – MEZCLANDO EL CLORURO DE MAGNESIO CON LA MUESTRA.



FOTO 10.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – BASEANDO LA MUESTRA MEZCLADA EN EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.


GEOUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS


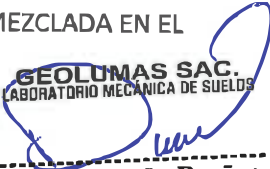

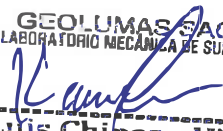

GEOUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA





FOTO 11.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – BASEANDO LA MUESTRA MEZCLADA EN EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.



FOTO 12.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR (GOLPES CON EL MARTILLO)

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145415
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS.
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA




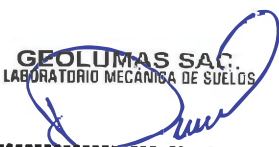
FOTO 13.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR (GOLPES CON EL MARTILLO)



FOTO 14.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR (GOLPES CON EL MARTILLO)

**GEOLLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


José Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS

**GEOLLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS




Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 14541R
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



FOTO 15.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – BASEANDO LA MUESTRA MEZCLADA EN EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.



FOTO 16.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – BASEANDO LA MUESTRA MEZCLADA EN EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.


GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chibana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS


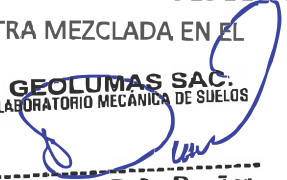

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 14541B
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



FOTO 17.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR (GOLPES CON EL MARTILLO)



FOTO 18.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – REALIZANDO EL ENSAYO DE CBR (GOLPES CON EL MARTILLO)



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Tosé Luis Chipana Vila
Tosé Luis Chipana Vila
ESPECIALISTA MECÁNICA
DE SUELOS



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA



FOTO 19.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – BASEANDO LA MUESTRA MEZCLADA EN EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.



FOTO 20.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – SACANDO LA MUESTRA SOBRANTE AL NIVEL DEL MOLDE.


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

José Luis Chipana Vila
 ESPECIALISTA MECÁNICA
 DE SUELOS


GEOLUMAS SAC.
 LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
 ASESOR TÉCNICO - CIP 145416
 ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
 CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA


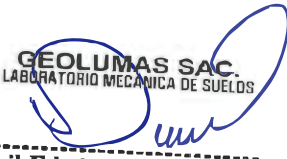


FOTO 21.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – SACANDO LA MUESTRA SOBRANTE AL NIVEL DEL MOLDE.



FOTO 22.- INFLUENCIA DEL CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS – NIVELANDO EL MOLDE.

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Luis Chipana Vila
INGENIERO MECÁNICO
DE SUELOS

**GEOLUMAS SAC.**
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TÉCNICO CIP 145418
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

**ANEXO N° 03: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE
INSTRUMENTOS**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-415-2016

Página 1 de 5

Solicitante : GEOLUMAS S.A.C.
Dirección : P.J. NUÑEZ NRO. 152 - HUANCAYO
Equipo de Medición : HORNO ELECTRICO
Marca : METROTEST
Modelo : MS-H1
Procedencia : PERÚ
Código de Identificación : NO INDICA
Número de Serie : 754
Temperatura de trabajo : 300 °C ± 10 °C
Ventilación : Natural
Lugar de Calibración : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

Instrumento de Medición :

Nombre	Marca	Modelo	Código de identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de indicación
Termometro controlador	THOLZ	MRS	NO INDICA	600°C	0,1°C	Digital

Fecha de Calibración : 2016-10-13

Fecha de Emisión : 2016-10-13

Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPI/SNM PC-005 1º Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.




