



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Br. Pacheco Sonapo Yerly Sofía Medaly (0000-0002-5029-6722)

ASESOR:

MG. Ing. Benites Chero Julio Cesar (0000-0002-6482-0505)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño De Infraestructura Vial

CHICLAYO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Mi tesis va dedicada:

A mis padres por brindarme su apoyo y aliento incondicional para seguir con mis objetivos, también a mis hermanos por estar alentándome en cada momento a lo largo de mi vida para continuar adelante con mis metas y realizarme como profesional.

A mis abuelitas Nélica y Gregoria que desde el cielo me bendicen y guían; también a mis amistades que de alguna manera u otra intervinieron en mi formación.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia a Dios por permitirme llegar hasta donde he llegado hasta el día de hoy, dándome vida y salud.

En segundo lugar, a mis padres por el apoyo, cariño y esfuerzo que hicieron para darme una profesión y hacerme una persona de bien.


A mis hermanos por sus consejos y ánimo para seguir avanzando y no detenerme ante las adversidades que se presentaron.

Y a mis docentes y demás personas que me orientaron en la realización de este trabajo.

Sofía Pacheco

PÁGINA DEL JURADO

1319

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 08:00 horas del día 11 de junio de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0911-2019/UCV-CH, de fecha 10 de junio del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "APLICACIÓN DEL CLORURO DEL CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS", presentada por la Bachiller: PACHECO SONAPO, YERLY SOFIA MEDALY con la finalidad de obtener el Título de Ingeniera Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
- Secretario: Mg. Torres Tafur José Benjamín
- Vocal: Mg. Marín Bardales Noé

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobar por Unanimidad

Siendo las 09:00 a.m. horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 11 de junio de 2019




Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
Presidente


Mg. Torres Tafur José Benjamín
Secretario


Mg. Marín Bardales Noé
Vocal

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

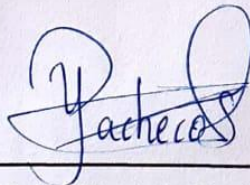
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Yerly Sofía Medaly Pacheco Sonapo con DNI N°73187066, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 25 de julio de 2018.



Yerly Sofía Medaly Pacheco Sonapo

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
PAGINA DEL JURADO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
INDICE.....	VI
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
1.2. TRABAJOS PREVIOS	14
1.2.1.- Antecedentes Internacionales.....	14
1.2.2.- Antecedentes Nacionales.....	16
1.2.3. Antecedentes locales.....	17
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	18
1.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL AFIRMADO	18
1.3.1.1. GRANULOMETRÍA	18
1.3.1.2. LÍMITES LÍQUIDO	18
1.3.1.3. LIMITES PLÁSTICO	19
1.3.1.4. ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19
1.3.1.5. CBR	19
1.3.2. MATERIAL ESTABILIZADOR	19
1.3.2.1 CLORURO DE CALCIO.....	19
1.3.3. ESTABILIZACIÓN DE LA BASE	20
1.3.3.1. DOSIFICACIÓN.....	20
1.3.3.2. CBR.....	20
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	21
1.6.- HIPÓTESIS	21
1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	21
1.7. OBJETIVO.....	21
1.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	21

1.7.2. OBJETIVO ESPECIFICOS	22
II. METODOLOGÍA	23
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	23
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....	23
2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	24
2.2.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES E INDICADORES	25
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	26
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.	26
2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	26
2.6. ASPECTOS ÉTICOS	26
III. RESULTADOS	27
3.1.-DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL AFIRMADO.....	27
3.2.-DE LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO.....	27
3.3.- DE LA EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN.....	28
IV. DISCUSIÓN.....	32
V. CONCLUSIONES.....	34
VI.RECOMENDACIONES.....	35
VII.REFERENCIAS.....	36
ANEXO 1: ESTUDIO CANTERAS.....	39
ANEXO 2: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	46
ANEXO 3: DESCRIPCIÓN DEL CLORURO DE CALCIO.....	58
ANEXO 4: ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE CALCIO.....	63
ANEXO 5: PANEL DE FOTOGRÁFICO.....	67
ANEXO 6: INSTRUMENTOS DE RESULTADOS.....	79
ANEXO 7: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	110
ANEXO 8: VALIDACION DE INSTRUMENTO.....	112
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	115
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	117
AUTORIZACIÓN DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	119

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°01: Operacionalización de variables.....	24
Cuadro N°02: Resultado de clasificación de suelos mediante SUCS.....	27
Cuadro N°03: Resultado del Proctor modificado.....	27
Cuadro N°04: Resultado del CBR “Cantera Tres Tomas”.....	28
Cuadro N°05: Resultado del ensayo de CBR	30
Cuadro N°06: Características de QUIMD KD-40.....	62
Cuadro N°07: Dosificación empleada en los ensayos.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°01: Resultado del CBR de la Cantera Tres Tomas.....	29
Gráfico N°02: Resultado del CBR de la Cantera La Victoria.....	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01: Cantera Tres Tomas (Mesones Muro).....	41
Figura N°02: Cantera La Victoria (Pátapo).....	41
Figura N°03: Ruta Chiclayo a la Cantera Tres Tomas.....	44
Figura N°04: Ruta Chiclayo a la Cantera La Victoria.....	45
Figura N°05: Cloruro de Calcio – Aditivo Líquido.....	60
Figura N°06: Tamizado de las Canteras para el análisis granulométrico.....	68
Figura N°07: Tamizado de las muestras en estudio.....	68
Figura N°08: Lavado de las muestras en el Tamiz N°200.....	69
Figura N°09: Pesando el material retenido en cada una de las mallas.....	69
Figura N°10: Límite Líquido.....	70
Figura N°11: Determinación del Límite Líquido.....	70
Figura N°12: Elaboración del Límite Plástico.....	71
Figura N°13: Determinación del Límite Plástico.....	71
Figura N°14: Cuarteo de las muestras para el proctor modificado.....	72
Figura N°15: Equipo listo para el proctor modificado.....	72
Figura N°16: Compactación de la muestra para el óptimo contenido de humedad con y sin CaCl ₂	73
Figura N°17: Vaciado del material en cada capa para compactar	73
Figura N°18: Retirando el material después de enrasar.....	74
Figura N°19: Pesando la muestra del proctor modificado.....	74
Figura N°20: Preparación de la mezcla del material con y sin CaCl ₂ para el ensayo de CBR.....	75
Figura N°21: Compactación de la muestra con y sin CaCl ₂ para el ensayo de CBR.....	75
Figura N°22: Muestra sin CaCl ₂ listos para sumergir en el agua.....	76
Figura N°23: Muestra con CaCl ₂ listos para sumergir en el agua.....	76
Figura N°24: Muestras para calibrar y medir su expansión durante 4 días.....	77
Figura N°25: Muestras sumergidas en agua con y sin CaCl ₂ durante 96 horas.....	77
Figura N°26: Equipo para la prueba de penetración de los moldes de CBR.....	78

ÍNDICE DE INSTRUMENTOS DE RESULTADOS

Cantera Tres Tomas

Instrumento 1: Resultado del Análisis Granulométrico.....	80
Instrumento 2: Resultados del Ensayos de Límites de consistencia.....	81
Instrumento 3: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad.....	82
Instrumento 4: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado – Sin Aditivo.....	83
Instrumento 5: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+10% CaCl ₂	84
Instrumento 6: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+30% CaCl ₂	85
Instrumento 7: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+50% CaCl ₂	86
Instrumento 8: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión – Sin Aditivo.....	87
Instrumento 9: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+10% CaCl ₂	89
Instrumento 10: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+30% CaCl ₂	91
Instrumento 11: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+50% CaCl ₂	93

Cantera La Victoria

Instrumento 12: Resultado del Análisis Granulométrico	95
Instrumento 13: Resultados del Ensayos de Límites de consistencia.....	96
Instrumento 14: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad	97
Instrumento 15: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado – Sin Aditivo.....	98
Instrumento 16: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+10% CaCl ₂	99
Instrumento 17: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+30% CaCl ₂	100
Instrumento 18: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado+50% CaCl ₂	101
Instrumento 19: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión – Sin Aditivo.....	102
Instrumento 20: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+10% CaCl ₂	104
Instrumento 21: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+30% CaCl ₂	106
Instrumento 22: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+50% CaCl ₂	108

RESUMEN

Dada la problemática de hoy día en los suelos (carreteras) a nivel nacional como es la inestabilidad y poca durabilidad, fue el motivo que dio origen a esta investigación a la incorporación de un aditivo para la estabilización de carreteras no pavimentadas con el producto químico cloruro de calcio, para brindar al suelo un mejor comportamiento en servicio, soporte y reducir el impacto ambiental.

La tesis tuvo como objetivo evaluar la estabilización de la base, en carreteras no pavimentadas, para su aplicación en carreteras, así como sus cambios en las propiedades de capacidad de soporte, durabilidad, permeabilidad y estabilidad volumétrica, ya que son características principales las que se tienen que tener en cuenta durante la realización de una estabilización de suelos.

Para ello se realizaron ensayos de laboratorio, los cuales permitieron determinar sus propiedades físicas y mecánicas, así como el comportamiento del suelo después de la aplicación del aditivo. Se emplea el ensayo de Cbr, el cual permite determinar la resistencia de un suelo; es un ensayo que puede ser usado y complementado en los laboratorios.

El principal estabilizador que fue estudiado es el producto Cloruro de Calcio (Quim KD40), proveniente de la empresa Quimpac, conformado por la reacción química de caliza y ácido clorhídrico, concentrado dicho producto en un 40%.

Finalmente la investigación concluye evaluando si el aditivo cumple o no para la estabilización para una mejor condición presente para su aplicación en algunas zonas del Perú, ya que por su versatilidad es útil para fenómenos tan distintos como son la estabilización de carreteras.

Palabras Clave: Estabilización, Cloruro de Calcio, Ensayos, Suelos.

ABSTRACT

Given the problems of today in soils (roads) at the national level such as instability and lack of durability, was the reason that gave rise to this research to the incorporation of an additive for the stabilization of unpaved roads with the chemical chloride of calcium, to give the soil a better behavior in service, support and reduce the environmental impact.

The objective of the thesis was to evaluate the stabilization of the base, on unpaved roads, for its application on roads, as well as its changes in the properties of support capacity, durability, permeability and volumetric stability, since the main characteristics are those they have to be taken into account during the realization of a soil stabilization.

For this, laboratory tests were carried out, which allowed to determine their physical and mechanical properties, as well as the behavior of the soil after the application of the additive. The Cbr test is used, which allows to determine the resistance of a soil; It is an assay that can be used and supplemented in laboratories.

The main stabilizer that was studied is the product Calcium Chloride (Quim KD40), from the company Quimpac, formed by the chemical reaction of limestone and hydrochloric acid, concentrated this product by 40%.

Finally the investigation concludes evaluating whether the additive meets or not for stabilization for a better present condition for its application in some areas of Peru, since its versatility is useful for phenomena as different as road stabilization.

Keywords: Stabilization, Calcium Chloride, Tests, Soils.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.

En Chile, **Araya Díaz (2010, p.4)** menciona que: Llamamos estabilización de un suelo al proceso donde los suelos naturales son expuestos a algunos tratamientos de manera que se aproveche su calidad más destacada, idóneo de resistir el impacto del tránsito y sus severas secuelas. La mayoría de países en desarrollo, las carreteras no pavimentadas vienen hacer su componente principal de red vial; conformada por capas de rodadura de grava o tierra, fundamentales para su desarrollo económico y social, dándoles el acceso a zonas urbanas, rurales y sedes de explotación agrícola y minera.

En Huancavelica, **Taípe Gutiérrez y Pillaca Yancce (2014, p.9)** hace mención que: Las carreteras no pavimentadas son de suma importancia para el desarrollo nacional; regional y local. Durante la ejecución de construcción de carreteras, el ingeniero peruano se halla con el problema de variedad de tipos de suelos y sus particulares propiedades físicas y mecánicas en la zona de construcción. Estas varían según la climatología del lugar, puesto que junto a la acción física de los vehículos son factores de vulnerabilidad de la consistencia de la capa de afirmado.

En nuestra región lambayecana existe un 28.9% de carreteras no pavimentadas (sin afirmar), lográndose observar fallas superficiales como baches, ondulaciones, ahuellamientos, disgregamientos superficial, entre otras; las mismas que necesitan todos los años que inviertan en ellas a fin de dar una buena serviciabilidad al usuario y acceder a nuevos mercados.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1.- Antecedentes Internacionales

Roldan De Paz (2010, p.8) “Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases”, Tesis de graduación presentada para obtener el título de Ingeniero Civil ante la Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo su objetivo general: Desarrollar una manera confiable y económica de prevenir que el suelo (bases–subbase) pierdan humedad, tolerando una estabilización apropiada, a fin de conseguir suelo provechoso. Para determinar su problemática tuvo que la mayor parte de los suelos en bases y sub-bases pierden humedad sufriendo cambios en las propiedades físicas y mecánicas, siendo de mucha importancia intensificarlas; puesto que en algunos lugares del país existen climas cálidos extremos o suelos no aptos para construir carreteras. Con buena técnica y diseño de construcción adecuados se puede controlar el comportamiento del suelo, estabilizando para que no pierda su humedad rápidamente, ni disminuya su resistencia al corte.

Concluyó: La adición de cloruro de sodio es una técnica para reducir la evaporación en los suelos, puesto que atrapa la humedad que la rodea, creando una capa en la parte superior de las capas compactadas con sal, por eso impide que la humedad se evapore con facilidad y ayuda a obtener un mejoramiento en la densificación.

Valle Áreas (2010, p.12) “Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos”, Tesis de graduación presentada para obtener el título de Ingeniero Civil ante la Universidad Politécnica de Madrid, siendo su objetivo general: Indagar el aprovechamiento máximo del terreno que presenta sulfatos solubles y yesos, para la construcción de terraplenes y fondos de desmontes empleando técnicas de estabilización apropiadas, se estudiaran 4 técnicas experimentadas (desarrolladas en Texas) asimismo un producto comercial RBI-81. Determinando que la problemática de

la alta presencia de sulfatos en el suelo, impide reusar en la construcción o ampliación de vías, formando asientos, hinchamientos en calzadas y cunetas. Para darle solución se buscará buenas técnicas de estabilización que no dañe tanto el medioambiente y los costos de mantenimiento y restauración no sean tan caros.

Concluyendo: Los cuatro métodos estudiados cumplen pero el más efectivo para estabilizar es el cemento tipo V, donde todas sus propiedades de mejoras se deben al incremento de iones, floculación y más.

Araya Díaz (2010, p.3) "Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos, entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos soiltac", Tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil ante la Universidad Austral de Chile, siendo su objetivo general: Elaborar un estudio comparativo de las ventajas de los productos convencionales y soiltac. Evaluando su problemática sostiene que es necesario, hoy en día, reducir costos en los distintos productos que son utilizados en carreteras (rurales), y así poder entregar satisfacción a las personas que son beneficiadas de esta implementación; haciendo imperioso encontrar productos de bajo costo, pero que sean de similar calidad de los ya utilizados.

Concluyendo: El producto Soiltac frente a los convencionales utilizados, es adecuado usar porque con el pasar de los años su economía será mayor y su durabilidad se notará más, lo cual llevará a que la gente acceda a este producto de calidad o a otros parecidos ya usados.

1.2.2.- Antecedentes Nacionales

De La Cruz Gutiérrez y Salcedo (2016, p.5) “Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en palian – Huancayo – Junín”, Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Civil, ante la Universidad Peruana Los Andes; cuyo objetivo general fue: Aprender lo que influye el aditivo eco road 2000 en las características del suelo cohesivo de Palian (anexo) - Huancayo – Junín. Planteando su problema dice que en Huancayo se incrementó el mejoramiento en trochas carrozables, pavimentos rígidos y flexibles conllevando a usar desmedidamente materiales y movimientos de tierra para conformar la vía, causando gastos en maquinarias, desmonte, etc. Viéndose las empresas obligadas a crear aditivos que a los suelos cohesivos hagan mejorar sus propiedades.

Concluyendo: Eco road 2000 mostró relevantes cambios en las características del suelo natural, deduciendo que un suelo que posee más finos funcionaría mejor con el aditivo en mención.

Jiménez Lagos (2014, p.6) “Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de hogg y viga benkelman”, Tesis presentada para optar el título profesional de ingeniería civil, ante la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; su objetivo general fue: Precisar el módulo de elasticidad de la subrasante y también de la base estabilizada del afirmado con cloruro de magnesio estabilizado; sirviendo estos datos para obtener el CBR.

Concluyendo: De acuerdo a las progresivas estudiadas arrojó de 12.90% de su suelo mayor resultado de los tramos que indica que es bueno, por la zona hay canales y debido a sus desbordes se encontró agua encima de la superficie estabilizada por ello hubo valores bajos en el CBR.

Estos ensayos de viga benkelman (no destructivos) permiten diagnosticar el estado del estabilizado sin dañarlo físicamente.

Palomino Saldaña (2016, p.8) "Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice de California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016", Tesis presentada para optar el título profesional de ingeniería civil, ante la Universidad Privada del Norte, cuyo objetivo general: Evaluar la influencia de la adición de cloruro de sodio en 4%, 8% y 12% en el índice California Bearing ratio (CBR) de un suelo arcilloso. Evaluando su problemática estima que la variabilidad del suelo es el primer problema en Cajamarca, que muestran las obras de construcción civil, para corregir este problema se usan diversas técnicas de estabilización de suelos.

Concluyendo: Se comprobó la hipótesis suscitada, ya que añadiendo el cloruro de sodio (4%, 8% y 12%) aumenta el valor del CBR en un 10%, contrastando con la muestra patrón.

También se calculó su IP que agregándole mayor cloruro de sodio iba disminuyendo.

1.2.3. Antecedentes locales

Vertiz Vera (2015, p.10) "Estabilización de suelos con ceniza de cáscara de arroz para su uso como subrasante en el departamento de Lambayeque", Tesis presentada para optar el título de ingeniero civil, ante la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, teniendo como objetivo principal: Conseguir una metodología que a través de diferentes ensayos, incorpore la cáscara de arroz (ceniza) como estabilizante de tierras blandas. Donde su problemática tendría que el crecimiento de la producción agrícola e industrial en el mundo trae como contrapartida el incremento de estos residuos y hace cada vez más difícil, costoso y ambientalmente poco sustentable su tratamiento y destino final.

Concluyendo: Mediante la investigación, estudios de laboratorio y campo realizados, se infiere que esta ceniza desarrolla satisfactoriamente como agente estabilizador barato para suelos blandos de tipo A-6, según la clasificación AASHTO (1986) o un CL (arcilla de baja plasticidad) según la clasificación SUCS con fines de subrasante.

Bonifacio y Sánchez (2015, p.11) “Estabilización química en carreteras No pavimentadas usando el cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la Región Lambayeque” Tesis presentada para optar el título profesional de ingeniería civil, ante la Universidad Señor De Sipán; cuyo objetivo general fue: Hacer un estudio comparativo técnico y de costos para qué evalúe la estabilidad en carreteras no pavimentadas utilizando los aditivos ya mencionados, a través de los cuales busca dar una mejor optimización a las bases y sub-bases, contribuyendo con la disminución de estos como en sus precios de producción; ya que su problemática se centra en la inestabilidad que presentan los suelos en la región Lambayeque y buscar estabilizadores apropiados para conservar la carretera en buen estado. Concluyendo: Incorporando 2% de cloruro de calcio y 4% de cloruro de magnesio se obtuvo buenos resultados. Aplicar cemento es apto para aumentar el CBR de las canteras que se estudió, llegando a cumplir lo establecido en el reglamento.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL AFIRMADO

Gutiérrez (2010, p.36) Es una superficie compactada granular, encargada de aguantar el peso del tránsito; siendo un mortero homogéneo de piedra para la fuerza de los vehículos y de finos para cohesionar y dar estabilidad a la superficie de rodadura.

1.3.1.1. GRANULOMETRÍA

Vertiz (2015, p.30) Consiste en el zarandeo del agregado en mallas o tamices para separar y clasificar de acuerdo al tamaño del material.

1.3.1.2. LÍMITES LÍQUIDO

Botía (2015, p.40) “Se determina en la copa de casagrande, donde su contenido de humedad se expresa en porcentajes de la muestra secada en el horno”.

