



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Estabilización Química de Suelos Arcillosos Para Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Nuñez Flores Mirian Marilu (ORCID: 0000-0003-4813-7025)

Olivera Díaz, José Roiser (ORCID: 0000-0003-4243-8492)

ASESOR:

Mg. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CALLAO – PERÚ

2021

Dedicatoria

Esta tesis se las queremos dedicar especialmente a nuestros padres, por habernos forjado como la persona que somos en la actualidad. Nos formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, nos motivaron a estar constantemente para alcanzar nuestros anhelos. A mis hermanos que más que hermanos son mis verdaderos amigos.

Los autores

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por permitirnos cumplir nuestras metas, por guiarnos en cada paso de nuestro día a día, el que en todo momento está conmigo ayudándonos a aprender de nuestros errores y a no cometerlos otra vez, a nuestros padres, y mis hermanos a ellos por ser mi ejemplo de constancia y dedicación, mi fortaleza e inspiración diaria.

Los autores

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y Diseño de investigación	11
3.2. Variable y operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo	11
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	12
3.6. Método de Análisis de datos	13
3.7. Aspectos Éticos.....	13
IV. RESULTADOS	14
V. DISCUSIÓN.....	21
VI. CONCLUSIONES.....	24
VII. RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS	27
ANEXOS.....	33

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Técnicas e instrumentos</i>	12
Tabla 2. <i>Procedimiento del estudio</i>	13
Tabla 3. <i>Ensayo de contenido de humedad</i>	14
Tabla 4. <i>Ensayo granulométrico</i>	15
Tabla 5. <i>Ensayo límites de consistencia</i>	15
Tabla 6. <i>Ensayo de relación / densidad</i>	15
Tabla 7. <i>Ensayo de CBR</i>	16
Tabla 8. <i>Ensayo de CBR - resultados</i>	16
Tabla 9. <i>Clasificación de Suelos SUCS y AASTHO.</i>	16
Tabla 10. <i>Ensayo Relación Densidad / Humedad.</i>	17
Tabla 11. <i>Ensayo CBR</i>	17
Tabla 12. <i>Ensayo CBR - resultados</i>	17
Tabla 13. <i>Ensayo Relación Densidad / Humedad.</i>	18
Tabla 14. <i>Ensayo de CBR</i>	18
Tabla 15. <i>Ensayo de CBR - Resultados</i>	18
Tabla 16. <i>Ensayo Relación Densidad / Humedad.</i>	19
Tabla 17. <i>Ensayo CBR</i>	19
Tabla 18. <i>Ensayo de CBR - Resultados</i>	19
Tabla 19. <i>Resumen de Resultados Estudio de Mecánica de Suelos</i>	20

Índice de figuras

Figura 1. Matriz de operacionalización de las variables.....	33
Figura 2. Matriz de consistencia.....	34
Figura 3. Panel fotografico.....	35

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad evaluar la Estabilización Química de Suelos Arcillosos Para Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca.

El proyecto tiene como entorno de trabajo la calle la unión – sector el huita en la provincia de Jaén como única muestra de estudio, en primer lugar, se procedió hacer un diagnóstico de las características que tiene la calle actualmente, posterior a esto se realizó diferentes ensayos que permitirá mejorar la estabilización del suelo, donde se analizó los beneficios que trae la investigación a la población, todo esto se realizó con el resultado de los diferentes ensayos.

Como resultados de esta investigación y tras el trabajo realizado en campo se obtuvo que al utilizar cemento portland tipo I se logró estabilizar los suelos arcillosos en la calle la unión – sector el huita. Recomienda que el porcentaje óptimo es el que se adiciona 2%, por que ayudara a la optimización de costos.

Palabras clave: Estabilización, suelos, estructura, pavimento rígido, cemento.

Abstract

The purpose of this research work is to evaluate the Chemical Stabilization of Clay Soils for the Conformation of Rigid Pavement Structure Using Type I Portland Cement Jaén - Cajamarca.

The project's work environment is calle la union - el huitto sector in the province of Jaén as the only study sample. First, a diagnosis of the characteristics that the street currently has was carried out, after which different tests that will improve soil stabilization, where the benefits that the research brings to the population were analyzed, all this was carried out with the results of the different tests.

As a result of this research and after the work carried out in the field, it was obtained that by using portland cement type I it was possible to stabilize the clay soils in calle la union - sector el huitto. Recommends that the optimal percentage is the one that adds 2%, because it will help to optimize costs.

Keywords: Stabilization, soils, structure, rigid pavement, cement.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país y en todo el mundo, los suelos con contenido de material fino, como suelos limosos o arcillosos, son un problema para las obras de ingeniería, sobre todo en las construcciones de vías, como carreteras, pavimentos urbanos y rurales; además las edificaciones, sobre todo en su cimentación, produciéndolas fallas por asentamientos, desplazamientos, fisuras, fracturas y a veces se producen colapsos, la cual dichas estructuras no perduran en el tiempo. El suelo de baja capacidad portante o idóneos a los asentamientos, suelen ser estabilizados, en excavaciones o cuando varían las condiciones en los taludes (equilibrio), produciéndose inestabilidad, la cual ubica en riesgo a los seres humanos, materiales y medio ambiente (Velasquez Pereyra, 2018).

El ejercicio en un extenso aplazamiento o tiempo los diferentes características o tipos de infraestructura siempre dependerá del tipo de suelo en este caso los subyacentes. Los suelos que poseen fluctuación pueden crear dificultades específicas en las construcciones, como los pavimentos, pero desde muchos años atrás se trata de mejorar los suelos, la cual se usa diferentes técnicas de estabilización o consolidación del suelo, empleando técnicas diferentes, materiales, como cal, cemento, emulsiones, enzimas, aditivos y otros como los sintéticos. Cada caso de estabilización presenta resultados con mucha particularidad inherentes al tipo de suelo del área de estudio (Velasquez Pereyra, 2018).

La vida de los pavimentos depende, que están sobre suelos de resistencia baja o suelos inconsistentes, es baja que el promedio de la mayoría, sucediendo fallas como asentamientos o hundimientos que producen deterioro a las vías (Velasquez Pereyra, 2018).

Para estabilizar el suelo, con el empleo del cemento portland, siendo un estabilizador adecuado, que se aplica en diferentes segmentos de nuestro planeta, desde muchos años anteriormente. Actualmente se emplea equipos estabilizadores – recicladores de manera adecuada y de gran potencia, como también de buena utilidad; dosificadores y distribuciones con el cemento, suministrando el trabajo insitu y dan garantía la calidad de mezcla, distribución y colocación (Velasquez Pereyra, 2018).

Se concluye, que es de vital importancia conocer las ventajas y métodos para estabilizar los suelos arcillosos y así poder aplicarlo en ámbito territorial, mejorando las propiedades tanto físicas como mecánicas, además que la estabilización perdure en el tiempo y sea rentable.

El problema general se plantea de la siguiente manera: **Problema General.** - ¿Cómo estabilizar químicamente con Cemento portland Tipo I los suelos arcillosos para la conformación de estructura de pavimento rígido?

La presente investigación se justifica técnicamente por qué; las nuevas técnicas en estabilización pueden brindar mejoras en las diferentes propiedades mecánicas de los diferentes tipos de suelos, sobre todo en suelos de baja resistencia.

Se justifica económicamente ya que existen problemas que nacen desde el suelo de fundación y en las demás capas, como costos de operación y mantenimiento que se incrementan con el tiempo. Es por ello con la presente investigación se pretende reducir los costos, además disminuir los espesores de pavimento en lo que se refiere a sus capas como componentes, mejorando la capacidad de soporte en sus diferentes capas.

En lo ambiental; nuestro reto radica en la obligación y responsabilidad de poder realizar la estabilización sin deteriorar los recursos naturales, al buscar mostrar analíticamente distintas variables ambientales que se involucran a la hora de realizar la estabilización de suelos arcillosos con cemento portland tipo I, causando un riesgo menor de contaminación.

Por último, en lo científico; el estudio es de tipo práctico y experimental, teniendo como resultado un nuevo conocimiento, además servirá dichos resultados para estudios a futuro en estabilización de suelos, planteamos como parte de nuestra investigación:

Objetivo General. - Estabilizar los suelos a nivel de base y subbase, utilizando Cemento Portland Tipo I con fines de pavimentación, Jaén - 2021.

Objetivo específico 1.- Clasificar el tipo de arcilla a utilizar a través de estudios de mecánica de suelos, utilizando los sistemas SUSC y AASTHO.

Objetivo específico 2.- Ejecutar pruebas de Compactación y California Bearing Ratio a la superficie arcillosa sin la incorporación de Portland Cement Type I.

Objetivo específico 3.- Ejecutar pruebas Compactación y California Bearing Ratio a la superficie arcillosa incorporando Portland Cement Type I y comparar sus resultados.

Así, planteamos:

Hipótesis general. – Utilizando Portland Cement Type I, se estabilizará químicamente los suelos arcillosos, para la conformación de pavimento rígido teniendo en cuenta la normatividad vigente.

Las hipótesis específicas fueron:

Hipótesis específica 1.- La apropiada diagnosis de las características actuales de la calle La Unión – Sector El Huito Jaén- Cajamarca. Permitirá identificar las propiedades del suelo para ser químicamente estabilizado.

Hipótesis específica 2.- Aplicando los diferentes ensayos de suelos de acuerdo a la normativa vigente se mejorará la estabilización del suelo de la calle la Unión – Sector El Huito, Jaén – Cajamarca.

Hipótesis específica 3.- La utilización del Portland Cement Type I permitirá determinar la estabilización de la superficie arcillosa en forma óptima en la calle la unión sector el huito, Jaén – Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional Jurado y Clavijo (2016) en su trabajo de investigación sobre estabilización de suelos en Ecuador, proponen la caracterización de la superficie utilizando diferentes proporciones y dosificaciones de cemento tipo MH, en las que se realizaron diferentes ensayos en el laboratorio para determinar diferentes parámetros, en su interior; humedad óptima, densidad seca máxima, porcentaje de suelo y cemento, esfuerzo cortante, resistencia a la compresión del suelo y cemento.

El problema planteado en la tesis es que a partir de muestras representativas del material excavado que proviene del predio donde se ubicarán los talleres y garajes de la PLMQ, se mejorarán sus características físicas y mecánicas mediante la adición de cemento tipo MH en diversas dosificaciones (6%, 9%, 12% y 15%) y que se están realizando pruebas de laboratorio.

El objetivo de la tesis es el mejoramiento de la caracterización mecánica y física, mediante el agregado de diversas dosificaciones de Cement Type H. Se concluye que se accedió a una mejor compresión del uso y aplicación del cemento indicado (tipo MH), como buen estabilizador de suelos que se ubican en las áreas que corresponde al presente estudio, donde se realizó con 6% al 15% de cemento para estabilizar suelo natural. Se tuvo en cuenta la norma establecida por el ACI 230, para suelos CL – ML y ML.

En el ámbito nacional se tiene a Velarde (2015). En su investigación acerca de resistencia a la compresión uni-axial de suelos con estabilización (CaO y cemento). Es el estudio realizado en la ciudad e Puno, fundamentalmente internamente de la bahía (Lago Titicaca), meses de noviembre y diciembre en el 2014. Su intención fue la evaluación de su resistencia a ser comprimido uniaxialmente del suelo utilizando arcilla, agregando CaO y cemento. En el experimento se utilizó un esquema de una constitución céntrica, donde se realizó el cálculo de los coeficientes óptimos.

Se determinó cómo resiste de manera superlativa a ser comprimido mediante análisis matemático, cuyos resultados son: Resistencia a la compresión, combinación óptima de factores estabilizantes y combinación óptima de los factores estabilizantes. La Resistencia obtenida es 31.79 kg/cm².

En el ámbito local se tiene a Pereyra (2018). En la tesis sobre cómo influye el cemento de tipo uno para estabilizar suelos de arcilla; aquí se evaluó cómo influye el cemento portland para estabilizar el suelo gredoso de alta plasticidad.

Se determinaron las características mecánicas u físicas. Se utilizó cemento como aditivo estabilizador en diferentes porcentajes 1, 3 y 5 por ciento, teniendo en cuenta el peso seco de la muestra. Ensayos realizados: Humedad, granulometría, plasticidad, compactación y resistencia (CBR), durante los cuales se confirmó que el cemento afecta el índice de plasticidad, contracción y resistencia (CBR). El suelo arcilloso se obtuvo como A-7-6 (3), aplicando el método SUCS y AASHTO, se agregó 5% de cemento, lo que redujo el IP de cuarenta y cuatro por ciento a quince por ciento y el Cc de veintisiete por ciento a diecinueve por ciento, su CBR aumentó entre 1.3% a 13.75%, al 95% de DSM. El suelo muestra una plasticidad moderada y está sujeto a cambios de volumen. El estado de la calzada cambió de satisfactorio a bueno y se logró buena resistencia con un 4% de cemento.

Las teorías relacionadas al tema de la presente investigación son: El suelo se define como el principal eco sistema para el desarrollo de la flora, compuesto por capas, y mineral, materiales orgánicos, agua y aire. (Food and Agricultural Organization, 2019).

Los suelos se pueden clasificar como orgánicos e inorgánicos, rocas transformadoras, permanece en el lugar donde se formaron originalmente, dando lugar a suelo residual, si ocurre lo contrario, el suelo está formado por aire, agua. (Crespo, 2015).

La grava pertenece al grupo de suelos de grano grueso. Son acumulaciones sueltas de escombros rocosos y tienen un diámetro superior a 0.002m de diámetro. (Crespo, 2015).

A este grupo pertenece la arena con un diámetro de 2mm, se encogen a medida que se secan porque no son plásticas y son incomprensibles, aunque con la aplicación de cargas distribuidas se compactarán instantáneamente. (Crespo, 2015).

El limo está constituido por partícula fina, pero más plásticos debido al contenido de sustancias orgánicas que contienen. Su diámetro varía entre 0,05 mm a 0,005 (Crespo, 2015).

Las arcillas se definen como cualquier partícula con diámetro inferior a 0.005mm. Químicamente hablando son silicatos de óxido de aluminio hidratados, conteniendo también Fe y Mg. (Crespo, 2015).

Hay técnicas de estabilización que se usan a nivel de subrasantes que estén inadecuadas o resistencia baja.

Esto en dar un mejoramiento adecuado al suelo, obteniendo mayor resistencia y durabilidad de sus materiales en el tiempo. Estas técnicas varían, por que van desde la adición de un suelo tratado a la inclusión de uno o más componentes estabilizadores, no olvidando que todo proceso de estabilización va seguido de una buena compactación (CARRETERAS, 2014, pág. 92).

El Cemento Portland, es producto comercial que se adquiere fácilmente, el cual, al mezclar con el agua, agregados (arena y piedra), incluyendo aire y demás materiales afines y semejantes, al reaccionar con la parte líquida (agua), forman una sola masa (homogénea) y sobre todo endurecida. El cemento se dice que es un Clinker de textura fina y molida, la cual ha sido sometida a altas temperaturas, en mezclas que tienen: Hierro, sílice y cal, dosificadas proporcionalmente. En nuestro ámbito existe diferentes tipos de cemento, cumpliendo con estándares de calidad exigidos, igualmente sus especificaciones técnicas (Castillo, 2016).

Las características del Cemento Portland, son partículas de color grisáceo, con pigmentos verdosos. Su comercialización es en bolsas con un peso de 42.5 kg, dando una capacidad de un pie cubico, el peso específico del cemento es de 3.15 gr/cm³ (Castillo, 2016).

Clasificación Cemento Portland (Norma C-150). - Para su clasificación el Cemento Portland se clasifica en: Tipo I; siendo su uso de manera general. Tipo II; su uso en general, pero expuestas a la acción moderada de sulfatos, requiriendo baja temperatura de humidificación. Tipo III; su resistencia lo adquiere a los tres días, se diferencia a los demás que desarrollan su resistencia al día veintiocho. Tipo IV; es el cemento que requiere baja temperatura de humidificación. Tipo V; es de gran solides al sulfato, como estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de sales o álcalis, como las que se ubican o están sometidas a aguas marinas. (Castillo, 2016).

Los Pavimentos son estructuras que pertenecen a las vías de comunicación terrestre, está compuesta por una o varias capas de materiales elaborados de manera adecuada, son colocadas sobre terreno firme y conformado de manera adecuada, que tiene como destino acceder el paso de los vehículos, dando seguridad, confort, costo de operación adecuado, impermeable, superficie uniforme, textura y color adecuado; resistencia a las sollicitaciones de cargas, resistencia a los agentes externos o medio ambiente y que no transmitan esfuerzos mayores a su resistencia a las demás capas (Leone, 2018, pág. 2).

Normativa ASTM D 2216 – 98 (Contenido de Humedad).- La norma esta designada como D2216. Sirve para determinar la humedad.

Normativa: NTP 339.128/ASTM D 422: (Análisis Granulométrico).- Estudia la distribución de las partículas del suelo y gravas. Consistiendo en la separación y clasificación por tamaño de la granulación por la que está conformado. Es poco útil para suelos finos, pero no da la idea de algunas propiedades de los suelos gruesos.

Normativa: NTP 339.129 (Límites de Atterberg).- Esta norma establece las pautas necesarias para las pruebas de laboratorio de los límites de consistencia, así como lo son el límite plástico.

Normativa: NTP 339.141 (Ensayo de Proctor Modificado).- Esta norma establece que es necesario para ejecutar la prueba en laboratorios del contenido de hidratación óptimo para su compactación.

Normativa: NTP 339.145: 1999 (CBR - Relación de Soporte California). – Aquí se determinan las directrices requeridas para la prueba de laboratorio CBR.

Tenemos como definición de términos:

Los suelos son capas que se encuentran en las superficies terrenales, siendo ellos en los que está arraigada la flora. Siendo producto de variedad de acciones producidas por la intemperie y acciones erosivas. (MIRANDA, 2016).

Suelo arcilloso son aquellos constituidos principalmente con greda, grano bastante pequeño, con una coloración amarilla, que mantiene agua en su interior, al mezclarse con abono orgánico puede usarse en faenas agrícolas. (MAR, 2020).

La estabilización se puede lograr añadiendo al suelo algún producto químico, productos naturales o productos sintéticos (Carreteras, 2014).

Suelos estabilizados son los suelos de baja capacidad portante, pobres e inadecuados, es necesario la adición de un agente estabilizador, entre ello tenemos el cemento o la cal; como también aditivos químicos o iónicos, la cual les proporciona mayor resistencia y los vuelven adecuados para la construcción (Carreteras, Suelos y Pavimentos, 2014).

Suelos inestabilizados son aquellos con carencias y no adecuados, carentes de una adecuada, siendo necesario agregarles productos químicos ya mencionados anteriormente. (Carreteras, Suelos y Pavimentos, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Se expone la estrategia para expresar el problema que se planteó, siendo de utilidad el diseño experimental, la cual se evaluara lo concerniente a lo preliminar y postrero, la variable dependiente, para ello se plantea el presente boceto:

$$A1 : Ax \text{ ----- } Ay \text{ ----- } A2$$

Dónde:

- **A1** : Compone las propiedades del suelo: contenido de humedad, trabajabilidad, distribución de partículas, consistencia, clasificación y resistencia; antes de adicionar Cemento Portland Tipo I.
- **Ax** : Dato que incorporara a la prueba de estabilización del suelo arcilloso sin cemento.
- **Ay** : Dato que simboliza a la prueba de estabilidad de los suelos arcillosos, más la incorporación del Portland Cement Type I.
- **A2** : Establece las propiedades del suelo: contenido de humedad, trabajabilidad, distribución de partículas, consistencia, clasificación y resistencia; después de adicionar el Cemento Portland Tipo I.

3.2 Variables y operacionalización

Variable dependiente: Estabilización Química de Suelos Arcillosos

Variable independiente: Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Son los moradores que residen en la Calle La Unión, del Sector EL Huito, de la localidad de Jaén, teniendo una longitud de 500m, la calicata se ubicó a unos 800m de la Vía Pavimentada, con losa rígida, como referencia losa deportiva el Huito.

Muestra: El suelo será arcilloso, que se puede encontrar a nivel de rasante o subrasante como máximo 1.50m de profundidad, considerándose para el presente estudio tres muestras representativas de suelo arcilloso, además se realizarán los estudios de clasificación y resistencia. Se tendrá en cuenta todo lo que indique el reglamento y finalmente se le adicionará al suelo natural (suelo arcilloso), Cemento Portland Tipo I en porcentajes de 2%, 4% y 8%, donde se verificará si mejora las propiedades del suelo y resistencia.

Muestreo: Para el proceso de muestreo, se tiene en cuenta la normatividad vigente, en el estudio se plantea la excavación de una calicata a cielo abierto, con una profundidad de 1.50m, con una sección mínima de 1.0m x 1.0m, donde se tendrá en cuenta en tramo donde contenga mayormente un suelo arcilloso, lo llamaremos tramo crítico, se obtendrán 04 muestras de suelo arcilloso, cada muestra será de 40 kg, luego será estudiada en laboratorio de suelos. Además, se realizará el Perfil Estratigráfico de la calicata, para identificar visualmente las características de los estratos del suelo, técnica denominada observación directa de las características del suelo.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Realizamos un procedimiento apropiado de ubicación del área para la realización de la exploración a cielo abierto (calicata), identificando su perfil estratigráfico y la realización de la extracción de las muestras, luego las muestras se llevarán al laboratorio, para la realización de los ensayos en suelo natural, dentro de ello se realizaron las pruebas geotécnicas, como son: nivel de humidificación, distribución estadística de los tamaños del grano de los suelos, límite de las consistencias, compactación, CBR. Posteriormente de encontrar las tipologías, sistematización y capacidad de soporte del suelo arcilloso, se realizará los tratamientos indicados del diseño experimental, como es la adición del Portland Cement Type I. Donde se evaluó la resistencia del terreno con arcilla en su estado natural, como el suelo mezclado con el cemento. Se tendrá en cuenta lo indicado en las normas vigentes, como las fuentes de información de manera actualizadas, se compararán los resultados y se obtendrá el porcentaje óptimo que mejora las propiedades del suelo arcilloso, esto obtendrá un modelo matemático de los ensayos que se realicen. Estudiar

Tabla N° 01: Técnicas e Instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Ensayar las muestras del suelo en laboratorio de mecánica de suelos.	Materiales e Insumos; Equipos y herramientas de laboratorio de suelos.	Muestra del suelo arcilloso obtenida de calicata (Calle La Unión, Sector EL Huito, Jaén).
Cumplir las especificaciones técnicas sobre el uso del Cemento Portland Tipo I.	Técnica y formatos para la recolección de datos.	Obtención de porcentaje de Cemento Portland Tipo I (2%, 4% y 8%).
Trabajo de gabinete; Técnicas y herramientas estadísticas.	Equipos y materiales de oficina.	Elaboración propia del tesista.

3.5 Procedimientos

Se tendrá que realizar 04 procedimientos, incluyendo el diseño al azar o casualidad, donde será el 0% (suelo natural), incorporación de Cemento Portland Tipo I, la cual se considera los siguientes porcentajes de 2.0%, 4.0% y 8.0%, donde se verificará el o los porcentajes óptimos, que mejoren las propiedades del suelo arcilloso. El Cemento Portland Tipo I, es de fácil Adquisición, y sobre todo su uso es general en las obras de construcción, para ello se toma en cuenta tres porcentajes que se adicionara al suelo arcilloso. Al suelo natural se realizará las pruebas de humidificación, estimación del tamaño de granos, límite de consistencias, clasificación, compactaciones y California Bearing Rate; luego se le adiciona Cemento Portland Tipo I, tres porcentajes, tres tratamientos, donde se verificará si mejora las propiedades del suelo en estudio.

Tabla N° 02: Procedimiento del Estudio.

N°	Tratamiento	Código	N° Muestras
1	Muestra Suelo Natural.	A1	1.0
2	Muestra Suelo Natural + 2% Cemento Portland Tipo I.	A2	1.0
3	Muestra Suelo Natural + 4% Cemento Portland Tipo I.	A3	1.0
4	Muestra Suelo Natural + 8% Cemento Portland Tipo I.	A4	1.0
Total			4.0

3.6 Método de análisis de datos

Es experimental y cuantitativo, la cual se realizarán ensayos de mecánica de suelos, donde se tiene en cuenta la normatividad vigente (RNE), que rige en nuestro país. Los resultados que se obtengan son analizados de manera numérica, empleando el análisis estadístico, con el propósito de determinar un porcentaje o los porcentajes óptimos al agregar Portland Cement Type I al suelo arcilloso, empleándose el estadístico de medida de dispersión (s^2), además la prueba de significación, donde se emplean tablas y graficas de manera estadística.

3.7 Aspectos éticos

Todo lo que se realice en el presente estudio, se presentara de manera veraz, se garantiza que no habrá copia, falsedad o duplicidad de algún otro trabajo de investigación que se haya realizado con anterioridad, por lo tanto, se presentara un trabajo con la mayor honestidad, siendo responsable el tesista de cualquier observación.

IV. RESULTADOS

Normatividad para las Pruebas Geotécnicas.

Estudio de mecánica de Suelo en Suelo Natural (Suelo con contenido de arcilla.

Humidificación

Tabla N° 03: Ensayo de Contenido de Humedad.

Ensayo N°	01	02
Recipiente N°.	03	05
Tara (gr).	18.98	18.83
Tara + Muestra Húmeda (gr).	90.15	93.45
Tara + Muestra Seca (gr).	81.68	83.86
Peso del Agua Contenida (gr).	8.47	9.59
Peso de la Muestra Seca (gr).	62.70	65.03
Contenido de Humedad (%).	13.51	14.75
Contenido de Humedad Promedio (%)	14.13	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Granulometría Por Tamizado.

La granulometría (%) < 3"; para la muestra es la siguiente (verificar Anexos):

Tabla N° 04: Ensayo Granulométrico.

Grava	Arena	Mat. Fino
56.58	27.78	15.64

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Ensayo de Límites de Consistencia.

Realizado el ensayo se obtuvo las constantes físicas de la muestra en estudio, la cual se presentan (verificar Anexos):

Tabla N° 05: Ensayo Límites de Consistencia.

Constantes Físicas de la Muestra.	
Límite Líquido (%).	26.30
Límite Plástico (%).	18.05
Índice de Plasticidad (%).	8.25

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Ensayo de la Relación Densidad / Humedad (Proctor).

Del ensayo realizado se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detalla a continuación (verificar Anexos):

Tabla N° 06: Ensayo Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.14 gr/cm ³
Humedad Optima	9.67%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

California Bearing Ratio

Tabla N° 07: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm³).	2.14
Optimo Contenido de Humedad (%)	9.67
95% Máxima Densidad Seca gr/cm³)	2.033

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Tabla N° 08: Ensayo de CBR - Resultados

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	43.15%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	28.90%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	56.94%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	35.00%.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Clasificación de Suelos.

Resultado de clasificación SUCS, suelo tipo **GC** grava arcillosa. Para el procedimiento de la American Association of State Highway and Transportation Officials, suelo **A-2-4 (0)**, grava que contiene arcilla, además partículas arenosas.

Tabla N° 9: Clasificación de Suelos SUCS y AASTHO

Clasificación.	
SUCS	AASTHO
GC.	A – 2 – 4 (0).

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Suelo Natural (SUCS: GC / AASTHO A-2-4(0) + 2% Cemento Portland Tipo I.

Ensayo de la Relación Densidad / Humedad (Proctor).

Se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detalla a continuación (verificar Anexos):

Tabla N° 10: Ensayo Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.10 gr/cm ³
Humedad Optima	10.22%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Ensayo Relación de Soporte California (CBR).

Del ensayo se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detallan a continuación:

Tabla N° 11: Ensayo CBR

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.100
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.22
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	1.995

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Tabla N° 12: Ensayo de CBR - Resultados.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	112.97%
CBR al 95% - MDS a 0.1"	82.60%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	150.65%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	101.60%.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Suelo Natural (SUCS: GC / AASTHO A-2-4(0) + 4% Cemento Portland Tipo I.

Ensayo de la Relación Densidad / Humedad (Proctor).

Se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detalla a continuación (verificar Anexos):

Tabla N° 13: Ensayo Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.088 gr/cm ³
Humedad Optima	10.42%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Ensayo Relación de Soporte California (CBR).

Del ensayo se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detallan a continuación:

Tabla N° 14: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.088
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.42
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	1.964

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Tabla N° 15: Ensayo de CBR - Resultados.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	209.32%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	161.00%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	254.16%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	202.00%.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Suelo Natural (SUCS: GC / AASTHO A-2-4(0) + 8% Cemento Portland Tipo I.

Ensayo de la Relación Densidad / Humedad (Proctor).

Se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detalla a continuación (verificar Anexos):

Tabla N° 16: Ensayo Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.072%
Humedad Optima	10.58%

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

4.5.2.- Ensayo Relación de Soporte California (CBR).

Del ensayo se obtuvieron los siguientes resultados, la cual se detallan a continuación:

Tabla N° 17: Ensayo CBR

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.072
Optimo Contenido de Humedad (%)	10.58
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	1.696

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Tabla N° 18: Ensayo de CBR - Resultados.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	226.39%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	157.50%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	298.81%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	202.00%.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

Resumen General Estudios de Mecánica de Suelos.

Tabla N° 19: Resumen de Resultados Geotecnia

N°	DESCRIPCION	GRANULOMETRIA (%) <3"			LIMITES DE ATTENBERG			HUMEDAD NATURAL (%)	PROCTOR		CBR		CLASIFICACION	
		GRAVA	ARENA	FINOS	LL	LP	IP		MDS	OCH	100%	95%	SUCS	AASHTO
1	SUELO NATURAL	56.58	27.78	15.64	26.30	18.05	8.25	14.13	2.14	9.67	43.15	28.90	GC	A-2-4(0)
2	SUELO NATURAL + 2% CEMENTO PORTLAND TIPO I	-	-	-	-	-	-	-	2.10	10.22	112.97	82.60	-	-
3	SUELO NATURAL + 4% CEMENTO PORTLAND TIPO I	-	-	-	-	-	-	-	2.09	10.42	209.32	161.00	-	-
4	SUELO NATURAL + 8% CEMENTO PORTLAND TIPO I	-	-	-	-	-	-	-	2.07	10.58	226.39	157.50	-	-

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos "MAGMA".

V. DISCUSIÓN

Hipótesis general: Con la utilización del Cemento Portland Tipo I, se estabilizará químicamente los suelos arcillosos, para la conformación de pavimento rígido teniendo en cuenta la normatividad vigente.

De acuerdo con los resultados de la estabilización química del suelo con cemento Portland Tipo I se obtuvo un incremento de las propiedades mecánicas del suelo, esto se vio reflejado en los ensayos que se le realizaron, la adición del 2% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.10gr/cm³, contenido de Humedad de 10.22%, CBR al 100%, se obtiene 112.97% y un CBR al 95%, se obtiene 82.60%. la adición del 4% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.09gr/cm³, contenido de Humedad de 10.42%, CBR al 100%, se obtiene 209.32% y un CBR al 95%, se obtiene 161.00% y la adición del 8% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.07gr/cm³, contenido de Humedad de 10.58%, CBR al 100%, se obtiene 226.39% y un CBR al 95%, se obtiene 157.50%, de acuerdo con Carlos Jurado, Daniel Clavijo. (2016), no indica que las estabilizaciones de suelos con aditivos o agregados químicos mejora las propiedades mecánicas y físicas del suelo hasta en 40%, esto también va de la mano que esta estabilización es barata y fácil de conseguir por lo que se recomienda usar el cemento o cal. Con lo anteriormente mencionado podremos decir que nuestra hipótesis general es correcta ya que con el cemento portland se podrá estabilizar los suelos para que así se pueda realizar el pavimento rígido.

Hipótesis específica 1 El adecuado diagnóstico del estado actual de la calle la unión – sector el huito Jaén- Cajamarca. Permitirá identificar las propiedades del suelo para ser químicamente estabilizado.

De acuerdo con los resultados del diagnóstico del estado actual de la calle unión se obtuvo que el contenido de humedad es de 14.13%. En el ensayo Granulométrico, se obtuvo; material gravoso de 56.58%, material arenoso de 27.78% y de materiales finos de 15.64%. En el ensayo de Límites de Consistencia, se obtuvo que el Límite Líquido es de 26.30%, el Límite Plástico de 18.05% y el Índice de Plasticidad de 8.25%. En el ensayo de Proctor, se obtuvo que la Densidad Máxima Densidad Seca es 2.14gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad de 9.67%. En el ensayo de CBR al 100%: 43.15% y al 95%: 28.90%.

Para la Clasificación del suelo, en el sistema SUCS, se obtuvo un Suelo de Tipo GC. Para el sistema AASTHO, se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0). De acuerdo con Velásquez (2018), nos indica que para realizar la estabilización del suelo primero debes hacer un diagnóstico de tu suelo para saber si realmente necesita la estabilización química, con lo cual en esta investigación se llegó que el suelo tiene propiedades mecánicas y físicas muy pobres por lo que se propuso la implementación de cemento para su mejora, el cemento en 4% mostro un aumento de hasta en 25% de sus propiedades físicas y mecánicas, en comparación a la del suelo natural. Con lo anteriormente mencionado se puede decir que nuestra primera hipótesis específica es correcta.

Hipótesis específica 2 Aplicando los diferentes ensayos de suelos de acuerdo a la normativa vigente se mejorará la estabilización del suelo de la calle la unión – sector el huito, Jaén – Cajamarca.

De acuerdo con los resultados de ensayos que se aplicaron en esta investigación las cuales fueron granulometría, límites de Atterberg, ensayo de CBR y clasificación del suelo según SUCS y AASTHO. Los cuales el contenido de humedad es de 14.13%, el ensayo Granulométrico, se obtuvo; material gravoso de 56.58%, material arenoso de 27.78% y de materiales finos de 15.64%. En el ensayo de Límites de Consistencia, se obtuvo que el Límite Líquido es de 26.30%, el Límite Plástico de 18.05% y el Índice de Plasticidad de 8.25%. En el ensayo de Proctor, se obtuvo que la Densidad Máxima Densidad Seca es 2.14gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad de 9.67%. En el ensayo de CBR al 100%: 43.15% y al 95%: 28.90%. Para la Clasificación del suelo, en el sistema SUCS, se obtuvo un Suelo de Tipo GC. Para el sistema AASTHO, se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0). De acuerdo con Velásquez (2018), nos indica que los ensayos nos mostraran en qué estado se encuentra el suelo a ser estudiado, los ensayos los cuales se someterá el suelo son: Granulometría, Límites de Atterberg, Clasificación del suelo según AASTHO y SUCS. Con la información recolectada de nuestra suela se podrá saber con exactitud si se necesita ser estabilizada, en esta investigación se llegó que si se necesitaba una estabilización para que así `pueda soportar los estados de carga a las cuales va a hacer sometida. Con lo anteriormente mencionada se llega a que nuestra segunda hipótesis general es correcta.

Hipótesis específica 3. La utilización del cemento portland tipo I permitirá determinar la estabilización del suelo arcilloso en forma óptima en la calle la unión sector el huitto, Jaén – Cajamarca.

De acuerdo con los resultados de la utilización del cemento portland para determinar la estabilización del suelo arcillosa se obtuvo un incremento de las propiedades mecánicas del suelo. Con la adición del 2% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.10gr/cm³, contenido de Humedad de 10.22%, CBR al 100%, se obtiene 112.97% y un CBR al 95%, se obtiene 82.60%. la adición del 4% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.09gr/cm³, contenido de Humedad de 10.42%, CBR al 100%, se obtiene 209.32% y un CBR al 95%, se obtiene 161.00% y la adición del 8% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.07gr/cm³, contenido de Humedad de 10.58%, CBR al 100%, se obtiene 226.39% y un CBR al 95%, se obtiene 157.50%. De acuerdo con A. Darwin. (2015), no indica que la estabilización por métodos químicos es una de las más efectivas ya que se comprobó que las resistencias físicas y mecánicas del suelo aumentan hasta en un 50%. Es por eso que con lo anteriormente mencionado que nuestra hipótesis específica tres es correcta.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General. Estabilizar los suelos a nivel de base y subbase, utilizando Cemento Portland Tipo I con fines de pavimentación, Jaén - 2021.

Se estabilizó los suelos a nivel de base y subbase utilizando cemento portland y se concluyó que la aplicación del cemento en el suelo tiene resultados positivos, aumentando así sus propiedades mecánicas y físicas, la adición del 2% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.10gr/cm³, contenido de Humedad de 10.22%, CBR al 100%, se obtiene 112.97% y un CBR al 95%, se obtiene 82.60%. la adición del 4% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.09gr/cm³, contenido de Humedad de 10.42%, CBR al 100%, se obtiene 209.32% y un CBR al 95%, se obtiene 161.00% y la adición del 8% se obtuvo una Máxima Densidad Seca es de 2.07gr/cm³, contenido de Humedad de 10.58%, CBR al 100%, se obtiene 226.39% y un CBR al 95%.

Objetivo específico 1: Clasificar el tipo de arcilla a utilizar a través de estudios de mecánica de suelos, utilizando los sistemas SUCS y AASTHO.

Se clasificó la arcilla a través de estudios de mecánica de suelos y se concluyó que, para la Clasificación del suelo, en el sistema SUCS, se obtuvo un Suelo de Tipo GC. Para el sistema AASTHO, se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0). Esto nos quiere decir que el suelo es un material que tienen abundantes finos plásticos la C significa Clay, la cantidad de finos debe estar por encima del 12%, pero el índice de plástico está por encima del 7

Objetivo específico 2: Realizar los ensayos de Compactación y CBR al suelo arcilloso sin la incorporación de cemento Portland Tipo I.

Se realizó los ensayos de compactación y CBR al suelo arcilloso sin la incorporación del cemento portland y se concluyó que contenido de humedad es de 14.13%. En el ensayo Granulométrico, se obtuvo; material gravoso de 56.58%, material arenoso de 27.78% y de materiales finos de 15.64%. En el ensayo de Límites de Consistencia, se obtuvo que el Límite Líquido es de 26.30%, el Límite Plástico de 18.05% y el Índice de Plasticidad de 8.25%. En el ensayo de Proctor, se obtuvo que la Densidad Máxima Densidad Seca es 2.14gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad de 9.67%. En el ensayo de CBR

al 100%: 43.15% y al 95%: 28.90%. Para la Clasificación del suelo, en el sistema SUCS, se obtuvo un Suelo de Tipo GC. Para el sistema AASTHO, se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0), Lo cual es un material que tienen abundantes finos plásticos la C significa Clay, la cantidad de finos debe estar por encima del 12%, pero el índice de plástico está por encima del 7.

Objetivo específico 3: Realizar los ensayos de Compactación y CBR al suelo arcilloso con la incorporación de cemento Portland Tipo I y comparar sus resultados.

Se realizó los ensayos de compactación y CBR al suelo arcilloso con la incorporación de cemento Portland y se compararon los resultados, por lo que se llegó a la conclusión que el cemento Portland agregado a un 8% disminuye la máxima densidad seca en un 3.27%, aumento el óptimo contenido de humedad en un 8.60%, el CBR al 100% aumento en un 80.93% y al 95% aumento un 81.65%, por lo que finalmente se concluye que la implementación de la estabilización química mejora los aspectos mecánicos y físicas del suelo.

VII. RECOMENDACIONES

- Para los suelos GC (SUCS) y A-2-4(0) (AASHTO), se utilizó los tres porcentajes considerados en la presente investigación, pero el porcentaje óptimo es el que se adiciona 2%, por que ayudara a la optimización de costos.
- Se tiene que cumplir con la normatividad vigente, para estabilizar los suelos naturales, con contenido de arcilla, con el uso del Portland Cement Type I.
- Cumplir con las normas vigentes en lo referente a estudios de mecánica de suelos.
- Realizar investigaciones con la inclusión de Portland Cement Type I, para los diferentes tipos de suelos que se presentar en campo y diferentes porcentajes, según los parámetros permisibles de nuestra normatividad.
- Proporcionar los datos obtenidos a las entidades públicas, como privadas, para que pongan en práctica los modos para estabilizar suelos con Portland Cement Type I, para los diferentes tipos de vías.

REFERENCIAS

Cesar Velásquez Pereyra. (2018). Influencia del Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de Suelos Arcillosos. Perú – Cajamarca.

Portal de Suelos de la FAO – 2019.

Carlos Crespo Villalaz. (2013). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México. Ed. LIMUSA.

Daniel Graux- (1975). Fundamentos de Mecánica de Suelos; Proyecto de Muros y Cimentaciones. Barcelona. Editores Técnicos Asociados.

Henri Cambefort. (1975). Geotecnia del Ingeniero. Barcelona. Editores Técnicos Asociados S.A.

Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (2014). MTC.

Hugo Alexander Rondón Quintana y Fredy Alberto Reyes Lizcano. (2015). Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Lima – Perú. Ed. MACRO.

Flavio Abanto Castillo. (2016). Tecnología del Concreto. Lima – Perú. Ed. San Marcos.

Ing. Claudio Giordanil e Ing. Diego Leone. (2018). Pavimentos. Lima – Perú.

Campos Rodríguez, Jorge y Guardia Niño de Guzmán German Marcelo. (2012). Mecánica de Suelos. Lima – Perú. ED. WH.

Juan Emilio Ortega García. (2015). Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Lima – Perú. Ed. MACRO.

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA MEDICIÓN
Independiente: Estabilización Química de Suelos Arcillosos.	Producto comercial que se adquiere fácilmente, el cual, al mezclar con el agua, agregados (arena y piedra), incluyendo aire y demás materiales afines y semejantes, al reaccionar con la parte líquida (agua), forman una sola masa (homogénea) y sobre todo endurecida. Es un Clinker de textura fina y molida, la cual ha sido sometida a altas temperaturas, en mezclas que tienen; fierro, sílice y cal, dosificadas proporcionalmente. (Castillo, 2016).	Es un material aglomerante, que tiene las propiedades de adherencia y cohesión necesarias para unir agregados inertes entre sí, la cual forman una masa sólida y resistente. Existen diferentes tipos de cemento, pero para la investigación se ha considerado el Tipo I, siendo de uso general.	Cantidad	Porcentaje	%
Dependiente: Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca.	Por lo general, se le da el nombre arcillas a toda partícula que tiene un diámetro menor a 0.005 mm, la cual adquiere propiedades plásticas al entrar en contacto con el agua. Si hablamos de manera química, la arcilla es un silicato de alúmina hidratado, aunque también contiene hierro y magnesio. Tiene átomos los cuales están dispuestos en capas delgadas o laminares. (Crespo, 2015).	Son aquellos que están formados principalmente por arcilla, de granos muy finos, de color amarillento, la cual retiene agua formando charcos, al mezclarse con humus puede ser apto para la agricultura (MAR, 2020).	Clasificación de los Suelos	SUCS y AASTHO	Tipo Suelo
			Resistencias del Suelo.	CBR	%

Anexo 2.- Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Estabilización Química de Suelos Arcillosos.	Consiste en mejorar las propiedades de suelo por densificación, además se mejora las características granulométricas, mediante la mezcla con otro material	% Humedad.
¿Cómo estabilizar químicamente con Cemento portland Tipo I los suelos arcillosos para la conformación de estructura de pavimento rígido?	Estabilizar los suelos a nivel de base y subbase, utilizando Cemento Portland Tipo I con fines de pavimentación, Jaén - 2021.	Utilizando Portland Cement Type I, se estabilizará químicamente los suelos arcillosos, para la conformación de pavimento rígido teniendo en cuenta la normatividad vigente.			Granulometría.
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS			Límites de Consistencia.
<ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es el estado actual de la calle La Unión- Sector El Huito, Jaén - Cajamarca ¿Qué factores influyen en la estabilización química de los suelos arcillosos para mejorar 	. OE1 Clasificar el tipo de arcilla a utilizar a través de estudios de mecánica de suelos, utilizando los sistemas SUSC y AASTHO.	. HE1 La apropiada diagnosis de las características actuales de la calle la unión – sector el huitto Jaén- Cajamarca. Permitirá identificar las propiedades del suelo para ser químicamente estabilizado.			Clasificación.
	. OE2 Ejecutar pruebas de Compactación y California Bearing Ratio a la superficie arcillosa sin la incorporación de Portland Cement Type I.	. HE2 Aplicando los diferentes ensayos de suelos de acuerdo a la normativa vigente se mejorará la estabilización del suelo de calle La Unión- Sector El Huito, Jaén - Cajamarca.			CBR (%).
	. OE3 Ejecutar pruebas de Compactación y California Bearing Ratio a la superficie arcillosa incorporando Portland Cement Type I. y comparar sus resultados.	. HE3 La utilización del Portland Cement Type I permitirá determinar la estabilización de la superficie arcillosa en forma óptima en calle La Unión- Sector El Huito, Jaén - Cajamarca.	Conformación de Estructura de Pavimento Rígido Utilizando Cemento Portland Tipo I Jaén - Cajamarca.	Densidad Máxima (gr/cm3).	
			Es un material aglomerante, que tiene las propiedades de adherencia y cohesión necesarias para unir agregados inertes entre sí, la cual forman una masa sólida y resistente.	Densidad máxima (gr/cm3).	
				Humedad Óptima (%).	
DISEÑO	POBLACIÓN			MUESTRA	
NO Experimental	Se considera como población de estudio, en la presente investigación, a los moradores que residen en la Calle La Unión, del Sector EL Huito, de la localidad de Jaén, teniendo una longitud de 500m, la calicata se ubicó a unos 800m de la Vía Pavimentada, con losa rígida, como referencia losa deportiva el Huito.			El suelo será arcilloso, que se puede encontrar a nivel de rasante o subrasante como máximo 1.50m de profundidad, considerándose para el presente estudio tres muestras representativas de suelo arcilloso, además se realizaran los estudios de clasificación y resistencia.	

Anexo 3.- Panel fotográfico

TESIS: "ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELOS ARCILLOSOS PARA LA CONFORMACION DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I, JAEN - CAJAMARCA".

BACHILLER: NUÑEZ FLORES MIRIAN MARILU

BACHILLER: OLIVERA DIAZ, JOSE ROISER.

FECHA: JUNIO 2021.

PANEL FOTOGRAFICO 001.



FOTOGRAFIA N° 01

CALLE UNION, SALIDA AL DISTRITO LAS PIRIAS - JAEN.



FOTOGRAFIA N° 02

PREPARACION DE MEZCLA SUELO NATURAL.



FOTOGRAFIA N° 03

PESO DE CEMENTO A UTILIZAR EN MEZCLA CON SUELO NATURAL.



FOTOGRAFIA N° 04

MEZCLA DE SUELO NATURAL MAS CEMENTO.



FOTOGRAFIA N° 05

MEZCLA DE SUELO NATURAL MAS CEMENTO.



FOTOGRAFIA N° 06

MEJSTRAS PREPARADAAS PARA ENSAYOS ESPECIALES.

TESIS: "ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELOS ARCILLOSOS PARA LA CONFORMACION DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I, JAEN - CAJAMARCA".

BACHILLER: NUÑEZ FLORES MIRIAN MARILU

BACHILLER: OLIVERA DIAZ, JOSE ROISER.

FECHA: JUNIO 2021.

PANEL FOTOGRAFICO 002.



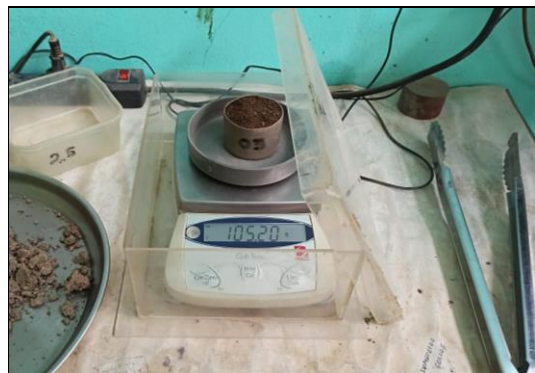
FOTOGRAFIA N° 07
ANALISIS GRANULOMETRICO.



FOTOGRAFIA N° 08
ESNAYO DE COMPACTACION - PROCTOR.



FOTOGRAFIA N° 09
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR.



FOTOGRAFIA N° 10
ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD.



FOTOGRAFIA N° 11
ENSAYO A LA RESISTENCIA - CBR.



FOTOGRAFIA N° 12
MUESTRAS EN EL HORNO.

TESIS: "ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELOS ARCILLOSOS PARA LA CONFORMACION DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I, JAEN - CAJAMARCA".

BACHILLER: NUÑEZ FLORES MIRIAN MARILU

BACHILLER: OLIVERA DIAZ, JOSE ROISER.

FECHA: JUNIO 2021.

PANEL FOTOGRAFICO 003.



FOTOGRAFIA N° 13
PREPARACION DE MEZCLA.



FOTOGRAFIA N° 14
PREPARACION DE MEZCLA.



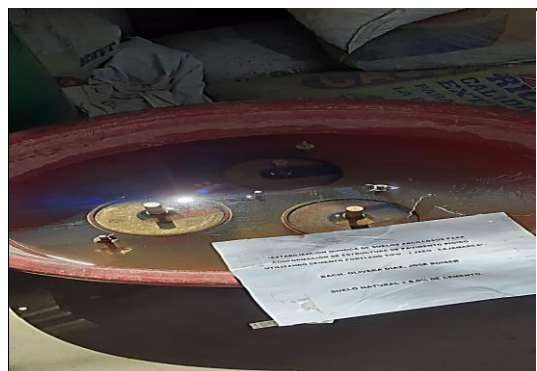
FOTOGRAFIA N° 15
MUESTRAS PARA CBR.



FOTOGRAFIA N° 16
MEDICION DE CBR.



FOTOGRAFIA N° 17
MEDICION DE CBR.



FOTOGRAFIA N° 18
ENSAYO DE CBR DRENADO

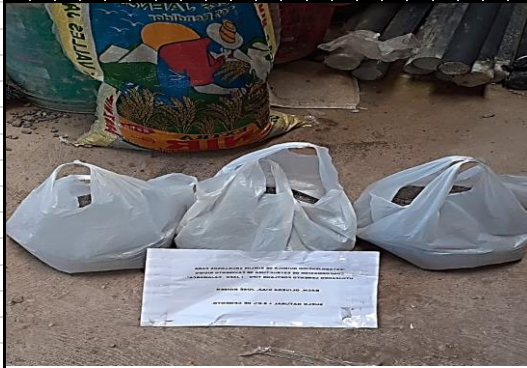
TESIS: "ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELOS ARCILLOSOS PARA LA CONFORMACION DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RIGIDO, UTILIZANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I, JAEN - CAJAMARCA".

BACHILLER: NUÑEZ FLORES MIRIAN MARILU

BACHILLER: OLIVERA DIAZ, JOSE ROISER.

FECHA: JUNIO 2021.

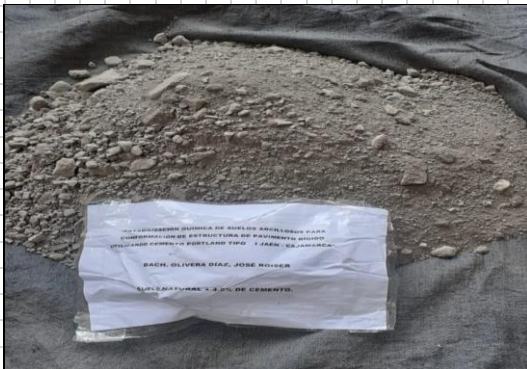
PANEL FOTOGRAFICO 004.



FOTOGRAFIA N° 19
MUESTRA UTILIZADAS.



FOTOGRAFIA N° 20
MUESTRA PARA TOMAR LECTURA EN EL DIAL.



FOTOGRAFIA N° 21
MEZCLA DE SUELO CON CEMENTO.



FOTOGRAFIA N° 22
MAQUINA PARA ENSAYO MARSHAL Y CBR.



FOTOGRAFIA N° 23
ENSAYO DE PENETRACION - CBR.



FOTOGRAFIA N° 24
PESO DE MOLDE PROCTOR MAS MUESTRA.