Luigi Asenjo G.
Jefe de Metrología



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-415-2016

Página 2 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROTEST E.I.R.L.	Termometro de indicación Digital con 10 sensores	CTM-345-2016
Patrones de referencia de DM-INACAL	Termometro de indicación digital con incertidumbre del orden 0,017 °C	LT-480-2016

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,6	21,8
Humedad (%)	53	52

Resultados de la calibración:

CALIBRACIÓN PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T Ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	108,8	107,7	108,2	105,2	105,9	108,4	109,0	108,4	108,0	110,0	108,0	4,8
02	110	108,9	107,7	108,1	105,2	105,9	108,3	109,0	108,3	108,0	110,0	107,9	4,8
04	110	109,0	107,7	108,0	105,2	105,9	108,2	109,2	108,2	108,2	110,1	108,0	4,9
06	110	108,9	107,7	108,1	105,1	106,0	108,1	109,2	108,2	108,3	110,2	108,0	5,1
08	110	108,8	107,6	107,9	105,1	106,0	108,0	109,3	108,2	108,4	110,3	108,0	5,2
10	110	108,9	107,6	107,9	105,1	106,0	107,9	109,5	108,4	108,5	110,4	108,0	5,3
12	110	108,9	107,6	107,9	105,1	106,0	108,4	109,5	108,4	108,4	110,5	108,1	5,4
14	110	109,1	107,7	108,1	105,0	106,0	108,5	109,5	108,4	108,3	110,4	108,1	5,5
16	110	109,1	107,7	108,1	105,0	106,0	108,5	109,5	108,4	108,3	110,4	108,1	5,5
18	110	109,2	107,6	108,3	105,1	105,9	108,4	109,4	108,2	108,3	110,3	108,1	5,2
20	110	109,4	107,6	108,4	105,1	105,9	108,2	108,9	108,2	108,3	110,5	108,1	5,4
22	110	109,4	107,5	108,3	105,2	105,9	108,1	109,0	108,2	108,2	110,4	108,0	5,2
24	110	109,4	107,5	108,2	105,1	105,7	108,3	109,1	108,3	108,1	110,3	108,0	5,2
26	110	109,4	107,5	108,2	105,1	105,7	108,4	109,0	108,2	108,2	110,2	108,0	5,1
28	110	109,3	107,5	108,2	105,0	105,7	108,5	108,9	108,0	108,0	110,1	107,9	5,1
30	110	109,1	107,5	108,4	105,0	105,7	108,4	109,0	107,9	108,0	110,0	107,9	5,0
32	110	109,1	107,5	108,4	105,0	105,7	108,3	109,0	108,0	108,0	110,0	107,9	5,0
34	110	109,1	107,5	108,4	105,0	105,7	108,2	109,2	108,0	108,2	110,1	107,9	5,1
36	110	109,0	107,5	108,4	105,1	105,7	108,1	109,2	108,2	108,3	110,2	108,0	5,1
38	110	109,0	107,6	108,2	105,0	105,7	108,0	109,3	108,1	108,4	110,3	108,0	5,3
40	110	109,1	107,6	108,2	104,8	105,8	107,9	109,5	108,0	108,5	110,4	108,0	5,6
42	110	109,1	107,6	108,2	104,8	105,8	108,4	109,5	108,0	108,4	110,5	108,0	5,7
44	110	109,1	107,6	108,3	104,6	105,8	108,5	109,5	108,0	108,3	110,5	108,0	5,9
46	110	109,2	107,7	108,2	104,6	105,8	108,4	109,5	108,0	108,3	110,4	108,0	5,8
48	110	109,2	107,7	108,0	104,6	105,8	108,4	109,4	108,0	108,3	110,3	108,0	5,7
50	110	109,3	107,7	107,9	104,6	105,9	108,4	109,4	107,7	108,3	110,2	107,9	5,6
52	110	109,3	107,7	108,0	104,6	105,9	108,4	109,2	107,6	108,3	110,1	107,9	5,5
54	110	109,3	107,8	108,0	104,8	105,9	108,3	109,3	107,6	108,4	110,1	108,0	5,3
56	110	109,4	107,8	108,2	104,8	105,9	108,2	109,4	107,6	108,3	110,2	108,0	5,4
58	110	109,4	107,8	108,1	104,8	105,9	108,3	109,3	107,6	108,3	110,3	108,0	5,5
60	110	109,4	107,8	108,1	104,8	105,9	108,4	109,3	107,6	108,2	110,3	108,0	5,5
T.PROM	110	109,1	107,6	108,2	105,0	105,8	108,3	109,3	108,1	108,3	110,3	108,0	
T.MAX	110	109,4	107,8	108,4	105,2	106,0	108,5	109,5	108,4	108,5	110,5		
T.MIN	110	108,8	107,5	107,9	104,6	105,7	107,9	108,9	107,6	108,0	110,0		
DTT	0,0	0,6	0,3	0,5	0,6	0,3	0,6	0,6	0,8	0,5	0,5		





Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-415-2016

Página 3 de 5

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	110,5	0,3
Mínima Temperatura Medida	104,6	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,3	0,3
Estabilidad	± 0,40	0,04
Uniformidad	5,9	0,3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN. Temperatura mínima

DTT. Desviación de Temperatura en el tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo " DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma: **0,5 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ máx. DTT.



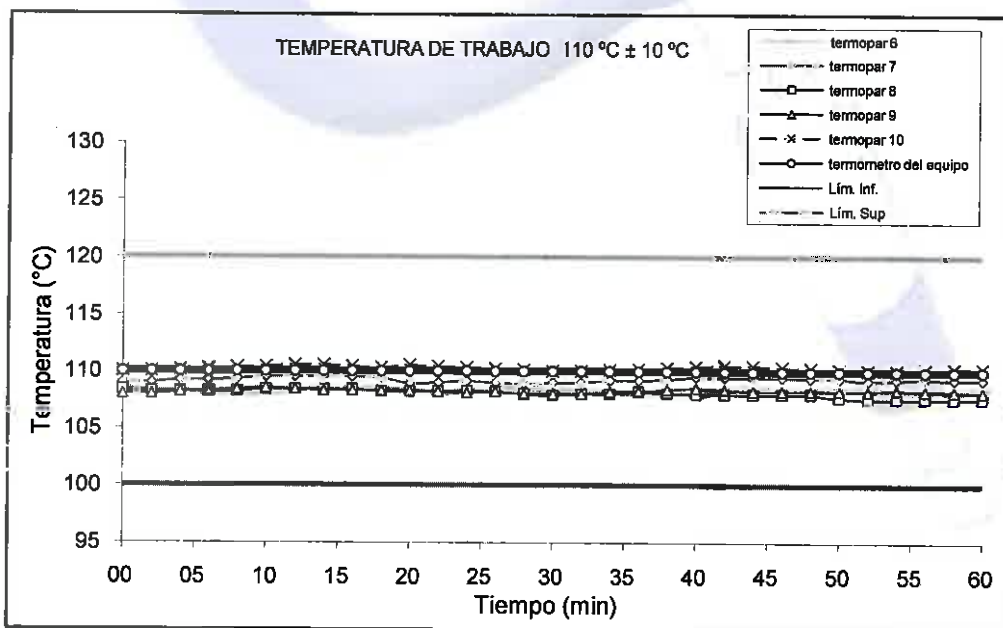
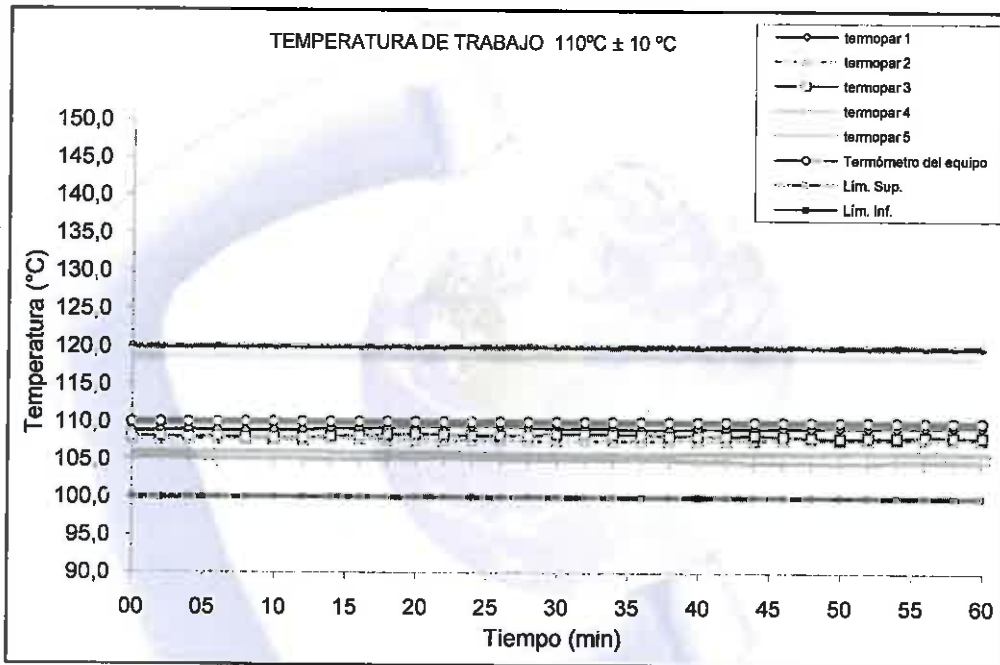


Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-415-2016

Página 4 de 5



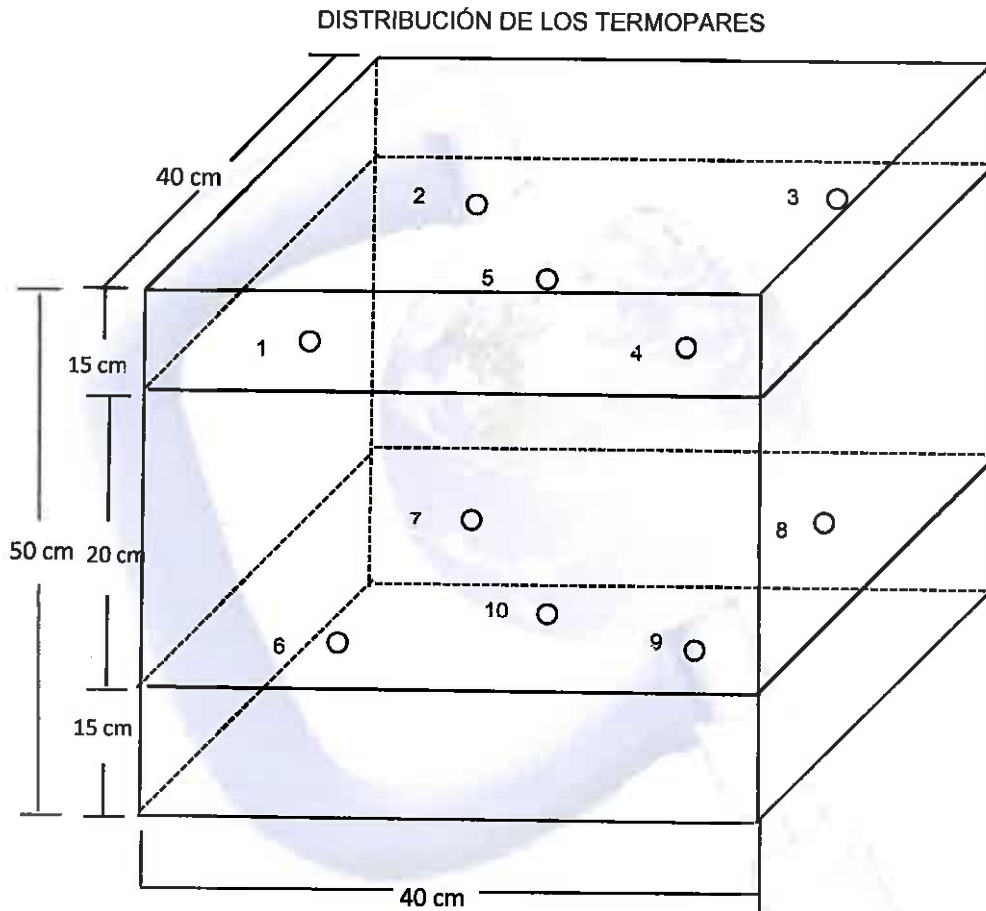


Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-415-2016

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.





CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

10BS8F593323

ISSUE DATE: 7/16/2012

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

1/2"BS8F596537

ISSUE DATE: 7/16/2012

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

3/8"BS8F633517

ISSUE DATE: 6/10/2013



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3/4"BS8F611406

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

ISSUE DATE: 11/29/2012

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

1/4"BS8F557483

ISSUE DATE: 10/6/2011

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 171-2017 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2017-09-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

1. SOLICITANTE : GEOLUMAS S.A.C

DIRECCIÓN : Jr. 28 de Octubre N° 429 El Tambo - Huancayo

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : V11P15T

NÚMERO DE SERIE : 20912383

ALCANCE DE INDICACIÓN : 15 kg

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.002 kg

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.002 kg

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : NO INDICA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2017-09-15

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

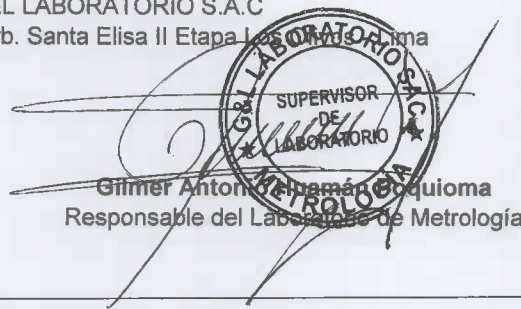
G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Metrología G&L LABORATORIO S.A.C
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos - Lima



Gilmer Antonio Huamán Quiroma
Responsable del Laboratorio de Metrología



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	22.2 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	72 %	72 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de PRECISIÓN y SG NORTEC	Pesas (exactitud F1)	LP - 569 - 2016
		LP - 568 - 2016
		SGP - 099 - 2016

7. OBSERVACIONES

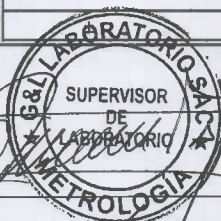
Para 15 g. la balanza indicó 15.006 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 7.500 kg			Carga L2= 15.000 kg		
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
2	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
3	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
4	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
5	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
6	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
7	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
8	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
9	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
10	7.500	0.0020	-0.0010	15.000	0.0012	-0.0002
Diferencia Máxima			0.0000	0.0000		
Error máximo permitido ±			0.0060 kg	0.0060 kg		





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

		Inicial	Final							
		Temp. (°C)	22.4	22.4						
Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E ₀ (kg)	Carga (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E _c (kg)	
1	0.020	0.020	0.0010	0.0000	5.000	5.000	0.0020	-0.0010	-0.0010	
2		0.020	0.0010	0.0000		5.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	
3		0.020	0.0010	0.0000		5.000	0.0012	-0.0002	-0.0002	
4		0.020	0.0010	0.0000		5.000	0.0010	0.0000	0.0000	
5		0.020	0.0010	0.0000		5.000	0.0010	0.0000	0.0000	
							Error máximo permitido : ± 0.0060 kg			

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

		Inicial	Final							
		Temp. (°C)	22.4	22.6						
Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(kg)	
	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E _c (kg)	l(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E _c (kg)		
0.020	0.020	0.0010	0.0000							0
0.040	0.040	0.0010	0.0000	0.0000	0.040	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0
0.050	0.050	0.0010	0.0000	0.0000	0.050	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0
0.100	0.100	0.0012	-0.0002	-0.0002	0.100	0.0012	-0.0002	-0.0002	-0.0002	0
1.000	1.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	1.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	-0.0004	0
4.000	4.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	4.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	-0.0004	0
6.000	6.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	6.000	0.0014	-0.0004	-0.0004	-0.0004	0
8.000	8.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	8.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	-0.0006	0
10.000	10.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	10.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	-0.0006	0
12.000	12.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	12.000	0.0016	-0.0006	-0.0006	-0.0006	0
15.000	15.000	0.0020	-0.0010	-0.0010	15.000	0.0020	-0.0010	-0.0010	-0.0010	0

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,922E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{067E-08 \text{ kg}^2 + 3,945E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



ANEXO N° 04: PANEL FOTOGRÁFICO



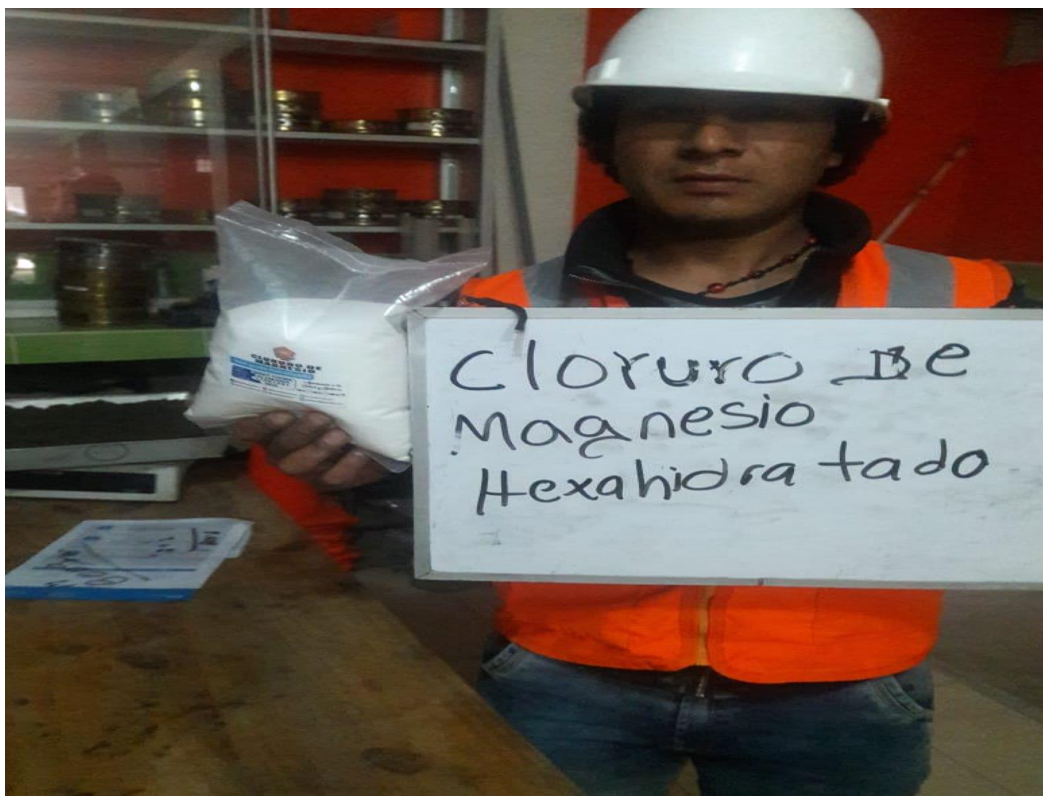
Fotografía 1. Extracción de muestras de suelo en la muestra de suelo 339+100.



Fotografía 2. Extracción de material de la progresiva 339+150, para su análisis en laboratorio.



Fotografía 3. Muestra de suelo obtenido en la progresiva 339+200.



Fotografía 4. Vista de la presentación del cloruro de magnesio hexahidratado.



Fotografía 5. Tamizaje de muestras de suelo.



Fotografía 6. Preparación de muestra para su colocación en horno.



Fotografía 7. Extracción de muestras de suelo de horno



Fotografía 8. Pesaje de muestras de suelo.



Fotografía 9. Preparación de suelo para su posterior mezcla con el cloruro de magnesio hexahidratado.



Fotografía 10. Pesaje de la cantidad de cloruro de magnesio hexahidratado.



Fotografía 11. Mezcla del cloruro de magnesio hexahidratado con las muestras al 2 %.



Fotografía 12. Mezcla del suelo en porcentaje del 3% de cloruro de magnesio hexahidratado.



Fotografía 13. Mezclado uniforme del cloruro de magnesio con el suelo.



Fotografía 14. Preparación de muestras para ensayo Proctor modificado.



Fotografía 15. Pesaje de muestras para el ensayo Proctor modificado



Fotografía 16. Ejecución del ensayo Proctor modificado.



Fotografía 17. Vista del terreno de donde se obtuvo las muestras.



Fotografía 18. Desviación a Pampas, lugar de referencia donde se realizó el estudio.

ANEXO N° 05: OTROS DOCUMENTOS

GRUPO BTO QUIMICOS
Jr. Pachacútec N°1583 -Lima 11
934735491
quimicos@grupobto.com



COTIZACION N°0178-2018

Atención: **GRIMALDO COSICHE AGUILA**

Empresa: **GRIMALDO COSICHE AGUILA**

DNI: 46821411

Dirección: **HUANCAYO**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	PU	CANT	PU/Kg
1	CLORURO DE MAGNESIO HEXAHIDRATADO	KG	950	10000	0.95
TOTAL				S/	0.95

*INC. IGV- EXPRESADO EN SOLES.

CONDICIONES:

1. Forma de pago: anticipado.

Cuenta de abono:

BBVA CONTINENTAL 0011-0960-0200054172-28 / CCI 011-960-000200054172-28

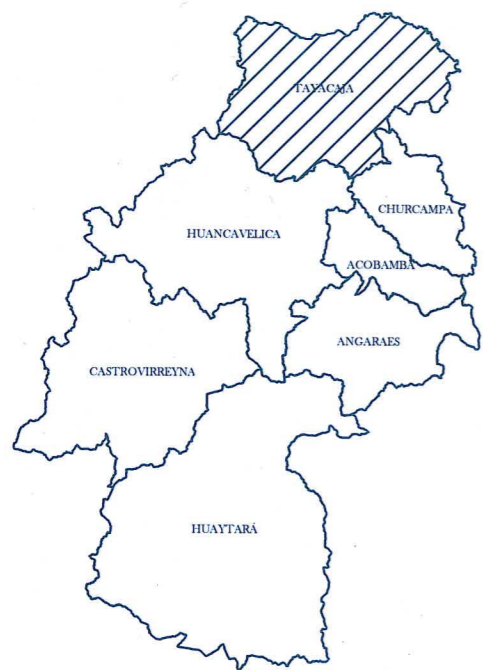
BCP 19340389559032

Lima, 8 de octubre del 2018

Atentamente.

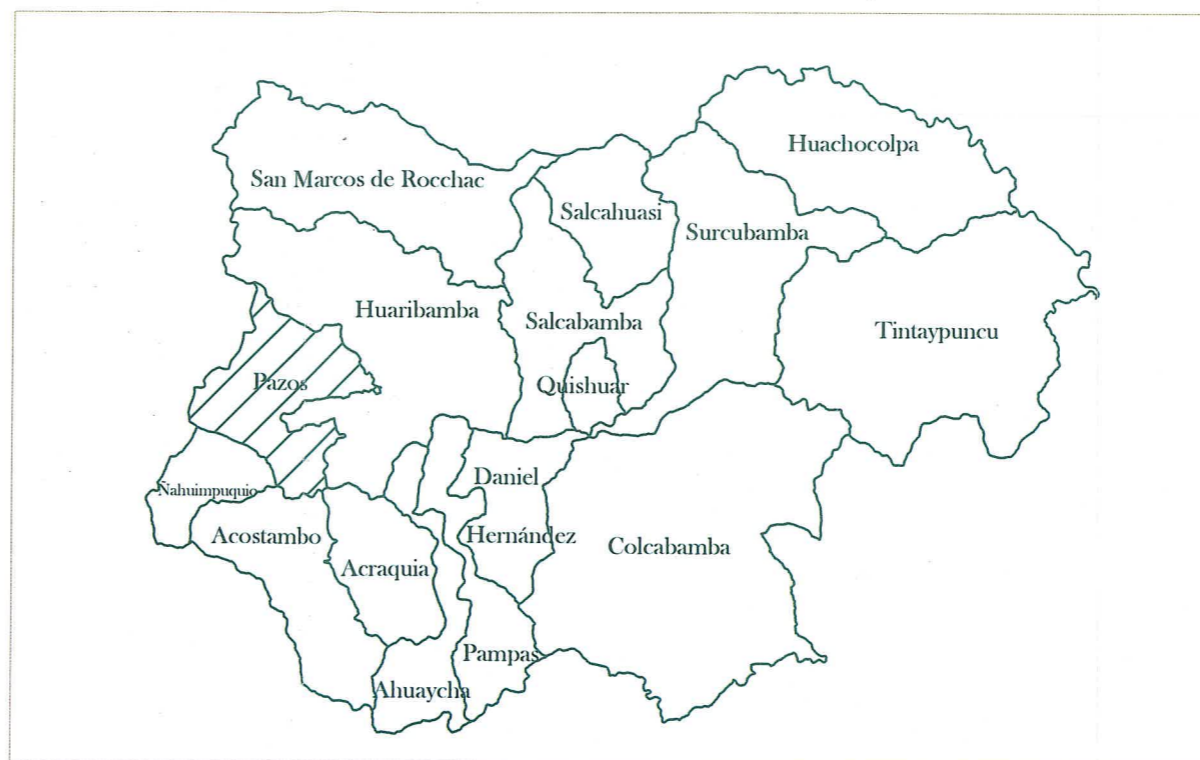
Marleny Suárez

ANEXO N° 06: PLANO DE UBICACIÓN



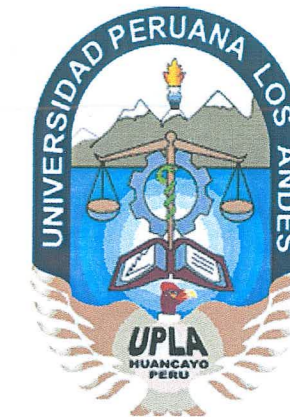
Ubicación regional

Escala : 1 / 10000000



Ubicación provincial

Escala : 1 / 1250000



Tesis:
"Influencia del cloruro de magnesio hexahidratado en las propiedades de la subrasante en carreteras no pavimentadas"

Plano:
Ubicación y localización del área de investigación

Dibujado por:
Bach. Águila Cosiche, Grimaldo

Ubicación:
Huancavelica - Tayacaja - Pazos

Escala:
Indicada

Fecha:
Julio - 2019

Lámina:
UL - 01



Muestra	Progresiva	Coordenadas	
		Este	Norte
1	339+100	495857.32	8639453.25
2	339+150	495855.04	8639408.03
3	339+200	495855.04	8639408.03

Datum: WGS84

