



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica, en Estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cubas Calderón, Johon Andessón (ORCID: [0000-0001-5873-9578](https://orcid.org/0000-0001-5873-9578))

Manay Vásquez, Lizar (ORCID: [0000-0001-8565-8028](https://orcid.org/0000-0001-8565-8028))

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID: [0000-0001-8625-3989](https://orcid.org/0000-0001-8625-3989))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este monto tan importante de mi formación profesional.

A mi padre Sergio Manay por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras indiferencias de opiniones.

De igual forma dedico a mi madre Noly Vázquez que ha sabido formarme con buenos sentimientos, abatidos y valores lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.

Manay Vázquez Lizar

En primer lugar, a mis padres José cubas y Eva Calderón, por su dedicación y sacrificio para darme todo lo que necesito, todo lo que soy lo debo a ustedes y este logro es también suyo.

A mi hermana Magaly cubas por ser un ejemplo en mi vida a seguir y su incondicional apoyo para superar cualquier obstáculo.

A mis abuelos Santiago cubas y Sofia tarrillo quien con su sabiduría y sus consejos han sabido orientarme para ser una persona de bien.

Cubas Calderón Johon Andessón

Agradecimiento

Nuestro sincero agradecimiento a la universidad cesar vallejo, especialmente a la escuela profesional de ingeniería civil; junto a sus docentes que, con su profesionalismo y ética, nos impartieron sus sabios conocimientos.

Al ing. Aybar Arriola gustavo Adolfo quien con su experiencia como docente han sido la guía idónea, para la elaboración y culminación de la presente tesis.

A nuestros padres y familiares, y a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron para lograr nuestros objetivos de ser profesionales. Hacemos presente nuestro gran afecto a todos ustedes.

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	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y Diseño de investigación	12
3.2. Variable y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnica e instrumentos de Recolección de datos	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de Análisis de datos	15
3.7. Aspectos Éticos.....	15
IV. RESULTADOS	16
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES	27
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS.....	33

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Procedimiento del estudio</i>	14
Tabla 2. <i>Contenido de humedad</i>	17
Tabla 3. <i>Granulometría por tamizado</i>	18
Tabla 4. <i>Límites de consistencia</i>	18
Tabla 5. <i>Relación densidad / humedad</i>	18
Tabla 6. <i>Ensayo de CBR</i>	19
Tabla 7. <i>Resultados de CBR</i>	19
Tabla 8. <i>Clasificación de suelos de SUCS y AASTHO</i>	19
Tabla 9. <i>Relación densidad / humedad</i>	20
Tabla 10. <i>Ensayo de CBR</i>	20
Tabla 11. <i>Resultados de CBR</i>	20
Tabla 12. <i>Relación densidad / humedad</i>	21
Tabla 13. <i>Ensayo de CBR</i>	21
Tabla 14. <i>Resultados de CBR</i>	21
Tabla 15. <i>Relación densidad / humedad</i>	22
Tabla 16. <i>Ensayo de CBR</i>	22
Tabla 17. <i>Resultados de CBR</i>	22
Tabla 18. <i>Resumen del resultado del estudio de mecánica de suelos</i>	23

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación AASHTO.....	7
Figura 2. Clasificación SUCS.....	7
Figura 3. Escoria negra y escoria blanca.....	9
Figura 4. Ubicación de calicatas.....	16
Figura 5. Categorías de subrasante.....	23

Resumen

La tesis ejecutada tiene como objetivo general, Mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – jaén – Cajamarca 2021. Se realizó múltiples ensayos de laboratorio, lo cual nos dio como resultado que la dosificación del 2.0%, 4.0% y 8.0% de escoria metálica mejora considerablemente la capacidad portante de la subrasante del estacionamiento en la avenida circunvalación.

Lo cual se determinó mediante la clasificación SUCS, que el suelo es de tipo SC - SM, arena arcillosa - arena limosa, Para el sistema AASHTO viene hacer un A-2-4(0), suelo arenoso y arcilloso, con contenido de grava.

Las pruebas realizadas en laboratorio son: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR). De las pruebas realizadas obtendremos resultados Para dar soluciones a nuestros problemas y lograr nuestros objetivos planteados.

La dosificación óptima de escoria metálica según los ensayos de laboratorio para un suelo de tipo SC- SM o un A-2-4(0), sería un 4.0% donde mejora considerablemente la capacidad portante de la subrasante.

Palabras claves: Mejorar el suelo de subrasante, escoria metálica, capacidad portante, subrasante, pavimento industrial.

Abstract

The general objective of the thesis executed is to improve the subgrade soil by adding metallic slag for heavy traffic industrial pavement in vehicular parking, ring road - Jaén - Cajamarca 2021. Multiple laboratory tests were carried out, which gave us as a result that the dosage of the 2.0%, 4.0% and 8.0% of metal slag considerably improves the bearing capacity of the subgrade of the parking lot on the ring road.

Which was determined by the SUCS classification, that the soil is of type SC - SM, clayey sand - silty sand, For the AASHTO system, an A-2-4 (0) is made, sandy and clayey soil, with gravel content.

The tests carried out in the laboratory are: Granulometric Analysis, Atterberg Limits, Moisture Content, Modified Proctor and California Bearing Ratio (CBR). From the tests carried out we will obtain results to provide solutions to our problems and achieve our stated objectives.

The optimal dosage of metal slag according to laboratory tests for a soil type SC-SM or A-2-4 (0), would be 4.0% where the bearing capacity of the subgrade considerably improves.

Keywords: Improve subgrade soil, metal slag, bearing capacity, subgrade, industrial pavement.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestra Provincia de Jaén, al hablar de mejoramiento de suelos (estabilización), es buscar diversas alternativas o soluciones que aquejan nuestro sedimento, presentándose suelos de diferentes características. Siendo así una realidad presente al momento de ejecutar obras de pavimentación y edificaciones, podemos encontrar características como suelos cohesivos, alta tabla freática, característicos de terrenos agrícolas (sembrío de arroz). Actualmente nuestra Provincia en desarrollo urbano y expansión migracional, necesita mejorar sus calles, avenidas, entre otros. En la cual los proyectos en pavimentos están en una escala de gran avance permitiendo de esta manera el óptimo desarrollo urbano.

Para mejorar sus características mecánicas como físicas del suelo, entre ellos está la resistencia al esfuerzo al corte, deformación o comprensibilidad, estabilidad volumétrica cuando hay presencia de agua y otros factores. Entonces para cada caso se busca que el suelo tenga un comportamiento adecuado ante el esfuerzo y deformación, además las solicitaciones de cargas de las estructuras ubicadas sobre ellos, durante su vida útil (MEF, 2015).

Los residuos, como la escoria metálica, son sustancias que no sirven de un mineral y que es ineludible en cualquier operación metalúrgica, en ello incluye sistemas fundidos. Casi todas las escorias contienen cualidades para la ablución del efluente metálico. En el caso del cobre, sus residuos tienen un papel fundamental durante su piro refinación, en la disolución de impurezas de la fase metálica (Lovera Davila, 2004).

La subrasante es la capa, donde su función es soportar o cimentar la estructura de un pavimento, soporta en últimas instancias las cargas producidas por el volumen de tráfico, resistente al medio ambiente y un apoyo uniforme a la estructura del pavimento (Rondon Quintana, 2015).

En el estudio se plantea adicionar al suelo, en este caso suelos de baja capacidad portante, escoria metálica, para así poder comparar y verificar si la escoria metálica mejora las propiedades de un suelo de subrasante.

Se formuló como **Problema general**: ¿Cómo podemos mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito

pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – jaén – Cajamarca 2021? **Problema específico: Primera.** - ¿Cómo Clasificar el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO? **Segunda.** - ¿Cómo podemos realizar el ensayo de CBR, para determinar la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica? **Tercera.** - ¿Cómo podemos obtener el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021?

“MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA, EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR AVENIDA CIRCUNVALACIÓN – JAÉN – CAJAMARCA 2021”

La investigación se justifica, porque proporcionara gran impacto en nuestra Provincia, sobre todo en la construcción de pavimentos, la cual sus contribuciones son en bien de la ingeniería civil, para la cual se plantea lo siguiente. - **Justificación metodológica:** Es el método utilizado para un tipo de investigación (Valderrama, 2013, p.123). Nuestra investigación su diseño es no experimental, nivel es descriptivo, su enfoque cuantitativo, teniendo como consecuencia un nuevo conocimiento, además estos estudios servirán para investigaciones futuras. **Justificación técnica:** Los nuevos métodos en consolidación pueden ayudar a las entidades públicas y privadas que se dedican al rubro de la pavimentación, brindando mejoras en las diferentes propiedades mecánicas de los diferentes tipos de suelos utilizados como subrasante. **Justificación Económica:** Al presentarse mayores problemas del suelo de fundación y en las demás capas, como costos de operación y mantenimiento a consecuencia aumenta la vida útil de la construcción. Es por ello con la presente investigación se pretende reducir los costos, además disminuir los espesores de pavimento en lo que se refiere en la subrasante, mejorando la capacidad de soporte de los mismos. **Justificación ambiental:** Nuestro desafío implica la obligación y responsabilidad de poder realizar la estabilización sin deteriorar el ecosistema, siendo el objetivo de este trabajo presentar y analizar distintas variables ambientales que se involucran a la hora de realizar la estabilización de

suelo a nivel subrasante con escoria metálica, causando un riesgo menor de contaminación.

En la investigación se formuló los siguientes objetivos. - **Objetivo general:** Mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – jaén – Cajamarca 2021. **Objetivo específico: Primera.** - Clasificar el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO. **Segunda.** - Realizar el ensayo de CBR, para determinar la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica. **Tercera.** - Obtener el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.

Se formula las siguientes hipótesis. – **Hipótesis general:** Se mejora el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021. **Hipótesis específica. – Primera:** Se clasifica el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO. **Segunda:** Ejecutando el ensayo de CBR, se determina la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica. **Tercera:** Obteniendo el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado se podrá emplear en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** según Altamirano y Díaz (2015) en su trabajo de investigación “Estabilización de Suelos Cohesivos por medio de Cal en las Vías de la Comunidad de San Isidro de Pegón, Municipio de Potosí - Rivas. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua “Propone estabilizar los suelos cohesivos en las vías del municipio de San Isidro del Pegón, municipio de Potosí - Rivas, utilizando una combinación de cal apagada. La disertación propone determinar las características físicas y químicas de los caminos en la comunidad de San Isidro de Pegón, municipio de Potosí - Rivas. La estabilización de suelos arcillosos se realizó luego de caracterizar el suelo, determinando sus propiedades físicas y mecánicas, mediante investigación de campo y pruebas de laboratorio de acuerdo con las normas ASTM y AASHTO. Los datos fueron analizados para combinar y dosificar los suelos arcillosos con diferentes proporciones de cal. Se ha requerido realizar la estabilización porque se presenta en el área de estudio múltiples comportamientos plásticos, además hay pocas vías rurales acondicionadas, con superficies de rodadura a base de concreto, asfalto o adoquín, siendo un problema de acceso para el comercio de productos durante la presencia de precipitaciones. En la tesis, concluyen la investigación, planteando que las vías del área de estudio, presenta singular número de puntos afectados por motivo de lluvias, con ello se ubicaron puntos con mayores afectaciones a lo largo de la vía. Se han extraído muestras del estudio de suelos, la cual se han clasificado según su color y textura, una vez secado al horno, se determinó su humedad, se percibió 6 muestras, a las que se procedió analizar sus características y demás propiedades. Se encontró que el suelo predominante es el A-7-6, siendo suelos con baja capacidad de carga, con un elevado índice de plasticidad, presenta alto porcentaje de expansión por motivo que varía su humedad.

Zárate (2019) en su tesis “Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, en los tramos de pavimento rígido” su objetivo fue determinar las causas del deterioro prematuro de la superficie de la carretera en la carretera Biblian - Zhudes, mientras se desarrollaban soluciones alternativas para la intervención en la superficie dura. Como muestra, se presentan 36 km de superficie dura de la carretera Zhud-Bibian. Conectando tres cantones (Biblián, Zhud y Cañar), este

proyecto submita un medio de comunicación importante, así como también para la actividad agrícola significativamente en Cañar. Completar un proyecto determinista durante 10 y 20 años; siendo estos datos muy negativos para el pavimento rígido en cuanto al análisis y la propuesta de un plan de manejo para hacer frente al detectar prematuro del pavimento, para las estaciones Tambo y Biblián.

Zumrawi (2015) en su tesis “Survey and Evaluation of flexible Pavement. International Journal of Science and Research” El objetivo de este estudio es desarrollar directrices que describan un método sistemático para inspeccionar y evaluar los daños en la superficie de las carreteras e identificar las posibles causas de dichos daños. Tomando tanto a la población como mostrando la carretera Obaid Hatim. En conclusión, el método para estudiar la destrucción del revestimiento puede servir como una guía útil para inspeccionar y evaluar las fallas del pavimento, este método, combinado con la experiencia del ingeniero de carreteras y la investigación adecuada del material, ayudará a determinar la causa de la falla del pavimento. Determinado de manera confiable, el método resultó ser una buena guía; sin embargo, la experiencia del ingeniero también es un factor importante para diagnosticar correctamente la causa del daño en la superficie de la carretera y determinar la mejor opción de servicio.

Como **antecedentes nacionales** según Sánchez y Vergara (2015) en su tesis “Estabilización Química en Carreteras No Pavimentadas Usando Cloruro de Magnesio, Cloruro de Calcio y Cemento en la Región Lambayeque. Universidad Señor de Sipán - Lambayeque” plantea un estudio de comparación entre la parte técnica y económica de la evaluación de la estabilización de carretera que no se encuentran pavimentadas, utilizando el cloruro de magnesio, cloruro de calcio y el cemento. El estudio ha sido considerado como experimental, donde se empleó el proceso de estudio de ensayos de mecánica de suelos, también se realizó ensayos de estabilización, obteniendo datos físicos y mecánicos del material en estudio, extraído de canteras, se empleó en los ensayos los métodos deductivos, inductivos y analítico. La metodología principal para la obtención de la información obtenida a partir de la introducción de aditivos químicos se llevó a cabo de acuerdo con los documentos normativos vigentes, además de la observación y análisis de la documentación de los estudios realizados en el

laboratorio. Para el procesamiento y análisis de los datos se indicaron todos los resultados o datos obtenidos en cada prueba, sus tabulaciones y gráficos y tablas, respectivamente, finalizando se comparó los suelos con aditivo y sin aditivo. Se concluye la investigación planteando lo siguiente; que el agregado proveniente de las canteras es material GP, cuyo índice plástico es elevado y por lógica es factible la estabilización. El tesista recomienda, que se realicen ensayos de estabilización con otras sales, o agentes químicos, que puedan obtenerse en nuestra nación, conformando nuevas alternativas de mejorar las carreteras.

Gálvez y Santoyo (2019) “Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cascara de arroz, carretera Yanayacu Bajo – Señor Cautivo” Universidad Nacional de Jaén. plantea determinar la influencia que existe de la inclusión de ceniza de cascara de arroz como estabilizador para suelos cohesivos en subrasante, carretera Yanuyacu – Señor Cautivo. También no dice la investigación que está enfocado de mejorar las características naturales del suelo, la cual se incrementara su capacidad portante, como aumentar el índice del CBR y los cambios volumétricos en diferentes estados del clima. Al suelo se le incorpora la ceniza de cascara de arroz, siendo los porcentajes utilizados de 3%, 10% y 15%, comprobando si mejora las propiedades de los suelos cohesivos. Actualmente, los remanentes de cascarilla de arroz (cenizas) aún no se han utilizado de manera adecuada y beneficiosa, la cual se elimina durante el desmonte y también causa problemas ambientales. Esto proporciona una oportunidad para su uso en la construcción, así mismo una solución adecuada en especial para el medio ambiente. En conclusión, los datos de la investigación obtenidos nos muestran que la inclusión de ceniza, el resto de las cáscaras de arroz, mejora las características del suelo arcilloso estudiado, por esta razón, una dosis del 15% aumenta significativamente la resistencia del suelo, mientras que el 3% es el más óptimo, ya que proporciona viabilidad, económico y es estable cuando se utiliza a nivel de subrasante de acuerdo con lo establecido en la normativa vigente.

“MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA, EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR AVENIDA CIRCUNVALACIÓN – JAÉN –

CAJAMARCA 2021”

En las **Teorías relacionadas al tema** vamos a indagar más sobre el pavimento:



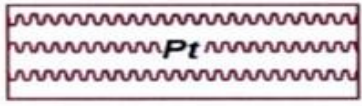
Suelo: Tradicionalmente definido como el hábitat natural para el crecimiento de las plantas, es un cuerpo natural formado por capas de suelo compuestas por materiales erosionados, materia orgánica, aire y agua. (FAO, 2019).

Figura N° 01: CLASIFICACION AASHTO.

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura N° 02: CLASIFICACION SUCS.

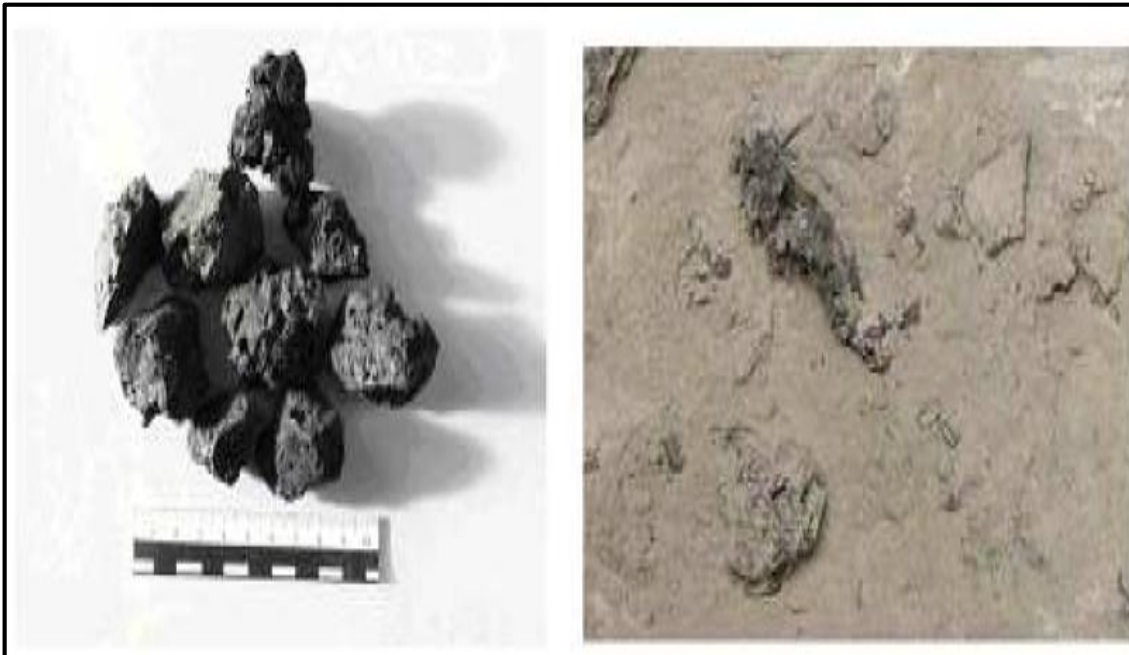
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	<p>Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa</p>
	<p>Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico</p>
	<p>Turba, suelo considerablemente orgánico</p>

Estabilización Química de los Suelos: Es una tecnología con mucha data, la cual se basa en la aplicación de productos químicos, mezclados y homogenizados con el suelo a mejorar, cumpliendo con las especificaciones técnicas, que indica cada producto. También es mejorar las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e inclusión de aditivos químicos, pueden ser naturales y también sintéticos. Estos tratamientos generalmente se realizan a nivel de subrasante, o cuando el suelo es pobre o de baja capacidad portante, para este último es conocido usar una estabilización de suelo – cal, suelo – asfalto o diferentes alternativas (MEF, 2015).

Escoria de Acería: La escoria es un subproducto de la industria del acero, que consiste principalmente en silicato de calcio, hierro y magnesio, que se produce por reacciones químicas durante la formación de metales. Las escorias formadas durante la producción de acero en un horno de arco eléctrico son principalmente de dos tipos: oxidantes y reductoras o blancas y negras, respectivamente. Esta nomenclatura se debe a las dos etapas en las que consta este procedimiento, a saber, fusión (transferencia oxidativa) y refinado (reductor). La escoria negra se obtiene en la primera etapa del proceso y está compuesta principalmente por óxido de hierro, calcio, silicio y aluminio. A partir de ella se forma un volumen mucho mayor que el de la escoria blanca, que tiene un gran número de partículas pequeñas debido al fenómeno de trituración del silicato de calcio durante el enfriamiento de la escoria. (Regueira, 2014).

Figura N° 03: Escoria Negra y Escoria Blanca.



Pavimento: Un pavimento en carretera o vías urbanas, son estructuras viales con multicapas, la cual están conformados por un conjunto de capas superpuestas de manera horizontal y con materiales seleccionados. Las capas de un pavimento, están diseñadas para soportar las solicitaciones de cargas que se les impongan, una de las cargas son las del volumen de tránsito, además deben resistir a las condiciones ambientales que se presenten. (Quintana, 2015)

Subrasante: También se le llama suelo de fundación, es la parte más importante de la superficie de la carretera ya que la capa de asfalto estará allí y, por lo tanto, se necesita una estabilización adecuada para que pueda cumplir con los estándares CBR establecidos por encima del 6%, ya que es cuando el suelo se considera que tiene una buena capacidad de carga, de lo contrario, debe estabilizarse o reemplazarse con otro material más resistente de acuerdo con las normas MTC. Según la norma AASHTO: es el soporte principal y natural compactado y preparado sobre el que se va a construir la estructura del pavimento. (AASHTO 93, Cap. 1, p. 5).

Pavimento Industrial: La efectividad del diseño y construcción de un piso o acera de concreto debe reflejarse en la calidad de la obra final, el cumplimiento de las condiciones establecidas y la satisfacción del cliente que va a recibir el producto con el nivel de servicio esperado. .y excelente rendimiento. De ahí la

necesidad de conocer los conceptos básicos de cada alternativa, así como las tendencias imperantes en el mundo moderno. La combinación de estos aspectos, combinados con las mejores prácticas tanto en diseño como en construcción, darán como resultado obras que satisfagan plenamente las necesidades para las que fueron concebidas. Entre los diferentes tipos y enfoques de diseño, los pisos de concreto y las aceras tienen una amplia gama de soluciones. Los conceptos clave y las tendencias actuales en el trabajo que apoya la movilidad se describen a continuación. (Hormigón, 2015)

Concreto: Es una combinación en la que se mezclan arena, cementos y otros agregados, que juntos forman una masa debido a la mezcla de cemento y agua. En ciertos casos, se agregan aditivos que pueden cambiar algunas de las características del hormigón, como durabilidad, plasticidad y tiempo de fraguado. (Merli, 2020, 23)

Agrietamiento en bloque: Se refieren a que esta falla es causada por la temperatura en el firme de la calzada, ocurren al derretirse, formando fisuras rectangulares y hexagonales (Wang, Behnia, Buttlar y Reis, 2016, p.21)

Suelos Estabilizados con Escoria: Se utilizan de diversas formas: para la producción de cemento, como agregados, en la producción de hormigón, como base y material base, en aceras, para estabilizar taludes, en pavimentadoras de asfalto, en la agricultura y en el tratamiento de aguas residuales. El uso de este producto en la infraestructura vial evita la explotación de nuevas canteras, preservando el paisaje de la zona; Además, se reduce el consumo de energía y combustible, ya que no se requiere ningún tratamiento de la máquina y se reducen las emisiones de CO₂ al medio ambiente. (MTC., 2014).

Estabilización: Se trata de la mejora de las propiedades físicas del suelo, teniendo en cuenta procedimientos mecánicos, químicos, naturales y sintéticos. (Comunicaciones., 2014).

Suelo: Esta es la capa superficial de la tierra y el medio ambiente en el que crecen las plantas. Puede proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de vegetales y almacenar agua de lluvia, dándola a las plantas según sea necesario. (INIA, 2015).

Subbase: Esta es la capa que es la base para la base granular, se compone de materias primas granulares, están ubicadas en la subrasante. (Rondon Quintana, 2015).

Suelos Estabilizados: Suelos pobres o inadecuados con baja estabilidad, a los que es necesario añadir estabilizador de forma mecánica, química, natural o sintética. (Comunicaciones., 2014).

El Pavimento: Se trata de una estructura multicapa construida sobre la subrasante de la carretera para resistir y distribuir las cargas provocadas por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para la conducción. (MTC., 2014).

La Subrasante: Esta es la superficie de la carretera terminada al nivel de la excavación (corte y terraplén) sobre la cual se coloca la superficie de la carretera o la estructura aprobada. (MTC., 2014).

Escoria: La escoria es un subproducto de la industria del acero, que consta principalmente de silicato de calcio, hierro y magnesio, que se produce por reacciones químicas durante la formación de metales. (Wada,2016, p.17)

Escoria Metálica: La escoria es un subproducto de la fundición de minerales para purificar metales. Pueden verse como una mezcla de óxidos metálicos; sin embargo, pueden contener sulfuros metálicos y átomos metálicos en forma de elementos. (Wang, 2020, p.34)

Suelos Estabilizados: Se trata de suelos pobres o inadecuados y de baja estabilidad, a los que se les debe añadir un estabilizador como cal, cemento o aditivos químicos o iónicos. (MTC., 2014).

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación: “La investigación aplicada tiene como objetivo el estudio de un problema destinado a la acción”. (Baena, 2017, p. 9). Nuestro tipo de investigación es aplicada.

Diseño de investigación: En su libro de metodología de la investigación se define el no experimental es el estudio que se realiza sin utilizar las variables y en los que solo se ven los fenómenos en su ambiente natural para analizarlo. (Hernández, 2014, p.125). Para la investigación realizada, se trata de una investigación no experimental.

Nivel de investigación: El nivel de investigación descriptivo es el nivel que corresponde a los objetivos planteados, representando el desarrollo de nuevos conocimientos y la solución de problemas críticos y acciones estratégicas, que, de hecho, representan el objetivo fundamental de la investigación científica, deben mantener una cierta progresividad. orden y por etapas. (Carrasco, 2017, pág. 48). Nuestro nivel de investigación es descriptivo ya que, con los datos obtenido de acuerdo con los ensayos realizados, verificaremos nuestras hipótesis planteadas.

Enfoque de investigación: El enfoque cuantitativo tiende actualmente a tendencias inestables, en los que sus acciones son para defender o hipotetizar hechos científicos, suele describirse como un autor positivista. (Torres, 2016, p.14). La orientación de este proyecto de investigación se consideró como cuantitativa, ya que, con los datos obtenido de acuerdo con los ensayos realizados, verificaremos nuestras hipótesis planteadas.

3.2 Variables y operacionalización

Variable dependiente: Mejoramiento de subrasante.

Variable independiente: Pavimento industrial

La matriz de operacionalización de variables se adjunta en el anexo.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Es conjunto finito o infinito de personas, cosas o elementos que tienen características comunes (Balestrini, 2013, p.15). En el estudio como población, se considera a los beneficiarios que residen en la Av. Circunvalación, del Sector el Huito, Distrito y Provincia Jaén, Región Cajamarca, la avenida tiene

una longitud de 1700m, en la cual se ha realizado una calicata, teniendo en cuenta zona de relleno, se tiene como referencia la Planta de Energía Eléctrica de la Empresa Electroriente.

Muestra: Se trata de un subconjunto de la población de interés para el que se recopilan datos y que se deben delinear. (Sampieri, Collado y Baptista, 2016, p. 107). El suelo utilizado es a nivel de subrasante, la calicata excavada es de 1.50m de profundidad, de las cual se ha tomado 04 muestras representativas de suelo, para luego las muestras serán ensayadas a resistencia y obtener su clasificación. Para ello se tiene en cuenta las normas vigentes de nuestro país con referente a pavimentación y estabilización. El suelo extraído, suelo a nivel de subrasante, se mezclará con escoria metálica en porcentajes de 2%, 4% y 8%. Las muestras de escoria metálica, son los residuos de acería, que se han utilizado en construcción y en mecánica de vehículos, como por ejemplo la soldadura, doblado de acero, etc. Finalmente se compararán los resultados del suelo de sub rasante (suelo Natural), y el suelo mezclado con escoria metálica, verificando si aumenta la resistencia, de acuerdo con los porcentajes (porcentaje óptimo).

Muestreo: Muestreo por juicios o criterios de investigación pertenece a las formas adoptadas para el muestreo no probabilístico. (Ñaupas, 2014. p. 95). Se realiza la exploración a cielo abierto, dentro de ello la excavación de calicata, a una profundidad de 1.50m, teniendo en cuenta que la sección tiene que tener un mínimo de 1.0m x 1.0m, de la calicata se extraerá 04 muestras de suelo a nivel de subrasante, cada muestra será de aproximado 25 kg, para luego ser ensayada en un laboratorio de mecánica de suelos, dentro de ello se realizara los ensayos de contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, clasificación y resistencia. Cabe indicar que se ha realizado empleando la técnica de observación directa el Perfil Estratigráfico del suelo, como sus características de la misma (suelo a nivel de Subrasante).



3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Es el medio por el cual recolectare los datos, en este caso estos pueden ser ensayos de laboratorio, fichas, formularios, etc. (Valderrama, 2013, p. 159). Para la obtención de datos se tomará en cuenta un procedimiento adecuado para cumplir con las variables optadas, dentro de ello se realizará la observación directa del área y las muestras que se obtengan para el presente estudio. Se seguirá de un procedimiento adecuado, la cual se realizará la exploración a cielo abierto, excavación de calicata para la extracción de muestras, luego se llevará a un laboratorio para la realización del estudio, como es el contenido de humedad, granulometría, límites de consistencia, clasificación del suelo, compactación y CBR; luego se aplicarán los tratamientos de acuerdo a los porcentajes establecidos y se verificara el efecto en las propiedades del suelo. Los resultados obtenidos serán colectados en los formatos elaborados para este fin, para luego ser procesados estadísticamente.

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Estudio de Mecánica de Suelos de las muestras extraídas.	Laboratorio de Mecánica de suelos bien implementado y experiencia.	Muestra del suelo a nivel de subrasante obtenida de calicata (Av. Circunvalación).
Cumplimiento de las normas vigentes y especificaciones técnicas para el uso de la escoria metálica.	Fichas o formatos para recolectar datos.	Obtención de porcentaje de Escoria Metálica.
Técnicas y herramientas estadística dentro del trabajo de gabinete	Materiales y equipos de oficina.	Elaboración propia del investigador.

3.5 Procedimientos

Se considera 04 muestras, dentro de ello primeramente el diseño al azar o casualidad, donde se considera al suelo de subrasante de manera natural con el 0% (sin estabilizante), luego de considera al mismo suelo, pero con la adición de escoria metálica, como porcentajes 2%, 4% y 8%, la cual se obtendrá el porcentaje óptimo de mezclado, del ser el caso verificar si el porcentaje menor aumenta la resistencia o los demás porcentajes influyen de la misma manera. La escoria metálica, es un producto de fácil adquisición, sobre todo cuando existen trabajos de soldadura y construcción en nuestra localidad. Al suelo de subrasante (suelo natural), se le ensayará su contenido de humedad,

granulometría, plasticidad, clasificación, compactación y resistencia; con la adición de escoria metálica se verificará si mejora la resistencia.

Tabla N° 01: Procedimiento del Estudio

N°	Tratamiento	Código	N° Muestras
1	Muestra Suelo Subrasante (Suelo Natural).	P1	1.0
2	Muestra Suelo Subrasante + 2% Escoria Metálica.	P2	1.0
3	Muestra Suelo Subrasante + 4% Escoria Metálica.	P3	1.0
4	Muestra Suelo Subrasante + 8% Escoria Metálica.	P4	1.0
Total			4.0

3.6 Método de análisis de datos

Todo dato se analizará en forma numérica, se utilizará la estadística descriptiva para representar mejor los resultados, usando estadístico de tendencia central y dispersión, así como la elaboración de tablas y gráficos. Para evaluar el efecto en la estabilización de los suelos de la escoria, se aplicará a los resultados promedio un análisis de varianza (ANVA), de acuerdo al diseño experimental y una prueba de significación.

3.7 Aspectos éticos

Como investigador del presente estudio, me comprometo a presentar con total veracidad todo resultado obtenido en la presente investigación. No habrá copia alguna o duplicidad con otros planes de tesis, el trabajo demostrará autenticidad y de forma original, además cumpliendo con los principios éticos contemplados en el código de ética de la Universidad.

IV. RESULTADOS

Con el objetivo de constatar la hipótesis general: Se mejora el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021. Se realizo trabajos previos que nos van originar resultados para poder corroborar nuestras distintas hipótesis planteadas.

Trabajos Realizados.

Se ejecutó el ensayo de exploración a cielo abierto, donde se realizó la excavación de una calicata de 1.50m de profundidad, con sección de 1.0m x 1.0m, ubicada en la Av. Circunvalación, del Sector el Huito, Distrito y Provincia Jaén, Región Cajamarca.

Se empleó el método de observación directa para la obtención del perfil estratigráfico y todas sus características. De la calicata, se tomaron muestras de los estratos encontrados de manera representativa y uniforme, para ello se ha considerado 4 muestras de 40kg, a nivel de subrasante de forma natural, estas muestras fueron codificados y llevados a laboratorio para realizar los ensayos correspondientes.

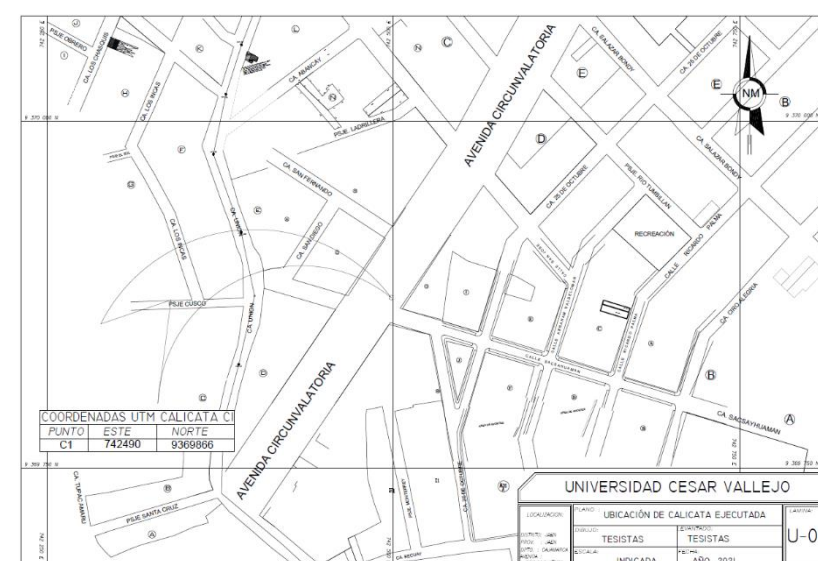


Figura N° 04: Ubicación de Calicata.

Ensayos de Mecánica de Suelos.

Con las muestras obtenidas, de acuerdo con el proceso de muestreo, se pasa a determinar las propiedades mecánicas, como físicas, mediante estudios de mecánica de suelos, los ensayos Estándar y los especiales, los ensayos se realizan en laboratorio de prestigio y con experiencia.

La normatividad a utilizar es la más actualizada, dentro de ello; Contenido de Humedad; MTC E-108 / ASTM D-2216 / NTP 339.127. Análisis Granulométrico por Tamizado; MTC E-107 / ASTM D-422 / NTP 339.128. Límites de Consistencia; MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318. Relación Densidad Humedad (proctor); MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180. Relación Soporte California – CBR; MTC E-132 / ASTM D-1883.

Suelo Natural

Contenido de Humedad.

Tabla N° 02: Contenido de Humedad

Ensayo N°	01	02
Recipiente N°.	01	03
Tara (gr).	17.83	18.98
Tara + Muestra Húmeda (gr).	90.95	92.20
Tara + Muestra Seca (gr).	83.32	84.20
Peso del Agua Contenida (gr).	7.63	8.00
Peso de la Muestra Seca (gr).	65.69	65.22
Contenido de Humedad (%).	11.62	12.27
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.94	

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° 03: Granulometría por Tamizado.

Grava	Arena	Mat. Fino
36.03	41.90	22.07

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

Límites de Consistencia.

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

Tabla N° 04: Límites de Consistencia

Constantes Físicas de la Muestra.	
Límite Líquido (%).	25.88
Límite Plástico (%).	19.14
Índice de Plasticidad (%).	6.74

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

Relación Densidad / Humedad (Proctor).

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

Tabla N° 05: Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.050 gr/cm ³
Humedad Optima	13.11%

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

Relación de Soporte California (CBR).

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

Tabla N° 06: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.050
Optimo Contenido de Humedad (%)	13.11
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	1.948

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

Tabla N° 07: Resultados de CBR.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	22.90%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	14.50%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	29.41%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	17.60%.

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

Clasificación de Suelos.

De acuerdo con nuestra primera hipótesis específica, Se determinó mediante la clasificación SUCS, que el suelo es de tipo **SC - SM**, arena arcillosa - arena limosa. Para el sistema AASHTO viene hacer un **A-2-4(0)**, suelo arenoso y arcilloso, con contenido de grava.

Tabla N° 8: Clasificación de Suelos SUCS y AASTHO.

Clasificación.	
SUCS	AASHTO
SC - SM	A - 2 - 4 (0)

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

Suelo Natural + 2% Escoria Metálica.

Relación Densidad / Humedad (Proctor).

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

Tabla N° 9: Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.171 gr/cm ³
Humedad Optima	6.15%

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

Relación de Soporte California (CBR).

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

Tabla N° 10: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm³).	2.171
Óptimo Contenido de Humedad (%)	6.15
95% Máxima Densidad Seca gr/cm³	2.063

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

Tabla N° 11: Resultados de CBR.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	30.96%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	17.50%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	40.98%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	19.40%.

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

Suelo Natural + 4% Escoria Metálica.

Relación Densidad / Humedad (Proctor).

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

Tabla N° 12: Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.167 gr/cm ³
Humedad Optima	7.38%

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

Relación de Soporte California (CBR).

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

Tabla N° 13: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.167
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.38
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	2.058

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

Tabla N° 14: Resultados de CBR.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	83.94%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	54.00%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	111.03%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	58.00%.

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

Suelo Natural + 8% Escoria Metálica.

Relación Densidad / Humedad (Proctor).

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

Tabla N° 15: Relación Densidad / Humedad.

Descripción	Resultado
Densidad Máxima Seca	2.175 gr/cm ³
Humedad Optima	7.05%

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

Relación de Soporte California (CBR).

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

Tabla N° 16: Ensayo CBR.

Método de Compactación	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca (gr/cm ³).	2.176
Optimo Contenido de Humedad (%)	7.05
95% Máxima Densidad Seca gr/cm ³)	2.068

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

Tabla N° 17: Resultados de CBR.

Resultados.	
CBR al 100% - MDS a 0.1"	89.48%.
CBR al 95% - MDS a 0.1"	46.00%.
CBR al 100% - MDS a 0.2"	99.11%.
CBR al 95% - MDS a 0.2"	43.00%.

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

De acuerdo a nuestra segunda hipótesis específica, con la ejecución los ensayos

de CBR con las dosificaciones correspondientes 2.0%, 4.0% y 8.0% de escoria metálica respectivamente a cada muestra, mejora su capacidad portante en comparación con el suelo natural, lo cual se considera a la subrasante como excelente de acuerdo a las normas del MTC.

Figura 05.- Categorías de Subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

Finalmente, con nuestra tercera hipótesis específica, observando los resultados obtenidos de los ensayos, se pudo concluir que el porcentaje óptimo sería el 4.0% de escoria metálica en este caso para un tipo de suelo **SC – SM** o **A-2-4(0)**. verificar en tabla N°24 (resumen de resultados)

Resumen General de los Ensayos de Mecánica de Suelos.

Tabla N° 18: Resumen de Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos.

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	36.03	41.9	22.07	25.88	19.14	6.74	11.94	2.05	13.11	22.90	14.50	SC - SM	A-2-4(0)
2	SUELO NATURAL + 2.0% ESCORIA METALICA.	-	-	-	-	-	-	-	2.17	6.15	30.96	17.50	-	-
3	SUELO NATURAL + 4.0% ESCORIA METALICA.	-	-	-	-	-	-	-	2.17	7.38	83.94	54.00	-	-
4	SUELO NATURAL + 8.0% ESCORIA METALICA.	-	-	-	-	-	-	-	2.18	7.05	89.48	46.00	-	-

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

V. DISCUSION

Hipótesis general. Se mejora el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.

Para la investigación correspondiente se realizó calicata, ubicada en la Av. Circunvalación, del Sector el Huito, Distrito y Provincia Jaén, Región Cajamarca, se obtuvieron muestras a nivel de subrasante donde se realizaron los ensayos para suelo natural y para suelo natural más escoria metálica, en tres proporciones, considerándose para la primera mezcla el 2%, para la segunda 4% y para la tercera el 8%, donde se requiere obtener si mejora las propiedades del suelo natural. Por lo tanto, de acuerdo con nuestros ensayos realizados se comprobó nuestra hipótesis, mejora significativamente las propiedades físicas de la subrasante adicionando escoria metálica en las tres dosificaciones realizadas, 2.0%, 4.0% y 8.0% respectivamente. En comparación con la tesis “aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la calle luna Pizarro A. H. cueva de los tallos, ventanilla,2019” Marhco (Lima -2019) donde adiciono cal en porcentaje al suelo del 12%, 14% y 16% al suelo natural no mejoro la dosificación del suelo ya que como patrón estaba clasificado como suelo SM en el grupo A-1-a y con la adición de cal se mantuvo en la clasificación como SM en el grupo A-2-A. por ello los resultados no tienen similitud.

Hipótesis especifica 1: Se clasifica el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO.

Según la investigación “Mejoramiento con granalla mineral en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Tocache – Juanjuí, km: 39+ 010” Mantilla (Lima -2019) se tiene en el estudio un suelo de características físicas no uniforme ni aceptables, según el ensayo de análisis granulométrico para esta muestra de suelo se obtuvo un 0.0% de gravas, un 33.3% de arenas y un 66.7% de finos considerados arcillas o limos. La parte de finos del suelo fue determinada por medio del ensayo de determinación del material más fino de un suelo que el tamiz número 200 por lavado. Por otra parte, en los límites de Atterberg determinado para este suelo, empleando el material del suelo pasante por el

Tamiz número 40. Se determinó que por medio de la copa Casagrande en el ensayo de límite líquido se obtuvo un resultado de 27.8% a 25 golpes; en la determinación del límite plástico se obtuvo un resultado de 13.7%. Por lo que el resultado del índice de plasticidad fue de 14.1%. Según la clasificación de suelos por el S.U.C.S resultó como un tipo de suelo de arcilla de baja plasticidad en nomenclatura "CL". En comparación con nuestra investigación, para los ensayos en suelo natural, se obtuvo que el contenido de humedad es de 11.94%, para granulometría, se obtuvo; material gravoso de 36.03%, arena de 41.90% y material fino de 22.07%. Para los límites de consistencia se obtuvo; Límite Líquido de 25.88%, Límite Plástico de 19.14% y la diferencia como Índice de Plasticidad, se obtuvo 6.74%. Del ensayo de Proctor se obtuvo que la Máxima Densidad Seca es 2.05gr/cm³ y el óptimo contenido de humedad de 13.11%. Para CBR al 100%: 22.90% y al 95%: 14.50%. El suelo natural de acuerdo con el ensayo de clasificación, para SUCS, se obtuvo un suelo Arena Arcillosa – Arena Limosa (SC-SM). Para AASTHO se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0), suelo arenoso y arcilloso, con contenido de grava. la cual los resultados no tienen similitud.

Hipótesis específica 2: Ejecutando el ensayo de CBR, se determina la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica.

De acuerdo con el autor Álvaro González indica que el objetivo de una estabilización de suelos es mejorar las propiedades físicas del suelo. Lo cual en nuestra investigación en el Suelo Natural más la incorporación del 2% de Escoria Metálica, para el ensayo de Proctor se obtuvo que la Máxima Densidad Seca es de 2.17gr/cm³ y su Óptimo contenido de Humedad de 6.15%. Para CBR al 100%, se obtiene 30.96% y el CBR al 95%, se obtiene 17.50%, comparando con el suelo natural, nos indica que mejora sus propiedades y su resistencia. En el Suelo Natural más la incorporación del 4% de Escoria Metálica, para el ensayo de proctor se obtuvo que la Máxima Densidad Seca es de 2.17gr/cm³ y su Óptimo contenido de Humedad de 7.38%. Para CBR al 100%, se obtiene 83.94% y el CBR al 95%, se obtiene 54.00%, comparando con el suelo natural y con la proporción del 2%, nos indica que mejora sus propiedades y su resistencia para ambas muestras anteriores. Finalmente, en el Suelo Natural más la

incorporación del 8% de Escoria Metálica, para el ensayo de Proctor se obtuvo que la Máxima Densidad Seca es de 2.18gr/cm³ y su Óptimo contenido de Humedad de 7.05%. Para CBR al 100%, se obtiene 89.48% y el CBR al 95%, se obtiene 46.00%, comparando con el suelo natural y con la proporción del 2%, nos indica que mejora sus propiedades y su resistencia con respecto al suelo natural, como también con el proporcionamiento del 2% de escoria metálica, pero no es mejor mezcla que la proporción con el 4%. Por lo tanto, de acuerdo a nuestra hipótesis se logró determinar que la dosificación al suelo de la subrasante con un CBR excelente.

Hipótesis específica 3: Obteniendo el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado se podrá emplear en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.

Según la investigación “Aprovechamiento de escorias blancas (lfs) y negras (eafs) de acería eléctrica en la estabilización de suelos y en capas de firmes de caminos rurales” Ortega (España - 2015) también dijo que los resultados obtenidos pueden considerarse excelentes, la estabilización del suelo con pequeñas proporciones de escoria (5%), con lo cual comparto dicha expectativa dado que mis resultados fueron totalmente aprobatorios, ya que la primera dosificación del 2.0% de escoria metálica, en el ensayo de CBR al 100%, se obtiene 30.96% y el CBR al 95%, se obtiene 17.50% lo cual mejoro en comparación del suelo natural. Con respecto a la dosificación en el 4.0% de escoria metálica, para CBR al 100%, se obtiene 83.94% y el CBR al 95%, se obtiene 54.00%, superando las propiedades de las dos muestras anteriores. Para concluir, en la dosificación en el 8.0% de escoria metálica, Para CBR al 100%, se obtiene 89.48% y el CBR al 95%, se obtiene 46.00%, efectivamente también supera a la dosificación del 2.0%, pero lo logra superar a la dosificación del 4.0%. por consiguiente a nuestra hipótesis se logró obtener el porcentaje óptimo para el tipo de suelo (SC-SM o A-2-4(0)).

VI. CONCLUSIONES

Objetivo general: Mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – jaén – Cajamarca 2021.

Se concluye que la adición de escoria metálica, influyen significativamente con respecto a la estabilización de subrasante, Los ensayos que se realizaron fueron para estimar su influencia del suelo natural mediante la dosificación de escoria metálica con porcentajes 2.0%, 4.0% y 8.0%, el cual se obtuvo los resultados de los ensayos, que la escoria metálica aumenta la resistencia al suelo de tipo SC-SM o A-2-4(0),

Objetivo específico 1: Clasificar el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO.

Se concluye que el ensayo de clasificación del suelo obtenido de la subrasante, para SUCS, se obtuvo un suelo Arena Arcillosa – Arena Limosa (SC-SM). Para AASTHO se obtuvo un suelo de tipo A-2-4(0), suelo arenoso y arcilloso, con contenido de grava.

Objetivo específico 2: Realizar el ensayo de CBR, para determinar la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica.

Se concluye, que mediante el ensayo de CBR se puede comprobar que con la dosificación del suelo más la escoria metálica la capacidad portante del suelo aumento considerablemente, ya que según la Categorías de Subrasante tiene un CBR excelente y es recomendable usar en la dosificación del 4.0%, por su elevado resultado. Además de ello todos los ensayos de dosificación de la escoria metálica cumple con lo establecido por el MTC.

Objetivo específico 3: Obtener el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.

Se concluye que la dosificación que elaboramos del suelo natural de la subrasante más el 4.0% de escoria metálica, de acuerdo con los resultados aumenta con mayor eficacia la resistencia de la subrasante en comparación con la dosificación del 2.0% y 8.0%, lo cual se considera el porcentaje óptimo, donde es tope máximo a la resistencia.

VII. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable emplear para un suelo SC-SM o A-2-4(0), la dosificación del 4.0% de escoria metálica, la cual aumenta su resistencia de la subrasante para cumplir lo establecido por el MTC.
- Es recomendable cumplir con la normatividad vigente, para estabilizar los suelos a nivel de subrasante ya obtendríamos mejores suelos que puedan soportar grandes esfuerzos.
- Se debe realizar investigaciones con la adición de escoria metálica, para los diferentes tipos de suelos que se presenta en campo, para fines de pavimentación.
- Se recomienda a los tesisistas a seguir investigando con diferentes temas de mejoramientos de subrasantes en pavimentos de diferentes niveles de tráfico para comparar el comportamiento de la resistencia con respecto al CBR obtenido en esta tesis.

REFERENCIAS

- 1.- Asociación Argentina del Hormigón. "Pavimento de Hormigón: Calidad y Sostenibilidad". Revista Hormigonar. Pag, 22. 2015.
- 2.- BALESTRINI A., Miriam. 2013. Como se elabora el Proyecto de Investigación. [ed.] Universidad Nacional Abierta. Venezuela: BL Consultores Asociados, 2013. p. 137. Vol. VI. ISBN 9806293037.
- 3.- BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. 3.^a ed. Patria, 2017. 157pp.
- 4.- BOZA, Maile. "Utilización de Escoria de Acería". Ciencia & Futuro. Pag, 33. 2014.
- 5.- CAMPOS, Jorge y GUARDIA German. (2012). Mecánica de Suelos. Lima – Perú. ED. WH.
- 6.- CRESPO, Carlos. (2013). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. México. Ed. LIMUSA.
- 7.- HERNÁNDEZ Carolina. (2007). Compendio de Geografía. Lima Perú. Editorial San Marcos.
- 8.- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 5ta. México: Educación,2014. 656pp. ISBN: 978-607-15-0291- 9
- 9.- CASTRO, Axel. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- 10.- CARRASCO, Sergio (2017). Metodología de la investigación científica. Lima: Universidad San Marcos. ISBN: 9972-34-242-5
- 11.- CHUMBES, Ledezma & HUIZA, Yauri (2018). Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de neumáticos en la provincia de Huancavelica. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- 12.- DUFFY, Peter. (2008). Polymer Stabilisation and Best Value Management of Unsealed Road Networks, Roads & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice vol. 17. ISSN:1037-5783

- 13.- FAO. Portal de Suelos. Año 2019. Ciudad Italia.
- 14.- FONSECA, Alonso. (2002). Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras. Bogotá – Colombia. Universidad Católica de Colombia.
- 15.- CAMBEFORT, Henri. (1975). Geotecnia del Ingeniero. Barcelona. Editores Técnicos Asociados S.A.
- 16.- GIORDANI, Claudio y Diego Leone. (2018). Pavimentos. Lima – Perú.
- 17.- INIA. Semana de la Ciencia y Tecnología. Biblioteca INIA Tacuarembó. Ciudad Tacuarembó. 20 de mayo del 2015.
- 18.- LOVERA, Daniel – CORONADO, Vladimir. “La Valoración de la Escorias Metalúrgicas como Recursos Industriales”. Revista del Instituto de Investigación FIGMMG. 2004. Pág. 30.
- 19.- MARTÍNEZ, Alfredo. (2015). Manual del Constructor Civil. Madrid – España. Ed. Cultural S.A.
- 20.- MÉNDEZ, José (2012). Ingeniería de Pavimentos. Lima – Perú. ICG.
- 21.- MERLI, Roberto, et al. Recycled fibers in reinforced concrete: A systematic literature review. Journal of Cleaner Production, 2020, vol. 248, p. 119-207.
- 22.- Ministerio de Economía y Finanzas. Dirección General de Inversión Pública. “Pautas Metodológicas Para el Desarrollo de Alternativas en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública de Carreteras. 2015. Lima – Perú.
- 23.- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2014. Lima – Perú.
- 24.- MTC. (2016). “Manual de ensayo de materiales”, Perú. Lima.
- 25.- Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). (1993) - Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.
- 26.- ÑAUPAS, A. 2014. Metodología de investigación cuantitativa, cualitativa y redacción de tesis. Bogotá: Ediciones de Universidad de Bogotá, 2014. ISSN: 2007-2309.
- 27.- OSORCIO, Santiago. (11 de marzo de 2012). La ingeniería de suelos. Obtenido de <http://geotecnia-sor.blogspot.pe/2012/03/la-ingenieria-de-suelos.html>.
- 28.- PELÁEZ, Gabriel, VELÁSQUEZ, Sandra & GIRALDO Diego. (14 de febrero de 2017). “Aplicaciones de caucho reciclado: una revisión de la literatura,”

- Ciencia e ingeniería Neogranadina, vol. 27, no. 2, pp. 27-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2143>.
- 29.- QUEZADA Osoria (2017). Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Piura: Universidad de Piura.
 - 30.- ROJAS Juan & ALVA, Jorge (2005). Arcillas y lutitas expansivas en el norte y nororiente peruano: Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
 - 31.- RONDÓN, Alexander & REYES, Fredy. "Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño". 2015. Bogotá – Colombia. Ed. MACRO.
 - 32.- TORRES, Felipe. Epistemología de Ciencias Sociales "Aproximaciones al conocimiento de lo social: entre teoría social y sociología" (9):55-03,2016. doi: 10.4067/S0717-554
 - 33.- SAMPIERI, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D. 2016. Metodología de la investigación 6° edición. México: Mac GRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES SA, 2016. p. 173. ISBN: 978-1-4562- 2396-0
 - 34.- VALDERRAMA, Santiago (2014). Pasos para elaboración proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. Lima: San marcos.
 - 35.- VELÁSQUEZ, Cesar. (2018). Influencia del Cemento Portland Tipo I en la Estabilización de Suelos Arcillosos. Perú – Cajamarca.
 - 36.- WADA, S. A. (2016). Bituminous pavement failures [Fallas del pavimento bituminoso]. Journal of Engineering Research and Applications, 94-100.
 - 37.- WANG, He, BEHNIA, Behzad, BUTTLAR, William & Reis, Henrique (2020). Development of twodimensional micromechanical, viscoelastic, and heterogeneous-based models for the study of block cracking in asphalt pavements [Desarrollo de modelos bidimensionales micromecánicos, viscoelásticos y de base heterogénea para el estudio de la fisuración de bloques en pavimentos asfálticos]. Construction and Building Materials, 118146.
 - 38.- WANG, H., & Al-Qadi, I. L. (2016). Evaluation of surface-related pavement damage due to tire braking [Evaluación del daño del pavimento relacionado con la superficie debido al frenado de los neumáticos]. Road Materials and Pavement Design, pp.121.
 - 39.- ZUMRAWI, M. E. (2015). Survey and Evaluation of flexible Pavement. International Journal of Science and Research, 4(1), 1602-1607. 48. Zárate,

J. P. (2019).

- 40.- ZÁRATE, J. P. (2019). “Plan de mantenimiento vial para la vía Biblián – Zhud, en los tramos de pavimento rígido” (Tesis de maestría, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador).

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA MEDICION
Dependiente: Mejoramiento de Subrasante	Consiste en dotar al mismo, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Existen técnicas variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo mejoramiento, es seguido de un proceso adecuado de compactación.	Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014, pág. 89)	Clasificación de los Suelos	SUCS y AASTHO	Tipo Suelo
			Resistencias del Suelo.	CBR	%
Independiente: Pavimento industrial	Normalmente se estructura con una subbase granular sobre la cual se construye el pavimento de hormigón. Esta estructura de pavimento (losa de hormigón y subbase) se emplaza sobre una superficie especialmente preparada y que se denomina subrasante y que corresponde al suelo de fundación que soporta la estructura de pavimento. (Ricardo, 2013).	Es una estructura de varias capas, construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (MTC, 2014, pág. 25)	Criterios de proyecto	Evolución situacional	Nominal
			Estudios básicos	Trafico, impacto ambiental y mecánica de suelos	Razón
			Estructura del pavimento	Diseño de pavimento rígido	Razón

Anexo 2.- Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES (VD).	INDICADORES
¿Cómo podemos mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021?	Mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.	Se mejora el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.	Mejoramiento de Subrasante.	Es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (MTC, 2014, pág. 89)	<p>Contenido de Humedad (%).</p> <p>Distribución Granulométrica.</p> <p>Limites de Plasticidad..</p> <p>Clasificación del Suelo..</p> <p>Resistencia (CBR %).</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES (VI).	INDICADORES
¿Cómo podemos mejorar el suelo de subrasante adicionando escoria metálica para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021?	Clasificar el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO.	Se clasifica el tipo de suelo obtenido de subrasante utilizando estudios de mecánica de suelos, empleando los sistemas SUSC y AASTHO.	Pavimento industrial	Es una estructura de varias capas, construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. (MTC, 2014, pág. 25)	Evolución situacional
¿Cómo podemos realizar el ensayo de CBR, para determinar la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica?	Realizar el ensayo de CBR, para determinar la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica.	Ejecutando el ensayo de CBR, se determina la categoría del suelo de la subrasante para pavimento industrial con escoria metálica.			Trafico, impacto ambiental y mecánica de suelos
¿Cómo podemos obtener el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021?	obtener el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.	Obteniendo el porcentaje óptimo de escoria metálica al adicionarle a un suelo de subrasante utilizado para pavimento industrial de tránsito pesado se podrá emplear en estacionamiento vehicular avenida circunvalación – Jaén – Cajamarca 2021.			Diseño de pavimento
DISEÑO	POBLACION			MUESTRA	
Diseño Experimental	En el estudio como población, se considera a los beneficiarios que residen en la Av. Circunvalación, del Sector el Huito, Distrito y Provincia Jaén, Región Cajamarca, la avenida tiene una longitud de 1700m, en la cual se ha realizado una calicata, teniendo en cuenta zona de relleno, se tiene como referencia la Planta de Energía Eléctrica de la Empresa Eléctrica.			Suelo de subrasante, calicata excavada a 1.50m de profundidad, toma de 04 muestras representativas, muestras ensayadas a resistencia y clasificación. Aplicación de Normas vigentes. El suelo extraído, se mezclara con escoria metálica en porcentajes de 2%, 4% y 8%.	

Anexo 3.- validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

TITULO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA, EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR AVENIDA CIRCUNVALACIÓN – JAÉN – CAJAMARCA 2021

Nº	VARIABLES DIMENSIONE INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: PAVIMENTO INDUSTRIAL.								
1	DIMENSIÓN 1: CRITERIOS DE PROYECTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	EVOLUCIÓN SITUACIONAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	DIMENSIÓN 2: ESTUDIOS BÁSICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	TRÁFICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	IMPACTO AMBIENTAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	MECÁNICA DE SUELOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 3: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DISEÑO DE PAVIMENTO INDUSTRIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE								
3	DIMENSIÓN 1: DOSIFICACION	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	GRANULOMETRIA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	PLASTICIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	CLASIFICACION DE SUELOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	DIMENSIÓN 2: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	% DE HUMEDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	DIMENSIÓN 3: RESISTENCIA DEL SUELO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	INDICE DEL CBR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** **Aplicable después de corregir** **No aplicable**

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: FERREREAU DAVILA HUGO ANTONIO DNI: 42887300

Especialidad del validador: INGENIERO CIVIL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de agosto del 2021

 HUGO ANTONIO FERREREAU DAVILA
 INGENIERO CIVIL
 REG. Nº 196054
 Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO
TITULO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA, EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR AVENIDA CIRCUNVALACIÓN – JAÉN – CAJAMARCA 2021

N°	VARIABLES DIMENSIONE INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: PAVIMENTO INDUSTRIAL.							
1	DIMENSIÓN 1: CRITERIOS DE PROYECTO	Si	No	Si	No	Si	No	
	EVOLUCIÓN SITUACIONAL	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: ESTUDIOS BÁSICOS	Si	No	Si	No	Si	No	
	TRAFICO	X		X		X		
	IMPACTO AMBIENTAL	X		X		X		
	MECÁNICA DE SUELOS	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	Si	No	Si	No	Si	No	
	DISEÑO DE PAVIMENTO INDUSTRIAL	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE							
3	DIMENSIÓN 1: DOSIFICACION	Si	No	Si	No	Si	No	
	GRANULOMETRIA	X		X		X		
	PLASTICIDAD	X		X		X		
	CLASIFICACION DE SUELOS	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 2: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
	% DE HUMEDAD	X		X		X		
5	DIMENSIÓN 3: RESISTENCIA DEL SUELO	Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICE DEL CBR	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Sanchez Quintos Juan M. DNI: 41750843
Especialidad del validador: Ingeniero Civil
¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....de agosto del 2021



SANCHEZ QUINTOS JUAN MANUEL
 INGENIERO CIVIL
 CIP 217471

Firma del Experto Informante.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO
TITULO: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA, EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR AVENIDA CIRCUNVALACIÓN – JAÉN – CAJAMARCA 2021

N°	VARIABLES DIMENSIONE INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: PAVIMENTO INDUSTRIAL.							
1	DIMENSIÓN 1: CRITERIOS DE PROYECTO	Si	No	Si	No	Si	No	
	EVOLUCIÓN SITUACIONAL	X		X		X		
2	DIMENSIÓN 2: ESTUDIOS BÁSICOS	Si	No	Si	No	Si	No	
	TRAFICO	X		X		X		
	IMPACTO AMBIENTAL	X		X		X		
	MECANICA DE SUELOS	X		X		X		
3	DIMENSIÓN 3: ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	X		X		X		
	DISEÑO DE PAVIMENTO INDUSTRIAL	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE					X		
3	DIMENSIÓN 1: DOSIFICACION	Si	No	Si	No	Si	No	
	GRANULOMETRIA	X		X		X		
	PLASTICIDAD	X		X		X		
	CLASIFICACION DE SUELOS	X		X		X		
4	DIMENSIÓN 2: OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
	% DE HUMEDAD	X		X		X		
5	DIMENSIÓN 3: RESISTENCIA DEL SUELO	Si	No	Si	No	Si	No	
	INDICE DEL CBR	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

 Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ DNI: 47066009

 Especialidad del validador: ING. CIVIL

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

..... de agosto del 2021

JENNER KIMBEL RAMOS DIAZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 218809

Firma del Experto Informante.

Anexo 4.- Panel fotográfico















Anexo 5.- Ensayos de laboratorio



OBRAS Y PROYECTOS HIDRÁULICOS, VIALES
HIDROENERGÉTICOS Y DE EDIFICACIONES EN GENERAL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
E-mail: magma_sar2006@ysafco.es

CUADRO G-01

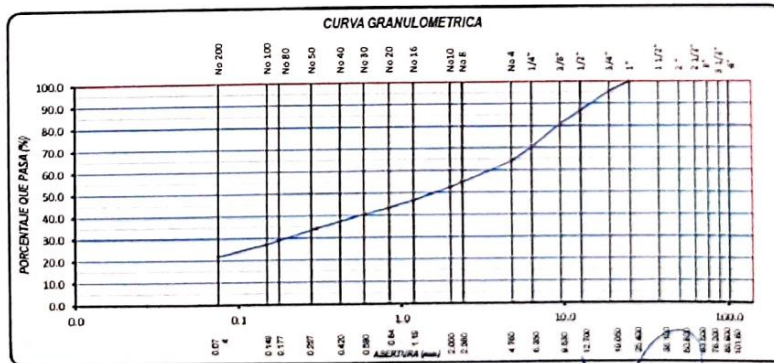
RESUMEN RESULTADOS DE LABORATORIO

SOLICITA : LIZAR MANAY VASQUEZ
: JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON
*MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO
PROYECTO : ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA
2021*
UBICACIÓN : JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA
FECHA : ABRIL DEL 2021

Cantera	Granulometría (%) < 3"			Límites de Atterberg			Humedad Natural (%)	Proctor		CBR		Clasificación	
	Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP		MDS	OCH	100%	95%	SUCS	AASHTO
C-01 - M-01 SUELO NATURAL	36.03	41.90	22.07	25.88	19.14	6.74	11.94	2.05	13.11	22.90	14.50	SC- SM	A - 2 - 4 (0)
C-01 - M-01 + 2% ESCORIA METÁLICA								2.17	6.15	30.96	17.50		
C-01 - M-01 + 4% ESCORIA METÁLICA								2.17	7.38	83.94	54.00		
C-01 - M-01 + 8% ESCORIA METÁLICA								2.18	7.05	89.48	46.00		

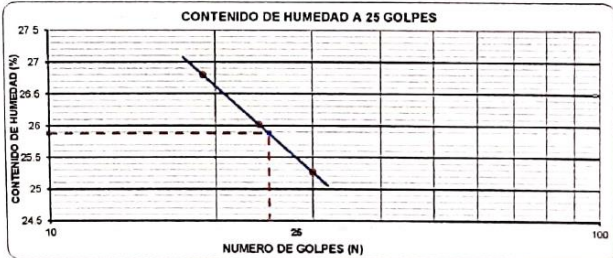
MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis O. Meléndez Tuesta
ING RESPONSABLE CIP 58121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / NTP 339.128)							
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021						
TESISTA	LIZAR MANAY VASQUEZ						
MUESTRA	SUELO NATURAL						
CALICATA	C-01						
PK / MUESTRA	M-01 - AV. CIRCUNVALACION						
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H						
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T						
FECHA MUESTREO:	28/04/2021						
FECHA EJECUCIÓN:	02/05/2021						
DATOS DE LA MUESTRA							
Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje de Retenido		Porcentaje que Pasa	Espec. Técnica	Descripción de la Muestra
			Parcial	Acumulado			
4"	101.600						Terreno Natural
3 1/2"	88.900						
3"	76.200						CARACTERÍSTICAS
2 1/2"	63.500						% Grava = 38.0 %
2"	50.800						% Arena = 41.9 %
1 1/2"	38.100						% Fino N°200 = 22.1 %
1"	25.400				100.00		CLASIFICACION
3/4"	19.050	123.0	4.41	4.4	95.59		Límite Líquido : 29.89
1/2"	12.700	244.0	8.75	13.16	86.84		Límite Plástico : 19.14
3/8"	9.525	166.0	5.95	19.11	80.89		Índice de Plasticidad : 8.74
1/4"	6.350	294.0	10.54	29.65	70.35		CLASIFICACION AASHTO : A-2-4 (0)
No. 4	4.760	178.0	6.38	36.03	63.97		CLASIFICACION SUCS : SC-3M
No. 8	2.360	72.35	9.26	45.3	54.71		
No. 10	2.000	16.49	2.11	47.4	52.60		
No. 16	1.190	46.08	5.90	53.3	46.70		Arenas limo arcillosas, mezcla de arena, arcilla y limo
No. 20	0.834	26.02	3.33	56.6	43.37		
No. 30	0.600	20.81	2.66	59.3	40.71		
No. 40	0.420	21.35	2.73	62.0	37.98		
No. 50	0.300	28.62	3.66	65.7	34.32		PESO DEL MATERIAL
No. 80	0.177	40.95	5.24	70.9	29.08		Peso Inicial (g) : 2789.0
No. 100	0.149	14.13	1.81	72.7	27.27		Peso Fracción Fino (g) : 500.00
No. 200	0.075	40.67	5.20	77.9	22.07		
-200		172.53	22.07	100.0			



MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
ING. JHON ANDERSSON CUBAS CALDERÓN

MAGMA SAC - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Signature]
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CP 2871.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC E-110, 111 / NTP 339.129 / ASTM D-4318)					
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*				
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ				
MUESTRA	: SUELO NATURAL		TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CALICATA	: C-01		ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN		FECHA MUESTREO: 28-04-2021		
FECHA EJECUCIÓN: 02-05-2021					
DATOS DE LA MUESTRA					
DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº CAPSULA	ID	2	71	72	
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	33.82	30.67	27.56	
TARA + SUELO SECO	(g)	28.09	25.69	23.32	
PESO DE AGUA	(g)	5.74	4.98	4.24	
TARA	(g)	6.66	6.55	6.54	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	21.42	19.14	16.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	26.80	26.02	25.27	
NUMERO DE GOLPES		19	24	30	
DETERMINACION DE LIMITE PLASTICO					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTRAS			
Nº TARRO	ID	1			
TARA + SUELO HUMEDO	(g)	16.95			
TARA + SUELO SECO	(g)	15.26			
TARA	(g)	6.43			
PESO DEL AGUA	(g)	1.69			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	8.83			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.14			
					
CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA					
LIMITE LIQUIDO (%)	25.89				
LIMITE PLASTICO (%)	19.14				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6.74				
OBSERVACIONES:					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 INGENIERO DE LABORATORIO

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CP 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E-108 / ASTM D-2216 / NTP 339.127)																																					
PROYECTO	: "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021"																																				
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ																																				
MUESTRA	: SUELO NATURAL																																				
CALICATA	: C-01																																				
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN																																				
TCO. RESPONSABLE:	J. Soberón H.																																				
ING. RESPONSABLE:	L. Meléndez T.																																				
FECHA MUESTREO:	28/04/2021																																				
FECHA EJECUCIÓN:	02/05/2021																																				
DATOS DE LA MUESTRA																																					
1. Contenido de Humedad Muestra Integral :																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENSAYO N°</th> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td>1</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara (gr)</td> <td>17.63</td> <td>18.98</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra húmeda (gr)</td> <td>90.95</td> <td>92.20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + muestra seca (gr)</td> <td>83.32</td> <td>84.20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso del agua contenida (gr)</td> <td>7.63</td> <td>8.00</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de la muestra seca (gr)</td> <td>65.69</td> <td>65.22</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad (%)</td> <td>11.62</td> <td>12.27</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad Promedio (%)</td> <td colspan="2">11.94</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ENSAYO N°	1	2		Recipiente N°	1	3		Tara (gr)	17.63	18.98		Tara + muestra húmeda (gr)	90.95	92.20		Tara + muestra seca (gr)	83.32	84.20		Peso del agua contenida (gr)	7.63	8.00		Peso de la muestra seca (gr)	65.69	65.22		Contenido de Humedad (%)	11.62	12.27		Contenido de Humedad Promedio (%)	11.94		
ENSAYO N°	1	2																																			
Recipiente N°	1	3																																			
Tara (gr)	17.63	18.98																																			
Tara + muestra húmeda (gr)	90.95	92.20																																			
Tara + muestra seca (gr)	83.32	84.20																																			
Peso del agua contenida (gr)	7.63	8.00																																			
Peso de la muestra seca (gr)	65.69	65.22																																			
Contenido de Humedad (%)	11.62	12.27																																			
Contenido de Humedad Promedio (%)	11.94																																				
OBSERVACIONES:																																					

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Juan H. Soberón
JUAN H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 25421

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)						
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)						
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021					
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ					
MUESTRA	: SUELO NATURAL			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CALICATA	: C-01			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVAL			FECHA MUESTREO: 28/04/2021		
DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m ³ .	N° de capas
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes
						58Glp.
ENSAYOS N°						
		1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	11,421	11,588	11,760	11,743	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,427	4,592	4,766	4,749	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,149	2,229	2,314	2,305	
Recipiente Numero		6	7	8	9	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	108.23	105.77	106.00	107.19	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	99.28	97.31	96.03	95.89	
Tara	gr.	18.73	18.84	18.54	18.71	
Peso del agua	gr.	6.95	8.46	9.97	11.50	
Peso del Suelo Seco	gr.	80.55	78.67	77.49	78.98	
Contenido de agua	%	8.63	10.75	12.87	14.94	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	1.978	2.013	2.050	2.006	
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2.050	(gr/cm ³)	Humedad óptima		13.11
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CP 1831

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883)

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*

TESISTA : LIZAR MANAY VASQUEZ

MUESTRA : JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON

CALICATA : SUELO NATURAL

PK / MUESTRA : M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN

TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T
FECHA MUESTREO: 28/04/2021
FECHA EJECUCIÓN: 29/04/2021

DATOS DE LA MUESTRA

CALCULO DEL CBR

	5		6		7	
Molde N°	5		6		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8971.0	9009.0	8772.0	8806.0	8767.0	8828.0
Peso de molde (g)	4076.00	4078.00	3993.00	3993.00	4202.00	4202.00
Peso del suelo húmedo (g)	4895.00	4933.00	4779.00	4813.00	4565.00	4626.00
Volumen del molde (cm ³)	2132.66	2132.66	2114.28	2114.28	2086.79	2086.79
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.295	2.313	2.260	2.257	2.188	2.217
Tara (N°)	12		4		17	
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.60	99.96	108.02	107.54	94.38	106.20
Peso suelo seco + tara (g)	92.39	89.73	97.96	95.32	85.34	94.38
Tara (g)	15.93	18.82	18.47	18.64	15.67	19.18
Peso de agua (g)	9.21	10.23	10.06	12.22	9.04	11.84
Peso de suelo seco (g)	76.48	70.91	79.49	76.68	69.67	75.20
Contenido de humedad (%)	12.05	14.43	12.66	15.94	12.98	15.74
Densidad seca (g/cm ³)	2.049	2.021	2.006	1.964	1.936	1.915

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/04/21	15:30	0	15.70	0.000	0.000	5.57	0.000	0.000	5.97	0.000	0.000
30/04/21	15:30	24	15.93	0.230	0.198	5.78	0.210	0.181	6.30	0.330	0.284
01/05/21	15:30	48	15.97	0.270	0.232	5.85	0.280	0.241	6.38	0.410	0.353
02/05/21	15:30	72	15.99	0.290	0.249	5.89	0.320	0.275	6.40	0.430	0.370
03/05/21	15:30	96	15.99	0.290	0.249	5.90	0.330	0.284	6.42	0.450	0.387

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°		M-05		MOLDE N°		M-06		MOLDE N°		M-07		
		CARGA	Dial (kgf)	Kg/cm ²	CORRECCION	CARGA	Dial (kgf)	Kg/cm ²	CORRECCION	CARGA	Dial (kgf)	Kg/cm ²	CORRECCION	
mm	putg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ³	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ³	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ³	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		90.8	4.6			53.0	2.7			44.9	2.3		
1.270	0.050		183.5	9.4			126.4	6.4			89.7	4.6		
1.905	0.075		268.0	13.1			202.9	10.3			136.8	7.0		
2.540	0.100	70.31	316.1	16.1	-	22.9	274.2	13.8	-	19.7	181.5	9.2	-	13.2
3.810	0.150		443.8	22.8			393.6	20.1			270.2	13.8		
5.080	0.200	105.46	608.8	31.0	-	29.4	488.4	24.9	-	23.6	343.6	17.5	-	16.6
6.350	0.250		801.5	40.8			668.0	28.9			407.9	20.8		
7.620	0.300		944.3	48.1			633.2	32.3			476.2	24.3		
10.160	0.400		1109.5	56.5			764.8	39.0			693.5	30.2		
12.700	0.500		1239.0	63.1			871.9	44.4			674.0	34.3		

OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 22.9 al 100% de la MDS

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 36921

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																			
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*																		
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ : JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON																		
MUESTRA	: SUELO NATURAL																		
CALICATA	: C-01																		
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN																		
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 28/04/2021 FECHA EJECUCIÓN: 03/05/2021																		
DATOS DE LA MUESTRA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.050</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 13.11</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 1.948</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 22.90 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 14.50 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 29.41 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 17.60 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.050	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.11	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.948	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 22.90 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 14.50 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 29.41 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 17.60 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.050																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 13.11																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.948																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 22.90 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 14.50 %																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 29.41 %																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 17.60 %																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	
OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 22.9 al 100% de la MDS																			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
J. Soberón
JUAN JOSE SOBERÓN HERRERA
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
L. Meléndez
LINA G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 58774

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 118 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-190)							
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*						
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.			
MUESTRA	: SUELO NATURAL + 2% ESCORIA METALICA			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.			
CALICATA	: C-01			FECHA MUESTREO: 28/04/2021			
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVAL			FECHA EJECUCIÓN: 29/04/2021			
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2080	m3.	N° de capas	5
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56G/p.
ENSAYOS N°			1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.		11,398	11,562	11,732	11,692	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.		4,404	4,568	4,738	4,698	
Peso Volumetrico Humedo	gr.		2,138	2,217	2,300	2,281	
Recipiente Numero			14	15	16	17	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.		116.48	121.85	116.64	111.75	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.		113.68	117.88	111.13	104.80	
Tara	gr.		19.16	18.10	18.64	18.47	
Peso del agua	gr.		1.78	3.97	5.51	6.95	
Peso del Suelo Seco	gr.		94.52	99.78	92.49	86.33	
Contenido de agua	%		1.88	3.98	5.96	8.05	
Densidad Seca del Suelo	gr/cc		2.098	2.133	2.171	2.111	
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca			2.171	(gr/cm3)	Humedad óptima		6.15
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
JUAN IGNACIO SOBERÓN HERRERA
INGENIERO CIVIL

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
[Firma]
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE (CP 1812)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																						
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR																						
(MTC E-132 / ASTM D-1883)																						
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*																					
TESISTA	LIZAR MANAY VASQUEZ																					
MUESTRA	SUELO NATURAL + 2% ESCORIA METÁLICA											TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H										
CALCATA	C-01											ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T										
PK / MUESTRA	M-01 - AV. CIRCUNVALACION											FECHA MUESTREO: 28/04/2021										
												FECHA EJECUCIÓN: 29/04/2021										
DATOS DE LA MUESTRA																						
CALCULO DEL CBR																						
Molde N°	15			18			10															
Capas N°	5			5			5															
Golpes por capa N°	68			25			12															
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO											
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9840.0		9997.0		8862.0		9079.0		8345.0		9606.0											
Peso de molde (g)	4980.00		4980.00		4294.00		4294.00		5000.00		5000.00											
Peso del suelo húmedo (g)	4860.00		5017.00		4568.00		4785.00		4345.00		4606.00											
Volumen del molde (cm ³)	2123.06		2123.06		2094.07		2094.07		2104.94		2104.94											
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.289		2.363		2.181		2.254		2.064		2.188											
Tara (N°)	15			14			11			3												
	13			14																		
Peso suelo húmedo + tara (g)	115.28		113.99		115.88		123.88		111.47		131.75											
Peso suelo seco + tara (g)	110.09		102.76		110.63		110.83		106.18		117.64											
Tara (g)	18.10		19.16		19.38		18.98		18.10		19.16											
Peso de agua (g)	5.18		11.23		5.25		13.05		5.29		14.11											
Peso de suelo seco (g)	91.98		83.60		91.27		91.85		88.08		98.48											
Contenido de humedad (%)	5.63		13.43		5.75		14.21		6.01		14.33											
Densidad seca (g/cm ³)	2.167		2.083		2.063		2.001		1.947		1.914											
EXPANSION																						
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION												
				mm	%		mm	%		mm	%											
29/04/21	15:30	0	15.75	0.000	0.000	10.40	0.000	0.000	8.47	0.000	0.000											
30/04/21	15:30	24	17.12	1.370	1.178	11.97	1.570	1.350	8.02	1.550	1.333											
01/05/21	15:30	48	17.12	1.370	1.178	11.98	1.580	1.359	8.04	1.570	1.350											
02/05/21	15:30	72	17.13	1.380	1.187	11.99	1.590	1.367	8.05	1.580	1.359											
03/05/21	15:30	96	17.15	1.400	1.204	11.99	1.590	1.367	8.07	1.600	1.378											
PENETRACION																						
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°	M-15				MOLDE N°				M-18				MOLDE N°				M-10			
			CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pu/g.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%				
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			0	0						
0.635	0.025		48.9	2.5			40.8	2.1			29.8	1.5			65.3	3.3						
1.270	0.050		144.8	7.4			102.0	5.2			85.3	4.4			199.9	10.2						
1.905	0.075		291.6	14.9			179.5	9.1			149.9	7.7			362.0	18.4						
2.540	0.100	70.31	427.3	21.8	-	31.0	240.7	12.3	-	17.4	124.4	6.3	-	9.0								
3.810	0.150		673.0	34.3			338.5	17.1			165.2	8.4										
5.060	0.200	105.46	848.4	43.2	-	41.0	402.8	20.5	-	19.5	199.9	10.2	-	9.7								
6.350	0.250		999.3	50.9			464.0	23.6			232.5	11.8										
7.620	0.300		1122.7	57.2			524.1	26.7			260.0	13.1										
10.160	0.400		1329.7	67.7			644.5	32.8			311.0	15.8										
12.700	0.500		1543.9	78.7			761.7	38.8			362.0	18.4										
OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 31.0 al 100% de la MDS.																						

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA
INGENIERO DE LABORATORIO

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE CIP 22174

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																							
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																							
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021																						
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ																						
MUESTRA	: SUELO NATURAL + 2% ESCORIA METÁLICA																						
CALICATA	: C-01																						
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN																						
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 28/04/2021 FECHA EJECUCIÓN: 03/05/2021																						
DATOS DE LA MUESTRA																							
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																							
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.920 a 2.180 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 5.0 a 45.0. Se traza una curva que pasa por los puntos (10, 1.940), (20, 2.060) y (30, 2.160).</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-160</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.171</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 6.15</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.083</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 30.96 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 17.60 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 40.98 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 19.40 %</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OBSERVACIONES:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-160	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.171	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.15	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.083	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 30.96 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 17.60 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 40.98 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 19.40 %	OBSERVACIONES:			
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-160																						
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.171																						
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.15																						
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.083																						
RESULTADOS:																							
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 30.96 %																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 17.60 %																						
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 40.98 %																						
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 19.40 %																						
OBSERVACIONES:																							
EC = 56 GOLPES	EC = 26 GOLPES	EC = 12 GOLPES																					
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para EC = 56 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 80 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 12.75 mm. Se traza una curva que pasa por los puntos (1.25, 10), (2.50, 20), (3.75, 35), (5.00, 45), (6.25, 55), (7.50, 65), (8.75, 75), (10.00, 80).</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para EC = 26 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 80 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 12.75 mm. Se traza una curva que pasa por los puntos (1.25, 10), (2.50, 20), (3.75, 30), (5.00, 40), (6.25, 50), (7.50, 60), (8.75, 70), (10.00, 80).</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs Penetración (mm) para EC = 12 golpes. El eje Y muestra carga de 0 a 80 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.00 a 12.75 mm. Se traza una curva que pasa por los puntos (1.25, 10), (2.50, 20), (3.75, 30), (5.00, 40), (6.25, 50), (7.50, 60), (8.75, 70), (10.00, 80).</p>																					
<p>OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 31.0 al 100% de la MDS</p>																							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito Soberón Herrera
JUANITO SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE (C. 3121)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS						
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)						
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)						
PROYECTO	: MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*					
TESISTA	: LIZAR MANAY VASQUEZ					
MUESTRA	: SUELO NATURAL + 4% ESCORIA METÁLICA			TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.		
CALICATA	: C-01			ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.		
PK / MUESTRA	: M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN			FECHA MUESTREO: 28/04/2021		
DATOS DE LA MUESTRA						
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m3.	N° de capas
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes
						56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	11,447	11,612	11,780	11,752	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,453	4,618	4,786	4,758	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2,162	2,242	2,323	2,310	
Recipiente Numero		9	10	11	12	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	117,99	121,97	120,53	117,06	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	114,97	116,89	113,70	108,42	
Tara	gr.	18,71	18,73	19,36	15,93	
Peso del agua	gr.	3,02	5,08	6,83	8,64	
Peso del Suelo Seco	gr.	96,28	98,16	94,34	92,49	
Contenido de agua	%	3,14	5,18	7,24	9,34	
Densidad Seca del Suelo	gr/co	2,096	2,131	2,166	2,112	
RESULTADOS						
Densidad Máxima Seca		2,167	(gr/cm3)	Humedad óptima		7,38
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA						

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juan H. Soberón
 JUAN H. SOBERÓN HERRERA
 T.S.N.C. LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez
 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS														
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR														
(MTC E-132 / ASTM D-1883)														
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METALICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021*														
TESISTA : LIZAR MANAY VASQUEZ														
JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON														
MUESTRA : SUELO NATURAL + 4% ESCORIA METALICA														
CALICATA : C-01														
PK / MUESTRA : M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN														
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H														
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T														
FECHA MUESTREO: 28/04/2021														
FECHA EJECUCIÓN: 29/04/2021														
DATOS DE LA MUESTRA														
CALCULO DEL CBR														
Molde N°	1			2			3							
Capas N°	5			5			5							
Golpes por capa N°	58			25			12							
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	9948.0		10001.0		8940.0		8958.0		8224.0		8412.0			
Peso de molde (g)	5022.00		5022.00		4158.00		4158.00		3768.00		3768.00			
Peso del suelo húmedo (g)	4926.00		4979.00		4682.00		4600.00		4456.00		4644.00			
Volumen del molde (cm ³)	2123.06		2123.06		2104.94		2104.94		2132.68		2132.68			
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.320		2.345		2.224		2.281		2.089		2.178			
Tara (N°)	1		64		3		68		5		70			
Peso suelo húmedo + tara (g)	112.90		122.78		107.02		115.48		110.88		134.18			
Peso suelo seco + tara (g)	108.33		111.22		100.05		104.42		103.72		119.98			
Tara (g)	17.63		0.00		18.98		0.00		18.83		16.22			
Peso de agua (g)	6.57		11.56		6.97		11.06		6.94		14.20			
Peso de suelo seco (g)	88.70		111.22		81.07		104.42		84.69		103.78			
Cortenido de humedad (%)	7.41		10.39		8.60		10.59		8.18		13.69			
Densidad seca (g/cm ³)	2.160		2.124		2.048		2.062		1.932		1.915			
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
29/04/21	15:30	0	6.40	0.000	0.000	15.49	0.000	0.000	6.04	0.000	0.000			
30/04/21	15:30	24	6.6	0.200	0.172	15.96	0.470	0.404	6.60	0.560	0.482			
01/05/21	15:30	48	6.65	0.250	0.215	16.1	0.610	0.525	6.72	0.680	0.585			
02/05/21	15:30	72	6.68	0.280	0.241	16.15	0.660	0.567	6.80	0.760	0.653			
03/05/21	15:30	96	6.70	0.300	0.258	16.18	0.690	0.593	6.83	0.790	0.679			
PENETRACION														
PENETRACION	CARGA		MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
	mm	pulg.	STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		165.2	8.4			163.2	8.3			42.8	2.2		
1.270	0.050		432.4	22.0			368.1	18.8			98.9	4.9		
1.905	0.075		796.4	40.6			531.3	27.1			139.7	7.1		
2.540	0.100	70.31	1158.4	59.0	-	83.9	699.5	35.6	-	50.7	167.2	8.5	-	12.1
3.810	0.150		1835.5	93.5			944.3	48.1			221.3	11.3		
5.080	0.200	105.46	2288.4	117.1	-	111.0	1110.5	56.6	-	53.6	260.0	13.2	-	12.6
6.350	0.250		2643.1	134.7			1246.1	63.5			302.9	15.4		
7.620	0.300		2810.3	148.3			1350.1	68.8			343.6	17.5		
10.160	0.400		3272.3	186.7			1640.8	78.5			419.1	21.4		
12.700	0.500		3628.2	184.9			1724.3	87.8			491.5	25.0		
OBSERVACIONES : El material ensayado posee un CBR de 83.9 el 100% de la MDS.														

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERÁ
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LUIS G. MELÉNDEZ TUESTA
 ING. RESPONSABLE (CIP 35021)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS									
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)									
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021								
TESISTA	LIZAR MANAY VASQUEZ JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON								
MUESTRA	SUELO NATURAL + 4% ESCORIA METÁLICA								
CALICATA	C-01								
PK / MUESTRA	M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN								
	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 28/04/2021 FECHA EJECUCIÓN: 03/05/2021								
DATOS DE LA MUESTRA									
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR									
	<table border="1"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>2.167</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>7.38</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>2.058</td> </tr> </table>	METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.167	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.38	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.058
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-180								
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.167								
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.38								
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	2.058								
RESULTADOS: Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1" = 83.94 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1" = 54.00 % Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2" = 111.03 % Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2" = 59.00 %									
OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 83.9 al 100% de la M.D.S.									
EC = 56 GOLPES 	EC = 25 GOLPES 	EC = 12 GOLPES 							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 JOHANN SOBERÓN HERRERA
 TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 LUIS G. MELÉNDEZ TUCATÁ
 ING. RESPONSABLE / C-01/21

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS							
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)							
(MTC E-115, E 118 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)							
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021"							
TESISTA : LIZAR MANAY VASQUEZ							
: JOHON ANDERSSON CUBAS CALDERON							
MUESTRA : SUELO NATURAL + 8% ESCORIA METALICA							
CALICATA : C-01							
PK / MUESTRA : M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN							
TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H.							
ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T.							
FECHA MUESTREO: 28/04/2021							
FECHA EJECUCIÓN: 29/04/2021							
DATOS DE LA MUESTRA							
Muestra N° 1	Diametro Molde	6"	Volumen Molde	2060	m ³	N° de capas	5
	Método	C	Peso Molde	6994	gr.	N° de golpes	56Glp.
ENSAYOS N°		1	2	3	4		
Peso Suelo + Molde	gr.	11,458	11,820	11,788	11,755		
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,464	4,626	4,792	4,761		
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,167	2,246	2,326	2,311		
Recipiente Numero		7	8	9	10		
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	119,87	119,80	118,83	114,88		
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	117,11	115,08	110,50	107,00		
Tara	gr.	18,84	18,54	18,71	18,73		
Peso del agua	gr.	2,76	4,72	6,33	7,88		
Peso del Suelo Seco	gr.	98,47	96,54	91,79	88,27		
Contenido de agua	%	2,80	4,89	6,90	8,93		
Densidad Seca del Suelo	gr/cc	2,108	2,141	2,176	2,122		
RESULTADOS							
Densidad Máxima Seca		2,176	(gr/cm ³)	Humedad óptima		7,05	
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA							

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Juanito Soberón Herrera
JUANITO SOBERÓN HERRERA
TECNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Luis G. Meléndez Tuesta
Luis G. Meléndez Tuesta
ING. RESPONSABLE - CP 9121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS											
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR											
(MTC E-132 / ASTM D-1883)											
PROYECTO		MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRANSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METALICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUVALACION JAÉN - CALUMARCA 2021									
TESISTA		LIZAR MAYAY VASQUEZ									
MUESTRA		SUELO NATURAL + FN ESCORIA METALICA				TCO RESPONSABLE: J. Schwab H					
CALICATA		C-01				ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T					
PK / MUESTRA		M-01 - AV. CIRCUVALACION				FECHA MUESTREO: 26/04/2021					
						FECHA EJECUCIÓN: 26/04/2021					
DATOS DE LA MUESTRA											
CALCULO DEL CBR											
Molde N°	11		12		13						
Capas N°	5		5		5						
Golpes por capa N°	56		25		12						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO					
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8788.0	8841.0	8598.0	8742.0	8408.0	8608.0					
Peso de molde (g)	4890.00	4890.00	4893.00	4893.00	4894.00	4894.00					
Peso del suelo húmedo (g)	4898.00	4951.00	4613.00	4759.00	4444.00	4642.00					
Volumen del molde (cm ³)	2104.90	2104.90	2104.94	2104.94	2098.78	2098.78					
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.321	2.357	2.192	2.281	2.130	2.224					
Tara (N°)	14	11	3	64	1	67					
Peso suelo húmedo + tara (g)	107.58	106.00	113.43	114.79	111.35	131.87					
Peso suelo seco + tara (g)	102.46	85.57	107.50	104.27	105.73	119.11					
Tara (g)	19.16	19.36	18.98	0.00	17.83	18.33					
Peso de agua (g)	5.12	10.43	5.93	10.52	5.62	13.76					
Peso de suelo seco (g)	83.30	75.21	88.52	104.27	88.10	101.78					
Contenido de humedad (%)	6.15	13.69	6.70	10.09	6.38	13.52					
Densidad seca (g/cm ³)	2.187	2.073	2.054	2.054	2.002	1.980					
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/04/21	15:30	0	7.52	0.000	0.000	5.99	0.000	0.000	15.29	0.000	0.000
30/04/21	15:30	24	7.73	0.210	0.181	6.56	0.570	0.460	16.13	0.840	0.722
01/05/21	15:30	48	7.73	0.210	0.181	6.61	0.620	0.533	16.15	0.860	0.739
02/05/21	15:30	72	7.73	0.210	0.181	6.63	0.640	0.550	16.16	0.870	0.748
03/05/21	15:30	96	7.75	0.230	0.188	6.65	0.660	0.587	16.17	0.880	0.757
PENETRACION											
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°	M-11		MOLDE N°	M-12		MOLDE N°	M-13	
		STAND.	CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
mm	pulg.	Kg/cm ²	Dial (kgf)	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	%	Dial (kgf)	Kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0		0	0		0	0	
0.635	0.025		182.5	9.3		107.1	5.5		47.9	2.4	
1.270	0.050		485.4	24.7		328.3	16.7		117.3	6.0	
1.905	0.075		882.7	43.9		478.2	24.3		184.3	9.4	
2.540	0.100	70.31	1234.9	62.9	89.5	561.7	28.1	40.0	229.4	11.7	16.8
3.810	0.150		1766.2	90.0		877.1	34.5		302.9	15.4	
5.080	0.200	105.46	2051.7	104.5	99.1	766.8	39.1	37.0	358.9	18.1	17.2
6.350	0.250		2257.7	115.0		858.8	43.7		402.8	20.5	
7.620	0.300		2441.2	124.4		929.0	47.3		441.5	22.5	
10.160	0.400		2760.4	140.6		1067.8	54.4		508.8	25.8	
12.700	0.500		3036.7	154.7		1201.2	61.2		578.1	29.4	
OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 99.5 al 100% de la M25.											

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIZAR MAYAY VASQUEZ
ING. RESPONSABLE N° 38121

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
LIZAR MAYAY VASQUEZ
ING. RESPONSABLE N° 38121

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																	
RELACION SOPORTE CALIFORNIA - CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883)																	
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTO INDUSTRIAL DE TRÁNSITO PESADO UTILIZANDO ESCORIA METÁLICA EN ESTACIONAMIENTO VEHICULAR EN AVENIDA CIRCUNVALACIÓN - JAÉN - CAJAMARCA 2021* TESISTA : LIZAR MANAY VASQUEZ MUESTRA : SUELO NATURAL + 8% ESCORIA METALICA CALICATA : C-01 PK / MUESTRA : M-01 - AV. CIRCUNVALACIÓN	TCO. RESPONSABLE: J. Soberón H. ING. RESPONSABLE: L. Meléndez T. FECHA MUESTREO: 28/04/2021 FECHA EJECUCIÓN: 03/05/2021																
DATOS DE LA MUESTRA																	
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																	
<p>Gráfico de densidad seca (g/cm³) vs CBR (%). El eje Y muestra densidad seca de 1.980 a 2.200 g/cm³. El eje X muestra CBR (%) de 0.0 a 120.0. Se traza una línea de tendencia que pasa por los puntos (20, 2.000) y (100, 2.178). Se marcan los valores de densidad seca de 2.068 y 2.178 con líneas horizontales y verticales que indican los valores de CBR correspondientes.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td>: AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.178</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td>: 7.05</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td>: 2.068</td> </tr> </table> <p>RESULTADOS:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 89.48 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td>= 46.00 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 99.11 %</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td>= 43.00 %</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.178	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.05	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.068	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 89.48 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 46.00 %	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 99.11 %	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 43.00 %
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180																
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.178																
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 7.05																
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.068																
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 89.48 %																
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 46.00 %																
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 99.11 %																
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 43.00 %																
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES															
<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 56 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0 a 160 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestra una curva de carga-penetración con los siguientes valores de CBR: CBR (0.1") = 89% y CBR (0.2") = 89%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 25 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0 a 160 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestra una curva de carga-penetración con los siguientes valores de CBR: CBR (0.1") = 40% y CBR (0.2") = 31%.</p>	<p>Gráfico de carga (Kg/cm²) vs penetración (mm) para EC = 12 GOLPES. El eje Y muestra carga de 0 a 160 Kg/cm². El eje X muestra penetración de 0.000 a 12.700 mm. Se muestra una curva de carga-penetración con los siguientes valores de CBR: CBR (0.1") = 16.8% y CBR (0.2") = 17.2%.</p>															
OBSERVACIONES: El material ensayado posee un CBR de 89.5 al 100% de la M.D.S.																	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 JUANJO SOBERÓN HERRERA
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

 Luis G. Meléndez Tuesta
 ING. RESPONSABLE CIP 54121

Anexo 6.- Informe de originalidad

TURNITIN- LIZAR MANAY - CUBAS CALDERON.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

13%

★ repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado