

# PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

## I. Título

EFFECTIVIDAD DEL USO DEL CLORURO DE CALCIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS DE LA SUBRASANTE EN EL TRAMO NUEVA REQUENA – **CAMPO VERDE**, UCAYALI, 2021.

## II. Resumen del Proyecto de Tesis.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **DESCRIPCION Y FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA**

Desde tiempos inmemorables el transportarse de un lugar a otro en un mínimo de tiempo ha sido de vital importancia, en el transcurrir de los años se ha usado diversos componentes para estabilizar suelos, tales como la cal, aglomerantes puzolánicos, entre otros, pero en tiempos antiguos en donde existían las civilizaciones incas y la azteca los caminos estabilizados fueron un factor clave para el desarrollo de diversas actividades, de transporte de comida, trueques entre otras. (Nuñez, 2011, pag. 8).

La presencia de suelos arcillosos tiende a presentar diversas dificultades en obras de infraestructura y proyectos de urbanización en distintos lugares del mundo, siendo en la mayoría de casos el desconocimiento del tipo de suelo en donde se ejecutará la obra, debido a esto en Estados Unidos, en el año 2003 se determinó que las pérdidas por otros desastres naturales eran menores que las pérdidas económicas producidas por mantenimiento de vías, calculándose gastos de 6000 a 11000 millones de dólares, mientras que en Rusia no sobrepasaban los 5000 millones de dólares. (Musso, Rostan y Behack, 2003).

En nuestro país existen diversos tipos de arcillas expansivas, que generan drásticos cambios de volumen, provocando distintos problemas en las estructuras, siendo en la serranía peruana, específicamente en el norte en donde existen zonas con características geológicas y climáticas que generan y hacen posible la existencia de variados tipos de suelos en su gran mayoría suelos expansivos. (Rojas Foinquinos & Alva Hurtado, 2005).

Se debe considerar que, en el Perú, el uso de aditivos químicos estabilizantes de suelo para mejorar las propiedades físico – mecánicas en áreas urbanas es limitado frente a los tratamientos tradicionales como son el compactado mecánico o la sustitución del material de baja calidad por un material que proporcione mayor CBR y mejores características físicas.

El crecimiento de centros poblados en diversos lugares ha generado que se centre en la importancia de mejorar e intervenir en las vías de comunicación de nuestro país; la inestabilidad de los suelos es uno de los principales problemas que presentan las carreteras no pavimentadas; y para cambiar esta realidad se usan distintas técnicas de estabilización de suelos; y una de estas formas es aquella que utiliza productos químicos que brindan a estos suelos un mejor comportamiento en su vida útil. En el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, se han identificado distintos tipos de suelos compuesto principalmente por arcillas expansivas, con un clima de una alta humedad relativa, debido al alto nivel de la capa freática, haciendo necesario el buscar diversas y distintas alternativas en el uso de estabilizantes para suelos, ya sean naturales o artificiales, los cuales mejoran sus propiedades físicas y mecánicas.

#### **FORMULACION DEL PROBLEMA**

##### **PROBLEMA GENERAL.**

¿De qué manera el uso del cloruro de calcio contribuye a la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo de la carretera Nueva Requena – **Campo Verde** en el 2021?

##### **PROBLEMAS ESPECIFICOS.**

- ¿De qué manera el uso del cloruro de calcio contribuye en la reducción de la plasticidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo de la carretera Nueva Requena – **Campo Verde** en el 2021?
- ¿De qué manera el uso del cloruro de calcio contribuye en el incremento de la máxima densidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo de la carretera Nueva Requena – **Campo Verde** en el 2021?
- ¿De qué manera el uso del cloruro de calcio contribuye en el incremento de la capacidad de

soporte de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo de la carretera Nueva Requena – Campo Verde en el 2021?

• ¿De qué manera el uso del cloruro de calcio contribuye en el control de expansión de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo de la carretera Nueva Requena – Campo Verde en el 2021?

## **SISTEMA DE VARIABLES- DIMENSIONES E INDICADORES**

### **VARIABLE**

**Cloruro de calcio:** El cloruro de calcio es una sal inorgánica que tiene por fórmula  $\text{CaCl}_2$ , otros nombres del compuesto son: dicloruro de calcio, cloruro cálcico. Se obtiene como un subproducto del proceso Solvay para producir carbonato de sodio.

**Estabilización de los suelos:** Núñez, (2011) nos dice: Llamamos estabilización de un suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas. Se dice que es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su plasticidad (p.17).

### **BASES TEORICAS**

#### **CLORURO DE CALCIO**

##### **A. DEFINICION DE CLORURO DE CALCIO**

El cloruro de calcio es una sal inorgánica que tiene por fórmula  $\text{CaCl}_2$ , otros nombres del compuesto son: dicloruro de calcio, cloruro cálcico.

Se obtiene como un subproducto del proceso Solvay para producir carbonato de sodio.

El cloruro de cálcico es un compuesto de baja toxicidad y no es corrosivo. Las soluciones del cloruro de calcio tienen un bajo punto de congelación, pueden permanecer en estado líquido a muy bajas temperaturas.

Este compuesto químico puede presentarse en estado sólido, el cloruro de calcio anhidro puede ser de color blanco o incoloro, se encuentra disponible granular o escamas.

Una notable propiedad del cloruro de calcio es que es un compuesto químico muy higroscópico, es decir, en un ambiente seco permanece sólido, pero al exponerse a la humedad del medio ambiente comienza a atraer moléculas de agua, conforme pasa el tiempo expuesto a la humedad se disuelve formando una solución saturada, a esto se le conoce como delicuescencia.

De acuerdo a Herráez & Moreno (2019), mencionan en su libro que el cloruro de calcio es uno de los productos que tiene más uso para estabilizar suelos, debido a que es el más económico en el mercado actual, se utilizan tanto en las subbases y bases de una carretera, así como en superficies de tierra directamente, mejorando sus características físicas mecánicas y reduciendo los costos de mantenimiento periódicos.

##### **B. OBTENCIÓN**

El cloruro de calcio se obtiene como un subproducto en forma de salmuera en algunos procesos industriales, aunque también se puede obtener de algunos pozos naturales, siendo la fuente más común el obtenido en la elaboración de carbonato de sodio mediante procedimientos químicos. La solubilidad del cloruro de calcio es de 60 g aproximadamente, por cada 100 c.c. de agua destilada a 0° C, o de 159 g aproximadamente, por cada 100 c.c. de agua destilada a 100° C.

Se ha demostrado que con la adición de cloruro de calcio disminuyen las fuerzas de repulsión entre las arcillas. Hay autores que inclusive aseguran que la película de agua que rodea a las partículas se ve eléctricamente reforzada con la adición del cloruro de calcio, a tal grado que se incrementa notablemente la cohesión aparente. Como en el intercambio catiónico se sustituye un ión  $\text{Ca}^{++}$  por 2 iones  $\text{Na}^+$ , la doble capa se ve reducida en su espesor lo que hace que se reduzca el potencial eléctrico y en consecuencia se reduzcan las fuerzas de repulsión entre las partículas.

Se ha encontrado un incremento en los pesos volumétricos hasta en un 11% con la adición de 0.5 a 3% de cloruro de calcio, según el tipo de suelo. Sin embargo, existen datos que reportan disminuciones en el peso volumétrico con respecto a un suelo arcilloso que no contenga el cloruro de calcio. Así también se tiene que el cloruro de calcio ayuda a mantener constante la humedad en un suelo, pero desafortunadamente esta sal es muy fácilmente lavable. Se reduce la evaporación y es capaz de absorber hasta 10 veces su propio peso cuando las condiciones de

humedad son altas en el medio ambiente, lo que permite mantener dicha humedad en sus dos terceras partes durante un día de calor seco, lo que hace de esta sal un producto muy eficaz cuando se trata de evitar la formación de polvo en terracerías, lo aceptable por el Cuerpo de Ingenieros para el caso de caminos con tránsito muy ligero.

Sin embargo, que existen limitaciones para el empleo del cloruro de calcio, entre las más importantes se tienen:

- Se tengan minerales que pasen la malla 200 y que estos reaccionen favorablemente con la sal.
- En el medio ambiente se tenga una humedad relativa superior al 30%.
- El nivel freático no se encuentre a distancias que provoquen la
- emigración de la sal.

### **C. APLICACIONES DE CLORURO DE CALCIO**

- Se usa para controlar el polvo en caminos no pavimentados con su capacidad de absorber el agua del ambiente impide el deterioro y estabiliza los caminos permitiendo que conserven cierta humedad, espaciando el mantenimiento
- En materiales de construcción permite mantener la humedad para obtener mejor estabilidad
- Se usa como anticongelante
- Ayuda a fraguar el concreto, se usa sobre todo en temperaturas bajas
- En lodos de perforación petrolera
- Como líquido de refrigeración
- En procesos de la industria del papel
- En extinguidores para proteger el equipo de las bajas temperaturas
- Secante de ambiente
- En albercas para modificar el pH

### **D. ESPECIFICACIONES DEL CLORURO DE CALCIO**

- Producto comercial en nuestro medio: Cloruro de Calcio Escamas 77% - Técnico.
- Propiedades: Considerando la temperatura ambiente.
- \* Estado físico: Sólido en escamas.
- \* Color: Blanco.
- \* Peso molecular: 111.0 g/mol.
- \* Pureza %: 77.0%.
- \* Solubilidad: Miscible.
- Presentación: 1 bls de 25kg y 5 kg.
- Rendimiento: 1% a 2% de suelo suelto seco.

### **ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.**

#### **A. DEFINICIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS**

Núñez, (2011) nos dice: Llamamos estabilización de un suelo al proceso mediante el cual se someten los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento de modo que podamos aprovechar sus mejores cualidades, obteniéndose un firme estable, capaz de soportar los efectos del tránsito y las condiciones de clima más severas. Se dice que es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su plasticidad (p.17).

La estabilización de suelos es una técnica de construcción utilizada para mejorar las propiedades de los suelos o materiales disponibles en terreno y tiene por objetivo mejorar las propiedades mecánicas, trabajabilidad, estabilidad de ciertos materiales y resistencia al corte de los suelos tratados. Por otra parte, Se conoce como estabilidad en los suelos, cuando en condiciones de saturación y cambios bruscos de clima o temperatura, los suelos presentan capacidad para soportar cargas (dinámicas o estáticas), resistencia sin sufrir deformaciones considerables, ni desgaste prematuro por el uso al cual está siendo sometido los suelos. Sin embargo, cuando se presentan suelos que no reúne las características antes mencionadas y que son necesarias para trabajar directamente con éstos, se puede usar cualquiera de estas tres posibilidades:

- Sustitución de los suelos.
- Combinación de los suelos.
- Modificación de sus propiedades (estabilización).

“La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante

inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor calidad se denomina subbase o base granular tratada (con cemento o con cal o con asfalto, etc.)” (MTC, 2014 p. 12).

“La estabilización de suelos consiste en dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación” (MTC, 2014 p. 14).

“La estabilización de suelos para caminos tiene ventajas técnicas, medioambientales, económicas y sociales frente a la construcción tradicional. Desde el punto de vista medioambiental, la utilización de los materiales existentes en terreno hace que se reduzca el consumo de áridos, reduciendo la explotación de pozos de áridos y cauces de ríos, y el transporte de materiales desde y hacia la obra, con un menor consumo de combustibles fósiles y emisión de gases a la atmósfera. Desde el punto de vista económico, la estabilización tiene un menor costo que utilizar técnicas tradicionales de construcción si no existen materiales granulares en las cercanías de la construcción que cumplan con las especificaciones técnicas, o existan restricciones de explotación en los yacimientos cercanos. Por último, la estabilización también tiene asociados beneficios a las comunidades o poblaciones nativas, dado que es una técnica constructiva más rápida que la tradicional lo que implica menores tiempos de intervención de los caminos, menor presencia de maquinaria en el entorno y una percepción positiva con el ambiente” (Gonzales, 2016 p. 37).

## **B. TIPOS DE ESTABILIZACIÓN**

Se dice que es la corrección de una deficiencia para darle una mayor resistencia al terreno o bien, disminuir su plasticidad. Las tres formas de lograrlo son las siguientes:

### **Estabilización mecánica**

“Con la estabilización mecánica de los suelos se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y/o composición básica del mismo. Para lograr este tipo de estabilización se utiliza sólo la compactación, con la cual reduce el volumen de vacíos presentes en el suelo, mejora la resistencia al corte, aumenta la densidad generando mejor distribución de fuerzas que actúan sobre el suelo, disminuye la contracción del suelo y por último genera la disminución de los asentamientos” (León 2016 p. 27).

“Para asegurar una buena compactación se debe realizar pruebas de terreno, seguido de controles de calidad con la finalidad de estandarizar el equipo a usar de acuerdo con el tipo de material, el espesor de la capa y el número de pasadas para cumplir las especificaciones técnicas indicadas por cada suelo” Entre los procedimientos de estabilización mecánica tenemos” ((León 2016 p. 29).):

- Amasado.
- Impactos de carga.
- “Presión estática.
- “Vibración.

### **Estabilización física**

Este procedimiento se utiliza para mejorar el suelo, produciendo cambios físicos en el mismo, dentro de los cuales se identifica:

- Combinación o mezcla de suelos:
- Sustitución de suelos
- Geo sintéticos:

### **Estabilización química**

Se refiere principalmente a la adición de agentes estabilizantes químicos específicos (aditivos sólidos y/o líquidos); comúnmente se usa cemento portland, asfalto, cal, cenizas, escorias, entre otros. Con este tipo de tecnología de estabilización se busca generar una reacción química del suelo con el o los estabilizantes para lograr la modificación de las características y propiedades de los suelos, de esta manera se obtiene una mayor capacidad de respuesta a los requerimientos de carga dinámica a los que estará sometido durante su vida útil.

- Estabilización con cal.
- Estabilización con cemento.

- Estabilización con productos asfálticos.
- Estabilización con cloruro de sodio.
- Estabilización con cloruro de calcio.
- Estabilización con cloruro de magnesio.
- Estabilización con escorias de fundición.

### III. Palabras claves (Keywords)

Estabilización de Suelos.  
Cloruro de Calcio.

### IV. Justificación del proyecto

#### **Justificación:**

La presente investigación presenta justificación teórica por que se abordara el uso del cloruro de calcio en la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante, que seguirán normas y reglamentos técnicos nacionales e internacionales estandarizados.

Presenta relevancia social ya que beneficiara a la comunidad que hacen uso de este tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, como habitantes, vehículos, etc.

Presenta justificación practica ya que la presente investigación elaborara instrumentos para medir y evaluar la estabilización de los suelos.

#### **Importancia:**

La importancia de este trabajo de investigación radica ya que será un antecedente para que realicen otras nuevas futuras investigaciones con relación a las variables de estudio. A su vez permitirá evaluar la efectividad del uso del cloruro de calcio en la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante.

### V. Antecedentes del proyecto

#### **ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Araya (2020), en su tesis titulada Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos, entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos Soiltac, de la Universidad Austral de Chile, presenta el siguiente objetivo de realizar un análisis comparativo mediante procedimientos de ejecución y costos entre estabilizadores de suelos convencionales y Soiltac. Metodología: Se realizó estudios de comparación de costos entre los diferentes estabilizadores de suelos en los que se toma bischofita, cloruro de sodio y Soiltac. Este análisis representó las distintas posibilidades que puede tener un proyecto tipo de pavimentación. Conclusiones: Primero la aplicación del producto es más rápida que los cloruros ya que su duración es alrededor de 15 días mientras que Soiltac es casi la mitad del tiempo, debido a que no necesita tantos materiales ya que el compuesto es líquido y su curado resulta en menor tiempo, además, el terreno no necesita gran preparación, sólo remover el espesor necesario para su aplicación. Segundo para el estudio de proyecto realizado para la Comuna de Monte Patria, lo más decuado es utilizar Soiltac, ya que a lo largo de los años su economía sería mayor, siendo adecuados los requisitos esperados para el tipo de tráfico que tiene este, ya que su durabilidad se notará al pasar el tiempo en comparación con los cloruros.

Larrea y Rivas (2019), en su tesis titulada Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil de Ecuador, presenta el siguiente objetivo de estabilización de un suelo arcilloso con un rango de Índice de Plasticidad (16-18) con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio para su implementación en vías. Metodología: La investigación es cuantitativa busca registrar la aplicación de agentes estabilizadores se trata de busca la dosificación óptima, donde se lo procederá a mezclar con el material suelto que se encuentra en obra para luego compactarlo y conformar el camino. Conclusiones: Primero tras los ensayos realizados con este agente, se ha establecido como porcentaje óptimo al 20% la cual da como resultado en el Límite Líquido una reducción del 39.05% que comprende una variación de 39% a 23.77%. Del mismo modo, se tiene un decremento del Índice Plasticidad de un 17% a un 8.48% que significa la pérdida del 50.12%. El valor resultante con el porcentaje óptimo del agente estabilizador no permite un factor de seguridad con respecto a lo indicado en la norma. Tampoco

se pudo elegir un mayor porcentaje de dosificación ya que la mezcla se torna menos trabajable al tomar una textura lodosa. A lo largo de todas las dosificaciones, el comportamiento del Límite Líquido o del índice de Plasticidad presenta una trayectoria de forma decreciente. Segundo como ya se había hablado, el Cloruro de Calcio es más higroscópica que el Cloruro de Sodio, por tal motivo es más factible su aplicación en climas más secos mientras que el Cloruro de Sodio se puede emplear en zonas costeras y con poca precipitación.

### **ANTECEDENTES NACIONALES**

Cabrera y Dios (2020), en su tesis titulada Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida Pradera, urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, de la Universidad San Martín de Porres de Lima, presenta el siguiente objetivo de determinar la influencia de la aplicación del cloruro de calcio en el mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada de la avenida Pradera - urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque Metodología: La presente investigación es de tipo aplicada, tiene un nivel descriptivo y diseño experimental, en la que se manipula la variable de cloruro de calcio para obtener un porcentaje óptimo, con el que se producen los mejores resultados sobre la vía afirmada de la urbanización La Pradera. Conclusión: Se obtuvo buenos resultados sobre las muestras de suelo obtenidos de la avenida Pradera, a través de las calicatas C1 y C2, con la adición del 3% de cloruro de calcio respecto a su masa seca, incrementando el CBR, de 42.3% a 59.2% y 40.3% a 56.6% respectivamente.

Villacorta y Moreno (2019), en su tesis titulada Influencia de la adición de cloruro de calcio sobre el índice de CBR en el suelo arcilloso de la carretera al centro poblado de Salamanca, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope - 2018, de la Universidad Privada del Norte, presenta el siguiente objetivo de Determinar la influencia de la adición de cloruro de calcio sobre el índice de CBR en el suelo arcilloso de la carretera al centro poblado Salamanca, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope. Metodología: Investigación es preexperimental, ya que en este diseño se aplica un pretest (muestra patrón) a un grupo de sujetos, después el tratamiento ("X" o cloruro de calcio) y finalmente el post-test ("O" o los cambios que "X" haga en muestra patrón). El resultado es la valoración del cambio ocurrido desde el pretest (muestra patrón) hasta el post-test (muestras con las diferentes dosificaciones de cloruro de calcio). Conclusión: Obteniendo los mejores resultados favorables con la adición de 4% de  $\text{CaCl}_2$ , llegando a obtener 13% de humedad máxima y 1.75 de densidad máxima, además con los resultados de índice de CBR a 0.1" y 0.2" llegando a sus valores máximos de 29% y 31% de CBR para 0.1" y 0.2" para suelos con 4% de estabilizante.

## **VI. Hipótesis del trabajo**

### **HIPOTESIS GENERAL**

El uso del cloruro de calcio contribuye en la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021

### **HIPOTESIS ESPECIFICOS**

- El uso del cloruro de calcio contribuye en la reducción de plasticidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021
- El uso del cloruro de calcio contribuye en el incremento de la máxima densidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021
- El uso del cloruro de calcio contribuye en el incremento de la capacidad de soporte de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021
- El uso del cloruro de calcio contribuye en el control de expansión de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021

## **VII. Objetivo general**

Determinar la contribución del uso del cloruro de calcio en la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021.

## **VIII. Objetivos específicos**

- Establecer la contribución del uso del cloruro de calcio en la reducción de la plasticidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021
- Identificar la contribución del uso del cloruro de calcio en el incremento de la máxima densidad de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021



- 2021
- Identificar la contribución del uso del cloruro de calcio en el incremento de la capacidad de soporte de los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021
  - Establecer la contribución del uso del cloruro de calcio en el control de expansión los suelos arcillosos de la subrasante en el tramo Nueva Requena – **Campo Verde**, Ucayali, 2021

## IX. Metodología de investigación

### **TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION**

#### **TIPO DE INVESTIGACION:**

Se empleará el tipo de investigación aplicada. Como lo refiere Sánchez (2007) la investigación aplicada es caracterizada por el interés de la aplicación de conocimientos teóricos a determinadas situaciones y de las consecuencias prácticas que son derivadas de ella.

La investigación será aplicada, porque se empleará los conocimientos que se relacionan al uso del cloruro de calcio para obtener resultados en la estabilización de los suelos arcillosos de la subrasante, con lo cual se les dará un uso práctico a dichos conocimientos.

#### **NIVEL DE INVESTIGACIÓN:**

El nivel de investigación será explicativo ya que se plantean relaciones de causalidad, en este caso llegaremos a la conclusión de causa y efecto sin la necesidad de experimentar ya que aremos un estudio estrictamente observacional, en este caso a diferencia de los estudios relacionales formularemos una hipótesis racional basada ya en los antecedentes de estudio que tenemos. (Supo, 2014)

### **DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

#### **METODO DE INVESTIGACION:**

Se aplicará el Método hipotético-deductivo, a través de la observación de un caso en particular, formulando una hipótesis. El enfoque fue cuantitativo, tratando de lograr la máxima objetividad en la investigación, incluyendo una medición sistemática, se empleó el análisis estadístico como característica resaltante.

#### **DISEÑO DE LA INVESTIGACION:**

La presente investigación se enmarco en los diseños preexperimentales. Porque la variable independiente será manipulada de forma intencional, para analizarse las consecuencias que trae la manipulación sobre la variable dependiente por el investigador. (Hernández, Fernández, y Baptista, 2016).

Su diseño es el siguiente:

GE	O1	X	O2
----	----	---	----

Dónde:

GE = Grupo experimental

O1 = Pre-test

X = Variable Independiente (Uso de cloruro de calcio)

O2 = Post- test.

## X. Referencias

### **BIBLIOGRAFIA FISICA.**

Araya (2020), Análisis comparativo para ejecución de estabilización de suelos, entre procesos tradicionales y el estabilizador de suelos Soiltec. Universidad Austral. Chile.

Cabrera y Dios (2020), Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la avenida Pradera, urbanización La Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque. Universidad San Martin de Porres. Lima.

Choque, H. M. (2012). Evaluación de aditivos químicos en la eficiencia de la conservación de superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas (Tesis de Grado), Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

Espinoza, M. (2011). Factibilidad técnica y económica de Perma Zyme para la estabilización de un suelo arcilloso ed la ciudad de talca (Tesis de Grado), Universidad de Talca, Chile.

- Gonzales A. (2016) Caracterización estructural detallada e investigación del proceso de deterioro de materiales tratados con Tecnología PROES de estabilización de suelos a través de pruebas de laboratorio y mediciones en terreno. Chile. Corfo
- Gutiérrez, C. A. (2010). Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas Comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio (Tesis de Grado). Universidad Ricardo Palma, Perú.
- Hernández, R. Fernández, R. & Baptista, P. (2014) metodología de la investigación. (6° ed.) México D.F.
- Huezo, H. M., y Orellana, A. C. (2009). Guía Básica para la Estabilización con Cal en Caminos de Baja Intensidad Vehicular en el Salvador (Tesis de Grado). Universidad del Salvador, el Salvador.
- Larrea y Rivas (2019), Estabilización de Suelos Arcillosos con Cloruro de Sodio y Cloruro de Calcio. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Ecuador.
- León K. (2016) Funcionalidad del aditivo solido Rocatech 70/30 como aglomerante para una base estabilizada con la Tecnología Proes en el proyecto Red Vial N°3 - Cusco [en línea]. Augusto García, tut., Tesis de pregrado. Universidad Continental, Facultad Ingeniería. [Consulta: 20-01-20]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/2918>.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Suelos, Geología y Pavimentos. En Diseño Geométrico (pp. 12 - 14) Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Carreteras, Suelos Geología Geotécnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, R.D. N°10-2014-MTC/14. Lima: ICG.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales (pp. 44, 49, 67, 72, 105 y 248) Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción (pp. 12 - 14) Perú.
- Núñez, D. (2011). Elección y dosificación del conglomerante en estabilización de suelos (Tesis de Grado). Instituto Tecnológico de Sonora, Sonora.
- Ravines, M. A. (2010). Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelo para carreteras (Tesis de Grado), Universidad de Piura, Perú.
- Rico, A., y DEL CASTILLO, H. (1974). La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. México: Limusa S.A.
- Rojas Foinquinos, J. J., & Alva Hurtado, J. E. (2005). Arcillas y lutitas expansivas en el norte y nororiente peruano. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Roldan de Paz, J. (2010). Estabilización de Suelos con cloruro de sodio (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Villacorta y Moreno (2019) Influencia de la adición de cloruro de calcio sobre el índice de CBR en el suelo arcilloso de la carretera al centro poblado de Salamanca, distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope – 2018. Universidad Privada del Norte. Lima.

## XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Con los resultados obtenidos del proyecto se espera lo siguiente:

- Contribuir con el desarrollo e implementación de nuevas técnicas en la compactación de la subrasante de proyectos viales que se desarrollan en mi región.
- Establecer una dosificación óptima del Cloruro de Calcio para tener una buena compactación



de la subrasante en proyectos viales de mi región.

- Optimizar los recursos económicos en el presupuesto de mantenimiento de vías de las municipalidades distritales aplicando el método de compactación con el cloruro de calcio.
- Dar una nueva alternativa técnica de compactación usando el cloruro de calcio además del método convencional.
- Hacer una comparación a corto, mediano y largo plazo, del presupuesto de mantenimiento y operación de vías a nivel afirmado, usando el cloruro de calcio vs método convencional.
- Dejar un antecedente de investigación en la compactación de la subrasante, para otras tesis a futuro en donde puedan usar otros elementos distintos al que se usará en esta investigación.
- Con este proyecto busco engrandecer a mi alma mater “Universidad Nacional de Ucayali”, en la contribución de mi región, con investigación novedosa con respecto a este tema de la compactación de suelos arcillosos, pues la gran mayoría de su territorio tanto en el casco urbano como rural, contiene este suelo que es un poco complicado de tratar, pues se aprecia fallas en las estructuras viales, por el tema que no se tiene una buena compactación en la subrasante, ni hay un buen tratamiento del suelo.

## **XII. Impactos esperados**

### **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

Con el siguiente proyecto se espera tener los siguientes impactos en Ciencia y Tecnología.

- \* Incentivar a otros tesis a realizar investigaciones sobre compactación de suelos arcillosos usando nuevos métodos que se aplican en otros lugares del mundo.
- \* Dejar un antecedente para futuras investigaciones sobre compactación de suelos arcillosos.
- \* Dar a conocer a toda la región que, en la Universidad Nacional de Ucayali, se hace investigación novedosa y de calidad, y contribuye con sus profesionales egresados en el desarrollo de esta.

### **ii. Impactos económicos**

Con el siguiente proyecto se espera tener los siguientes impactos en la economía:

- \* Optimizar el costo de operación y mantenimiento de vías a nivel afirmado en la zona rural de Ucayali.
- \* Optimizar el costo de transporte de productos agrícolas que se extraen de las chacras y fundos de los pobladores que están en la zona rural de Ucayali.
- \* Rentabilizar el transporte de insumos y productos del casco urbano hacia las localidades que se encuentran en la zona rural de Ucayali.

### **iii. Impactos sociales**

Con el siguiente proyecto se espera tener los siguientes impactos sociales.

- \* Mejorar la calidad de vida de los ucayalinos que viven en las zonas rurales.
- \* Mejorar la salubridad de los pobladores que viven en el casco rural al reducir el índice de polvo que se genera por la mala compactación de los suelos arcillosos.
- \* Mejorar las vías de comunicación terrestre entre los distintos pueblos rurales de Ucayali con el casco urbano, para el comercio e intercambio de bienes y servicios.

### **iv. Impactos ambientales**

Con el siguiente proyecto se espera tener los siguientes impactos ambientales:

- \* Mitigar el impacto ambiental en obras viales de la región de Ucayali.
- \* Reducir el índice de contaminación que se genera al realizar el mantenimiento de las vías a nivel de afirmado en el casco rural de la región de Ucayali.
- \* Mitigar los daños al ecosistema al recolectar material de las canteras para compactar las vías a nivel de afirmado cuando se realice los mantenimientos, pues con este método se espera que los mantenimientos tengan un periodo de vida más prolongado y que no sea tan frecuente.

### XIII. Recursos necesarios

#### **POTENCIAL HUMANO:**

- Investigador
- Asesor de investigación
- Estadista
- Especialista en laboratorio de suelos

#### **RECURSOS MATERIALES**

- Impresora
- Material de escritorio (Papel Bond, lápices, lapiceros, papelotes, plumones, etc.)
- Material bibliográfico
- Cámara fotográfica
- Instrumentos de recolección de suelos

#### **RECURSOS FINANCIEROS**

- Potencial humano : 3,000.00 soles
- Recursos materiales : 7,000.00 soles
- Servicios : 4,000.00 soles
- **Total : 14,000.00 soles**

### XIV. Localización del proyecto

El proyecto se desarrollará en el tramo de vía a nivel de afirmado comprendida entre las localidades de Nueva Requena y **Campo Verde** con coordenadas UTM de referencia:

**Coordenada Y: 9072644.9**

**Coordenada X: 517966.5**

### XV. Cronograma de actividades

Actividad	Semanas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
El problema													
Marco teórico													
Optimización de recursos													
Culminación y sustentación													

### XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Asesor.	GLB	1,000.00	1	1,000.00
Colaboradores.	GLB	50.00	20	1,000.00
Personal de estadística.	GLB	1,000.00	1	1,000.00
Impresora.	GLB	700.00	1	700.00
Material bibliográfico.	GLB	400.00	1	400.00
Material de escritorio	GLB	500.00	1	500.00
Equipo para recolección de muestra de suelo.	GLB	200.00	4	800.00
Cámara fotográfica.	GLB	300.00	1	300.00
Análisis de suelos.	GLB	1,000.00	4	4,000.00
Otros servicios.	GLB	300.00	1	300.00
Internet.	GLB	100.00	5	500.00
Copias fotostáticas.	GLB	0.10	5,000	500.00
Pasajes.	GLB	30.00	20	1,500.00
Hospedaje.	GLB	50.00	20	1,000.00
Imprevistos.	GLB	500.00	1	500.00