1.3.1.3. LIMITES PLÁSTICO

Botía (2015, p.47) "El Límite plástico fue definido por Albert como la frontera que existe entre los estados plástico y semisólido del suelo. Se forman barritas de 3mm de diámetro con la humedad más baja".

1.3.1.4. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

Botía (2015, p.47) Viene hacer la resta de sus valores del límite líquido y límite plástico, este señalará la cantidad de agua que requiere el material para estar en el nivel plástico.

1.3.1.5. CBR

Fernández (2015, p.03) Este ensayo nos sirve para evaluar la resistencia potencial y expansión (saturada/no saturada) del suelo empleado para base y subbase.

1.3.2. MATERIAL ESTABILIZADOR

Palomino (2016, p.20) El material estabilizador consiste en aplicar un agente químico (estabilizador), su objetivo es mezclarse con el suelo a tratar y transferir ciertas características para mejorar su comportamiento en proyectos viales, aplicándose principalmente en bases, sub-bases y terraplenes.

1.3.2.1 CLORURO DE CALCIO

Gutiérrez (2010, p.50) Su apariencia es la de un sólido de color blanquecina o en algunos casos incoloros. Se elabora mezclando caliza y ácido clorhídrico, siendo resultado de esto un compuesto versátil usado para diferentes fenómenos como es la estabilización de carreteras, su beneficio es que retiene agua en el proceso de compactación.

1.3.3. ESTABILIZACIÓN DE LA BASE

Elizondo Y Sibaja (2008, p.10) Viene hacer el proceso de combinar o mezclar materiales pretendiendo mejorar sus propiedades y disminuir la permeabilidad. Siendo su fin principal aumentar la resistencia mecánica, haciendo que la base presente mayor cohesión entre partículas y asegurando que las condiciones de humedad varíen dentro de los rangos adecuados.

1.3.3.1. DOSIFICACIÓN

Orobio (2010, p.03) “Las características de los materiales de afirmado son tan variables que el porcentaje de cloruro de calcio exigido para estabilizar puede variar dependiendo de los materiales”.

1.3.3.2. CBR (óptimo)

Botía (2015, p.133) Se refiere a la determinación y comparación de los datos obtenidos en los ensayos, escogiendo el mejor resultado que cumpla con la norma para poder estabilizar.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera la aplicación del cloruro de calcio con material de afirmado mejorará la estabilización de la base en carreteras No pavimentadas?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se justifica **técnicamente** al buscar nuevas aplicaciones para mejorar la estabilización de bases y mejora de suelos inestables en carreteras no pavimentadas. Así mismo se justifica **socialmente** contribuyendo a los ingenieros y estudiantes de ingeniería civil, que experimenten nuevas alternativas de solución para la construir bases en carreteras no pavimentadas, optimizando la calidad de servicio y contrarrestando las fallas en el afirmado.

De igual forma se justifica **económicamente** reduciendo costos en las actividades de ejecución y mantenimiento, para mejorar la vida útil y nivel de servicio de las carreteras no pavimentadas.

Aparte de ser utilizado para mejorar la estabilización de la base, se justifica **ambientalmente** reduciendo el impacto ambiental sobre los recursos hídricos, calidad de aire, con las emisiones de polvo y condiciones de vida de la población. Asimismo permutar las prácticas e ideologías usuales en el campo de infraestructura vial, nada de esto será impulsado sin antes comprobar la eficiencia del aditivo CaCl_2 conjuntamente con el material afirmado (escarificado) para su aplicación.

1.6.- HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Sí se aplica el cloruro de calcio con material afirmado entonces se logrará mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.

1.7. OBJETIVO

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Aplicar el cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.

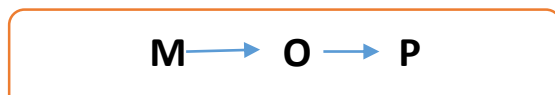
1.7.2. OBJETIVO ESPECIFICOS

- **Identificar** las propiedades físicas y mecánicas del material afirmado, en carreteras no pavimentadas.
- **Determinar** la dosificación adecuada de cloruro de calcio como agente estabilizador en carreteras no pavimentadas.
- **Evaluar** la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.

II. METODOLOGÍA

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para desarrollar el presente trabajo se ha seleccionado el tipo de diseño experimental con propuesta.



M: Es la muestra

O: Información a recolectar sobre mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.

P: Propuesta de aplicación de cloruro de calcio con material afirmado.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado

- **VARIABLE DEPENDIENTE**

Mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.

2.2.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE LAS VARIABLES E INDICADORES

CUADRO N°01: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO (Variable Independiente)	Murillo (2014 p.34) Una de las propiedades que tiene el cloruro de calcio es la de absorber el agua de la atmósfera y retenerla; al aplicarse sobre el camino, lo mantiene húmedo, aprovechando la humedad y el tránsito de vehículos, se mejoran las condiciones para la compactación, obteniéndose una mayor estabilidad del camino.	El cloruro de calcio es un líquido esparcido sobre la superficie que preserva de la desecación. Se hará ensayos previos, a las características del material afirmado para poder mezclarlo juntamente al material estabilizador y así poder obtener una dosificación lista del CaCl ₂ .	Propiedades Físicas y Mecánicas del Material Afirmado	Granulometría Límite Líquido Límite Plástico Índice de Plasticidad Proctor Modificado CBR	Nominal
			Material Estabilizador	Cloruro de Calcio (QUIM KD-40)	Nominal

Fuente: Elaborado por el investigador.

CONTINUACION CUADRO N°01: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS (Variable Dependiente)	<p>Orobio (2010, p.34) Las características de los materiales de afirmado son tan variables que la dosis de cloruro de calcio pedido para estabilizar puede variar dependiendo de los agregados. El porcentaje óptimo se puede determinar mediante ensayos de CBR.</p>	<p>La estabilización se refiere al porcentaje óptimo del CaCl₂ y a la determinación de espesor del afirmado, mediante una buena dosificación. Esto no sólo será hacia el control de emisiones de polvo sino también a la durabilidad de la estabilización de la base, que se confirmará con un CBR óptimo de los materiales entremezclados.</p>	Estabilización de la Base	Dosificación	Nominal
				Proctor Modificado	
				CBR	

Fuente: Elaborado por el investigador.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población:** Canteras de la Región Lambayeque
- **Muestra:** - Cantera Tres Tomas (Mesones Muro).
- La Victoria (Pátapo).

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

Los ensayos se realizaron en la Universidad César Vallejo y de elaboración propia a las dos canteras extraídas, para determinar la estabilización de la base aplicando el cloruro de calcio en carreteras no pavimentadas, son ensayos conforme a las normas estipuladas y formatos estándares de cada estudio para poder tener un orden preciso, coherente y veraz de todos los datos obtenidos.

2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para la investigación se realizaron estudios de mecánica de suelos a las canteras ya mencionadas, para obtener resultados y pruebas en la confirmación de hipótesis, y luego darle una confiabilidad a la investigación. Los resultados se presentaron a través de resúmenes con información considerable con los ensayos de: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad, Proctor Modificado y California Bearing ratio.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Se consideró la responsabilidad jurídica y ética con respecto a la privacidad y proteger los aportes pertenecientes a los autores que seleccioné como colaboradores para mí investigación; los resultados serán verídicos y rotundos, apoyando y respetando la biodiversidad y el medio ambiente.

III. RESULTADOS

3.1.- DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL AFIRMADO:

Cuadro N°02. Resultado de clasificación de suelos mediante SUCS

MATERIAL AFIRMADO	CLASIFICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA (%)		
			Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico
Cantera Tres Tomas	Grava Limosa Mezcla de Grava, Arena y Limo	0.89	19	17	2
Cantera La Victoria (Pátapo)	Gravas Limosas Mezcla de Grava, Arena y Limo	1.32	27	24	3

Fuente: Elaborado por el Investigador.

3.2.- DE LA DETERMINACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN DE CLORURO DE CALCIO

Cuadro N°03. Resultado del Proctor Modificado

MUESTRA	CONDICIÓN	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Tres Tomas	Sin aditivo	2.211	6.78
	10%	2.190	6.63
	30%	2.161	6.63
	50%	2.145	6.63
La Victoria (Pátapo)	Sin Aditivo	2.146	8.35
	10%	2.125	8.25
	30%	2.097	8.25
	50%	2.079	8.25

Fuente: Elaborado por el Investigador.

3.3.- DE LA EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN

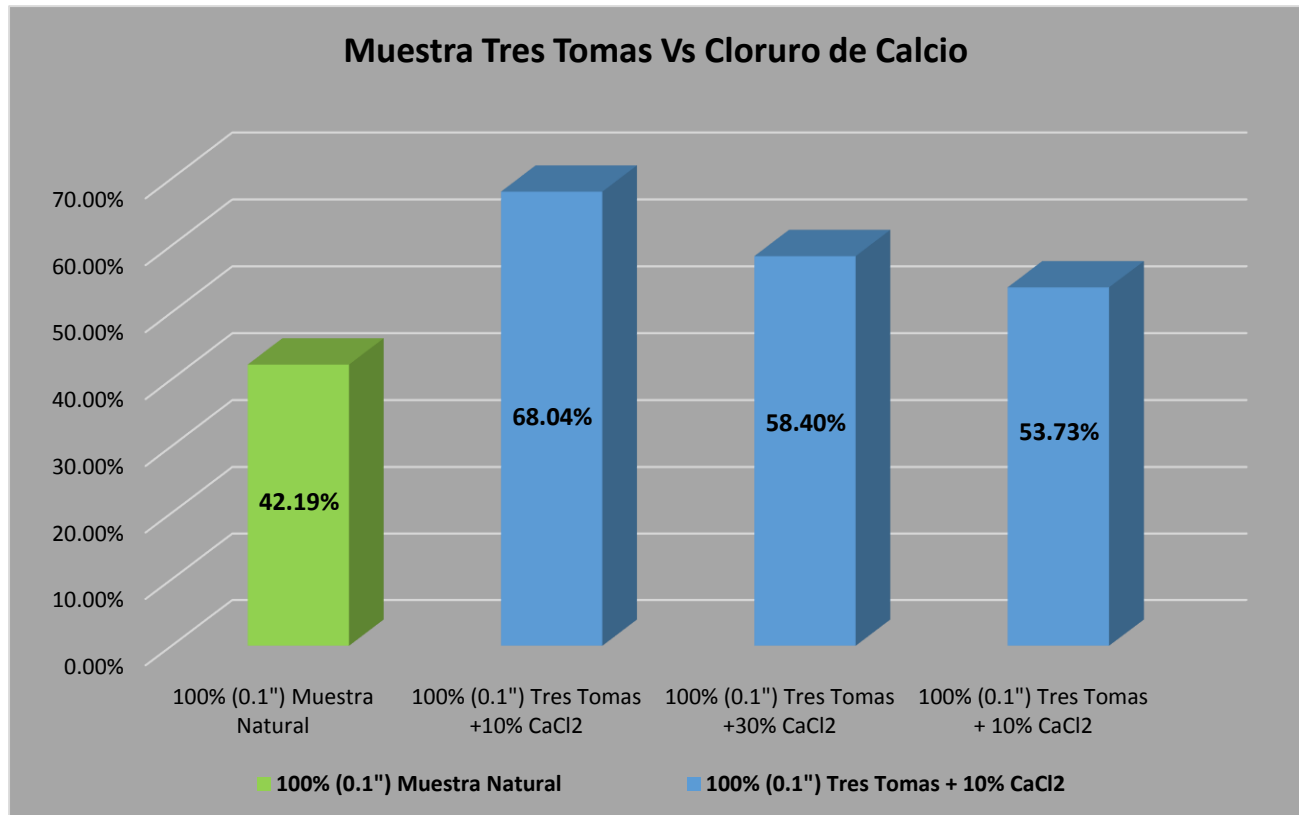
Cuadro N°04. Resultado del Ensayo de CBR "Cantera Tres Tomas"

MUESTRA DE LA CANTERA TRES TOMAS				
Espécimen	CBR (pulg)	penetración	% de MDS	CBR (%)
Muestra Natural	0.1"		100.00%	42.19%
+ cloruro 10%	0.1"		100.00%	68.04%
+ cloruro 30%	0.1"		100.00%	58.40%
+ cloruro 50 %	0.1"		100.00%	53.73%

Fuente: Elaborado por el Investigador.

- Según el cuadro N°04, se puede observar el resumen de los resultados obtenidos de la prueba del ensayo de CBR al 100% de la cantera tres tomas estudiadas, el cual se pudo realizar una vez obtenido los resultados del proctor modificado.
- Se puede ver que en la muestra natural (patrón) tiene 42.19% al 100%, agregando 10% de CaCl₂ se tiene 68.04% al 100% siendo este el mayor de todos.
- Agregando el 30% de CaCl₂ se tiene 58.40% al 100%, presentando una disminución en el valor del CBR.
- Finalmente agregando 50% de CaCl₂ se tiene 53.73% al 100%, siendo este valor del CBR el menor de todos en el cuadro.

Gráfico N°01. Resultado del CBR de la Cantera Tres Tomas.



Fuente: Elaborado por el Investigador.

- Este gráfico es importante debido a que en él se muestra los porcentajes de incremento del valor de CBR que se obtuvo con el aditivo cloruro de calcio y la cantera tres tomas.
- El valor más alto que se alcanzó con el estabilizador CaCl₂, fue aplicándole 10% del producto, el cual logró incrementar el valor de CBR en un 73.00%.
- Técnicamente es mejor, ya que el gráfico muestra las diferentes dosificaciones con las que se trabajó 10%, 30% y 50% y poder hacer un contraste con la muestra patrón (sin aditivo), estas dosificaciones tienen como resultado diferentes variaciones en su CBR constatando así la influencia del mismo en el comportamiento del suelo. Eligiendo el resultado que contribuya con esta característica.

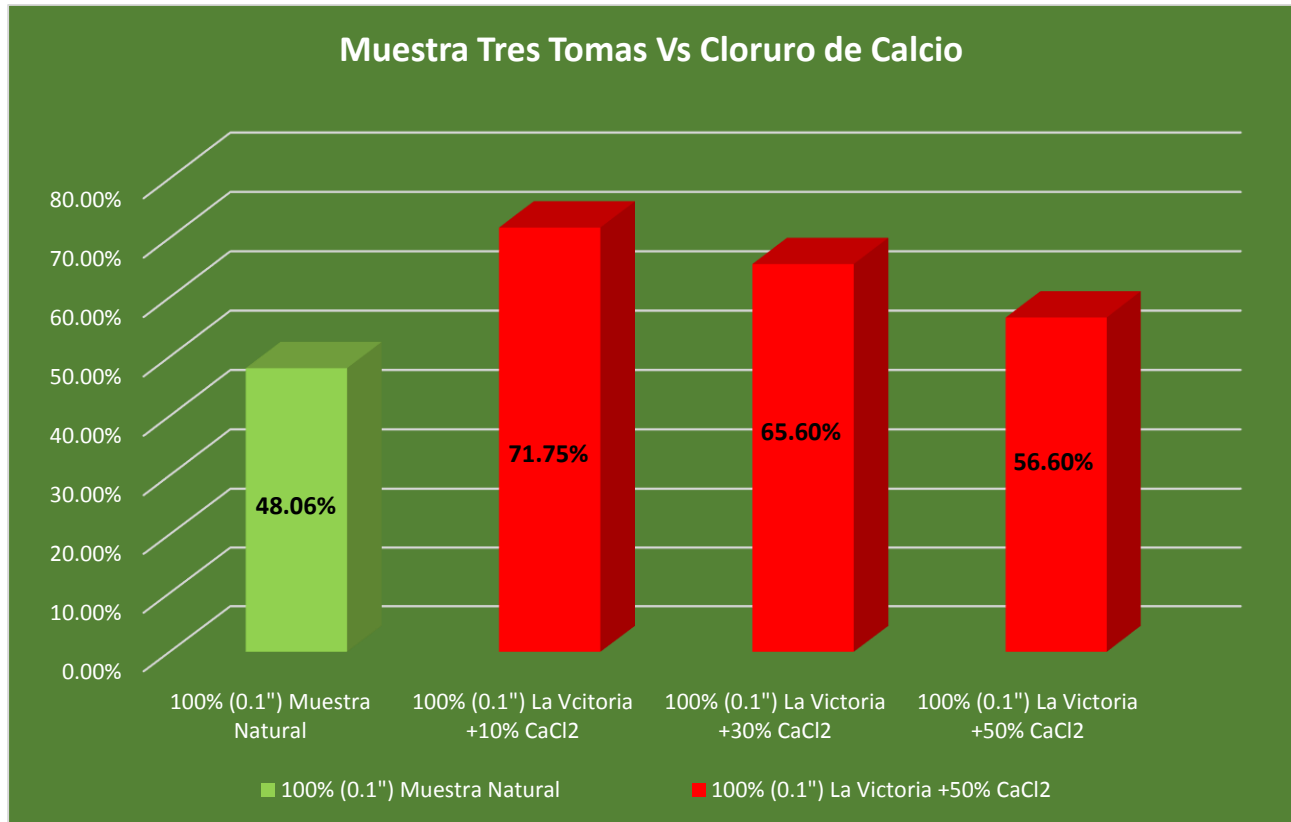
Cuadro N°05. Resultado del Ensayo de CBR "Cantera La Victoria"

MUESTRA DE LA CANTERA LA VICTORIA			
Espécimen	CBR penetración (pulg)	% de MDS	CBR (%)
Muestra Natural	0.1"	100.00%	48.06%
+ cloruro 10%	0.1"	100.00%	71.75%
+ cloruro 30%	0.1"	100.00%	65.60%
+ cloruro 50 %	0.1"	100.00%	56.60%

Fuente: Elaborado por el Investigador.

- En el cuadro N°05 se visualiza el resumen de los resultados obtenidos al 100% de la prueba del ensayo de CBR a la Cantera "La Victoria" con su respectiva combinación con el aditivo (10%, 30% y 50%), para así determinar que dosificación vendría hacer la ideal, ya que al aplicar el aditivo ha subido su resistencia.
- Se observa que en la muestra natural (patrón) tiene 48.06% al 100%, agregando 10% de CaCl₂ se tiene 71.75% al 100% siendo este el mejor y mayor de todos.
- Añadiendo el 30% de CaCl₂ se tiene 65.60% al 100%, presentando una disminución en el valor del CBR.
- Por último agregando 50% de CaCl₂ se tiene 56.60% al 100%, siendo este valor del CBR el menor de todos en el cuadro.

Gráfico N°02. Resultado del CBR de la Cantera La Victoria (Pátapo).



Fuente: Elaborado por el Investigador.

- En el siguiente gráfico se presenta de manera esquemática la acción del cloruro de calcio con la cantera La Victoria. Las dosificaciones con las que se trabajó fueron las mismas (10%, 30% y 50%), teniendo como resultado diferentes variaciones en el CBR.
- Se aprecia que el campo de acción de este aditivo se logra en el 10% de su incorporación, donde el resultado obtenido es 71.75% incrementando así su CBR en comparación con su muestra patrón, puesto que es el valor más alto que se alcanzó con el estabilizador CaCl₂.
- En este gráfico se recalca también que hubo un progresivo aumento del CBR con respecto a las demás muestras realizadas.

IV. DISCUSIONES:

Estarán orientadas a debatir y confirmar los resultados adquiridos en toda la investigación, comparándolos con los antecedentes y teorías expuestas al tema, permitiendo contrastar y/o coincidir en los resultados.

1. En su primera conclusión, De la Cruz Gutiérrez y Salcedo, dicen que:

“Además de cumplir los requerimientos de composición, resistencia, durabilidad, estabilidad, los materiales deben tener unos tamaños de partículas, granulometría y formas adecuadas para una estabilización” (2016, p.45).

Estoy de acuerdo, ya que en el Cuadro N°02, se ve un resumen de los porcentajes de cada cantera que se utilizaba en los ensayos, el cual se puede verificar que ambos son aptos para trabajar.

2. De W. Quinche, W. Caraguay, A. Cartuche & A. Zúñiga, concluyen que:

“Las propiedades de compactación para cada tipo de suelo es estabilizados con sal y cal son similares, debido a que existe disminución en la densidad seca”. (2015, p.60)

Esto cumple con lo sucedido en mi investigación en el cuadro N°03, por que a mayor cantidad del aditivo disminuía la densidad seca; esto puede explicarse por el efecto del aditivo sobre la textura del suelo, siendo algo que no debería extrañarnos ya que cuando un agente químico es agregado a un suelo se forma un nuevo material. El mismo que puede tener diferentes propiedades físicas y químicas que el original.

3. Por otro lado se contrasta con Palomino Saldaña que concluye:

“La densidad seca presenta un incremento al aumentar la dosificación de cloruro de sodio, pero el óptimo contenido de humedad expresa una disminución en sus porcentajes mayores” (2016, p.50).

Estoy en desacuerdo con el autor, ya que lo sucedido en mi investigación los resultados obtenidos son diferentes e iban variando.

Estos resultados presentan un comportamiento semejante al que se obtuvo en esta investigación, concluyendo que aplicando aditivos químicos en menores o mayores porcentajes va beneficiar algunas propiedades pero por otro lado disminuirá otras, teniendo que saber interpretar y acoger los valores de acuerdo a la investigación que se lleva a cabo.

4. En su segunda conclusión, Ugaz Palomino refiere que:

“Determinó un incremento considerable en el CBR en una gama de suelos utilizando aditivo también deberá garantizar un aguante apto a la durabilidad y desgaste, brindándonos una posibilidad de solución al problema de baja o mala capacidad portante, que se muestran en los proyectos viales”. (2008, p.168)

Esto cumple con lo sucedido en el cuadro N°04 y N°05, ya que los resultados del incremento del CBR fueron óptimos y mejores en comparación al CBR natural del material de cantera.

5. Por otro lado se contrasta con De La Cruz Gutiérrez y Salcedo Rojas menciona que:

“Obtenidos los resultados de la prueba de ensayo de CBR en condiciones críticas (expuestas a humedad), de las 10 calicatas exploradas con sus respectivas combinaciones (suelo-aditivo) se escogieron las que obtuvieron mejor resistencia del CBR, ya que al ser expuestas a la humedad estas bajaron su resistencia” (2016, p.103).

No estoy de acuerdo con el autor, porque los ensayos de esta investigación fueron realizados con material de zona de clima cálido y sin ser aplicado a un tramo específico.

Así mismo los suelos tratados con aditivos estabilizantes en especial con Cal, demuestran un pronunciado aumento de la estabilidad en relación con la del suelo, en la mayoría de casos.

V. CONCLUSIONES:

1. Se identificó las propiedades del material de cantera en estudio, teniendo como resultado: Cantera tres tomas suelo tipo GM y Cantera La Victoria tipo GM.
2. Se trabajó el material de cantera con el producto QUIM KD-40 de la empresa Quimpac conocido también comercialmente como Cloruro de Calcio (CaCl_2), siendo este un aditivo peruano considerado en la lista de estabilizadores; mediante ensayos de CBR se le aplicó distintas dosificaciones 10%, 30% y 50%, demostrando en las muestras que no todas reaccionan de la misma forma; siendo sólo superado la dosificación de 10% de cloruro de calcio en cada una de las dos canteras, generando optimo impacto en sus valores.
3. Acorde a los resultados obtenidos de la elaboración de ensayos de CBR, se llega a concluir que el uso de 10% de cloruro de calcio, se logró incrementar en capacidad soporte CBR en la cantera Tres Tomas de 58.80% a 73.00% y la cantera La Victoria de 48.20% a 74.15%, siendo ese porcentaje apropiado para estabilizar.
4. Aplicando aditivos químicos en menores o mayores porcentajes va beneficiar algunas propiedades pero por otro lado disminuirá otras, teniendo que saber interpretar y acoger los valores de acuerdo a la investigación que se quiere desarrollar.
5. Con los resultados logrados confirma con mi tema de investigación que los suelos tratados con aditivos estabilizantes en especial con Cal, demostrará un pronunciado aumento de la estabilidad en relación con la del suelo, en la mayoría de casos.

VI. RECOMENDACIONES:

1. Con los datos validados en este trabajo de tesis, se aconseja hacer ensayos del aditivo con cantidades menores del 10%, ya que su máximo comportamiento fue en esa dosificación y así indagar si el cloruro de calcio puede dar óptimos valores en utilizando menores cantidades.
2. Se recomienda indagar nuevas opciones de estabilización con productos que sean fácil de conseguir en el País, ya que la tendencia de uso es mayor de productos importados que nacionales.
3. Realizar la aplicación de los aditivos en condiciones secas para evitar el exceso de agua en el proceso constructivo.
4. Tener cuidado con la manipulación del cloruro de calcio al momento de ser trabajado con este, usando adecuado equipo de protección personal y estar atentos a las indicaciones de la persona que nos oriente para su aplicación.

VII. REFERENCIAS:

1. ROLDAN DE PAZ, Jairon. Estabilización de suelos con cloruro de sodio (NaCl) para bases y sub bases. Tesis (grado de ingeniero civil). Guatemala: Universidad Se San Carlos De Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2010. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3160_C.pdf
2. VALLE, Diego. Estabilización de suelos arcillosos plásticos con mineralizadores en ambientes sulfatados o yesíferos. Tesis (grado de ingeniero civil). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ingeniería. 2010. Disponible en: http://oa.upm.es/4512/1/TESIS_MASTER_WILFREDO_ALFONSO_VALLE_AREAS.pdf
3. ARAYA, María. Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos, entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos soiltac. Tesis (grado de ingeniero civil). Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ingeniería. 2010. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcia663a/doc/bmfcia663a.pdf>
4. DE LA CRUZ GUTIÉRREZ, Lizeth y SALCEDO, Kaite. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (eco road 2000) para pavimentación en palian – Huancayo – Junín. Tesis (grado de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Ingeniería. 2016. Disponible en: http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/112/Lizeth_Mercedes_Tesis_Licenciado_2016.pdf?sequence=3&isAllowed=y
5. JIMENEZ, Milton. Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matemático de hogg y viga benkelman. Tesis (grado de ingeniero civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería. 2014. Disponible en: http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/325860/2/jimenez_l_m-pub-tesis.pdf
6. PALOMINO, Yelsin. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice de California Bearing Ratio (CBR) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. Tesis (grado de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería. 2016. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9989/Palomino%20Salda%C3%B1a%20Yelsin%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. VERTIZ, Hugo. Estabilización de suelos con ceniza de cáscara de arroz para su uso como subrasante en el departamento de Lambayeque. Tesis (grado de

- ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería. 2015. Disponible en:
8. BONIFACIO, Werner y SANCHEZ, Junior. Estabilización química en carreteras No pavimentadas usando el cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la Región Lambayeque. Tesis (grado de ingeniero civil). Pimentel: Universidad Señor De Sipán, Facultad de Ingeniería. 2015. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/3947/1/TESIS-BONIFACIO-SANCHEZ-FINAL.pdf>
 9. GUTIERREZ Montes, Carlos. Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio. Tesis (grado de ingeniero civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2010. 36 pp. Disponible en: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/116/1/gutierrez_ca.pdf
 10. BOTÍA Díaz, Wilmar. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. Trabajo de grado. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, 2015. 40 pp. Disponible en: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/6239/1/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf>
 11. FERNANDEZ Mundaca, Abraham. Informe del ensayo de cbr para pavimentos. Trabajo de grado. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería, 2015. 03 pp. Disponible en: https://es.slideshare.net/elva_239/ensayo-de-cbr-54354918
 12. PALOMINO Saldaña, Yelsin. Influencia de la adición de cloruro de sodio en el índice california Bearing ratio (cbr) de un suelo arcilloso, Cajamarca 2016. Tesis (grado de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2016. 20 pp. Disponible en: <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9989/Palomino%20Salda%C3%B1a%20Yelsin%20Edilberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 13. OROBIO Quiñones, Armando. Consideraciones para el diseño y construcción de vías en afirmado estabilizadas con cloruro de calcio. Trabajo (grado de pregrado). Colombia: Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería, 2010. 03 pp. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622372009>
 14. ELIZONDO Y SIBAJA. Guía para la estabilización o mejoramiento de rutas no pavimentadas. Trabajo (grado de pregrado). Costa Rica: Universidad de Costa

- Rica, Facultad de Ingeniería, 2008. 10 pp. Disponible en: <http://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/publicaciones/ui-06-08.pdf>
15. YEPES Piqueras, Victor. La estabilización de suelos, Universidad Politécnica de Valencia España: Obtenido de: <http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/tag/estabilizacion-de-suelos/>
16. Duarte, M. (7 de junio de 1015). Mejoramiento de suelos con adiciones químicas. Obtenido de http://es.slideshare.net/magaduah/mejoramiento-de-suelos-conadicones-qumicas?qid=dfafa78f-7624-490697b7-994f2199900d&v=&b=&from_search=1
17. TAIPE, Wilder y PILLACA, Benicio. Propuesta técnica y económica del uso de aditivo Sika 21 y T-Pro-500 para mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de la superficie de rodadura en las carreteras no pavimentadas. Tesis (grado de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería de Minas - Civil. 2014. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/242/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. PONCE Crispín, Daisy. Uso de Cloruro de Calcio para Estabilización de la Subrasante en Suelos arcillosos de la Avenida CCoripaccha – Puyhuan grande – Huancavelica. Tesis (grado de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1414>
19. SAGASTEGUI Vásquez, German. Eficiencia de la conservación vial, empleando aditivos químicos en superficies de rodadura en carreteras no pavimentada: Ascope – Contumaza. Tesis (grado de maestría). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Sección de postgrado en ingeniería. 2016. Disponible en: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2541>
20. ANTICONA Bermúdez, Leopoldo. Innovación metodológica para evaluar superficie estabilizada con cloruro de magnesio aplicación vía de acceso a Caral (km05+000 – km 15+000). Tesis (grado de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería civil. 2012. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1243>

ANEXO 1

Estudio Canteras

1.1) PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL AFIRMADO

Se escogió el material de la cantera Tres Tomas y la cantera La Victoria, de acuerdo a sus propiedades naturales, para trabajarlas y ver cómo se enriquecieron sus propiedades a lo largo de cada ensayo.

Los Ensayos de Laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de cantera; se efectuaron de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM – 2000) y son:

Ensayos estándares

- Análisis granulométrico por tamizado MTC E 204
- Limite Plástico MTC E 111
- Porcentaje de finos que pasa el tamiz 200 MTC E 202
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO

Ensayos Especiales

- Ensayo De California Bearing Ratio MTC E 132
- Proctor Modificado MTC E 215

1.2) GENERALIDADES

Este afirmado va demandar de porcentaje de piedra a fin de soportar las cargas de los vehículos. También se necesitará un porcentaje de arena clasificada con la finalidad de llenar los vacíos entre piedras y dar estabilidad a la capa, de igual modo se necesita del porcentaje de finos plásticos para cohesionar el material de la capa de afirmado.

El material a emplearse está ubicado en la región Lambayeque y las fuentes distritales de agregados serán de la misma. Este afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: Piedra, arena y finos o arcilla.

Los materiales son agregados naturales derivados de las siguientes canteras a fin de estudiar sus características:



Figura N°01: Cantera Tres Tomas (Mesones Muro).

Fuente: Elaborado por el Investigador.



Figura N°02: Cantera La Victoria (Pátapo).

Fuente: Elaborado por el Investigador

1.3) LOCALIZACIÓN DE CANTERAS EN LA ZONA

Se establece como cantera al afloramiento rocoso del que se obtiene piedras, gravas, arenas, etc. Estos yacimientos deberán cumplir algunas exigencias como la calidad, que se evalúa mediante las características físicas y mecánicas de sus partículas y también de la cantidad que se sostiene en la potencia del yacimiento, que permita y asegure el volumen necesario para ser empleado en obra.

Considerando la calidad y cantidad necesaria para la obra que se tenga proyectada es necesario elegir cuidadosamente las canteras que se encuentren en el medio, para que al final podamos evaluar y decidir la que resulte mejor. El trabajo de mecánica de suelos, se ha desarrollado con la finalidad de investigar sus características del suelo permitiendo establecer su utilidad en la estructura del pavimento.

Para la ubicación de canteras, según información local orientada escogí la zona de la Cantera Tres Tomas y Cantera La victoria (pátapo), estas presentan antecedentes de explotación cuyo resultado reflejan su buena calidad.

1.4) TRABAJO EN CAMPO

El estudio de canteras comprende la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados inertes para las capas de relleno, sub base, base granular, etc. Seleccionando canteras que demuestran su calidad y cantidad del material existente son adecuadas y suficientes para la construcción total de una vía. Además las áreas que se estudió son zonas alejadas de sus distritos. Las canteras mencionadas son las más conocidas que cumplen las especificaciones y las que pueden proveer por años.

1.5) ENSAYOS DE LABORATORIO

Los trabajos en el laboratorio permitirán determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que servirán de base para determinar las características y uso de cada tipo de cantera.

1.6) CARACTERÍSTICAS DE LAS CANTERAS

1.6.1.- Cantera Tres Tomas:

Considerada como una de las más importantes ya que está unida a la historia de obras de pavimentación de Chiclayo y ciudades aledañas.

- **Ubicación:** Se ubica a 35km de la ciudad de Chiclayo hasta el Distrito de Mesones Muro, Provincia de Ferreñafe.
- **Propietarios:** Son la asociación de Trabajadores del sector 4 de mayo.
- **Usos:** Base, Sub base granular, Agregado Grueso para Concreto y material para relleno.
- **Acceso:** Desde Chiclayo a Ferreñafe son 27.5 km, de Mesones Muro (canal taymi) a la cantera Tres Tomas hay 9 km, del canal hasta la cantera 6km y de ésta a la zona de explotación tiene 1.5 km.
- **Área:** 21, 347.98 m².
- **Perímetro:** 611,9 m
- **Potencia:** 45, 472.08 m².
- **Evaluación:**

Dicha cantera está ligada a la historia de las obras de pavimentación en las ciudades de Chiclayo, Pimentel, Reque y Lambayeque por ser la única que cumple las exigencias técnicas del Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras del MTC (EM-2000).

Los suelos generalmente de esta cantera están identificados en el sistema AASHTO como A – 1- a (0). Gravas limosas, mezclas de grava, arena y Limo, con arcilla de baja plasticidad de color beige claro, con forma de piedra angular y semi-angular.

Para dar inicio al estudio de las prospecciones de la cantera se efectuó el levantamiento topográfico de las canteras, para determinar sus características y ser evaluarla.



Figura N°03: Ruta de Chiclayo a la Cantera Tres Tomas (Mesones Muro)

Fuente: Elaborado por el investigador.

1.6.2.- Cantera La Victoria:

Reconocida como la cantera “Pampas de Burritos – La Victoria”, registrada en el Distrito de Patapo.

- **Ubicación:** Está a 31.16 km de Chiclayo hasta la zona denominada Pampa de Burros del distrito de Patapo, Provincia de Chiclayo.
- **Propietarios:** Son la Asociación Civil Las Canteras “Pampas de Burros”- La Victoria – Patapo.
- **Uso:** Agregado Grueso para concreto, bases, sub bases.
- **Acceso:** De Chiclayo al Distrito de Patapo son 24.2 km, al canal taymi 1.12 km, del canal Taymi a la cantera La Victoria 3.62 km y 2.22 km hasta la zona de explotación.
- **Área:** 1.04 hectáreas.
- **Potencia:** 11,942.34 m²

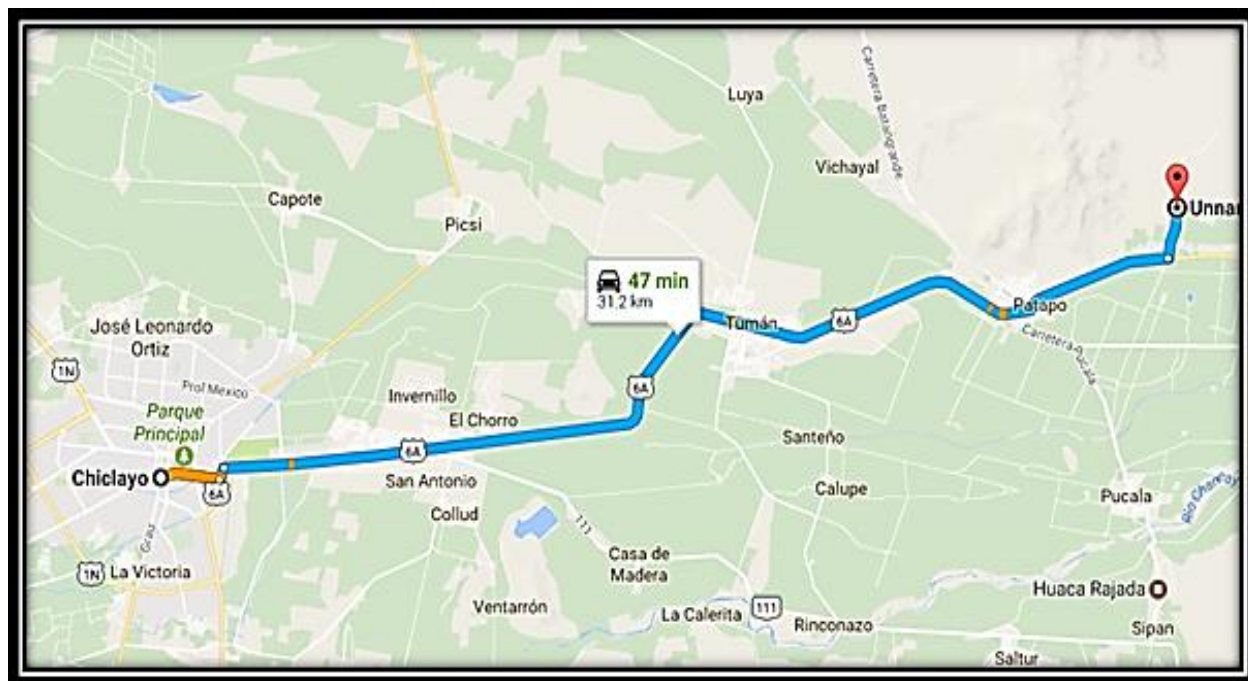


Figura N°04: Ruta de Chiclayo a la Cantera La Victoria (Pátapo)

Fuente: Elaborado por el investigador.

ANEXO 2

Estudio De Mecánica De Suelos

2.1) GENERALIDADES

El suelo, material abundante y de vital importancia en el desarrollo de un proyecto de construcción, aunque a veces no reúna las propiedades ó características para su uso. Por ello, se recurre a realizar análisis y pruebas, para obtener con certeza la estabilidad en el tiempo.

Los ingenieros civiles dividen a los materiales de la corteza terrestre en dos categorías: Suelos y rocas.

Definiendo al suelo, como un material compuesto por partículas minerales y las rocas como materiales compuestos de partículas, minerales que están unidas por fuerzas de cohesión.

Si se sobrepasan los límites de capacidad resistente del suelo o si aún sin llegar a ella, las deformaciones son consideradas, se pueden producir esfuerzos secundarios en las estructuras, que originan deformaciones como grietas y alabeo.

2.2) ANÁLISIS DE MUESTRAS

2.2.1.- Toma de Muestras

He obtenido muestras alteradas de las dos canteras para los ensayos de: Granulometría, Límite Líquido, Límite plástico, índice de plasticidad, proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio).

2.3) DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio son los que brindan una mayor información del comportamiento del material a trabajar al incorporar la sustancia estabilizadora, por ello se ha tratado de describir cada ensayo hecho en laboratorio durante la investigación de la tesis, que se realizaron considerando las respectivas normas técnicas ya establecidas. A continuación se detallan los ensayos básicos y los ensayos de Proctor modificado y CBR realizado a los materiales extraídos de las Canteras Tres Tomas y La victoria.

2.3.1) Análisis Granulométrico Por Tamizado

Los Análisis Granulométricos se realizarán mediante ensayos en el laboratorio con tamices de diferente enumeración, dependiendo de la separación de los cuadros de la maya. Los granos que pasen o se queden en el tamiz tienen sus características ya determinadas (NTP 339.128, 1999).

Los equipos utilizados en los ensayos de granulometría son:

a) Equipos:

- **Balanzas.**- Se utilizaron dos balanzas. Con 1 para pesar material que pase el tamiz de 2 mm (#10) de 0.01 gr. Y con la otra para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 2mm (#10) de 0.1 %.
- **Tamices de Malla Cuadrada.**- Una serie de tamices que al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico. Integrada por los siguientes tamices: 3", 1 ½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- **Estufa.**- Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110.5°C.
- **Envases.**- Para el manejo y secado de las muestras.
- **Cepillo y Brocha.**- Para limpiar las mallas de los tamices.

b) Procedimiento:

- Secar la muestra en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Colocar apropiadamente los tamices en orden decreciente de tamaño.
- Colocar la muestra desde la parte superior de los tamices.
- En este tamizado manual se mueven los tamices de un lado a otro y se recomienda un movimiento circular de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1% de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

2.3.2) Límites De Consistencia ó Atterberg

Se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

2.3.2.1) Límite Líquido

Es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquido y plástico de un suelo. Para determinar el límite líquido se emplea un equipo pequeño llamado Copa de Casagrande.

a) Equipos:

- **Cápsula de Evaporación.-** Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- **Casagrande.-** Es un aparato de uso manual y consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con sus dimensiones ya establecidas.
- **Espátula.-** Es una hoja flexible de 75 mm (3") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
- **Acanalador.-** Conforme con las dimensiones críticas indicadas en las Figura 00 y 00.
- **Estufa.-** Que pueda conservar temperaturas de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para secar la muestra.
- **Balanza.-** Una balanza con sensibilidad de 0.01 gr.

b) Procedimiento:

- Se toma una muestra de suelo que pasa por la malla N°40 y se coloca en el plato de bronce del aparato de Casagrande, nivelándola con la espátula, de tal modo que tenga un centímetro de espesor en el punto de máxima profundidad.
- El suelo en el plato de bronce, es dividido con un corte firme del acanalador, diametralmente al plato de bronce de arriba hacia abajo, de manera que se

forme un surco claro y bien definido de dimensiones adecuadas.

- Se procede a realizar el número de golpes con la manivela hasta que la parte inferior de las dos porciones de suelos separadas por el acanalador se unan, después se registra el número de golpes que ha sido necesario dar para cerrar el canal.
- Se toma una porción del suelo, aproximadamente del ancho de la espátula y cortada en toda su sección en ángulo recto del canal, se coloca esta porción en una capsula, se pesa y se coloca en la estufa para determinar su contenido de humedad.
- El material que queda en el plato de bronce se le agrega más agua hasta que se mezcle bien y se vuelve a repetir el ensayo. Previamente se debe lavar y secar el plato de bronce y el acanalador.
- Se ejecutan 4 puntos para obtener la recta de fluidez, luego se determina en la recta cuál es la humedad para 25 golpes y ese valor es el Límite Líquido.
- Una vez determinado el contenido de humedad, se dibuja la curva de flujo que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes.

Los cálculos requeridos para encontrar el límite líquido son:

El contenido de humedad del suelo, expresándolo como porcentaje del peso del suelo secado en el horno, es como sigue:

$$\textit{contenido de humedad} = \frac{\textit{peso del agua}}{\textit{peso del suelo secado en el horno}} \times 100$$

Para la preparación de la curva de fluidez, se traza la llamada “curva de fluidez” que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes de la taza de bronce. Con el contenido de humedad como abscisa sobre la escala aritmética, y el número de golpes como ordenada sobre escala logarítmica. La curva de flujo es una línea recta promedia, que pasa tan cerca como sea posible a través de los tres o más puntos dibujados.

2.3.2.2) Límite Plástico

Es el contenido de agua del suelo en el límite inferior de su estado plástico expresado en porcentajes.

“Se puede afirmar que la consistencia del suelo posee dos puntos máximos; uno cuando está en estado seco debido a cohesión y otro cuando húmedo que depende de la adhesión” (Cevallos, 2012, p.24).

Es una tira cilíndrica cuya finalidad es hacer una pasta de suelo con agua luego es amasada hasta crear o formar un cilindro de 10cm x 0.5cm el grosor; luego se fragmenta con una espátula y se reúne los fragmentos. Se determina la cantidad de humedad en 105°C para evaporarse, es decir el cambio de consistencia de friable a plástica.

a) Equipos:

- **Capsula de Evaporación.**- Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½”) de diámetro aproximadamente.
- **Vidrios.**- Superficie lisa y adecuada para la determinación de humedades. Mayormente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.
- **Espátula.**- Es una hoja flexible de 76.2 mm (3”) de longitud por 20 mm (¾”) de ancho.
- **Agua destilada.**- La cantidad que sea necesaria para la mezcla.
- **Horno o Estufa.**- Controlado regulable a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ para secar la muestra.
- **Balanza.**- Una balanza de 100 gr con sensibilidad de 0.01 gr.

b) Procedimiento:

- Se toman aproximadamente 20g de la muestra que pase por el tamiz N°40, se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de unos 6g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

- El secado previo del material en horno, estufa o al aire, puede cambiar (disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida amasada. La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.
- Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3.2 mm no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.
- El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.
- La porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 5 g de suelo y se determina la humedad.
- Así se repite el procedimiento anterior con la otra mitad de la masa.

Para encontrar el límite plástico, se calcula el promedio de las humedades de ambas determinaciones, se expresa como porcentaje de humedad, con una cifra decimal y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al Horno}} \times 100$$

2.3.2.3) Índice de plasticidad

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

Su cálculo se expresa de la siguiente forma:

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

Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP que significa No plástico, así mismo cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP.

Por ende, la determinación del índice de plasticidad indicará la cantidad de agua que requerirá el suelo para estar en el rango plástico. Así mismo se demuestra que a mayor porcentaje de agua (>IP) menor será el diámetro de la partícula del suelo, mayor su superficie específica y mayor cantidad de vacíos.

2.3.3) Proctor Modificado

Es la determinación de las densidades secas de varias probetas, compactadas en idénticas condiciones pero con contenidos de humedad diferentes.

El amoldar de las partículas en un suelo que se ha tratado de mejorar, no sólo depende de las características del dispositivo que se usó para compactar, sino principalmente de la humedad que tenía en ese momento el material.

a) Equipos:

- **Molde metálico.**- Es de forma cilíndrica de 6" (15.24 cm) de diámetro; y 4.59" (11.64) de altura.
- **Balanza.**- Con sensibilidad de 0.01 gr.
Con capacidad de 30 kg.

- **Pisón metálico.**- Es de 4.54 kg (10 lb) de peso, que consta de un vástago en el cuál su extremo inferior tiene un cilindro de 2" de diámetro. Aplicando los golpes con una caída desde 18" de altura.
- **Base metálica.**- Posee tornillos mariposa para fijar bien el molde.
- **Regla de acero.**- Esta sirve para enrasar el material del molde metálico.
- **Extensión del molde.**- Con el mismo diámetro y 2" de altura.
- **Horno eléctrico.**- Para el control de Temperatura.

b) Procedimiento:

- De todo el material utilizado para conformar el afirmado, se seleccionó 5500 gr, de ambas canteras retirando de ellas todo material mayor que la malla N° $\frac{3}{4}$ ".
- El molde se coloca en su base, a su vez se coloca su extensión del molde (collarín o anillo), asegurándose con los tornillos para que queden fijos.
- Se mezcla la muestra con el agua en una bandeja metálica, a la cual se le añade cierto porcentaje de agua (variando generalmente en 2% más) para obtener una muestra ligeramente húmeda y homogeneizada.
- De dichas porciones se saca una pequeña masa, por lo que se pesará y registrará para hallar el contenido de humedad.
- Se compacta la muestra en 5 capas estando el molde con el collar ensamblado, con 56 golpes cada una de ellas; el golpe del apisonador se distribuirá uniformemente sobre la superficie que se compacta.
- Acabada la compactación, se retira la extensión del molde (collarín) y se enrasa la parte superior del cilindro con la regla metálica tapando los huecos que quedasen en la superficie.
- Luego se procede a limpiar exteriormente el molde del suelo suelto producto del enrasamiento, para después pesar el molde con la muestra compactada.
- Se realizó el mismo procedimiento por cada muestra de las canteras, teniendo en cuenta que la cantidad de agua que se añade a cada una debe ir variando generalmente en un 2%.

2.3.4) CBR (Capacidad Soporte California)

Este ensayo se encarga de medir la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un porcentaje de la relación de soporte. El porcentaje de cbr está definido como la fuerza requerida para que un pistón penetre a una profundidad determinada, 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) Equipos:

❖ Compactación

- **Molde metálico.**- Se ocupa 3 moldes cilíndricos.
- **Pisón metálico.**- Se utiliza el mismo pisón del proctor modificado.
- **Base metálica.**- Posee tornillos mariposa para fijar bien el molde.
- **Disco espaciador.**- Es circular de 150.8 mm diámetro x 50.8 mm de espesor.
- **Extensión del molde.**- Con el mismo diámetro y 2" de altura.

❖ Medir el hinchamiento o expansión del suelo:

- **Extensómetro** con aprox. De 0.001", montado sobre un trípode.
- **Pesas**, como sobrecarga de plomo, cada una de ellas de 5 lb de peso.
- **Tanque** con agua para sumergir las muestras.

❖ Para la prueba de penetración:

- **Aparato para aplicar la carga**, como una prensa hidráulica que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05 pulg/min.
- **Pisón cilíndrico de acero de 19.35 cm²** de sección con longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta 1/2".

❖ Equipo mixto

- **Balanza.-** Con precisión de 1 gr.
- **Regla de acero.-** Esta sirve para enrasar el material del molde metálico.
- **Horno eléctrico.-** Para el control de Temperatura.
- **Taras.-** Que sean idénticas para colocar muestras.
- **Martillo de goma, bandejas.**

b) Procedimiento:

- Se preparó la muestra con el contenido óptimo de humedad determinado en el proctor modificado.
- Se compactó el primer molde de 56 golpes colocando primero el disco espaciador y un papel de filtro, colocando el collarín metálico previamente, se retira éste y se enrasa la muestra después de haber compactado todo. Rellenando los huecos que quedan en la superficie con el mismo material, apisonándolo con un martillo de goma; enseguida, se pesa el molde incluida la muestra conociendo de antemano el peso del molde y el volumen ocupado por la muestra dentro del molde.
- Se procedió de la misma manera con el segundo molde con 25 y el tercero con 12 golpes por capa.
- Encima del material compactado se colocó un papel filtro, sobre éste se coloca una placa perforada, que es un vástago; a parte de dos placas con agujero central con peso 5 lb cada una, que representa la sobrecarga.
- Encima del vástago de la placa perforada se pone el extensómetro montado en un trípode, registrando la lectura inicial.
- Posteriormente se sumergió el molde en agua por el periodo de 4 días, así mismo inicio así a la prueba de expansión y se toma lecturas cada 24 horas en el extensómetro.
- Se determinó el contenido de humedad de las muestras en cada molde.
- Después de haber cumplido el tiempo determinado, se procede a pesar las muestras saturadas del agua, inclinando el molde para que escurra el agua y

deben permanecer durante 15 minutos.

- Luego se retira las pesas y discos para pesar las muestras y seguidamente colocarlas en la prensa digital de cbr para el ensayo de penetración, llevando el molde a la prensa y asentando el pistón sobre la superficie de la muestra.

c) Determinación de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

Se obtiene de la curva de compactación elaborada por medio del ensayo de determinación de la relación densidad humedad.

d) Determinación de las propiedades expansivas del material

Consistió en dejar sumergido en agua durante un periodo de 96 horas (4 días) los tres moldes compactados, con la siguiente variante: El primer molde con 56 golpes cada capa, el segundo con 25 golpes cada capa y el tercero con 12 golpes cada capa.

Todos los moldes fueron de diámetro interior de 6" y altura de 8", con un disco espaciador colocado en la base y también se le colocó una sobrecarga consistente en dos placas.

Después de cada 24 horas, se debe medir la expansión producida en el material a través de un trípode y un extensómetro, dando como resultado final una expansión en función de la altura de la muestra expresada en porcentaje.

e) Determinación de CBR

Posteriormente de saturada la muestra durante de 4 días, se sacan los moldes del agua y se someten a la prensa para medir la resistencia a la penetración, mediante la introducción de un pistón de 19.35 cm² de sección circular.

Anticipadamente a la prueba de penetración debe sentarse el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga inicial de 10 lb y luego colocar el extensómetro en cero.

Seguidamente se procede a la aplicación lenta del pistón con cargas continuas.

ANEXO 3

DESCRIPCIÓN DEL CLORURO DE CALCIO

3.1) MATERIAL ESTABILIZADOR

Se refiere a la utilización de ciertas sustancias químicas patentizadas y especiales cuyo uso es para estabilizar suelos en los cuales los otros sistemas de estabilización suelen ser menos eficaces.

Las sustancias químicas aplicadas al estar en contacto con el suelo se solidifican y forman geles que actúan como ligantes a la fracción gruesa. Los aditivos estabilizadores de suelos se utilizan para mejorar las propiedades de suelos no deseables.

En caminos no pavimentados el control del polvo y la estabilización de la superficie de la carretera suelen ir de la mano; donde la superficie de la carretera es estabilizada para evitar pérdida de finos con la finalidad de tener mejor confort y mayor seguridad evitando el deterioro de la superficie de rodadura.

Dentro de los aditivos químicos que existen (tradicionales y no tradicionales) no se ha encontrado criterios para la selección de estos, es por eso que se deben analizar en laboratorio o in situ también; en este proyecto se ha seleccionado y aplicado el producto químico, denominado como "Cloruro de Calcio".

3.1.1) Cloruro de Calcio

El calcio es la base del cloruro cálcico que se elabora mezclando la caliza (carbonato de calcio) y ácido clorhídrico, el resultado de este sencillo proceso es un compuesto a su concentración de 40% - estado líquido, que por su versatilidad es esencialmente útil para fenómenos tan distintos como son la estabilización de carreteras. Según Manuel Mateos de Vicente "el cloruro cálcico es uno de los agentes estabilizadores de suelos más económicos, siendo usado por los beneficios que reporta, tanto en la construcción de capas de sub-base y base en carreteras y autopistas, como en capas de rodadura de caminos ordinarios de tierra".

En este proyecto se trabajó con este estabilizador de los suelos QUIM KD 40, haciendo un seguimiento a la reacción y/o variación de las diferentes propiedades químicas, físicas y mecánicas de material de cantera con el aditivo.

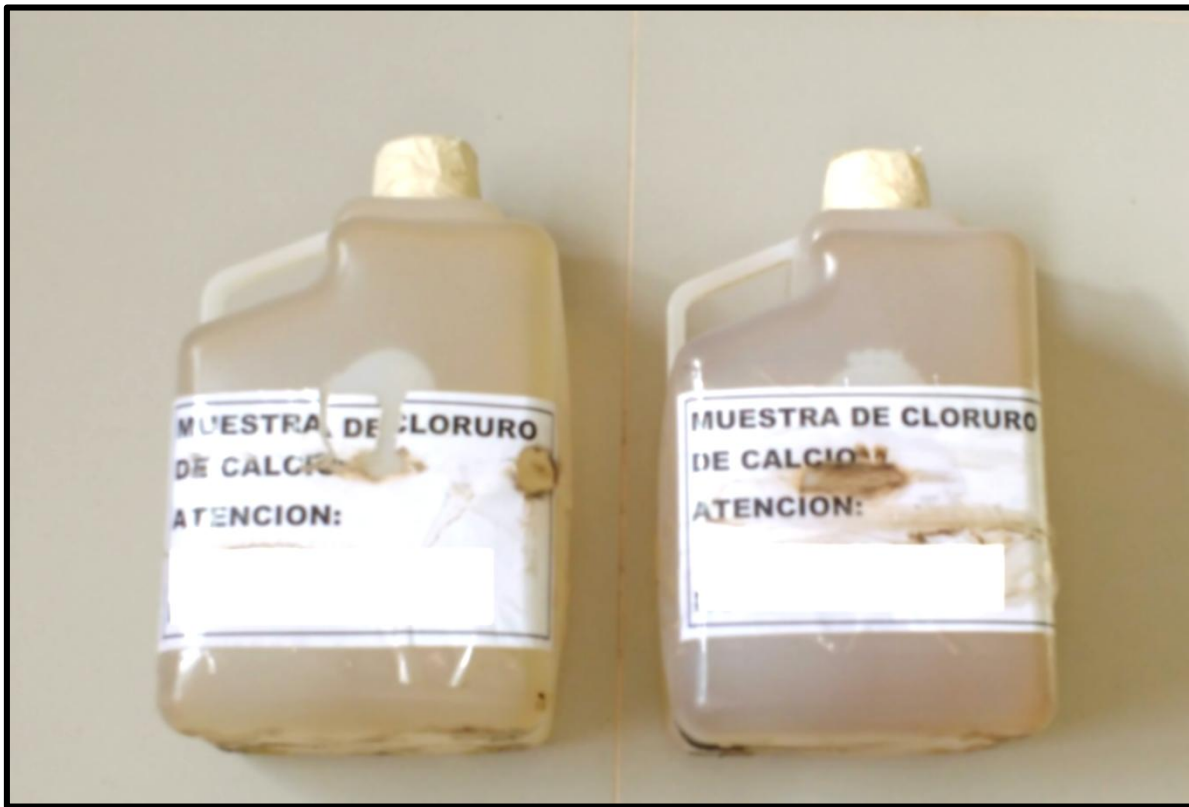


Figura N°05: Cloruro de Calcio – Aditivo Líquido

Fuente: Elaborado por el investigador

3.1.1.1) Especificación del Producto

- **Producto comercial en nuestro medio:** QUIMD KD 40
- **Fabricante:** Quimpac S.A
- **Especificación del fabricante:** es un producto que tiene como compuesto básico el cloruro de calcio, el cual tiene como complemento la participación de aditivos que permiten darle al producto final el aspecto, equilibrio y la calidad requeridos para cumplir eficazmente con las aplicaciones específicas a las que está dirigido.
- **Otras denominaciones:** Cloruro de calcio

3.1.1.2) Propiedades del Cloruro de Calcio

El cloruro de calcio es una sal deliquescente, puede disolverse completamente absorbiendo humedad de la atmósfera cuando la humedad relativa del aire está por encima de ciertos valores.

La propiedad del cloruro cálcico de retener el agua de la solución es beneficiosa durante el proceso de compactación; al evaporarse el agua con más dificultad, se requieren menos pasadas con la cisterna para mantener la humedad cercana a la óptima para el esfuerzo de compactación usado, debido a estas propiedades es por lo que se usa el cloruro como paliativo del polvo.

La humedad que imparte la adición de cloruro a la superficie de un camino de tierra mantiene los áridos más estables que en uno sin tratar.

El cloruro de calcio ayuda a mantener constante la humedad en un suelo pero desafortunadamente esta sal es fácilmente lavable y es capaz de absorber hasta 10 veces su propio peso cuando las condiciones de humedad son altas en el medio ambiente, pudiéndose mantener dicha humedad en sus dos terceras partes durante un día de calor seco.

3.1.1.3) Objetivos de la estabilización con cloruro de calcio

Es el de mejorar el comportamiento de la capacidad de soporte, el cambio de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas en diferentes tipos de suelos, tanto granulares como finos.

También trata por diversos medios la estabilidad de ellos para cualquier condición de tiempo y de servicio.

Así mismo no sólo procura llegar a un estado del suelo con suficiente resistencia a la acción destructora y deformante de las cargas, sino también asegurar la permanencia de ese estado a través del tiempo.

3.1.1.4) Características del Cloruro de Calcio

- Como una de las características de una solución con cloruro de calcio, tiene que la presión de vapor es más baja que el agua pura, por lo que las moléculas de agua en la solución se evaporan más lentamente que las moléculas del agua pura.
- Producto industrializado desarrollado a partir de una reacción química de carbonato de calcio (caliza) con ácido clorhídrico.
- Aspecto líquido transparente.
- Color ligeramente amarillo.
- Concentración CaCl_2 38 – 40%

Cuadro N°06: Características de QUIMD KD-40

Características	Limites	Unidad
Cloruro de Calcio (CaCl₂)	36 – 40.5	% w/w
Sulfatos (CaSO₄)	Máx. 0.40	% w/w
Fierro (Fe)	Máx. 3.0	mg/L
pH	7.0 – 8.5	g/mL
Densidad (a 25°C)	1.36 – 1.41	
Aspecto	Líquido viscoso transparente exento de partículas en suspensión	

Fuente: Elaborado por el investigador

ANEXO 4

ESTABILIZACIÓN CON CLORURO DE CALCIO

4.1) Estabilización de la base

La capa de base se encuentra situada entre la capa sub-base y el pavimento, la principal función que se le atribuye a esta capa es la resistente, para lo cual debe presentar un alto grado de compacidad relativa. También debe ser durable, por lo que debe presentar insensibilidad al agua y los cambios volumétricos que ocasiona su presencia, así como una estabilidad a las cargas prolongadas en el tiempo.

4.1.1) Dosificación

La estabilización de suelos con cloruro de calcio depende de una dosificación, esto ayudará a que las propiedades del cloruro de calcio se aprovechen de una manera óptima y precisa.

El cloruro de calcio se dosificó en cada muestra de cantera en diferentes porcentajes de 10%, 30% y 50% para ver si el porcentaje llega a ser el adecuado, en el cual la estabilización sea apropiada y el aditivo no afecte las condiciones del suelo.

Cuadro N°07: Dosificación empleada en los Ensayos.

MATERIAL	ENSAYO	CaCl ₂
Cantera Tres Tomas	<ul style="list-style-type: none">• Proctor Modificado• CBR	1) 1.43 (H ₂ O) + 3.39 (CaCl ₂)
		2) 3.80 (H ₂ O) + 1.02 (CaCl ₂)
Cantera La Victoria		3) 4.72 (H ₂ O) + 0.102 (CaCl ₂)

Fuentes: Elaborado por el investigador

4.1.2) CBR (óptimo)

Con el propósito de conseguir una adecuada y conveniente dosificación con el cloruro de calcio, en primer lugar se realizaron ensayos con el material a ser utilizado, tales como ensayos de Mecánica de Suelos, Proctor modificado y Capacidad de soporte de califonia.

Para observar la influencia del cloruro de calcio en el material, se probó principalmente en los ensayos de proctor modificado y Cbr a las 2 canteras que se escogieron.

Para este ensayo se hizo en una etapa inicial sin cloruro de calcio y posteriormente se hizo CBR con la adición del aditivo en 3 dosificaciones (10%, 30% y 50%) para ver la influencia del mismo en el comportamiento de los suelos.

a) Equipos:

- **Molde metálico.**- Se ocupa 3 moldes cilíndricos.
- **Pisón metálico.**- Se utiliza el mismo pisón del proctor modificado.
- **Base metálica.**- Posee tornillos mariposa para fijar bien el molde.
- **Disco espaciador.**- Es circular de 150.8 mm diámetro x 50.8 mm de espesor.
- **Extensión del molde.**- Con el mismo diámetro y 2" de altura.
- **Balanza.**- Con precisión de 1 gr.
- **Regla de acero.**- Esta sirve para enrasar el material del molde metálico.
- **Horno eléctrico.**- Para el control de Temperatura.
- **Taras.**- Que sean idénticas para colocar muestras.
- **Martillo de goma, bandejas.**

❖ Medir el hinchamiento o expansión del suelo:

- **Extensómetro** con aprox. De 0.001", montado sobre un trípode.
- **Pesas**, como sobrecarga de plomo, cada una de ellas de 5 lb de peso.
- **Tanque** con agua para sumergir las muestras.

❖ **Para la prueba de penetración:**

- **Aparato para aplicar la carga**, como una prensa hidráulica que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05 pulg/min.
- **Pisón cilíndrico de acero de 19.35 cm²** de sección con longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta ½”.

b) Procedimiento:

- Se preparó muestras de 5.500 kg por cada molde con las dosificaciones determinadas del aditivo.
- Luego se compactó la muestra con 5 capas en cada uno de los 3 moldes CBR, el primero con 56 golpes, el segundo con 25 y el tercero con 12 golpes por capa.
- Se procedió a pesar las muestras compactadas.
- Posteriormente se colocaban las sobrecargas (tapas) al molde con las muestras para sumergirlas al agua durante 4 días.
- Después de haber cumplido el tiempo determinado, se procede a pesar las muestras sacadas del agua para pesarlas y seguidamente colocarlas en la prensa digital de cbr para el ensayo de penetración.

En muchas de las ocasiones se busca un aumento del valor de CBR y se elegirá la dosificación que contribuye con esta característica y así se tomará como valor óptimo de contenido de cloruro calcio, aquél que sea económicamente viable y técnicamente recomendable.

Una de sus ventajas del cloruro de calcio es la de retener polvo, dicha ventaja es de mucha importancia en caminos rurales, vías de acceso a minas y carreteras en general.

ANEXO 5

Panel de Fotográfico

Análisis Granulométrico



Figura N°06: Tamizado de las Canteras para el análisis granulométrico

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°07: Tamizado de las muestras en estudio

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°08: Lavado de las muestras en el tamiz N°200

Fuente: Elaborado por el investigador



Figura N°09: Pesando el material retenido en cada una de las mallas

Fuente: Elaborado por el investigador.

Límites De Atterberg



Figura N°10: Límite Líquido

Fuente: Elaborado por el investigador



Figura N°11: Determinación del Límite Líquido

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°12: Elaboración del Límite Plástico

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°13: Determinación del Límite Plástico

Fuente: Elaborado por el investigador.

Proctor Modificado



Figura N°14: Cuarteo de las muestras para el Proctor modificado

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°15: Equipo listo para el proctor modificado

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°16: Compactación de la muestra para el óptimo contenido de humedad con y sin CaCl_2

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°17: Vaciado del material en cada capa para compactar

Fuente: Elaborado por el investigador



Figura N°18: Retirando el material después de enrasar
Fuente: Elaborado por el investigador



Figura N°19: Pesando la muestra del Proctor Modificado
Fuente: Elaborado por el investigador.

California Bearing Ratio



Figura N°20: Preparación de la mezcla del material con y sin CaCl_2 para el ensayo de Cbr

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°21: Compactación de la muestra con y sin CaCl_2 para el ensayo de Cbr

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°22: Muestra sin CaCl₂ listos para sumergir en el agua.

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°23: Muestra Con CaCl₂ listos para sumergir en el agua.

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°24: Muestras listas para calibrar y medir su expansión durante 4 días.

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°25: Muestras sumergidas en el agua con y sin CaCl₂ durante 96 horas.

Fuente: Elaborado por el investigador.



Figura N°26: Equipo para la Prueba de Penetración de los moldes de CBR
Fuente: Elaborado por el investigador.

ANEXO 6

Instrumentos Resultados

Instrumento 1: Resultado del Análisis Granulométrico.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

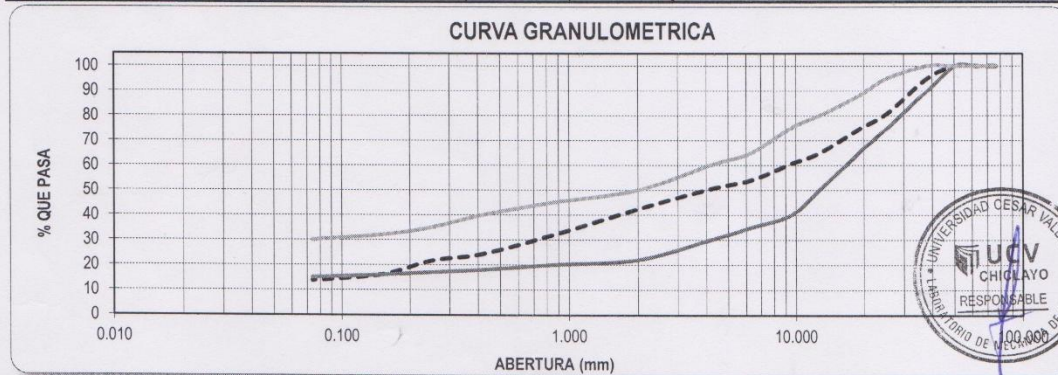
Muestra : **M1-1** CANTERA TRES TOMAS

Peso de muestra seca : 6949.00

Peso perdido por lavado : -----

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	3580.50
Ss + Tara	3550.00
Tara	106.00
Peso Agua	30.50
Peso Suelo Seco	3444.00
Humedad(%)	0.89

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	348.10	5.01	5.01	94.99	
1"	25.400	978.90	14.09	19.10	80.90	
3/4"	19.050	445.40	6.41	25.51	74.49	
1/2"	12.700	669.000	9.63	35.13	64.87	
3/8"	9.525	297.000	4.27	39.41	60.59	
1/4"	6.350	453.200	6.52	45.93	54.07	
No4	4.750	248.500	3.58	49.50	50.50	
10	2.000	563.000	8.10	57.61	42.39	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO
20	0.850	727.300	10.47	68.07	31.93	
40	0.420	527.300	7.59	75.66	24.34	
60	0.250	189.300	2.72	78.39	21.61	
100	0.150	383.900	5.52	83.91	16.09	
200	0.074	160.100	2.30	86.21	13.79	OBSERVACIONES MATERIAL AFIRMADO DE CANTERA TRES TOMAS
< 200		958.00	13.79	100.00	0.00	
Total		6949.00				



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 2: Resultados del Ensayo de Límites de consistencia.

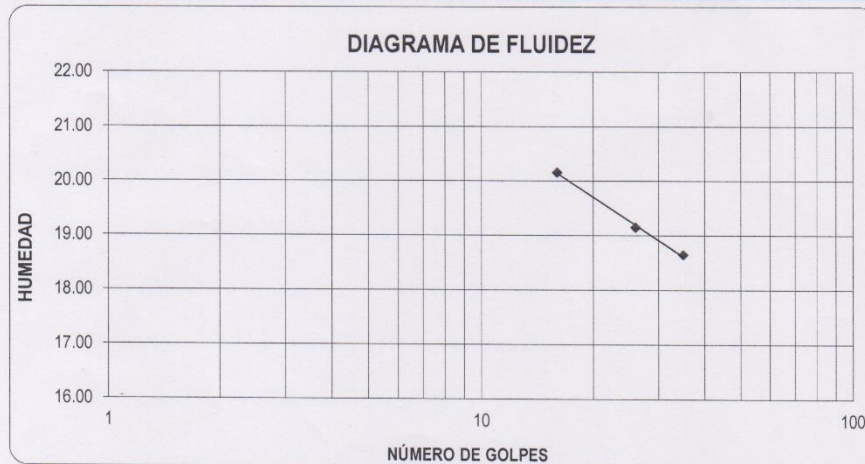


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	26	35	-	-
Peso tara (g)	14.10	14.10	14.00	7.10	7.20
Peso tara + suelo húmedo (g)	32.28	28.10	26.28	11.00	11.20
Peso tara + suelo seco (g)	29.23	25.85	24.35	10.44	10.63
Humedad %	20.16	19.15	18.65	16.77	16.62
Límites	19			17	



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz

 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 3: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : M1 -1 CANTERA TRES TOMAS

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	1	2
Peso de Tarro (gr.)	101.00	111.00
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	3627.00	3534.00
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	3596.00	3504.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	3495.00	3393.00
Peso de Agua (gr.)	31.00	30.00
% de Humedad (%)	0.89	0.88
% De Humedad Promedio (%)	0.89	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 4: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado – Sin Aditivo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

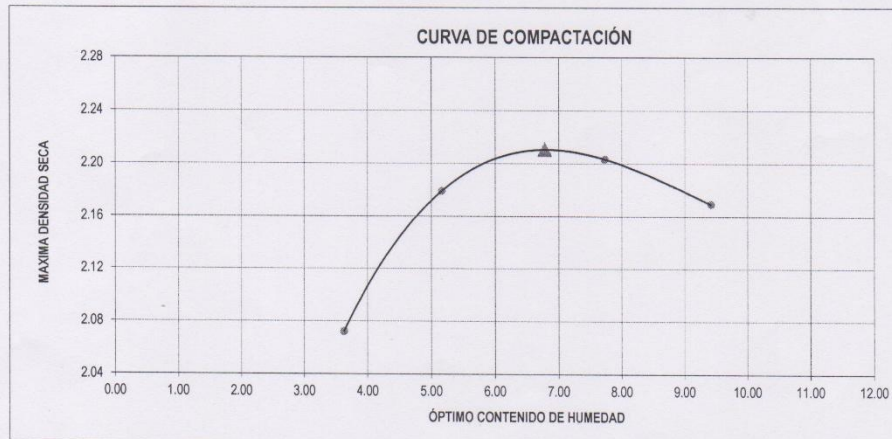
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra **M1-1** CANTERA TRES TOMAS

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6076
Volumen del Molde cm ³ .	2094
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10573.00	10875.00	11047.00	11047.00		
Peso de Molde (gr.)	6076.00	6076.00	6076.00	6076.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4497.00	4799.00	4971.00	4971.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.15	2.29	2.37	2.37		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	500.00	500.00	500.00	500.00		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	484.00	478.00	469.00	461.00		
Peso de Agua (gr)	16.00	22.00	31.00	39.00		
Peso de Cápsula (gr.)	43.00	52.00	68.00	47.00		
Peso de Suelo Seco (gr.)	441.00	426.00	401.00	414.00		
% de Humedad	3.63	5.16	7.73	9.42		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.07	2.18	2.20	2.17		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.211
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6.78



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 5: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado+10% CaCl2.

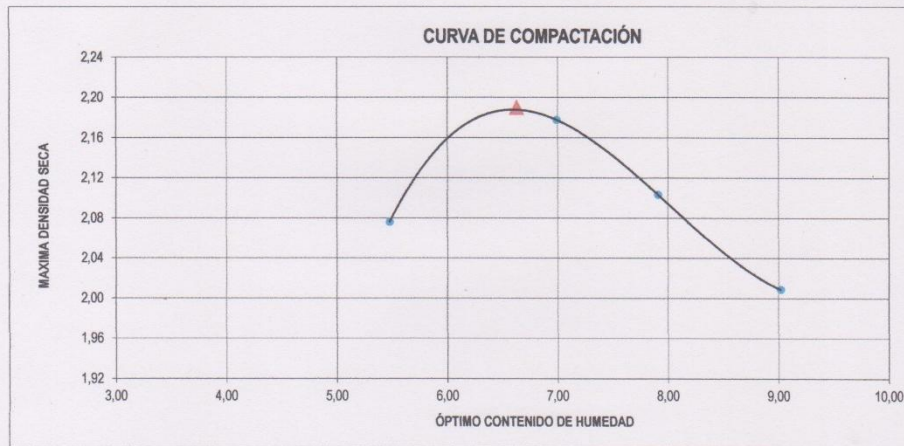


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
 SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra	M1-2 CANTERA TRES TOMAS + 10%CaCl2	Molde N°	S - 123
		Peso del Molde gr.	6076
		Volumen del Molde cm ³ .	2094
		N° de Capas	5
		N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10662,00	10955,00	10829,00	10662,00		
Peso de Molde (gr.)	6076,00	6076,00	6076,00	6076,00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4586,00	4879,00	4753,00	4586,00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2,19	2,33	2,27	2,19		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	508,76	525,06	539,22	522,41		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	485,58	495,60	505,67	484,08		
Peso de Agua (gr)	23,18	29,46	33,55	38,33		
Peso de Cápsula (gr.)	62,50	74,10	81,50	59,10		
Peso de Suelo Seco (gr.)	423,08	421,50	424,17	424,98		
% de Humedad	5,48	6,99	7,91	9,02		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2,08	2,18	2,10	2,01		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2,190
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6,63

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Instrumento 6: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado+30% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

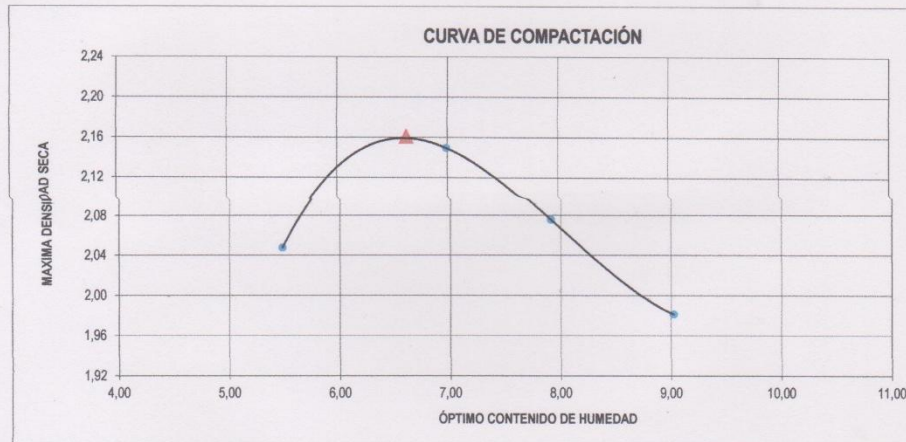
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra	M1-3	CANTERA TRES TOMAS + 30%CaCl2
---------	------	-------------------------------

Molde Nº	S - 123
Peso del Molde gr.	6076
Volumen del Molde cm ³	2094
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10599,00	10892,00	10767,00	10599,00		
Peso de Molde (gr.)	6076,00	6076,00	6076,00	6076,00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4523,00	4816,00	4691,00	4523,00		
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2,16	2,30	2,24	2,16		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	643,77	657,57	668,33	661,35		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	614,02	619,74	625,31	612,22		
Peso de Agua (gr)	29,75	37,83	43,02	49,13		
Peso de Cápsula (gr.)	71,20	78,50	81,40	67,50		
Peso de Suelo Seco (gr.)	542,82	541,24	543,91	544,72		
% de Humedad	5,48	6,99	7,91	9,02		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2,05	2,15	2,08	1,98		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm3)	2,161
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6,63

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 7: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado+50% CaCl2.

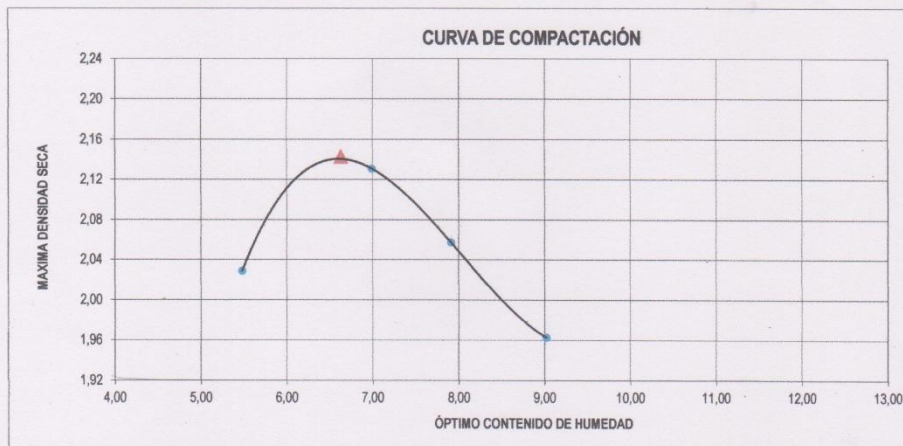


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
 SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra	M1 - 4	CANTERA TRES TOMAS + 50%CaCl2	Molde Nº	S - 123
			Peso del Molde gr.	6076
			Volumen del Molde cm ³ .	2094
			Nº de Capas	5
			Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10557,00	10850,00	10725,00	10557,00		
Peso de Molde (gr.)	6076,00	6076,00	6076,00	6076,00		
Peso de suelo Húmedo (gr.)	4481,00	4774,00	4649,00	4481,00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2,14	2,28	2,22	2,14		
CAPSULA Nº	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	725,44	726,12	750,37	740,60		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	692,18	683,80	702,27	685,68		
Peso de Agua (gr.)	33,26	42,32	48,10	54,92		
Peso de Cápsula (gr.)	85,20	78,40	94,20	76,80		
Peso de Suelo Seco (gr.)	606,98	605,40	608,07	608,88		
% de Humedad	5,48	6,99	7,91	9,02		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2,03	2,13	2,06	1,96		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2,143
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6,63

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Instrumento 8: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión – Sin Aditivo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : **M1-1** CANTERA TRES TOMAS

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12683	12710	12046	12084	11700	11745
Peso de Molde (gr.)	7743	7743	7263	7263	7295	7295
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4940	4967	4783	4821	4405	4450
Volumen de Molde (cm3)	2090	2090	2135	2135	2094	2094
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.364	2.377	2.240	2.258	2.104	2.125
CAPSULA Nº	J-6	J-9	J-9	J-20	J-20	J-20
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	583.00	586.00	573.00	571.00	584.00	580.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	551.00	550.00	541.30	531.00	551.90	538.00
Peso de Agua (gr)	32.00	36.00	31.70	40.00	32.10	42.00
Peso de Cápsula (gr.)	83.00	86.00	73.00	71.00	84.00	80.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	468.00	464.00	468.30	460.00	467.90	458.00
% de Humedad	6.84	7.76	6.77	8.70	6.86	9.17
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.212	2.205	2.098	2.077	1.969	1.947

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.018	0.008	0.069	0.019	0.009	0.077	0.020	0.010	0.086
48 hrs	0.028	0.016	0.139	0.028	0.018	0.155	0.028	0.018	0.154
72 hrs	0.030	0.020	0.173	0.032	0.022	0.189	0.035	0.025	0.214
96 hrs	0.030	0.020	0.173	0.032	0.022	0.189	0.035	0.025	0.214

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	25 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	10 GOLPES	
pulg.	tiempo			lbs/pulg2	lbs/pulg2			lbs/pulg2	lbs/pulg2			lbs/pulg2	lbs/pulg2
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	62	286.2	206.8	45	208.5	150.6	25	125.2	90.3			
0.050	1'00"	92	416.4	300.9	66	302.7	218.7	38	182.0	131.5			
0.075	1'30"	122	545.8	394.5	88	395.6	285.9	52	238.9	172.6			
0.100	2'00"	154	681.6	492.7	110	494.1	357.1	65	297.1	214.6			
0.125	2'30"	165	733.3	530.0	119	531.5	384.1	70	319.6	230.9			
0.150	3'00"	197	871.8	630.2	142	631.7	456.6	84	379.5	274.3			
0.175	3'30"	230	1014.2	733.1	166	735.0	531.3	98	441.6	319.1			
0.200	4'00"	252	1109.2	801.8	182	803.6	580.9	108	483.3	349.3			
0.300	6'00"	321	1407.4	1017.5	232	1020.2	737.5	138	612.2	442.5			
0.400	8'00"	373	1632.3	1180.0	269	1182.6	854.9	160	709.4	512.8			
0.500	10'00"	388	1700.4	1229.3	280	1231.2	890.0	167	738.5	533.8			

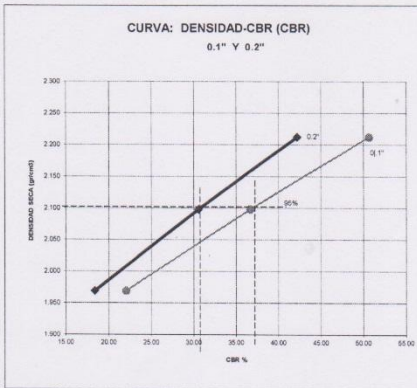
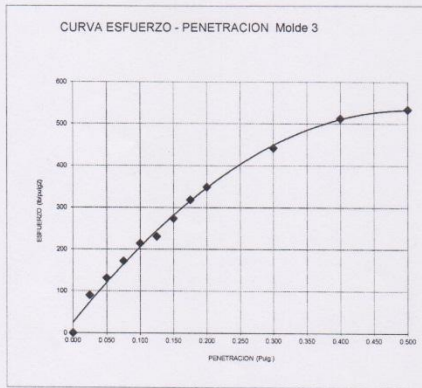
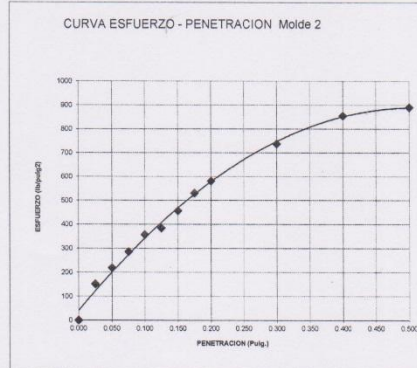
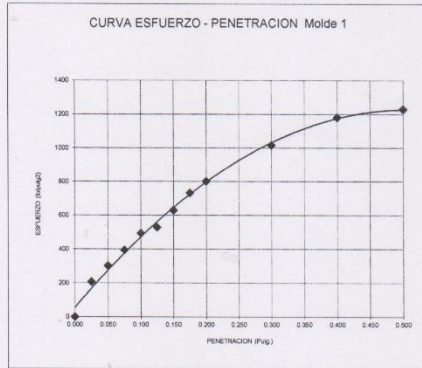
*** Ensayo realizado por el solicitante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	421.9	1000	42.19	2.212
2	0.1	305.7	1000	30.57	2.098
3	0.1	183.6	1000	18.36	1.969

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	759.4	1500	50.63	2.212
2	0.2	550.2	1500	36.68	2.098
3	0.2	330.4	1500	22.03	1.969

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.212
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.101
ÓPTIMO Contenido de Humedad	6.78%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	42.19%	0.2"	50.63%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	30.70%	0.2"	36.90%

*** Ensayo realizado por el solicitante.



Instrumento 9: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión +10% CaCl2.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
 SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACION : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2016

Muestra : **M1-2** CANTERA TRES TOMAS + 10%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12635	12655	11956	11988	11120	11166
Peso de Molde (gr.)	7743	7743	7263	7263	6670	6670
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4892	4912	4693	4725	4450	4496
Volumen de Molde (cm3)	2098	2098	2112	2112	2117	2117
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.331	2.341	2.222	2.237	2.102	2.124
CAPSULA N°	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	582.00	584.00	589.00	587.00	579.00	577.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	550.20	550.00	557.20	548.00	547.20	532.00
Peso de Agua (gr.)	31.80	34.00	31.80	39.00	31.80	45.00
Peso de Cápsula (gr.)	82.00	84.00	89.00	87.00	79.00	77.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	468.20	466.00	468.20	461.00	468.20	455.00
% de Humedad	6.79	7.30	6.79	8.46	6.79	9.89
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.183	2.182	2.081	2.063	1.968	1.933

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.024	0.014	0.014	0.026	0.016	0.016	0.027	0.017	0.017
48 hrs	0.028	0.018	0.018	0.029	0.019	0.019	0.030	0.020	0.020
72 hrs	0.031	0.021	0.021	0.032	0.022	0.022	0.035	0.025	0.025
96 hrs	0.031	0.021	0.021	0.032	0.022	0.022	0.035	0.025	0.025

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
pulg	tiempo	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	102	459.4	332.0	73	333.5	241.0	43	201.6	145.6
0.050	1'00"	151	670.8	484.8	109	487.2	352.1	64	293.1	211.8
0.075	1'30"	199	878.7	635.2	144	638.7	461.6	85	383.4	277.1
0.100	2'00"	249	1097.9	793.7	180	796.7	575.9	107	477.6	345.2
0.125	2'30"	269	1181.3	853.9	194	857.0	619.5	115	513.7	371.2
0.150	3'00"	320	1404.8	1015.6	231	1019.4	736.9	137	610.5	441.2
0.175	3'30"	373	1634.9	1181.9	270	1186.1	857.4	160	710.3	513.4
0.200	4'00"	408	1787.7	1292.4	295	1296.7	937.4	175	776.3	561.1
0.300	6'00"	519	2269.5	1640.8	376	1646.2	1190.1	224	985.5	712.4
0.400	8'00"	603	2632.0	1902.8	436	1908.8	1379.9	260	1142.6	826.0
0.500	10'00"	628	2741.4	1981.9	454	1987.8	1437.1	271	1189.5	859.9

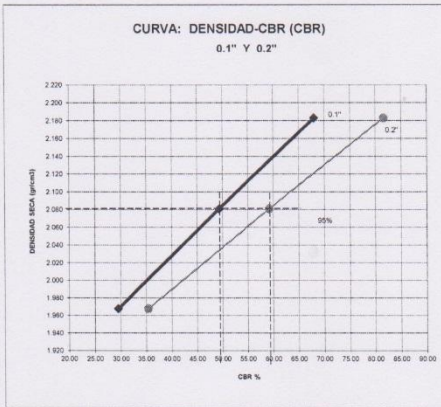
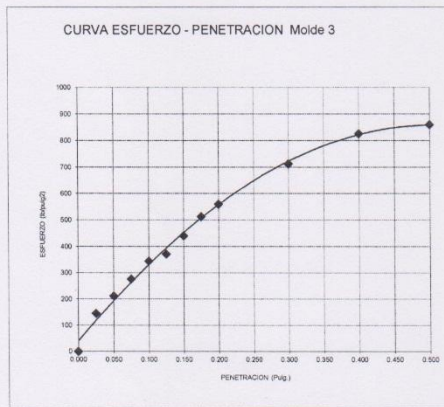
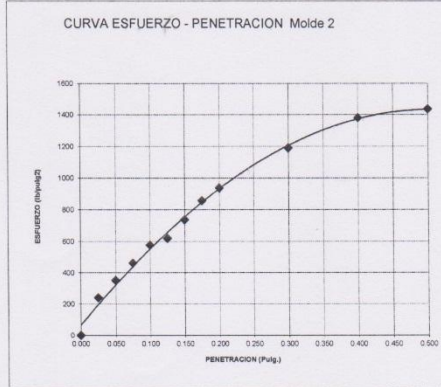
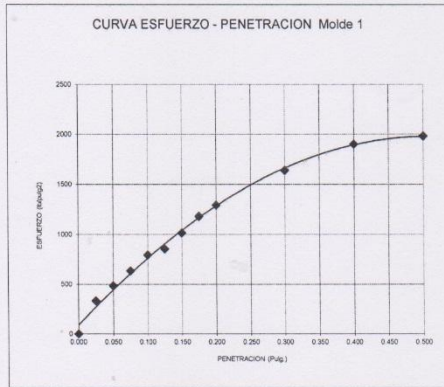
*** Ensayo realizado por el solicitante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	680.4	1000	68.04	2.183
2	0.1	493.6	1000	49.36	2.081
3	0.1	295.2	1000	29.52	1.968

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	1224.7	1500	81.65	2.183
2	0.2	888.3	1500	59.22	2.081
3	0.2	531.4	1500	35.43	1.968

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.190
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.081
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.20%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	68.04%	0.2"	81.65%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	49.30%	0.2"	59.11%

*** Ensayo realizado por el solicitante.



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 10: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión +30% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACION DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : **M1-3** CANTERA TRES TOMAS + 30%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12652	12677	11961	11995	12620	12662
Peso de Molde (gr.)	7743	7743	7263	7263	8167	8167
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4909	4934	4698	4732	4453	4495
Volumen de Molde (cm3)	2123	2123	2133	2133	2128	2128
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.312	2.324	2.203	2.218	2.093	2.112
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	575.00	578.00	581.00	583.00	569.00	566.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	543.00	541.00	549.00	540.00	537.00	518.00
Peso de Agua (gr)	32.00	37.00	32.00	43.00	32.00	48.00
Peso de Cápsula (gr.)	75.00	78.00	81.00	83.00	69.00	66.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	468.00	463.00	468.00	457.00	468.00	452.00
% de Humedad	6.84	7.99	6.84	9.41	6.84	10.62
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.164	2.152	2.062	2.028	1.959	1.910

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.024	0.014		0.025	0.015		0.027	0.017	
48 hrs	0.028	0.018		0.029	0.019		0.030	0.020	
72 hrs	0.031	0.021		0.032	0.022		0.035	0.025	
96 hrs	0.031	0.021		0.032	0.022		0.035	0.025	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA DIAL	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA DIAL	MOLDE 3	10 GOLPES
pulg	tiempo									
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	87	394.3	284.9	63	287.5	207.7	36	172.5	124.5
0.050	1'00"	129	576.2	416.4	93	418.2	302.2	54	251.5	181.7
0.075	1'30"	171	755.4	546.0	123	548.4	396.3	72	327.9	236.9
0.100	2'00"	214	942.5	681.3	154	684.3	494.6	91	409.5	295.9
0.125	2'30"	230	1014.2	733.1	166	736.3	532.2	98	440.7	318.5
0.150	3'00"	274	1205.6	871.5	198	875.2	632.7	117	523.6	378.5
0.175	3'30"	320	1403.1	1014.3	231	1018.5	736.2	137	608.7	440.0
0.200	4'00"	350	1535.5	1110.0	253	1113.1	804.7	150	666.5	481.7
0.300	6'00"	445	1947.4	1407.9	322	1413.1	1021.5	191	845.3	611.0
0.400	8'00"	517	2258.2	1632.6	374	1637.9	1184.1	222	978.6	707.4
0.500	10'00"	539	2352.9	1701.0	390	1707.4	1234.3	232	1020.2	737.5

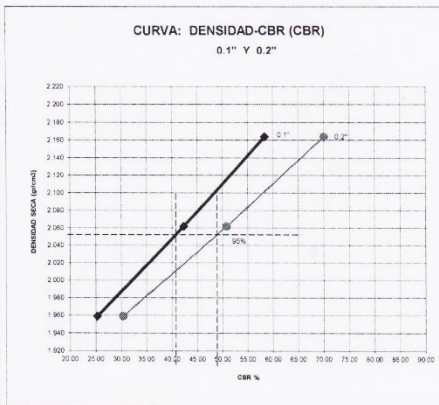
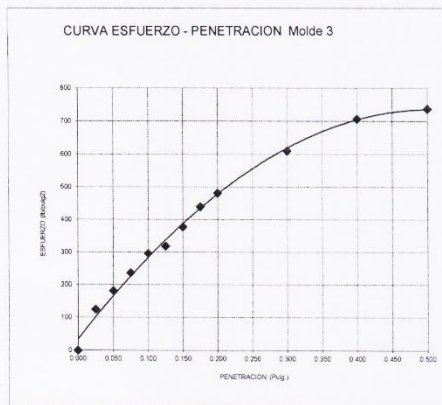
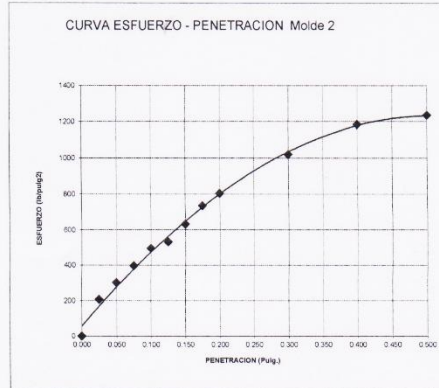
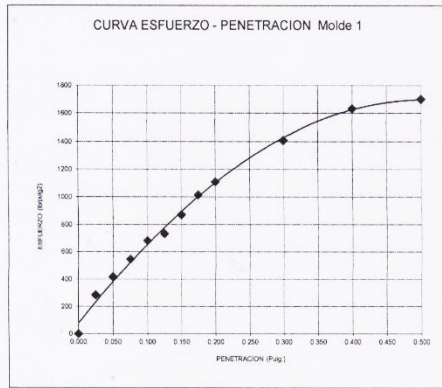
*** Ensayo realizado por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	584.0	1000	58.40	2.164
2	0.1	423.5	1000	42.35	2.062
3	0.1	253.2	1000	25.32	1.959

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	1051.1	1500	70.07	2.164
2	0.2	762.3	1500	50.82	2.062
3	0.2	455.8	1500	30.38	1.959

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.161
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.053
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.27%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	58.40%	0.2"	70.07%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	40.85%	0.2"	49.02%

*** Ensayo realizado por el solicitante.



Instrumento 11: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión+50% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : **M1 - 4** CANTERA TRES TOMAS +50%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12580	11666	11911	11574	12400	11477
Peso de Molde (gr.)	7743	7743	7263	7263	8042	8042
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4837	3923	4648	4311	4358	3435
Volumen de Molde (cm3)	2109	2109	2133	2133	2108	2108
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.294	1.860	2.179	2.021	2.067	1.630
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	568.00	572.00	577.00	574.00	570.00	567.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	536.30	538.00	545.30	535.00	538.30	524.00
Peso de Agua (gr.)	31.70	34.00	31.70	39.00	31.70	43.00
Peso de Cápsula (gr.)	68.00	72.00	77.00	74.00	70.00	67.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	468.30	466.00	468.30	461.00	468.30	457.00
% de Humedad	6.77	7.30	6.77	8.46	6.77	9.41
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.148	1.734	2.041	1.863	1.936	1.489

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.024	0.014	0.025	0.025	0.015	0.027	0.027	0.017	0.020
48 hrs	0.027	0.017	0.028	0.018	0.030	0.020	0.030	0.020	0.026
72 hrs	0.031	0.021	0.033	0.023	0.036	0.026	0.036	0.026	0.026
96 hrs	0.031	0.021	0.033	0.023	0.036	0.026	0.036	0.026	0.026

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
pulg	tiempo	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	80	363.9	263.0	57	264.1	190.8	33	159.9	115.4
0.050	1'00"	119	530.6	383.5	85	384.7	278.0	50	231.9	167.5
0.075	1'30"	156	694.2	501.8	113	504.1	364.3	66	302.7	218.7
0.100	2'00"	196	867.9	627.3	141	629.1	454.7	84	377.8	273.0
0.125	2'30"	212	933.4	674.7	152	676.4	488.9	90	406.0	293.4
0.150	3'00"	252	1109.7	802.1	182	804.1	581.2	108	482.8	349.0
0.175	3'30"	294	1291.5	933.7	212	935.6	676.3	126	561.4	405.8
0.200	4'00"	322	1411.8	1020.6	232	1023.3	739.7	138	613.5	443.4
0.300	6'00"	410	1793.3	1296.5	296	1299.3	939.3	176	778.9	563.0
0.400	8'00"	475	2078.1	1502.3	343	1504.7	1087.8	204	902.2	652.1
0.500	10'00"	495	2165.3	1565.4	358	1568.5	1133.9	213	939.9	679.4

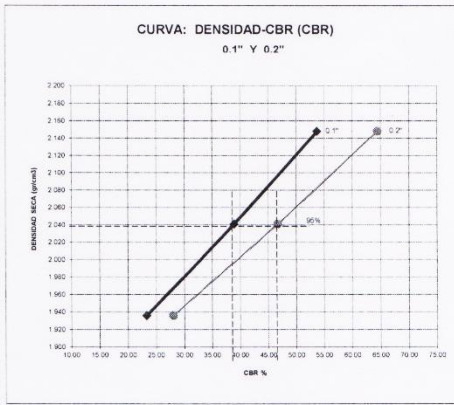
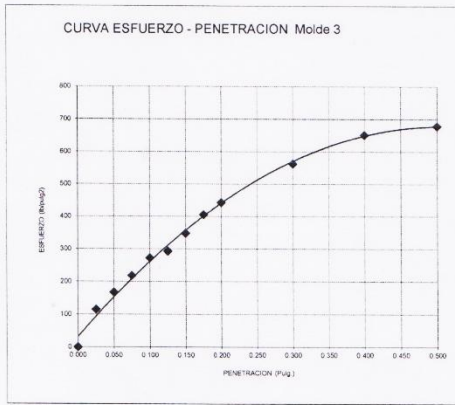
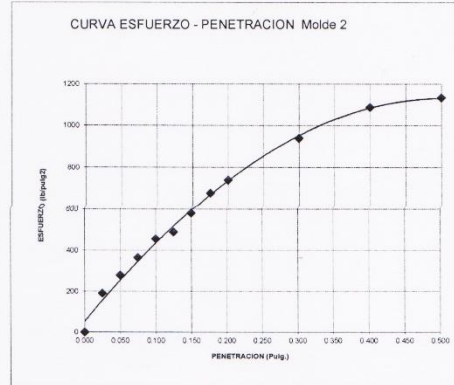
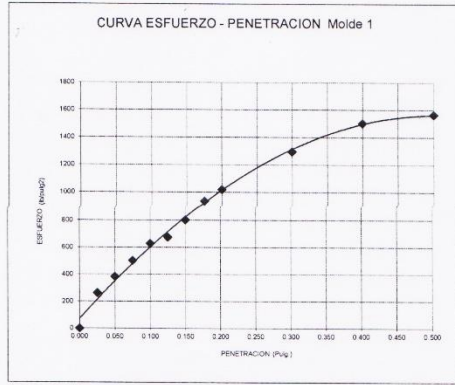
*** Ensayo realizado por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	537.3	1000	53.73	2.148
2	0.1	389.2	1000	38.92	2.041
3	0.1	233.2	1000	23.32	1.936

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	967.2	1500	64.48	2.148
2	0.2	700.6	1500	46.71	2.041
3	0.2	419.8	1500	27.99	1.936

METODO DE COMPACTACION :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.145
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.038
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.20%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %				
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	53.73%	0.2"	64.48%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	38.44%	0.2"	46.13%

*** Ensayo realizado por el solicitante.



Instrumento 12: Resultado del Análisis Granulométrico.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

Muestra : **M2 - 1** CANTERA LA VICTORIA

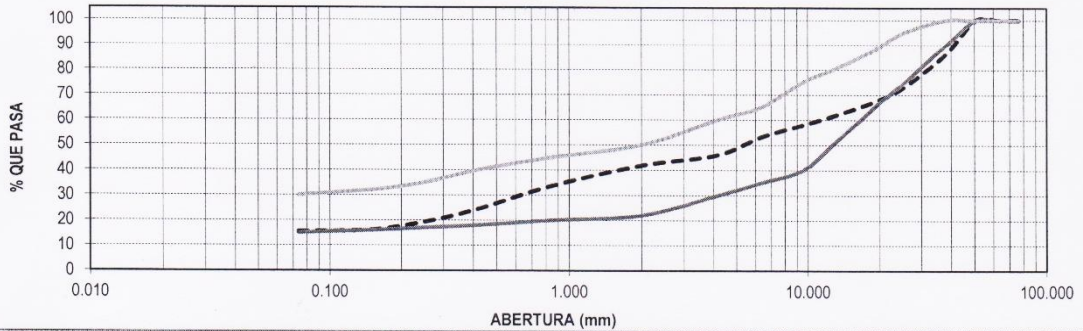
Peso de muestra seca : 5291.00

Peso perdido por lavado : -----

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	: 2780.50
Ss + Tara	: 2746.00
Tara	: 135.00
Peso Agua	: 34.50
Peso Suelo Seco	: 2611.00
Humedad(%)	: 1.32

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	711.70	13.45	13.45	86.55	
1"	25.400	707.60	13.37	26.82	73.18	
3/4"	19.050	312.50	5.91	32.73	67.27	
1/2"	12.700	304.200	5.75	38.48	61.52	
3/8"	9.525	188.200	3.56	42.04	57.96	
1/4"	6.350	251.700	4.76	46.79	53.21	
No4	4.178	374.300	7.07	53.87	46.13	
10	2.000	227.900	4.31	58.18	41.82	DESCRIPCION DE LA MUESTRA GRAVAS LIMOSAS, MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO
20	0.850	429.100	8.11	66.29	33.71	
40	0.420	488.500	9.23	75.52	24.48	
60	0.250	273.100	5.16	80.68	19.32	
100	0.150	169.000	3.19	83.87	16.13	
200	0.074	33.000	0.62	84.50	15.50	OBSERVACIONES MATERIAL AFIRMADO DE CANTERA LA VICTORIA
< 200		820.20	15.50	100.00	0.00	
Total		5291.00				

CURVA GRANULOMETRICA



*** Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



ucv.edu.pe

Instrumento 13: Resultados del Ensayos de Límites de consistencia.

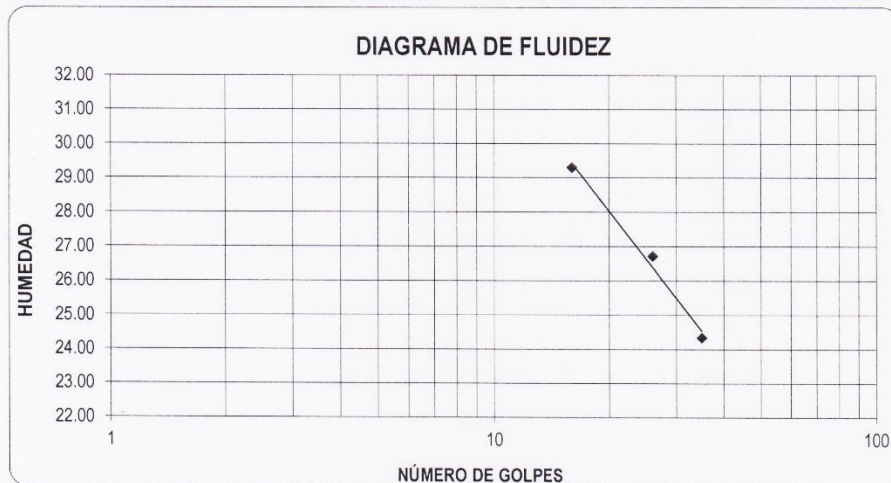


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	26	35	-	-
Peso tara (g)	20.82	20.68	21.20	20.82	20.47
Peso tara + suelo húmedo (g)	31.28	33.39	33.00	31.21	31.77
Peso tara + suelo seco (g)	28.91	30.71	30.69	29.18	29.57
Humedad %	29.30	26.72	24.34	24.28	24.18
Limites	27			24	



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz

 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 14: Resultados del Ensayo de Contenido de Humedad.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : M2 -1 CANTERA LA VICTORIA

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		1	2
Peso de Tarro (gr.)		120.00	150.00
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)		2970.00	2591.00
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)		2933.00	2559.00
Peso de Suelo Seco (gr.)		2813.00	2409.00
Peso de Agua (gr.)		37.00	32.00
% de Humedad (%)		1.32	1.33
% De Humedad Promedio (%)		1.32	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 15: Resultados del Ensayo de Proctor Modificado – Sin Aditivo.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

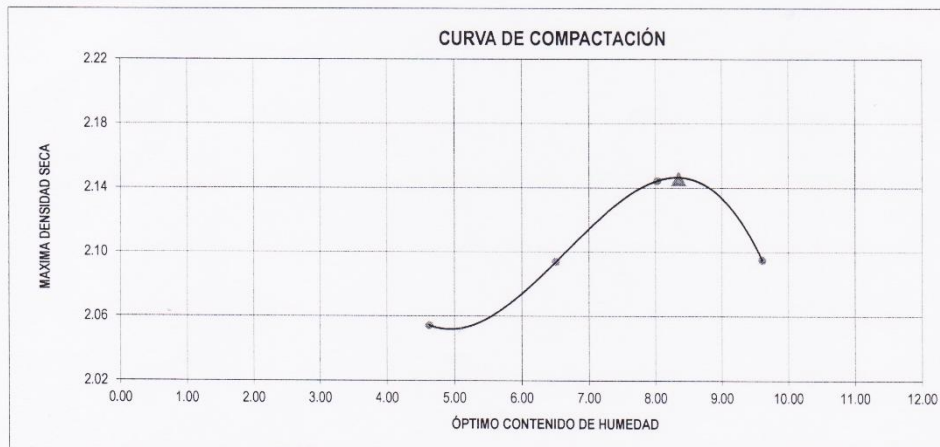
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra **M2-1** CANTERA LA VICTORIA

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6076
Volumen del Molde cm ³	2094
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10577.00	10746.00	10927.00	10885.00		
Peso de Molde (gr.)	6076.00	6076.00	6076.00	6076.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4501.00	4670.00	4851.00	4809.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.15	2.23	2.32	2.30		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	500.00	500.00	500.00	500.00		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	480.00	473.00	467.00	463.00		
Peso de Agua (gr)	20.00	27.00	33.00	37.00		
Peso de Cápsula (gr.)	48.00	58.00	56.00	78.00		
Peso de Suelo Seco (gr.)	432.00	415.00	411.00	385.00		
% de Humedad	4.63	6.51	8.03	9.61		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.05	2.09	2.14	2.10		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.146
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.35



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 16: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado +10% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

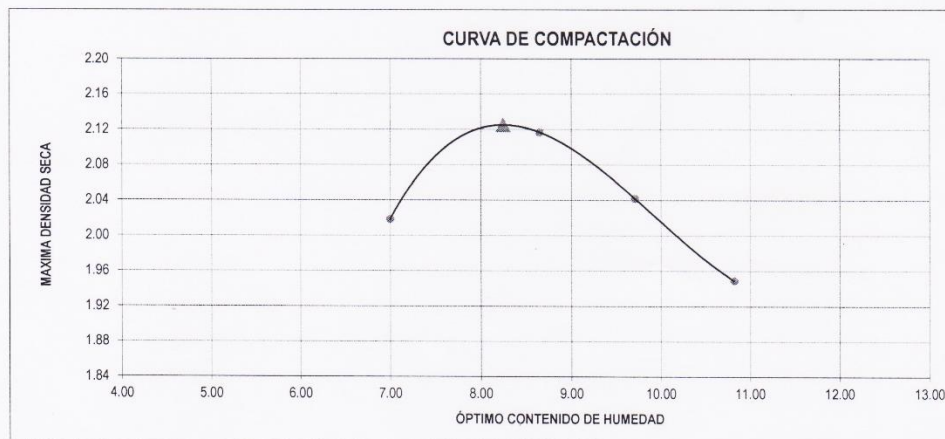
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557**

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra **M2-2** CANTERA LA VICTORIA + 10%CaCl2

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6076
Volumen del Molde cm ³ .	2094
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10599.00	10892.00	10767.00	10599.00		
Peso de Molde (gr.)	6076.00	6076.00	6076.00	6076.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4523.00	4816.00	4691.00	4523.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.16	2.30	2.24	2.16		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	467.06	473.36	469.84	486.79		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	441.58	442.00	434.37	447.18		
Peso de Agua (gr)	25.48	31.36	35.47	39.61		
Peso de Cápsula (gr.)	77.50	79.50	69.20	81.20		
Peso de Suelo Seco (gr.)	364.08	362.50	365.17	365.98		
% de Humedad	7.00	8.65	9.71	10.82		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	2.02	2.12	2.04	1.95		



Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.125
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.25



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv_peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 17: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado +30% CaCl2.



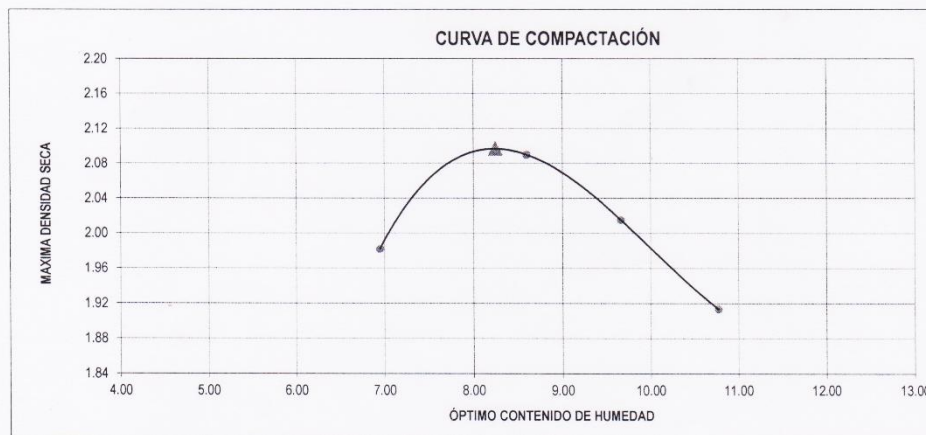
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
 SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra **M2-3** CANTERA LA VICTORIA + 30%CaCl2

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6076
Volumen del Molde cm ³ .	2094
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10515.00	10829.00	10704.00	10515.00		
Peso de Molde (gr.)	6076.00	6076.00	6076.00	6076.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4439.00	4753.00	4628.00	4439.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.12	2.27	2.21	2.12		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	464.39	474.12	479.10	481.04		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	439.78	443.80	444.77	442.88		
Peso de Agua (gr.)	24.61	30.32	34.33	38.36		
Peso de Cápsula (gr.)	85.60	91.20	89.50	86.60		
Peso de Suelo Seco (gr.)	354.18	352.60	355.27	356.08		
% de Humedad	6.95	8.60	9.66	10.77		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.98	2.09	2.02	1.91		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.097
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.25



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

Instrumento 18: Resultados del Ensayo de Compactación – Proctor Modificado +50% CaCl₂.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

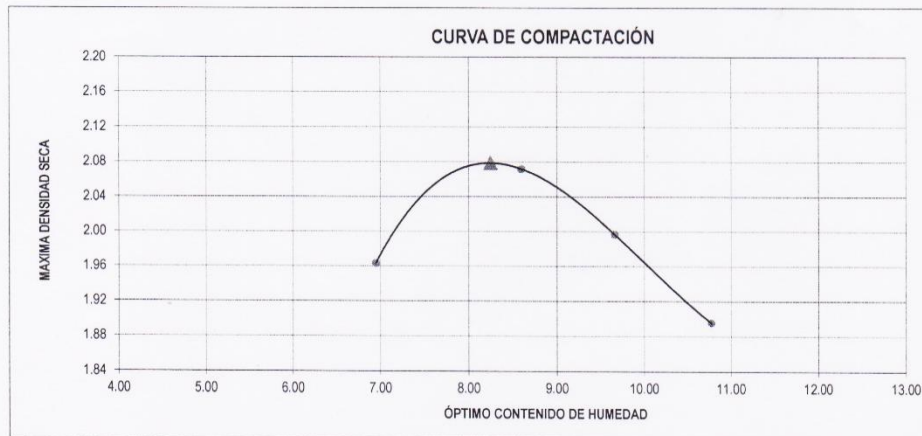
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO
MÉTODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS
SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra	M2 -4	CANTERA LA VICTORIA + 50%CaCl ₂
Molde N°	S - 123	
Peso del Molde gr.	6076	
Volumen del Molde cm ³ .	2094	
N° de Capas	5	
N° de Golpes por capa	56	

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10473.00	10788.00	10662.00	10473.00		
Peso de Molde (gr.)	6076.00	6076.00	6076.00	6076.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4397.00	4712.00	4586.00	4397.00		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.10	2.25	2.19	2.10		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	493.63	512.03	509.70	521.06		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	465.78	477.70	470.87	477.68		
Peso de Agua (gr.)	27.85	34.33	38.83	43.38		
Peso de Cápsula (gr.)	65.00	78.50	69.00	75.00		
Peso de Suelo Seco (gr.)	400.78	399.20	401.87	402.68		
% de Humedad	6.95	8.60	9.66	10.77		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.96	2.07	2.00	1.90		



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm ³)	2.079
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.25



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

Instrumento 19: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión – Sin Aditivo.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO
 RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ
 UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE
 FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : M2-1 CANTERA LA VICTORIA

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12790	12820	12780	12825	12209	12272
Peso de Molde (gr.)	7895	7895	8084	8084	8042	8042
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4895	4925	4696	4741	4167	4230
Volumen de Molde (cm3)	2109	2109	2133	2133	2108	2108
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.321	2.335	2.202	2.223	1.977	2.007
CAPSULA N°	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	568.00	595.00	570.00	583.00	563.00	576.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	530.00	552.00	532.10	537.00	524.90	526.00
Peso de Agua (gr)	38.00	43.00	37.90	46.00	38.10	50.00
Peso de Cápsula (gr.)	68.00	85.00	70.00	83.00	63.00	76.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	462.00	467.00	462.10	454.00	461.90	450.00
% de Humedad	8.23	9.21	8.20	10.13	8.25	11.11
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.145	2.138	2.035	2.018	1.826	1.806

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.056	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.060	0.004		0.020	0.010		0.026	0.016	
48 hrs	0.062	0.006		0.022	0.012		0.029	0.019	
72 hrs	0.063	0.007		0.024	0.014		0.032	0.022	
96 hrs	0.063	0.007		0.024	0.014		0.032	0.022	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

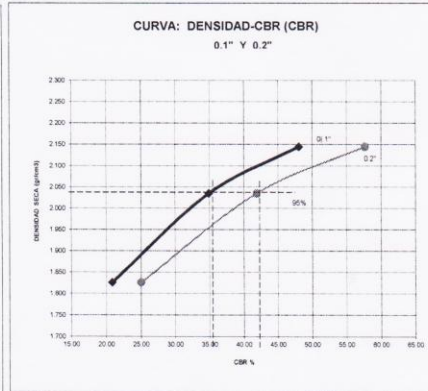
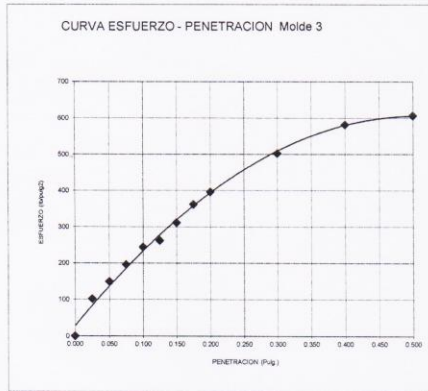
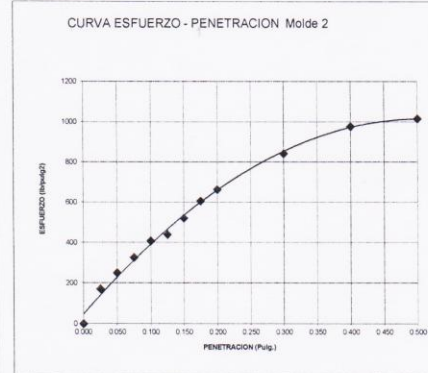
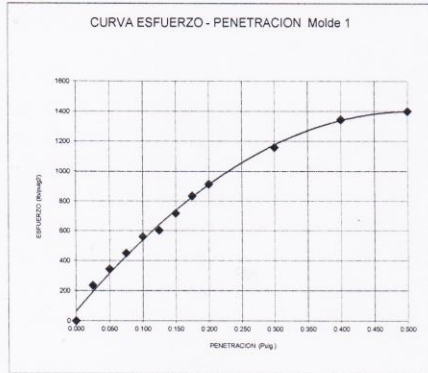
PENETRACION	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
0.000	0°00"	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0°30"	71	324.8	234.7	51	236.3	170.7	29	141.7
0.050	1°00"	106	475.0	343.3	76	344.4	248.8	44	207.2
0.075	1°30"	140	622.2	449.7	100	451.2	326.0	59	271.0
0.100	2°00"	175	776.3	561.1	126	563.6	407.3	74	337.4
0.125	2°30"	189	834.9	603.5	136	606.1	438.1	80	363.0
0.150	3°00"	225	992.5	717.4	163	720.7	520.9	96	431.2
0.175	3°30"	263	1154.8	834.8	190	838.4	606.0	112	501.5
0.200	4°00"	288	1263.3	913.3	208	917.8	663.4	123	548.4
0.300	6°00"	366	1603.2	1159.0	265	1163.5	841.1	157	695.5
0.400	8°00"	425	1858.9	1343.9	307	1349.3	975.4	182	805.4
0.500	10°00"	443	1936.6	1400.0	320	1404.8	1015.6	190	840.1



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	480.6	1000	48.06	2.145
2	0.1	349.0	1000	34.90	2.035
3	0.1	208.4	1000	20.84	1.826

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	865.0	1500	57.67	2.145
2	0.2	628.1	1500	41.87	2.035
3	0.2	375.1	1500	25.01	1.826

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.146
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.039
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.35%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	48.06%	0.2"	57.67%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	35.20%	0.2"	42.20%



Instrumento 20: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión +10% CaCl2.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : **M2 - 2** CANTERA LA VICTORIA + 10%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11508	11525	11398	11424	11409	11445
Peso de Molde (gr.)	6686	6686	6733	6733	7295	7295
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4822	4839	4665	4691	4114	4150
Volumen de Molde (cm3)	2090	2090	2135	2135	2094	2094
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.307	2.315	2.185	2.197	1.965	1.982
CAPSULA N°	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	573.00	568.00	582.00	575.00	566.00	572.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	534.20	526.00	544.30	528.00	528.50	521.00
Peso de Agua (gr.)	38.80	42.00	37.70	47.00	37.50	51.00
Peso de Cápsula (gr.)	73.00	68.00	82.00	75.00	66.00	72.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	461.20	458.00	462.30	453.00	462.50	449.00
% de Humedad	8.41	9.17	8.15	10.38	8.11	11.36
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.128	2.121	2.020	1.991	1.817	1.780

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.860	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000
24 hrs	0.863	0.003		0.018	0.008		0.020	0.009	
48 hrs	0.864	0.004		0.020	0.010		0.025	0.014	
72 hrs	0.867	0.007		0.024	0.014		0.033	0.022	
96 hrs	0.867	0.007		0.024	0.014		0.033	0.022	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
pulg.	tiempo	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	108	484.6	350.2	77	351.3	253.9	45	211.1	152.5
0.050	1'00"	159	706.8	510.9	115	513.7	371.2	68	308.3	222.8
0.075	1'30"	210	927.3	670.3	151	672.1	485.8	89	402.5	290.9
0.100	2'00"	263	1157.8	837.0	190	840.1	607.2	112	502.8	363.4
0.125	2'30"	283	1245.5	900.4	205	903.5	653.1	121	540.6	390.7
0.150	3'00"	338	1481.2	1070.8	244	1074.1	776.4	145	642.6	464.4
0.175	3'30"	394	1723.4	1245.9	284	1249.9	903.5	169	747.6	540.4
0.200	4'00"	431	1884.9	1362.7	312	1367.5	988.6	185	817.5	590.9
0.300	6'00"	548	2393.2	1730.2	396	1735.2	1254.4	235	1037.2	749.7
0.400	8'00"	636	2774.8	2006.1	460	2011.2	1454.0	273	1202.1	869.0
0.500	10'00"	662	2889.8	2089.2	479	2095.9	1515.2	285	1252.0	905.1

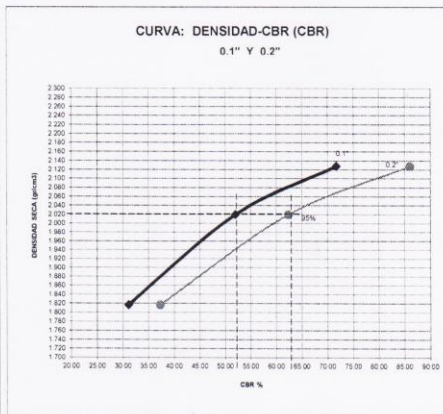
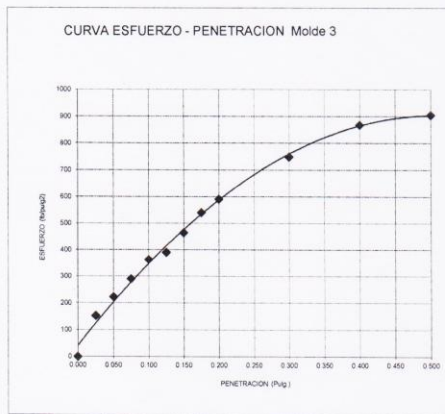
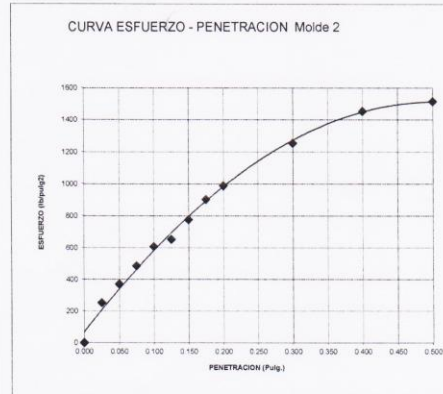
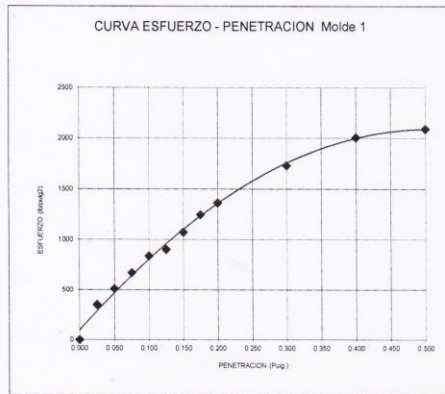
*** ensayo realizado por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
Carretera Pimentel Km. 3.5
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	717.5	1000	71.75	2.128
2	0.1	520.2	1000	52.02	2.020
3	0.1	310.9	1000	31.09	1.817

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	1291.4	1500	86.09	2.128
2	0.2	936.3	1500	62.42	2.020
3	0.2	559.6	1500	37.30	1.817

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.125
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	2.019
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.25%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	71.75%	0.2"	86.09%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	51.90%	0.2"	62.30%

*** ensayo realizado por el solicitante.



Instrumento 21: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión +30% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : M2 - 3 CANTERA LA VICTORIA +30%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11915	11940	11260	11294	10989	11031
Peso de Molde (gr.)	7151	7151	6733	6733	6670	6670
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4764	4789	4527	4561	4319	4361
Volumen de Molde (cm3)	2098	2098	2112	2112	2117	2117
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2,270	2,282	2,143	2,160	2,040	2,060
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	563,00	571,00	565,00	573,00	561,00	571,00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	524,00	528,10	527,20	527,20	523,00	521,20
Peso de Agua (gr.)	39,00	42,90	37,80	45,80	38,00	49,80
Peso de Cápsula (gr.)	63,00	71,00	65,00	73,00	61,00	71,00
Peso de Suelo Seco (gr.)	461,00	457,10	462,20	454,20	462,00	450,20
% de Humedad	8,46	9,39	8,18	10,08	8,23	11,06
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2,093	2,086	1,981	1,962	1,885	1,855

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
24 hrs	0,014	0,004		0,016	0,006		0,026	0,018	
48 hrs	0,015	0,005		0,018	0,008		0,028	0,018	
72 hrs	0,017	0,007		0,024	0,014		0,032	0,022	
96 hrs	0,017	0,007		0,024	0,014		0,032	0,022	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
pulg	tiempo	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0,000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,025	0'30"	84	381,7	275,8	61	278,0	200,8	35	166,8	120,5
0,050	1'00"	125	558,4	403,6	90	405,6	293,1	53	243,2	175,7
0,075	1'30"	165	731,6	528,8	119	530,6	383,5	70	317,9	229,7
0,100	2'00"	207	913,4	660,3	149	662,1	478,6	88	397,3	287,1
0,125	2'30"	223	982,5	710,2	161	712,5	515,0	95	427,3	308,8
0,150	3'00"	266	1168,3	844,5	192	847,0	612,3	113	507,6	366,8
0,175	3'30"	310	1359,7	982,9	224	985,5	712,4	133	590,5	426,8
0,200	4'00"	339	1486,9	1074,9	245	1077,1	778,6	145	645,6	466,6
0,300	6'00"	431	1888,0	1364,9	312	1367,5	988,6	185	819,3	592,2
0,400	8'00"	500	2187,5	1581,4	362	1585,4	1146,1	215	949,5	686,3
0,500	10'00"	522	2279,1	1647,7	377	1651,8	1194,1	224	988,5	714,6

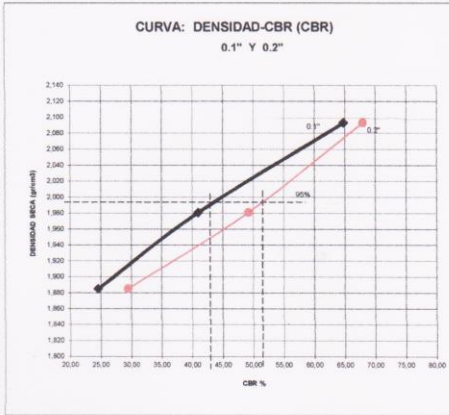
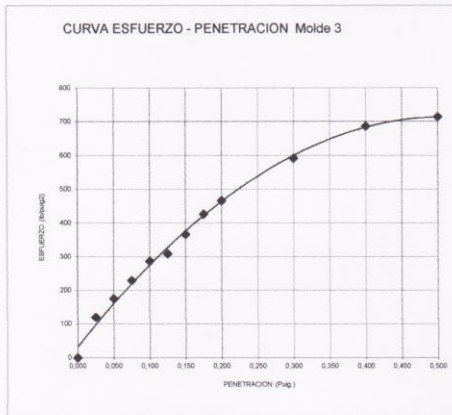
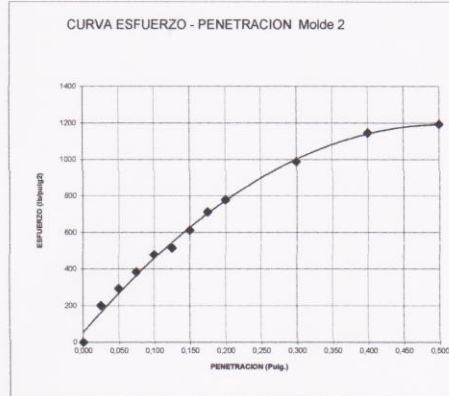
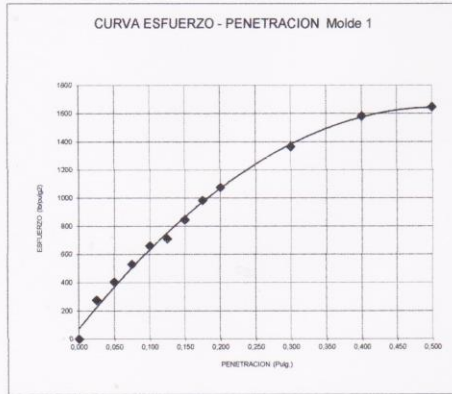
*** Ensayo realizado por el solicitante.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3,5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0,1	647,8	1000	64,78	2,093
2	0,1	409,8	1000	40,98	1,981
3	0,1	245,6	1000	24,56	1,885

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0,2	1018,6	1500	67,91	2,093
2	0,2	737,7	1500	49,18	1,981
3	0,2	442,0	1500	29,47	1,885

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³)	2,097
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1,992
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8,25%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %					
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	65,60%	0.2"	68,60%	
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	42,90%	0.2"	51,50%	



*** Ensayo realizado por el solicitante.

Instrumento 22: Resultados del Ensayo de CBR y Expansión +50% CaCl2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS: APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACION DE LA BASES EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS

SOLICITANTE : YERLY SOFIA MEDALY PACHECO SONAPO

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACION : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JULIO DEL 2018

Muestra : **M2 - 4** CANTERA LA VICTORIA + 50%CaCl2

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12535	12571	11806	11848	12249	12304
Peso de Molde (gr.)	7743	7743	7263	7263	7972	7972
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4792	4828	4543	4585	4277	4332
Volumen de Molde (cm3)	2133	2133	2128	2128	2109	2109
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.247	2.264	2.135	2.155	2.028	2.054
CAPSULA Nº	J-6		J-9		J-20	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	572.00	569.00	568.00	574.00	565.00	573.00
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	534.20	522.00	529.90	524.00	526.70	518.00
Peso de Agua (gr.)	37.80	47.00	38.10	50.00	38.30	55.00
Peso de Cápsula (gr.)	72.00	69.00	68.00	74.00	65.00	73.00
Peso de Suelo Seco (gr.)	462.20	453.00	461.90	450.00	461.70	445.00
% de Humedad	8.18	10.38	8.25	11.11	8.30	12.36
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.077	2.051	1.972	1.939	1.873	1.828

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000
24 hrs	0.014	0.004		0.018	0.008		0.021	0.011	
48 hrs	0.016	0.006		0.022	0.012		0.026	0.016	
72 hrs	0.018	0.008		0.025	0.015		0.033	0.023	
96 hrs	0.018	0.008		0.025	0.015		0.033	0.023	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

PENETRACION		LECTURA DIAL	MOLDE 1	56 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 2	25 GOLPES		LECTURA DIAL	MOLDE 3	10 GOLPES	
pulg	tiempo			lbs.	lbs/pulg2			lbs.	lbs/pulg2			lbs.	lbs/pulg2
0.000	0'00"	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.025	0'30"	70	319.6	230.9	50	231.9	167.5	29	140.3	101.3			
0.050	1'00"	104	466.3	337.0	75	338.7	244.8	44	204.2	147.5			
0.075	1'30"	137	610.9	441.5	99	444.2	321.0	58	266.7	192.7			
0.100	2'00"	172	763.7	552.0	124	554.0	400.4	73	331.8	239.7			
0.125	2'30"	186	821.4	593.8	134	595.7	430.6	79	357.0	257.9			
0.150	3'00"	221	976.4	705.8	160	708.1	511.8	94	424.2	306.6			
0.175	3'30"	258	1136.1	821.3	186	824.0	595.6	110	493.3	356.5			
0.200	4'00"	283	1242.5	898.2	204	900.9	651.2	121	538.8	389.4			
0.300	6'00"	360	1576.7	1139.9	260	1143.9	826.9	154	684.3	494.6			
0.400	8'00"	418	1828.1	1321.6	302	1325.8	958.4	179	792.8	573.0			
0.500	10'00"	435	1904.5	1376.8	315	1381.4	998.6	187	826.2	597.2			

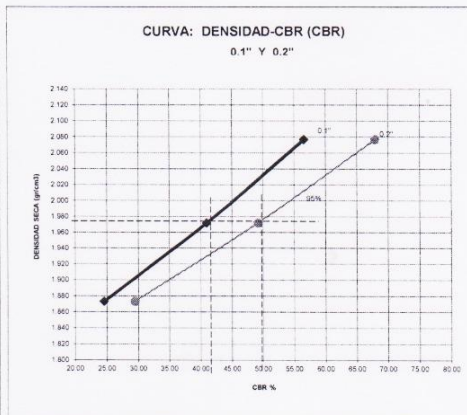
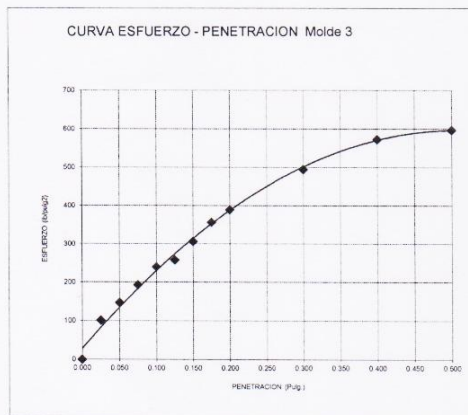
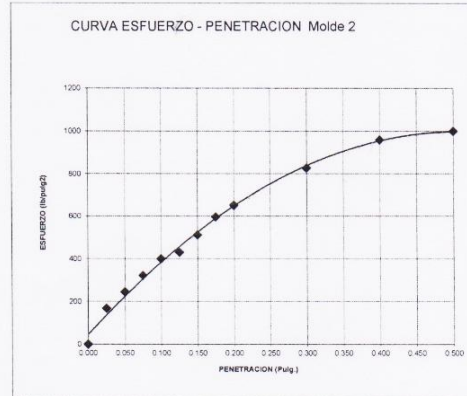
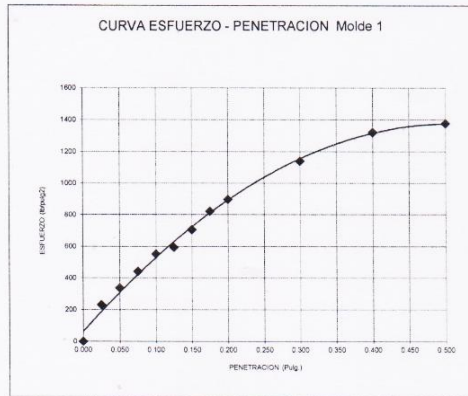
*** Ensayo realizado por el solicitante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 INGENIERA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

CAMPUS CHICLAYO
 Carretera Pimentel Km. 3.5
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	566.0	1000	56.60	2.077
2	0.1	409.8	1000	40.98	1.972
3	0.1	245.6	1000	24.56	1.873

MOLDE N°	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	1018.6	1500	67.91	2.077
2	0.2	737.7	1500	49.18	1.972
3	0.2	442.0	1500	29.47	1.873

METODO DE COMPACTACION	: ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	2.079
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.975
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.25%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %				
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	56.60%	0.2"	67.91%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	41.50%	0.2"	49.80%

*** Ensayo realizado por el solicitante.



ANEXO 7

Matriz de Consistencia

Cuadro N°08: Matriz de Consistencia

TITULO	LINEA DE INVESTIGACION	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
			O. GENERAL		VARIABLE I	TIPO	
"APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL	¿De qué manera la aplicación del cloruro de calcio con material de afirmado mejorará la estabilización de la base en carreteras No pavimentadas?	Aplicar el cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.	Sí se aplica el cloruro de calcio con material afirmado entonces se logrará mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.	Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado	EL TIPO DE INVESTIGACION UTILIZADA ES EXPERIMENTAL	• Población: Canteras de la Región Lambayeque
			O. ESPECIFICOS		VARIABLE II	TECNICAS	MUESTRA
			1.- Identificar las propiedades físicas y mecánicas del material afirmado, en carreteras no pavimentadas.		Mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.	Laboratorio Muestreo Dosificación	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra: <ul style="list-style-type: none"> - Cantera Tres Tomas (Mesones Muro). - La Victoria (Pátapo).
			DISEÑO DE LA INVESTIGACION				
			2.- Seleccionar el material estabilizador para carreteras no pavimentadas.			EL PRESENTE ESTUDIO UTILIZARA EL DISEÑO EXPERIMENTAL - CON PROPUESTA	
3.- Determinar la dosificación adecuada de cloruro de calcio como agente estabilizador en carreteras no pavimentadas.	M ----> O ----> P M=Muestra en estudio O= Información a recolectar sobre mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas P= Propuesta de aplicación de cloruro de calcio con material afirmado.						
4.- Evaluar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas.							

Fuente: Elaborado por el investigador.

ANEXO 8

Validación de Instrumento

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Yo, Ing. Wesley Salazar Bravo con N° CIP 25386 he visado el instrumento de investigación utilizado en la tesis denominada: "**APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS**" que desarrolla **Yerly Sofia Medaly Pacheco Sonapo**, estudiante de la Escuela profesional de ingeniería civil de la universidad cesar vallejo – Filial Chiclayo.

Tras evaluar el instrumento de investigación, valido el instrumento presentado porque reúne condiciones para que la información que se obtenga sea clara y se ajuste a la realidad.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para fines académicos.

Pimentel, 12 de julio de 2018



Ing. Wesley Salazar Bravo
DNI: 16543938

CONSTANCIA DE JUICIO DE EXPERTO

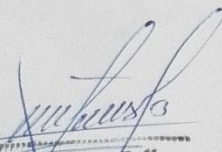
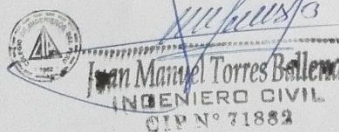
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Yo, Ing. Juan Manuel Torres Ballena con N° CIP 71882 he visado el instrumento de investigación utilizado en la tesis denominada: **"APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS"** que desarrolla **Yerly Sofía Medaly Pacheco Sonapo**, estudiante de la Escuela profesional de ingeniería civil de la universidad cesar vallejo – Filial Chiclayo.

Tras evaluar el instrumento de investigación, valido el instrumento presentado porque reúne condiciones para que la información que se obtenga sea clara y se ajuste a la realidad.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado, para fines académicos.

Pimentel, 12 de julio de 2018

Juan Manuel Torres Ballena
INGENIERO CIVIL
CIP N° 71882

Ing. Juan Manuel Torres Ballena
DNI: 16726748

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD


Yo, **Mg. Ing. Benites Chero Julio César**, docente de la Facultad de Ingenierías y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, Filial Chiclayo, revisor del trabajo de investigación titulado: **“APLICACIÓN DEL CLORURO DE CALCIO CON MATERIAL AFIRMADO PARA MEJORAR LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS”** del estudiante: **PACHECO SONAPO YERLY SOFIA MEDALY**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 22 de agosto de 2019.

Julio César Benites Chero
DNI: 16735658

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Yerly Sofía Medaly Pacheco Sonapo, identificado con DNI N° 73187066, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Aplicación del Cloruro de Calcio Con Material Afirmado para Mejorar la Estabilización de la Base en Carreteras No Pavimentadas."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

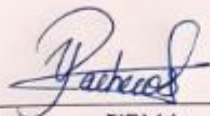
.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 73187066

FECHA: 22 de Agosto del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	--	--------	-----------

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP: Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Yerly Sofía Medaly Pacheco Sonabo.

INFORME TÍTULADO:

"Aplicación Del Cloruro de Calcio Con Material Afirmado Para

Mejorar la Estabilización de la Base En Carreteras No Pavimentadas"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 11 de Junio del 2019

NOTA O MENCIÓN: por Unanimidad


DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
UCV
CHICLAYO
CHICLAYO
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN