

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL AFIRMADO PARA BASE AL REEMPLAZO PARCIALMENTE POR RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERÁMICO, LIMA NORTE 2021”

Tesis para optar el título profesional de :

Ingeniero Civil

Autor:

Antonio Renyi Bravo Cipriano

Asesor:

Dr. Ing. Omat Demetrio Tello Malpartida

Lima - Perú

2021



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Ing. Alejandro Vildoso Flores , docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiante:

- Antonio Renyi Bravo Cipriano Antonio

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “**Diseño de pavimentación de la Av. Francisco Bolognesi del AAHH Ramón Castilla del Distrito de Villamaría del Triunfo**“ para aspirar al título profesional de: **INGENIERO CIVIL por la Universidad Privada del Norte**, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Mg.Ing. Omat Demetrio Tello Malpartida
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados Han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiante: **ANTONIO RENYI BRAVO CIPRIANO** para aspirar al título profesional con la tesis denominada:

“Influencia en las propiedades mecánicas del afirmado para base al reemplazo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico, Lima Norte 2021 “

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y
Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

A DIOS

Esta tesis está dedicada principalmente a Dios por darme su vida y sus bendiciones. Él es mi Dios, símbolo del amor, la bondad y la humildad, guiándome por el camino de la vida; y en San Martín de Porres, que es inspiración y testimonio de la vida católica y cristiana.

A MI FAMILIA

Asimismo, esta tesis está dedicada a mis padres Antonio Bravo Quiroz y Caridad Cipriano Alvarez, y a mis hermanos Zvi, Hugo y Yolanda por sus buenos consejos y expresiones de cariño hacia mí, así como a los Mis sobrinos son Leonardo Adrián y Huguito Romero, que siempre los llevo en mis pensamientos e inspiración.

AMISTADES Y PROFESORES

Como muestra de mi agradecimiento, esta investigación también está dedicado a todos mis amigos que me han apoyado con sus opiniones y asesoría técnica, así como a mis profesores, que en cada uno de sus clases dictadas ha sido fuente de inspiración para fortalecer mi vocación hacia la carrera de Ingeniería Civil.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Estar siempre a mi lado, cuidarme y bendecirme en todo lo que hago. Por guiar mi sed de justicia y verdad. Por hacerme un hombre íntegro y sabio. Es un Dios de amor y misericordia. Por darme el coraje y la fuerza para seguir adelante y lograr mis objetivos. La razón más importante es que gracias a él, sigo viva y sé que seguirá cuidándome y bendiciéndome todos los días.

A MI FAMILIA

A mis padres, Antonio Bravo Quiroz y Caridad Cipriano Alvarez por su comprensión y amor incondicional. Por tener la paciencia y el valor de darme su sabio consejo para ser una persona justa. A mis hermanos Zvi, Hugo y Yolanda por ser buenos mentores de vida y ayudarme a fortalecer mis valores en el día a día. A mis sobrinos Leonardo y Hugoto Romeo por enseñarme el sentido de la vida.

A MI ASESOR

A mi asesor Ing. Omat Demetrio Tello Malpartida, por el apoyo y la confianza que me brindó durante el desarrollo de este trabajo de tesis. Por la dedicación y la enseñanza transmitidas día a día a mis deferentes profesores por compartir sus conocimientos sin condición, por ser un libro abierto y poder intercambiar muchos puntos de vista académicos.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.1.1 Enfoque Internacional	12
1.1.2 Enfoque Nacional	15
1.1.3. Antecedentes	17
1.1.4 Marco Teórico	18
1.1.5 Justificación de la investigación	28
1.1.6 Limitaciones de la investigación	28
1.2 Formulación del problema	28
1.2.1 Problemas específicos	29
1.3 Objetivos	29
1.3.2. Objetivos específicos	29
1.4 Hipótesis	30
1.4.1 Hipótesis general	30
1.4.2 Hipótesis específicas	30

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	31
2.1 Tipo y Diseño de Investigación	31
2.1.1 Tipo de Investigación	31
2.1.2 Diseño de Investigación	31
2.1.3 Nivel de investigación	32
2.1.4 Población y muestra	32
2.1.5 Técnicas e instrumentos y procedimientos de recolección de datos	33
2.1.5.1 Técnicas de recolección de datos	33
2.1.6 Técnica de análisis de datos	33
2.1.7 Procedimientos	34
CAPÍTULO III: RESULTADOS	47
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS	59
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla Nro 1: La resistencia a la flexión y fuerza de rotura de Cerámico y Porcelanato.....	24
Tabla Nro 2: Requerimientos granulométricos para base granular	27
Tabla Nro 3: Requerimientos Valor Relativo de Soporte, CBR(1).....	27
Tabla Nro 4: Requerimiento de Calidad para agregado grueso.....	28
Tabla Nro 5: Requerimiento de Calidad para Agregado Fino.....	28
Tabla Nro 6: Muestra	33
Tabla Nro 7 Resultado de granulometría para obtener agregado grueso (GRANO > No. 4)..	39
Tabla Nro 8: Resultado de granulometría para obtener agregado fino (GRANO <No. 4)...	39
Tabla Nro 9: Porcentaje de humedad, grava, arena y finos	41
Tabla Nro 10: Límite líquido y Índice Plástico.....	43
Tabla Nro 11: Ensayo de Valor de California ASTM D1883.....	44
Tabla Nro 12: Desarrollo de datos de contenido de humedad.....	44
Tabla Nro 13: Desarrollo de datos de CBR y Penetración.....	45
Tabla Nro 14: Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial 5%,10%,15%	47
Tabla Nro 15 Ensayo de CBR con reemplazo parcial al 5%,10%,15% de Cerámico.....	48
Tabla Nro 16: Ensayo de CBR con reemplazo parcial de Porcelanato	49
Tabla Nro 17: Límite Líquido con reemplazo parcial con residuo de cerámico.....	50
Tabla Nro 18: Límite Plástico con reemplazo parcial con residuo de cerámico.....	50
Tabla Nro 19: Índice Plástico con reemplazo parcial con residuo de cerámico.....	50
Tabla Nro 20: Límite Líquido con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato.....	52
Tabla Nro 21: Límite Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato.....	52
Tabla Nro 22: Índice Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato.....	52
Tabla Nro 23: Ensayo de Corte Directo con reemplazo de Porcelanato.....	54
Tabla Nro 24: Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial de Porcelanato.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

FiguraNro 01: Balsas de ceramicos y porcelanato recicladas por demolicion	15
FiguraNro 02: Ensayo de rotura de baldosas.....	25
FiguraNro 03: Cantera de Agregado Romana SAC, Zona de adquisicion.....	35
FiguraNro 04: Material preparado en cantera	36
FiguraNro 05: Material reemplazante, residuo de de Porcelanato y Ceramico.....	36
FiguraNro 06: Afirmado en laboratorio.....	37
FiguraNro 07: Cuarteo de afirmado	37
FiguraNro 08: Cuarteo de afirmado	37
FiguraNro 09: Pesado de muestras de suelo	37
FiguraNro 10: Secado de muestra al horno	37
FiguraNro 11: Configuración de Granulometría.....	38
FiguraNro 12: Configuración de Granulometría	38
FiguraNro 13: Configuración de Granulometría	38
Figura Nro14: Pesado de material granular	38
FiguraNro 15: Lavado de material granular	38
Figura Nro16: Secado de material granular en horno	38
FiguraNro 17: Copa de Casagrande	41
Figura Nro18: Copa de Casagrande	41
FiguraNro 19: Calibración de la altura de la taza de la Copa de Casagrande	42
Figura Nro20: Calibración de la altura de la taza de la Copa de Casagrande	42
FiguraNro 21: Formación de cilindros, ensayo de límite plástico.....	42
FiguraNro 22: Formación de cilindros, ensayo de límite plástico	42
FiguraNro 23: Proctor Simple para BCR	43
FiguraNro 24: Proctor Simple para BCR	57
FiguraNro 25: Ensayo de Corte Directo.....	57

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar en que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y cerámico influye en las propiedades mecánicas del afirmado para base, la investigación fue del tipo aplicada, nivel explicativo, diseño de investigación cuasi experimental, la población está conformada por afirmados para base con adición de residuos de porcelanato y cerámico. La muestra conformada por 72 especímenes, de material granular para base reemplazado parcialmente con residuos de cerámico y porcelanato. El muestreo no es probabilístico; la recolección de datos se utilizó la técnica de observación directa y se empleó la estadística descriptiva para analizar los datos obtenidos y finalmente se ha determinado que el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y cerámico influye en las propiedades mecánicas del afirmado de la siguiente manera, siendo la dosificación 10% es la que influye de manera significativa CBR incrementándolo en +6.17% y +9%, también la dosificación 5% la que influye de manera significativa límite Attenberg incrementándolo en lo mínimo en +25% y +25%, y finalmente la dosificación 10% la que influye de manera significativa Corte directo incrementándolo en +11.10% y +6.38% para los especímenes I y III. Entonces el porcentaje de adición para cerámico y porcelanato más adecuado es 10%.

Palabras Claves: Afirmado, adición de porcelanato y cerámico, propiedades mecánicas del afirmado.

ABSTRACT

The present research aimed to determine to what extent the partial replacement by porcelain and ceramic residues influences the mechanical properties of the affirmed for base, the research was of the applied type, explanatory level, quasi-experimental research design, the population is made up of affirmed for base with addition of porcelain and ceramic residues. The sample made up of 72 specimens, of granular material for base partially replaced with ceramic and porcelain residues. Sampling is not probabilistic; In the data collection, the direct observation technique was used and descriptive statistics were used to analyze the data obtained and finally it has been determined that the partial replacement by porcelain and ceramic residues influences the mechanical properties of the affirmed in the following way, being the 10% dosage is the one that significantly influences CBR increasing it by + 6.17% and + 9%, also the 5% dosage which significantly influences the Attenberg limit, increasing it at least by + 25% and + 25%, and finally the dosage 10% which significantly influences direct cut increasing it by + 11.10% and + 6.38% for specimens I and III. So the most suitable addition percentage for ceramic and porcelain is 10%.

Keywords: Affirmed, addition of porcelain and ceramic, mechanical properties of the affirmed.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1 Enfoque Internacional

En los diferentes países de Latinoamérica, en la necesidad de desarrollar sus economías de manera descentralizada tienen la perspectiva de invertir sus fondos públicos en proyectos de transporte, específicamente en infraestructura vial, a fin de tener interconectados vía terrestre a sus diferentes departamentos o provincias, y poder dinamizar sus economías locales mediante el intercambio comercial de productos o servicios siendo el transporte terrestre el más económico y eficaz, según los estudios de la CEPAL, países como Argentina, Bolivia, Brasil, Chile Colombia, México y Perú siempre se tiene planeado presupuestar parte de su PBI(1,46%) en proyectos de inversión, específicamente transporte y comunicaciones, y dentro de este sector una partida importante infraestructura vial.

En las normativas de carretera como la Brasileña y Colombiana contempla diferentes tecnologías de diseño de estructuras para caminos ya sean pavimentados y no pavimentados, y dentro de los no pavimentados tenemos las estructuras formadas capas de afirmado lo cual está descrito en la normativa técnica de cada país, con respecto a los caminos pavimentados tenemos las estructuras de pavimento flexible, semi rígido y rígido, en todas estas estructuras se tiene una capa de rodadura y otra capa de base y subbase la cual descansa en la sub rasante del suelo natural, en el caso de pavimento semirrígido y rígido solo se cuenta con una capa base, el cual a lo largo del tiempo siempre se ha tratado de optimizar, esto se ha logrado mediante las llamadas “estabilizaciones de bases y subbases”, las cuales se obtienen por medio modificadores como asfalto, cemento o cloruro de sodio, de tal forma que los suelos estabilizados aumentan sus capacidades reológicas a fin de llegar a los niveles de calidad indicadas por la norma técnica. En países como España, Brasil y Colombia se experimentan con otras alternativas como son los residuos de construcción y demolición dentro de ellos los materiales de reúso como el plástico, cerámicos, pavimento y concreto reciclado, en Brasil en la Universidad de Sao Paulo se ha estado analizando las propiedades de los cerámicos estructurales reciclados (Bladosas, ladrillos rojo, tejas etc.) tomando en cuenta sus Propiedades mecánicas a fin de considerarlos como modificantes alternativos para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de cualquier estructura

que se necesite en la construcción dentro y de ellas las bases estructurales para caminos pavimentados.

Con respecto a la industria del cerámico las principales potencias en producción son Brasil, Portugal, España, Italia y por último China también ha comenzado a cobrar mayor protagonismo representando el 35% de la producción mundial de cerámicos. La industria cerámica se compone de azulejos y pavimentos, sanitarios, ladrillos y tejas, materiales refractarios, cerámicas técnicas y materiales cerámicos para uso domésticos y ornamental, dentro de esta gama de cerámicos el que tiene mayor producción son las baldosas cerámicas con respecto a los demás, en la figura (1) y figura (2) indica los porcentajes de producción de tipo de cerámico en EU y España.

GraficoNro 1.

Scale of production: ceramics industry subsectors in the EU

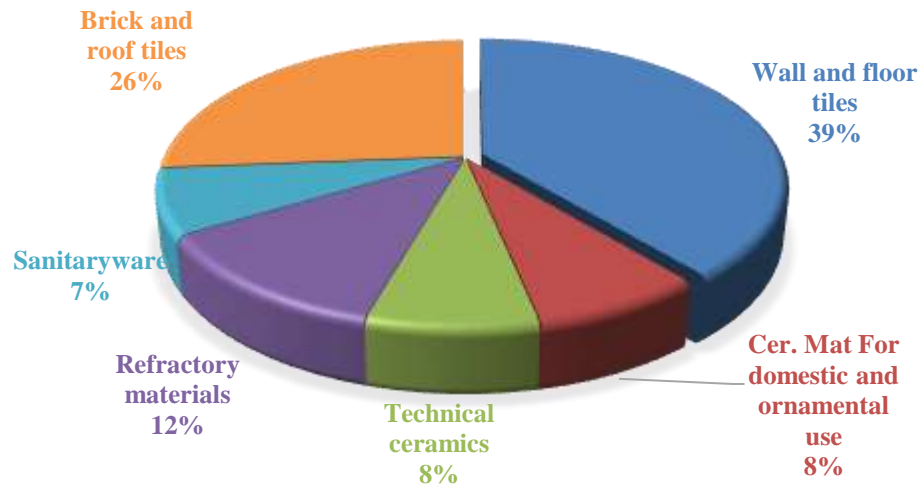
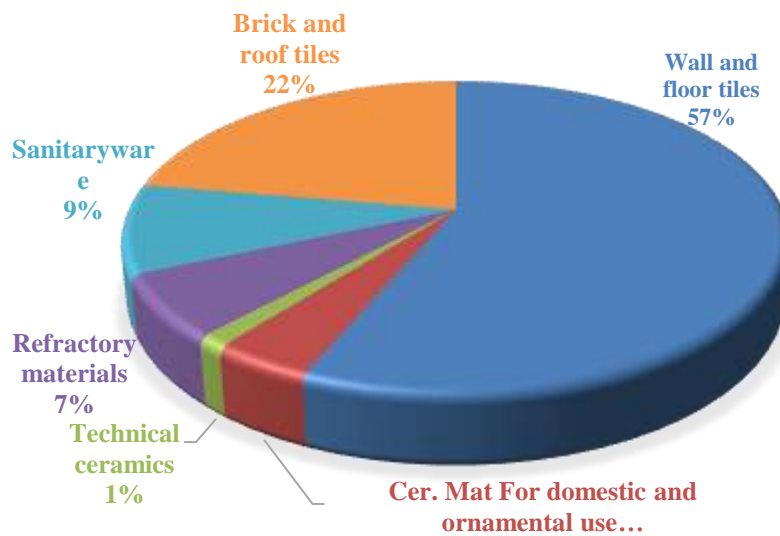


Grafico Nro 2.

Scale of production: ceramics industry subsectors in Spain



Los residuos de la fábrica de cerámica no se clasifican según el motivo del rechazo, que pueden ser rotura, deformación y defectos de cocción, siendo estos según lo que indica las figura 1 y figura 2 grandes fuentes de materias primas para modificadores para la estabilización de bases granulares.

Figura.Nro 1.

Scale of production: ceramics industry subsectors in Spain



Fuente : Propia

1.1.2 Enfoque Nacional

En el Perú en estas últimas décadas ha tenido un crecimiento de su producto bruto interno de manera sostenida, pero si bien este incremento macroeconómico ha sido sostenible en el tiempo, no necesariamente ha sido homogénea en todas sus regiones, puesto que en la práctica no todos los departamentos del país se han desarrollado de y para ello el estado necesita dinamizar su economía de manera descentralizada mediante el intercambio comercial de productos y servicios, para lograr dicho objetivo se necesita de vías de comunicación terrestre o sea infraestructura vial, en la construcción de nuevas carreteras y del mantenimiento de las ya existentes, a fin de que se puedan cumplir con las demandas económicas de la ciudadanía.

En el Perú tenemos caminos pavimentados y no pavimentados, las estructuras de caminos pavimentados la norma peruana contempla tres tipos pavimentos, flexibles, rígidos y semirrígidos, las estructuras de pavimento descansan en la subrasante y está formado comúnmente por las siguientes capas: rodadura, base y subbase, en el caso de la pavimentación semirrígida y rígida, siempre tiene una capa base según lo que contempla la norma del MTC, con respecto a la capa de base granular estas deben cumplir determinados parámetros de calidad, pero en los hechos estos materiales granulares no se encuentran a disposición, puesto que los suelos naturales y las canteras no cumplen con dichos parámetros de calidad en su totalidad, para que estos materiales lleguen a los requerimientos de calidad normados tenemos que estabilizarlos con un material modificador, en la norma técnica del MTC esto se considera como bases granulares estabilizadas donde algunas ya están reglamentadas como las bases granulares estabilizadas con asfalto, cemento, cloruro de sodio, pero este reglamento no se ha actualizado desde el 2013 y no se ha adicionado nuevos modificadores a la norma, como ya hemos hecho mención en otros países se ha implementado el uso de residuos de construcción y demolición (RCD) a fin de ser usados como estabilizantes o modificadores para bases granulares que se necesitan en los proyectos de construcción, dentro de estos residuos de construcción y demolición tenemos a los plásticos, cerámicos, concretos y asfalto reciclado, en el caso de los cerámicos ya se cuenta con muchas investigaciones por diferentes universidades del país y adicionalmente y como materia prima se cuenta con grandes fuentes de residuos cerámicos de origen de baldosas y azulejos, los cuales pueden ser

reciclados tanto por efectos de acabado al momento de fabricarlos o como residuos de construcción y demolición, a fin de atender de la demanda de nuevos modificadores que mejoren las capacidades mecánicas de las capas bases de los pavimentos sin impactar los costos del diseño y ejecución de los mismos.

Los materiales de construcción han comenzado a reciclarse de forma indispensable hace tan solo unos años el ministerio del ambiente junto al ministerio de vivienda han realizado guía informativa de manejo de residuos de construcción y de demolición en obra menores, también la Municipalidad Provincial Sánchez Carrión emitió una ordenanza municipal donde se aprueban documentos de gestión y establecen disposiciones para la adecuada gestión de residuos de construcción y demolición aplicable por la Municipalidad.

El presente trabajo de grado surge como una posible solución ante las necesidades que se presentan actualmente en la Infraestructura vial en Perú, siendo producidas elevados índices de tránsito actual, generando una alta demanda ante la calidad de pavimentos. Lo cual genera la gran necesidad y continúa búsqueda de nuevos modificadores y/o materiales que tengan las propiedades físicas y químicas para cumplir satisfactoriamente los estándares de calidad.

Por esta razón este proyecto consiste en analizar la influencia en las propiedades mecánicas del material granular como capa base para pavimentos modificado parcialmente con residuo de porcelanato y cerámico, partiendo de la idea de que el principal objetivo es mejorar las características, rigidizando la mezcla modificada y a su vez dar soluciones al gran problema ambiental que se viene dando por la contaminación de los desperdicios generados en las grandes industrias peruanas. La innovación de utilizar parcialmente estos productos del reciclaje como materiales adicionales en la mezcla original nace de la idea de mejorar las características reológicas de un afirmado para capa de base granular convencional reduciendo la utilización de afirmado para capa de base por materiales de residuo. Este proyecto no solo busca minimizar los diferentes tipos de fallas que se producen en el Pavimento Flexible, si no también implementar materiales que ofrezcan mayor vida útil en la construcción y reducción de impacto ambiental. Este tipo de innovaciones permite el desarrollo sostenido del país, sin dejar de lado el medio ambiente y su importancia. Así mismo, se pretende conocer las ventajas o desventajas, al modificar el afirmado para capa de base con residuo de porcelanato y cerámico e identificar el

comportamiento en el laboratorio y la viabilidad de este, frente a una capa base convencional regidos por las normas ASTM

1.1.3 Antecedentes

Según Abregu (2019), en la tesis “Influencia de la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos” trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana Los Andes, y cuyo principal objetivo es determinar como influye la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos de la ciudad de Huancayo, y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron que se determinó que la adición de fibra de caucho óptima es un 0.5% en la base granular de los pavimentos, influyendo de manera positiva en las propiedades mecánicas al aumentar el CBR en un 24.60%, su óptimo contenido de humedad (O.C.H.) aumenta en 0.10% y su máxima densidad seca (M.D.S.) se reduce en un 0.03%, respecto a sus valores convencionales. Se concluye que para la adición de fibra de caucho en porcentajes de 0.5%, 1.50% y 3.00% varía directamente el óptimo contenido de humedad obteniendo valores de 6.40%, 6.40% y 6.70% respectivamente, determinando así un aumento en la variación del contenido de humedad en un 0.01%, 0.01% y 0.04% respectivamente con respecto a los valores convencionales.

Según Reyes (2019), en la tesis “Efectos de la reutilización de residuos de cerámica roja en la subbase del pavimento flexible, Lima- 2019” de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, y cuyo principal objetivo es determinar los efectos de la reutilización del residuo de cerámica roja en la sub base del pavimento flexible, los ensayos físicos como mecánicos en lo cual esta tesis llego a tener un tipo de investigación aplicada, con una muestra de 24 ensayos que correspondieron a los ensayos físicos y mecánicos del suelo natural y las tres dosificaciones, se llegó a recolectar alrededor de 72.69 kg de residuo de cerámica roja teniendo que fragmentar estos a diámetros mayor y menor de 0.075 mm, se empleó como agregado en la muestra con el suelo que en este caso fue proveniente de la cantera de la Molina con dosificaciones de 100% suelo, 12.5% 25% y 50%. Los resultados que se obtuvieron fueron en la variación del comportamiento al ser mezclado con el residuo, llegando a estabilizar el suelo con

un CBR de 15.2% para el 100% suelo y con una dosificación de 50% r.c.r llegó a mejorar hasta con un CBR de 40.8%, en lo cual se pudo llegar a concluir que el residuo de cerámica roja puede ser utilizado en mezcla con el suelo, y ser empleado para la subbase del pavimento flexible satisfactoriamente teniendo en cuenta que fue empleado con un suelo con poca capacidad portante.

Se concluye que el porcentaje de dosificación correcta del residuo de cerámica roja para la subbase del pavimento flexible, mediante los porcentajes de 12.5%, 25% y 50%, en lo cual los resultados fueron favorables en la parte de la clasificación del suelo obteniendo para el residuo de cerámica roja una categoría de SW-SM siendo una arena bien graduada con limo con una calificación de excelente a bueno respecto con las normas de clasificación AASHTO y SUCS llegando a mejorar el suelo que tuvo una categoría de arena limosa con una calificación de regular a malo, en donde al mezclar con las dosificaciones mejora la categoría de AASHTO a A-2 considerando características de bueno a excelente, para el aspecto de la subbase del pavimento flexible, consistió en tener todos los resultados referentes al CBR normas de CE 010 Pavimento urbanos, que correspondieron al NTP 339.145 para el CBR llegando especificar que debe ser intervalos de 30-40% para su empleo en subbase, en lo que respecta a la compactación según el AASHTO T-180 debe ser mayor o igual al 95% llegando a realizarse los ensayo de esa forma cumpliendo con la norma.

1.1.4 Marco Teorico

Para tener un mejor entendimiento de lo que se busca en esta investigación mencionaremos algunos *conceptos relacionados con la estabilización de suelos con residuos de cerámico y porcelanato* :

- **Suelo** es la capa superficial de la corteza terrestre considerada la parte biológicamente activa. Suelo proviene del latín solum que significa tierra o parcela, el suelo es un recurso natural esencial para la vida y para la producción de otros recursos. (Instituto Cartográfico y Geológico de Catalunya, 2019)
- **Las bases y sub-bases** son capas de material pétreo adecuadamente seleccionadas para traspasar las cargas de la carpeta de rodadura a la sub-rasante (Infraestructura). Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, la ubicación de estos materiales dentro de la estructura de un pavimento (superestructura), está

dada por las propiedades mecánicas de cada una de ellas.-SUBRASANTE.
(Mendoza, M. & Guadarrá, J., 2008, pág. 21).

- **El ensayo CBR** (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California) calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos. Se efectúa bajo condiciones controladas de humedad y densidad. (Ramírez, V. e Hincapié, J., 2018, pág.30)
- **Densidad Máxima Compactada Seca**, corresponde a la mayor densidad que puede alcanzar un suelo al ser compactado a la humedad óptima. (Cárdenas, P., 2008, pág. 14)
- **Óptimo Contenido de Humedad**, es el contenido de agua al cual el suelo puede ser compactado al máximo peso unitario seco usando el esfuerzo de compactación modificada. (ASTM D-1557, MTC E 115-2000)
- **El grado de compactación** es expresado por el porcentaje en referencia al ensayo Proctor.
- **Limite Asternberg** o también llamados límites de consistencia se basan en el concepto de que los suelos finos, presentes en la naturaleza, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su propia naturaleza y la cantidad de agua que contengan. Así, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico y líquido o viscoso. La arcilla, por ejemplo, si está seca se encuentra muy suelta o en terrones, añadiendo agua adquiere una consistencia similar a una pasta, y añadiendo más agua adquiere una consistencia fluida.
- **Corte Directo** Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas.
- **Mejoramiento de suelo** El mejoramiento de suelos consiste en un conjunto de procedimientos que pueden ser aplicados a un suelo con bajas propiedades mecánicas, con el fin de mejorar sus características originales y hacerlos aptos y seguro
- **Estabilidad volumétrica** Se refiere a los problemas que tienen lugar los suelos cuando tienen cambios de humedad especialmente en suelos expansivos, viene relacionado con variaciones estacionales por el clima del lugar. La estabilización de

suelos ofrece una alternativa para mejorar el comportamiento de este tipo de suelo para que favorezca a la obra civil.

- **Resistencia** Los métodos de estabilización ofrecen mejoramiento de la resistencia en varios tipos de suelos. Sin embargo, en suelos que existe gran cantidad de materia orgánica la resistencia de los suelos es muy baja y los efectos de estabilización son diferentes que en suelos que no presentan mucha materia orgánica.
- **Permeabilidad** No es muy difícil modificar el suelo con métodos como la compactación o como la inyección que modifica considerablemente la permeabilidad del suelo. Es posible implementar emulsiones que modifican la permeabilidad del suelo, pero existen cambios en la resistencia que no favorecen al comportamiento del suelo como la resistencia al esfuerzo cortante en el suelo. (Rico Rodríguez & Del Castillo, 2012)
- **Compresibilidad** La compresibilidad del suelo viene dada por la capacidad del suelo o material para contraer su volumen. La compactación es una manera muy utilizada para modificar la compresibilidad del suelo.
- **Durabilidad** Para comprender los factores que intervienen en esta propiedad del material o suelo conviene tomar en cuenta la resistencia que tiene el material al intemperismo, a la desintegración o erosión. La mayoría de los estabilizantes usados para modificar esta propiedad del material son agentes químicos que modifican los enlaces entre las partículas del material, obteniendo materiales más resistentes contra los factores antes mencionados. Entre los estabilizantes más usados están el cemento, la cal, asfalto, entre otros.
- **Cantera de agregados:** Las canteras son la fuente principal de materiales pétreos los cuales se constituyen en uno de los insumos fundamentales en el sector de la construcción de obras civiles, estructuras, vías, presas y embalses, entre otros. Por ser materia prima en la ejecución de estas obras, su valor económico representa un factor significativo en el costo total de cualquier proyecto.
- **Afirmado** Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas, funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.
- **Pavimento** Es la estructura de capas que descansa en la subrasante superficie de rodamiento para los distintos tipos de vehículos, formada por el agrupamiento de

capas de distintos materiales destinados a distribuir y transmitir las cargas aplicadas por el tránsito al cuerpo del terraplén (Gutiérrez, 2009)

- **Base granulares** material granular grueso compuesto por triturados, arena y material fino, posee alta resistencia a la deformación lo que hace que soporte presiones altas. Que se emplea en la conformación de capa base para estructuras de pavimento.
- **Bases Granulares estabilizadas** Las bases estabilizadas con cemento corresponden a una técnica cuyo fin es modificar las características de una base granular (nueva o existente), mediante la incorporación de cemento y agua, mejorando sus propiedades mecánicas a medida que el cemento se hidrata.
- **Baldosas Cerámicas** son placas de poco grosor fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otros materiales, generalmente utilizadas como revestimientos para suelos, paredes y fachadas.
- **Baldosa de Porcelanato** Es un tipo de baldosa fabricada a base de arcilla, arena feldespática y otros minerales como el caolín y la filita. Está compuesta de partículas muy finas y homogéneas, mezcladas en función de la apariencia que se desea obtener en la pieza una vez pulida. A diferencia de la cerámica, la masa de porcelanato es sometida a altas presiones y temperaturas (entre 1150 y 1250° C), proceso que le confiere inalterable dureza. Para ser cortado es necesario un equipo específico o disco de diamante. Se caracteriza por la baja o nula absorción de agua, por lo que requiere de argamasas especiales para su instalación.

Teoría de Baldosas de Cerámico y Porcelanato

Generalidades de los cerámicos

En la actualidad, los materiales cerámicos son producto de gran interés en el campo de la ingeniería, en su sentido escrito se refiere a la arcilla en todas sus formas pero en la actualidad se aplica para referirse a todos los materiales inorgánicos no metálicos que se forman por acción del calor. Algunos materiales cerámicos pueden soportar temperaturas altísimas sin perder su solidez y además tienen baja conductividad térmica. Los materiales cerámicos tradicionales se fabrican a elevadas temperaturas, en estos materiales, por lo menos uno de los componentes permanece sólido, en la cocción se presenta una mayor o menor cantidad de fase vítrea según se produzca la fusión de todos los componentes, el proceso se denomina de fritado. (Blanco, 2002)

Propiedades comunes de la cerámica

Existen ciertas propiedades comunes de la cerámica que les proporcionan características diferentes de otros materiales. Debido a las altas temperaturas que puede ser sometida la cerámica, su uso se ha expandido.

Las propiedades más importantes en los materiales cerámicos son: (F.J.Q., 2010)

- Color y aspecto
- Densidad y porosidad
- Absorción
- Heladicidad
- Resistencia Mecánica
- Dureza
- Temperatura

Materiales esenciales en cerámica tradicional según producto

Clasificación de los productos cerámicos

Los productos cerámicos tradicionales se pueden clasificar por la temperatura de cocción y/o por la coloración final. Según el color de cocción los productos pueden ser coloreados o blancos, y se pueden clasificar según el rango de temperatura de cocción de la siguiente forma:

1. Productos de color: Cerámica estructural Temperatura: 850°-1100°C
2. Productos de cocción blanca Temperatura: 1100-1250°C
3. Productos refractarios Temperatura >1450°C

Propiedades mecánicas de las baldosas cerámicas y porcelanato.

Resistencias a la Flexión

Dada la esbeltez de la baldosa cerámica, con grandes dimensiones de longitud y anchura al grosor, la resistencia a la flexión nos aproxima a la resistencia mecánica de la pieza en su conjunto, ante agresiones de diferente naturaleza: cargas dinámicas y estáticas, rodaduras e impactos.

La Fuerza de rotura, en relación directa con la carga aplicada sobre la baldosa, con un coeficiente corrector que relaciona la distancia entre apoyos y la anchura de la

probeta, expresada de newtons (N). El resultado del ensayo es función del grosor de la baldosa para un mismo tipo de material.

El módulo de rotura, también denominado resistencia a la flexión, que se deduce de la magnitud fuerza de rotura a través de una fórmula matemática (Fuerza de rotura dividida por el cuadrado del grosor mínimo en la sección del rotura). El resultado del ensayo, expresado en newtons por milímetro cuadrado (N/mm^2), nos aproxima a la resistencia mecánica de la baldosa cerámica independiente de su grosor.

Las resistencia a la flexión

El módulo de rotura es una característica intrínseca del material; es decir, que dos baldosas cerámicas fabricadas bajo el mismo proceso que se diferencien únicamente en el grosor tendrán el mismo módulo de rotura, aunque la fuerza necesaria para romperlas sea mucho mayor en la baldosa con mayor espesor

TablaNro1.

La resistencia a la flexión y fuerza de rotura de baldosas de Cerámico y Porcelanato

Código	Característica	Definición
F	Carga de rotura	Fuerza necesaria para causar la rotura de la probeta expresada en Newton(N), según la lectura de un manómetro
C	Carga de rotura sobre pieza entera	En el caso de que el ensayo se realice sobre la baldosa entera, que es lo más representativo.
S	Fuerza de rotura	Fuerza expresada en Newton(n), obtenida al multiplicar la carga de rotura (F) por la relación entre la separación de los rodillos de apoyo (L en mm) y la anchura de la probeta (b también en mm) Fuerza de rotura $S = F * \frac{L}{b}$
R	Resistencia a la flexión o Módulo de rotura	Magnitud expresada en Newton por milímetro cuadrado (N/mm^2), obtenida al dividir la fuerza de rotura por el cuadrado del grosor mínimo en la sección de rotura. Referencia a la flexión: $R = \frac{3FL}{2bh^2} = \frac{3S}{2h^2}$ (en N/mm^2)

Fuente: Norma técnica Europea de cerámicos

En las baldosas destinadas a revestimiento de techos deben declararse los valores de la fuerza de rotura o la resistencia a la flexión.

En las baldosas destinadas a pavimento debe declararse la fuerza de rotura.

Las formulas que se aportaban anteriormente tienen un carácter experimental y en las que:

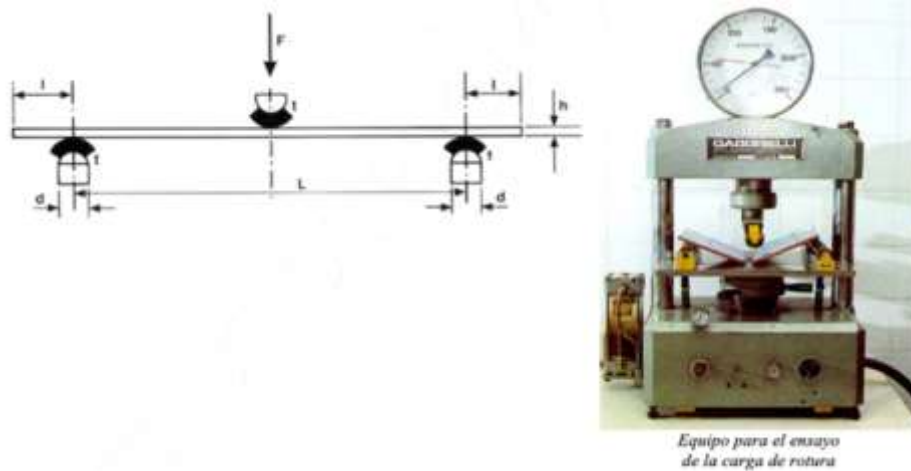
L: Es la distancia o separación entre los rodillos de apoyo

B: Es la anchura de la probeta.

h: Es el grosor mínimo, expresado en milímetros, de la probeta en la sección de rotura, medido tras el ensayo.

El cálculo de la resistencia a la flexión se base en una sección transversal rectangular. En el caso de baldosas con grosor no uniforme, la medida del grosor mínimo en la sección de rotura solo da resultados aproximados. :a aproximación es mayor cuanto menos acentuado sea el relieve.

Fig Nro2



Fuente : Norma técnicas Europea de Ceramicos

En los pavimentos de tránsito no exclusivamente peatonal sujetos a cargas dinámicas y estáticas importantes (por ejemplo, transpaletas manuales o mecánicas, con ruedas de reducida sección) debe ser el Prescriptor quien determine la carga o fuerza de rotura mínima exigible y los materiales y técnicas de colocación, así como las condiciones de entrega y prestaciones del soporte.

Afirmado

El Afirmado consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207)
- Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)
- Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111)
- CBR(1): 40% mín. (MTCE132)

Bases granulares para pavimentación.

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de materiales granulares, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, con inclusión o no de algún tipo de estabilizador o ligante, debidamente aprobados, que se colocan sobre una subbase, afirmado o subrasante. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación de material de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental. Incluye así mismo el aprovisionamiento de los estabilizadores.

Materiales para bases granulares

- **Granulometría de los agregados.**

Se deberá seleccionar las gradaciones y la composición final de los materiales presentará una granulometría continua, bien graduada y según los requerimientos de una de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 403-01 Para las zonas con altitud iguales o mayores a 3.000 msnm. se deberá seleccionar la gradación “A”.

Tabla Nro2.

Requerimientos granulométricos para base granular

Tamiz	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100		
25 mm (1")		79-95	100	100
9,5 mm (3/8")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm (Nro. 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm (Nro.10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm (2")	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm (Nro200")	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente : ASTM 1241, Manual MTC – Tabla 403-01

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en la Tabla 2.

Tabla Nro 3.

Requerimientos Valor Relativo de Soporte, CBR(1)

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Trafico en ejes equivalente ($<10^6$)	Min. 80%
	Trafico en ejes equivalente ($\geq 10^6$)	Min. 100%

Referido al 100% de la Maxima densidad Seca y una Pnetracion de carga de 0.1" (2.5mm)

Fuente: Manual del MTC- Tabla 403-02

- **Agregado Grueso**

Se denominará así a los materiales retenidos en la malla No 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos. Deberán cumplir las características, indicadas en la Tabla 3.

Tabla Nro 4.

Requerimiento de Calidad para agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	< 3000 msnm	≥3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min	80% min.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min	50% min.
Abrasión de los Ángeles	MTC E 210	C 131	T 96	40% min	40% min.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% min	15% min
Sales solubles totales	MTC E 210	D1888		0,5% min	0,5% min.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 210	C88	T 104		18% máx.

Fuente: Manual de MTC – Tabla 403-03

- **Agregado Fino**

Se denominará así a los materiales que pasan la malla No 4, que podrán provenir de fuentes naturales, procesados o combinación de ambos. Deberán cumplir las características, indicadas en la Tabla 4.

Tabla Nro 5.

Requerimientos Agregados Fino

Ensayo	Norma	< 3000 msnm	≥3000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.
Equivalente de arena	NTC E 114	35% min.	45% min.
Sales solubles	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	----	15%

Fuente: Manual del MTC- Tabla 403-04

1.1.5 Justificación de la investigación

En la presente investigación tiene como justificación el propósito de aportar información acerca de la influencia en las propiedades mecánicas del afirmado como material para capa de base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico según las siguientes dosificaciones 5%, 10% y 15%, ya que hay un crecimiento del parque automotor por tanto aumento de demanda de vías terrestres en nuestro país, obligando la construcción de nuevas y la readecuación de las existentes, y que se realice de manera óptima para atender las demandas antes mencionadas. La realización de estos proyectos viales impulsarán el crecimiento económico de bienes y servicios de manera descentralizada como el comercio, turismo, así como desarrollo social y cultural.

En algunos proyectos viales es imprescindible optimizar las propiedades mecánicas de los afirmados para bases granulares, para el sustento de las vías.

Los resultados que se obtengan de este estudio contribuirán con información importante para la realización de investigaciones posteriores con respecto al análisis comparativo de las propiedades mecánicas entre una base granular convencional y una base granular estabilizado con residuos de baldosas de cerámico y porcelanato.

1.1.6 Limitaciones de la investigación:

No son muy comunes las fuentes materiales reciclados de residuos de baldosas de cerámica y porcelanato que son los agentes modificadores para la estabilización de del afirmado para base granular, no se cuenta con mucha información sobre cerámicos o porcelanatos como modificadores para estabilización de bases modificadas, también la normativa técnica del manual de carreteras no contempla el tema de bases granulares estabilizadas con RCD (Residuos de construcción y demolición), teniendo que recurrir a la norma técnica de otros países como referencia en el caso de esta investigación a la manual de carreteras de Colombia.

1.2. Formulación del problema

- ¿Cómo determinar y/o diferenciar las propiedades mecánicas de un afirmado para base granular patrón y un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico?

1.2.1 Problemas específicos

- ¿Cómo determinar el CBR, de un afirmado para base granular patrón y de un afirmado para base al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico?
- ¿De qué manera el ensayo de corte directo permite determinar y/o diferenciar el mejoramiento del comportamiento mecánico de un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico?
- ¿De qué manera el ensayo de caracterización física Límites de Atterberg permite evidenciar un mejoramiento del comportamiento mecánico de un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10% y 15%?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado para base granular patrón y un afirmado para base al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar el análisis comparativo del CBR , Máxima densidad seca y Óptimo Contenido de humedad de un afirmado para base granular patrón y de un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico.
- Realizar el análisis comparativo utilizando ensayos de corte directo de un afirmado para base granular patrón y un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico.

- Realizar el ensayo de caracterización física Límites de Atterberg a muestras de cerámico y porcelanato, a un afirmado para base granular patrón y a un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado para base patrón y un afirmado para base al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10% y 15% , si permitió identificar el más conveniente.

1.4.2. Hipótesis específicas

- El análisis comparativo del CBR, Máxima densidad seca y Óptimo contenido de humedad de un afirmado para base granular patrón y de un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10% y 15%, permitió identificar el más idóneo para la base.
- El análisis comparativo utilizando ensayos de corte directo de un afirmado para base patrón y un afirmado para base al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10% y 15%, permitió identificar el más idóneo para la base.
- El análisis comparativo del ensayo de caracterización física Límites de Atterberg a muestras de cerámico y porcelanato, a un afirmado para base granular patrón y a un afirmado para base granular al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10% y 15% , permitió identificar el más conveniente para la base.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

- **Por propósito**

Para Murillo (2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. En el caso de la presente investigación sé los ensayos de laboratorio se hicieron de acuerdo de la normativa del Manual de Ensayos (MC-04-16) del Ministerio de Transporte.

- **Por enfoque**

Según Ángeles Fernández(2013) Enfoque cualitativo Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Con lo que respecta al enfoque de esta tesis fue de forma cuantitativa porque la investigación se base a números y estudios.

2.1.2. Diseño de investigación

Según Campbell y Stanley (1991)El diseño de investigación es experimental cuasi experimental, puesto que se atiende a la capacidad de controlar las variables experimentales que pueden interferir con la variable independiente y contaminar los resultados observados en el experimento, es cuasi experimental debido a que el control de las variables es bajo. En el caso de la presente investigación hay una manipulación baja de la variable independiente que son las adiciones, puesto que se tiene establecidas las dosificaciones.

2.1.3 Nivel de investigación

Según Fidas G. Arias (2012) La investigación explicatoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos. Porque se ha desarrollado un punto poco estudiado y los resultados evidencian si se cumple las hipótesis planteadas.

2.1.4 Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

- **Poblacion**

Según el autor Arias (2006) define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. La población por tratarse de una investigación experimental cuasi experimental, está constituida por los **afirmados** para base con adición de residuos de porcelanato y cerámico.

- **Muestra**

Según el autor Arias (2006) define muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. Una muestra es un subconjunto de la población que está siendo estudiada. Representa la mayor población y se utiliza para sacar conclusiones de esa población. En el caso de la presente investigación la muestra es no aleatoria está definida por los requerimientos normativos que nos indican la mínima cantidad de especímenes por cada indicador y cada dosificación según se indica en la Tabla Nro6.

Tabla Nro 6

Dosificación	CBR	Corte directo	Limite de Atteberg
0%	3	3	3
5%	3	3	3
10%	3	3	3
15%	3	3	3
Sub total	12	12	12
Total	72 especímenes		

Fuente :propia

2.1.5 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.1.5.1 Técnica de recolección:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2006: 316), expresan que: “la observación directa consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conducta manifiesta”. A través de esta técnica el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. En caso de la presente investigación será observación directa debido a que realiza los ensayos y se observa los resultados para luego comprobar si se cumple la hipótesis y determinar la conclusión (Anexo Nro. 7 se aprecia la ficha de recolección de datos).

2.1.5.2 Instrumentos de recolección de datos.

Arias (2006), los instrumentos son cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar almacenar la información. Entre los cuales se pueden mencionar: los cuestionarios, entrevistas y otros”, Una ficha técnica de producto o servicio es un documento en el cual se detallan todas las características de un producto, incluyendo su composición, características físicas y técnicas, recomendaciones, modos de uso y otros datos relevantes. En el caso de la presente investigación la recolección de las muestras del afirmado para base, pruebas de los respectivos ensayos para determinar las propiedades mecánicas del afirmado para base patrón y del afirmado para base al reemplazarlo parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico al 5%, 10%, 15%.

2.1.6 Técnica de análisis de datos.

Estadística Descriptiva

Rendón-Macías, Mario Enrique(2016) La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones de cómo resumir, de forma clara y sencilla, los datos de una investigación en cuadros, tablas, figuras o gráficos. Antes de realizar un análisis descriptivo es primordial retomar el o los objetivos de la investigación, así como identificar las escalas de medición de las distintas variables que fueron registradas en el estudio. En el caso de la presente investigación las técnicas para el análisis de datos fue estadística descriptiva, puesto que todos los ensayos se realizó tablas y gráficos estadísticos.

2.1.7 Procedimiento

A continuación, se describe la secuencia de actividades que se realizaron para desarrollar la investigación:

Descripción de la zona de estudio.

El lugar en donde se adquirió el material granular para base fue en la Cantera Romana S.A.C. ubicada en Autopista Nestor Gambetta - Kilómetro 85 / Entre la refinería La Pampilla y el Cementerio Baquijano N.º 2 de Ventanilla - Callao., Av. Nestor Gambetta.

Fig. Nro 3.

Cantera de Agregado Romana SAC, Zona de adquisición



Fuente: Google Maps

Para realizar los estudios de laboratorio que corresponde al ensayo físico y mecánicos se adquirió 150 kg. de material granular preparado el cual se recolectó en la misma cantera en tres sacos de 50 kg cada uno, la muestra para base granular por ser de cantera cuenta con las características de calidad tales como índices de plasticidad que es parte de los ensayos de Límites de Atterberg, la capacidad de soporte del suelo o sea el porcentaje de CBR, y luego también se consideró importante la capacidad de resistencia del suelo al esfuerzo cortante mediante el ensayo de Corte Directo.

Figura Nro 4.

Material preparado en cantera



Fuente: Propia

El material modificante o sea residuo de porcelanato y cerámico para la estabilización de material granular se procesó en el laboratorio a fin de llegar a un material granular que pase la malla 40 para adicionarlo con el agregado fino el cual se adquirió en la cantera.

Figura Nro5

Material reemplazante, residuo de de Porcelanato y Ceramico



Fuente: propia

Por consiguiente, la cantidad de material granular preparado de cantera y el material reemplazante que es residuos de porcelanato y cerámico.

Trabajos preliminares

El afirmado de material granular para base que se recogió en la cantera Minera Romaña SAC. Fue trasladada al laboratorio Masterlab SAC en 3 sacos de 50 Kg teniendo un total de 150 kg. el cual se va a proceder a realizar Ensayo de Límite de Atterberg, Ensayo BCR y Corte Directo,

Afirmado en el laboratorio

Figura Nro 6.



Figura Nro 7.



Figura Nro8.



Fuente (Fig 6, Fig 7, Fig 8) : Propia

En la Fig Nro 6; se tiene la muestra de afirmado en el laboratorio y en el Fig Nro7 y FigNro8. se procede al cuarteo para posteriormente pesar el material según como se observa en la FigNro9 para calcularla la parte líquida debemos calentar la muestra en el horno de 80 C a 100 C por 24 horas como se observa en el Fig Nro10.

Figura Nro 9.



Figura Nro10.



Fuente (Fig Nro9, FigNro 10) :Propia

1. Ensayo de Límites de Atterberg

Fig. Nro11 .



Fig. Nro12.



Fig.Nro13.



Fuente (Fig Nro 11, Fig Nro 12, Fig Nro 13) : Propia

La muestra de afirmado para material de base granular se le realiza el ensayo de granulometría a fin de determinar los agregados gruesos y finos, en la Fig Nro 11, Fig Nro 12, Fig Nro13 se realiza el tamizado para determinar los agregados gruesos. Una vez que se cuenta con los agregados finos como se ve en la Fig 14 se procede a lavar el agregado fino como se evidencia en la fig Nro15 para luego se lleve a un horno industrial de secado a una temperatura de 80C a 100C por 24 horas con se observa en la Fig Nro16.

Fig. Nro 14 .



Fig. Nro15



Fig.Nro 16



Fuente (Fig 14, Fig 15, Fig 16) : Propia

Tabla 7.

Resultado de granulometría para obtener agregado grueso (GRANO > No. 4)

wo =	4850.0 g				Gradacion
Mallas A.S.T.M	GRANO > No. 4				B
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%	
	GRM				
	Luz	Retenido	Pasante	Que pasa	
	Tamiz	en	En	T1 x 100	
	En m.m	g	g (T1)	wo	
3"	76.200	0	4850	100	
2 1/2"	63.500	0.0	4850	100.00	
2"	50.800	5.8	4844.2	99.88	
1 1/2"	38.100	190.2	4654	95.96	
1"	25.400	520.2	4133.8	85.23	75 - 95
3/4"	19.000	193.5	3940.3	81.24	
1/2"	12.700	580.1	3360.2	69.28	
3/8"	9.600	408.5	2951.7	60.86	
No. 4	4.760	1000.5	1951.2	40.23	30 - 60

Fuente : Propia

Una vez que ya se terminó con el cuarteo de material granular el cual va a ser reemplazado parcialmente por residuos de porcelanato y cerámico se procede a realizar la granulometría mediante el tamizaje de mallas y todos los agregados que sean retenidos en la malla Nro. 4 serán los agregados gruesos como se evidencia en la tabla Nro 7.

Tabla Nro8.

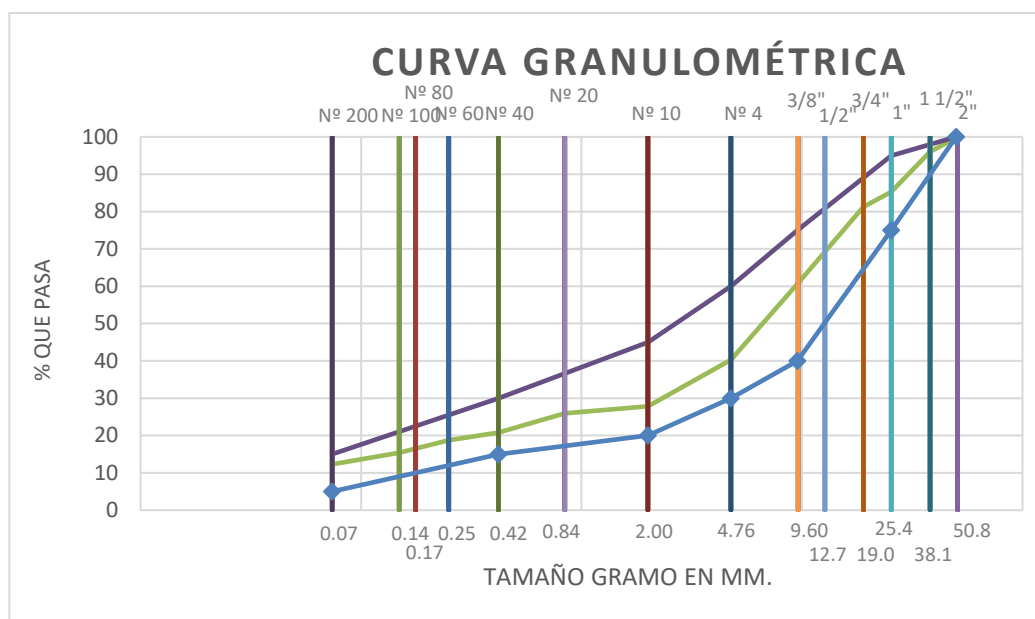
Resultado de granulometría para obtener agregado fino (GRANO < No. 4)

w1 =	1951.2 g				Gradacion	
Mallas A.S.T.M	GRANO < No. 4				B	
	PESO TOTAL DE LA MUESTRA			%		
	GRM					
	Luz	Retenido	Pasante	Que pasa		
	Tamiz	en	en	T1 x 100		
	En m.m	g	g (T1)	wo		
No. 4						20 - 45
10	2.000	600.0	1351.2	27.86		
20	0.840	93.4	1257.8	25.93		
40	0.420	250.2	1007.6	20.78	15 - 30	
60	0.250	99.2	908.4	18.73		
80	0.177	105.8	802.6	16.55		
100	0.149	56.8	745.8	15.38	5 - 15	
200	0.074	150.0	595.8	12.28		
F		8.00	587.80	12.12		

Fuente : Propia

Luego que se tiene definidos los agregados gruesos como se evidencia en la Tabla Nro. 6 el material granular que pasa por la malla Nro 4 serán los agregados finos como se evidencia en la tabla Nro7 y la tabla Nro 8 que se ha realizado el tamizaje según lo que indica la norma técnica, el agregado fino serviría para hacer los ensayos Límite líquido, límite Plástico y, por tanto, deducir índice Plástico.

GraficoNro 3.
Curva Granulometrica



Fuente : Propia

Después de haber realizado el ensayo granulométrico y determinar la gradación del material en laboratorio se procede hacer la curva granulométrica tal como se evidencia en el grafico Nro 3 se evidencia de manera resumida de los granos de los sedimentos, para que a partir de estos datos podamos saber el origen, propiedades mecánicas y el cálculo de la abundancia de cada uno de los granos según su tamaño dentro de la escala granulométrica.

Al material granular se le realizan los ensayos de porcentaje de humedad, grava, arena y finos tal como se ve en la tabla Nro7 y Nro8 y posteriormente realizar los calculo para obtener los resultados de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice plástico el cual es de 3.5% con el cual se evidencia en la tabla Nro10 que la muestra de suelo (material granular de cantera) está dentro de los parámetros que establece la normativa del Ministerio de Transporte.

Tabla Nro 9
Porcentaje de humedad, grava, arena y finos.

% DE HUMEDAD	2.2
% DE GRAVA	59.77
% DE ARENA	27.95
% DE FINOS	12.28

Fuente : Propia

Luego se procede a realizar los ensayo para el cálculo de límite líquido, límite plástico y, por tanto, la deducción del índice plástico como se evidencia en la Figura Nro 17 y la Figura Nro 18; la muestra ya en la taza de bronce se divide a lo largo del diámetro y línea central del suelo ensayado mediante pasadas firmes del acalanador, se permite hasta 6 pasadas de tal manera se eviten rasgaduras en los lados y se consiga una abertura limpia.

Figura Nro17



Figura Nro 18



Fuente (Fig. 17, Fig. 18): Propia

La prueba de límite plástico es sencilla y se define como el contenido de humedad de la muestra en la que al enrollar las muestras formando hilos de 3.2 mm de diámetro se desmoronan (Das, 2015). Como primer paso se preparó una muestra con las mismas condiciones del ensayo de límite líquido lo suficientemente plástica para poder reproducir una esfera. Posteriormente, se utiliza una porción de aproximadamente 1 cm³, se amasa con la mano para luego ser colocado en una placa de vidrio esmerilado o superficie de mármol donde se hace rodar con ayuda de la palma de la mano hasta formar un cilindro de diámetro de 3.2 mm. Obtenido el cilindro se procede a doblarlo y se continúa amasando hasta obtener hilos de 3.2 mm

de diámetro y de 0.5 a 1 cm de largo de tal manera ya no pueda seguir siendo amasado. En la siguientes imagenes se muestra la formación de los cilindros al masa, tal como se evidencia en las figuras (Nro. 19, Nro20, Nro21 y Nro22). Teniendo como resultado los descritos en la tabla Nro. 10.

Figura Nro 19.



Figura Nro 20.



*Calibración de la altura de la taza de la Copa de Casagrande
Fuente Fig (Nro19. y Nro 20): Propia*

Figura Nro 21



Figura Nro22



*Formación de cilindros, ensayo de límite plástico (Fig Nro21. Y Fig.Nro 22)
Fuente(FigNro.21 y Fig Nro 22) : Propia*

Tabla Nro 10.
Limite liquido y Indice Plastico

Contenido de Humedad	%	2.20
Límite Líquido (LL)	%	15.00
Límite Plástico (LP)	%	11.50
Indice Plástico (IP)	%	3.50

2. Ensayo de CBR del Afirmado

Mediante el ensayo CBR, mide las características de resistencia y deformación de un suelo, estableciendo en él una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y la corresponde en este caso al material granular en la tabla Nro11 evidenciamos como se preparó el proctor simple para BCR y sus características detalladas.

En la tabla Nro12 se muestra los resultados los contenidos de humedad del material granular para luego realizar los cálculos de datos de BCR de acuerdo al índice de penetración que en este caso según los resultados en la tabla Nro13 el porcentaje de BRC es de 80% en un índice de penetración de 1” cumpliendo con lo establecido en la norma del MTC, en las figura Nro. 23 se evidencia el proctor para CBR, y en la Figura Nro24 se observa la máquina de CBR, con la aguja mide el índice de penetración.

Figura Nro 23



Figura Nro24



Proctor Simple para Ensayo de BCR (Fig 23. Y Fig. 24)

Fuente(Fig. 23 y Fig 24) : Propia

Tabla Nro 11.
Ensayo de Valor de California ASTM D1883

Ensayo de valor de Soporte de California ASTM D1883			
Molde No	26	34	42
Numero de Capas	5	5	5
Numero de Golpes	56	25	10
Condición de la Muestra	12,685	12,420	11,950
Peso de suelo +Molde (gr)	8,003	8,114	7,974
Peso suelo compactado(gr)	4,682	4,306	3,976
Volumen del molde (cm ³)	2,135	2,098	2,136
Densidad húmeda (gr./cm ³)	2.193	2.052	1.861
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.056	1.956	1.765

Fuente: Propia

Tabla Nro12.
Desarrollo de datos de contenido de humedad

Contenido de Humedad			
Molde No	26	34	42
Numero de Capas	5	5	5
Numero de Golpes	56	25	10
Peso de tara	105.2	95.2	90.5
Tara + suelo húmedo (gr)	482.5	515.9	493.5
Tara + suelo seco (gr)	459.0	496.2	472.6
Peso de agua (gr)	23.5	19.7	20.9
Peso de suelo seco (gr.)	353.8	401.0	382.1
Humedad (%)	6.6	4.9	5.5

Peso de tara(gr.)	105.2	90.5	90.5
Tara + Suelo húmedo (gr)	482.5	515.9	493.5
Tara + suelo seco (gr.)	459	496.2	472.6
Peso de agua (gr.)	23.5	19.7.9	20.9
Peso de suelo seco (gr.)	353.8	401.1	382.1
Humedad (%)	6.6	4.9	5.5

Fuente: Propia

Tabla Nro13
Ensayo de Valor de California ASTM D1883

Penetración (pulg.)	Carga Standard (Kg/cm ²)	Molde Nro 26				Molde Nro 34				Molde Nro 42			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	CBR %	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	CBR %	Kg	Kg/cm ²	Kg/cm ²	CBR %
0.025		317	15.7			213	10.5			144	7.1		
0.050		442	21.9			297	14.7			200	9.9		
0.075		700	43.6			469	23.2			315	15.6		
0.1	70.000	1007	49.8	56.0	80	673	33.3	37.4	53.4	451	22.3	23.9	34.1
0.15		1636	81.0			1093	54.1			731	36.2		
0.2	105.000	2576	127.6	115.0	109.5	1719	85.1	77.5	73.8	1148	56.8	47.0	44.8
0.3		3586	177.6			2393	118.5			1597	79.1		
0.4		6832	338.3			4557	225.6			3040	150.5		
0.5													

Fuente: Propia

En los gráficos Nro 4, Nro 5 y Nro 6 se detalla la curva de compactación de acuerdo al diseño de proctor de (56, 25, 10 golpes), en gráfico 7 se visualiza una curva de compactación general y el gráfico 8 se muestra mediante curvas los índices de BCR con sus diferentes índices de penetración

Grafico 4.

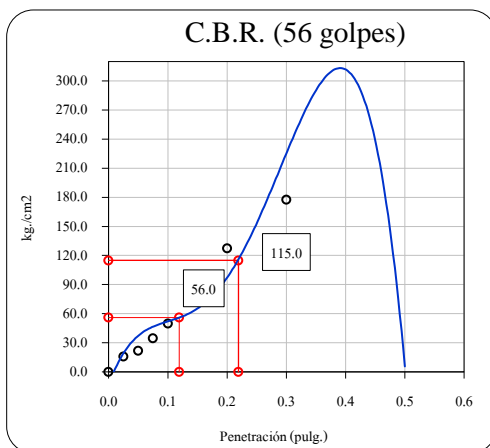


Grafico 5.

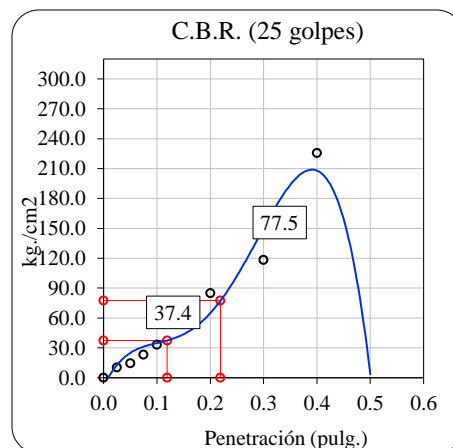
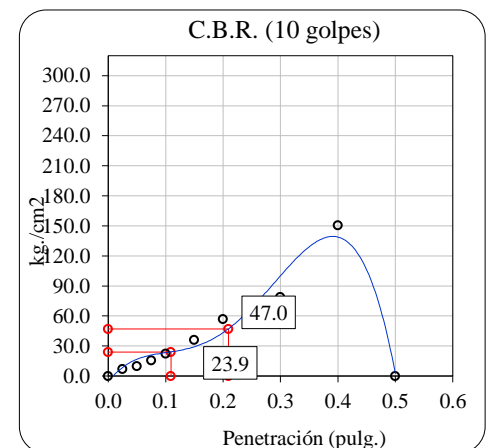
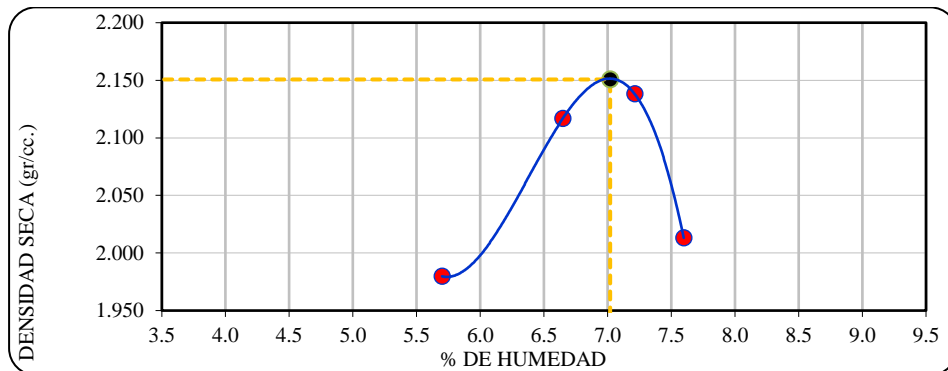


Grafico 6.



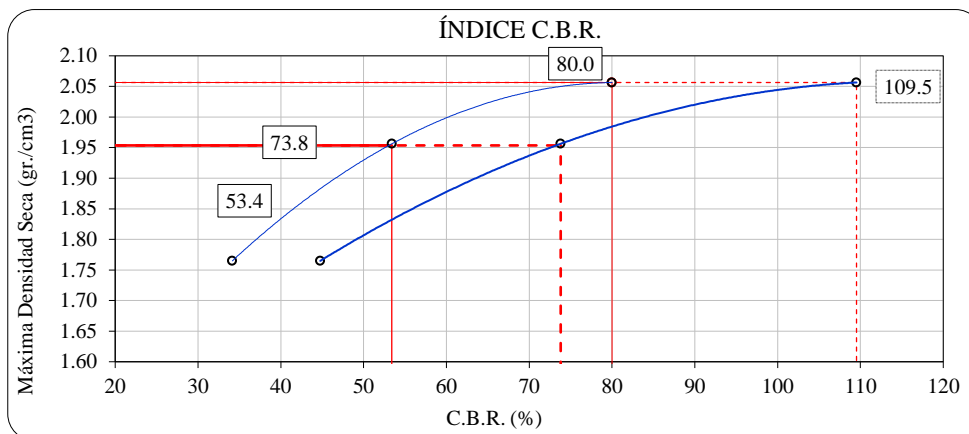
Graficos de curvas de compactación.
Fuente(Grafico4, Grafico 5, Grafico 6): Propia

GraficoNro 7.
Curva de compactacion General



Fuente: Propia

GraficoNro 8.
Indices de BCR



Fuente: Propia

3. Ensayo de Corte Directo

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeados, en el presente ensayo como se evidencia en la tabla Nro14 se muestra que se ha realizado el ensayo para tres especímenes dando como resultado su respectivo esfuerzo de corte, en la figura Nro25 se evidencia el uso de la máquina para los ensayos de corte directo.

Tabla Nro 14.

*Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial
5%,10%,15% de*

Especimen	Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)
I	0.24	0.09
II	0.49	0.30
III	0.98	0.47

Fuente: propia

Figura Nro25
Ensayo de Corte Directo



Fuente: Propia

CAPÍTULO III. RESULTADOS

1: CBR los resultados

Tabla Nro 15.

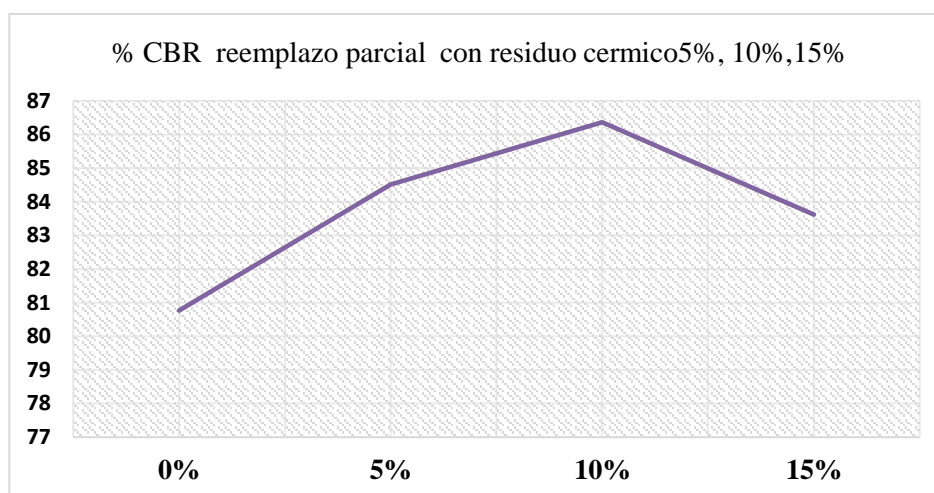
Ensayo de CBR con reemplazo parcial al 5%,10%,15%de Ceramico

CBR reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	80	80.6	81.7	81	-
5%	83.6	84.3	85.6	85	4.93
10%	85.7	86.3	87	86	6.17
15%	82.1	83.9	84.7	84	3.70

Fuente: propia

Grafico Nro 9.

Grafico de Ensayo de CBR con reemplazo parcial de residuo Ceramico



Fuente: propia

Según la tabla Nro. 15 y el gráfico Nro. 9 se puede observar que existe un incremento del CBR respecto al suelo patrón de la siguiente manera; se incrementó para el 5%, 10%, 15%. +4.93%, +6.17%, +3.70% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de incremento hasta la dosificación del 10%, posteriormente el incremento presenta una tendencia decreciente.

Se acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de porcelanato y cerámico influye positivamente en la capacidad de soporte del afirmado para base Lima 2021

Tabla Nro16.

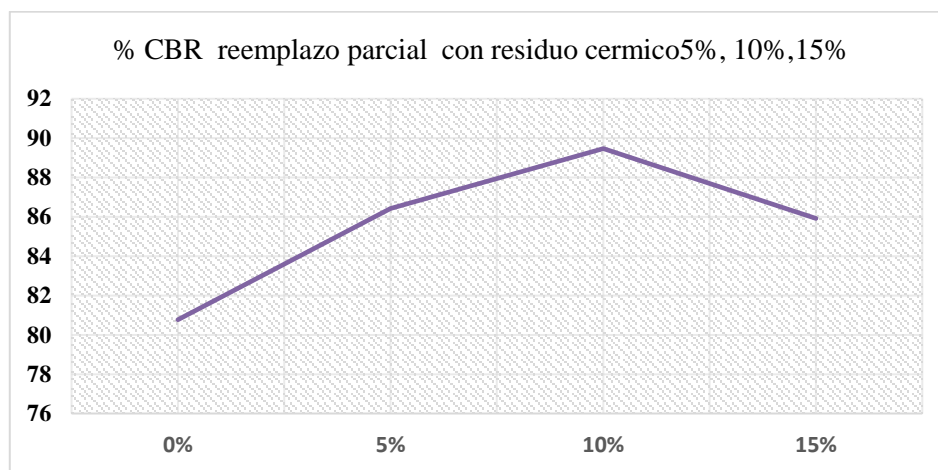
Ensayo de CBR con reemplazo parcial de Porcelanato

CBR reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15%					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	80	80.6	81.7	81	-
5%	86.5	86	86.7	86	6.17
10%	88.9	90	89.4	89	9.87
15%	85.3	86.6	85.7	86	6.17

Fuente: propia

Grafico Nro10.

Grafico de Ensayo de CBR con reemplazo parcial de residuo de Porcelanato



Fuente: propia

Según la tabla Nro. 16 y el gráfico Nro. 10 se puede observar que existe un incremento del CBR respecto al suelo patrón de la siguiente manera; se incrementó para el 5%, 10%, 15%. +6.17%, +9.87%, +9.87% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de incremento hasta la dosificación del 10%, posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente.

Se acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de porcelanato y cerámico influye positivamente en la capacidad de soporte del afirmado para base.

Ensayo de Limite Liquido, Limite Plastico, Indice Plastico

Tabla Nro 17.

Limite Liquido con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15

Limite Liquido con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	15	16	16	16	-
5%	15	16	17	16	0.00
10%	16	15	15	15	6.25
15%	16	16	17	16	0.00

Fuente: propia

Tabla Nro 18.

Limite Plastico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15

Limite Plástico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	11.5	11.5	11.5	12	-
5%	11.5	11.5	11.5	12	0.00
10%	12	10	9	10	16
15%	11	11	11	11	8.33

Fuente: propia

Tabla Nro 19.

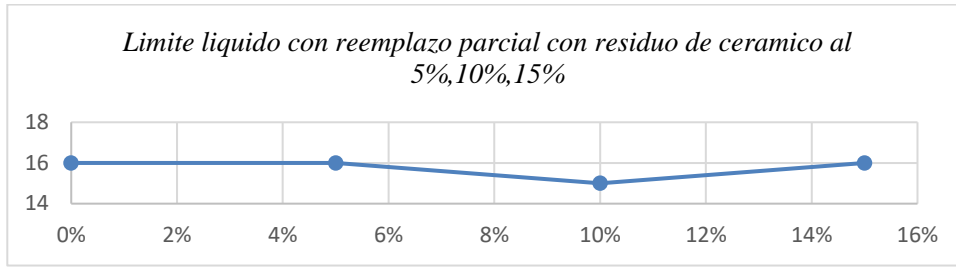
Indice Plastico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15

Índice plástico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	3.5	4.5	4.5	4	25
5%	3.5	4.5	5.5	5	25
10%	4	5	6	5	25
15%	5	5	6	5	25

Fuente: propia

Grafico Nro 11.

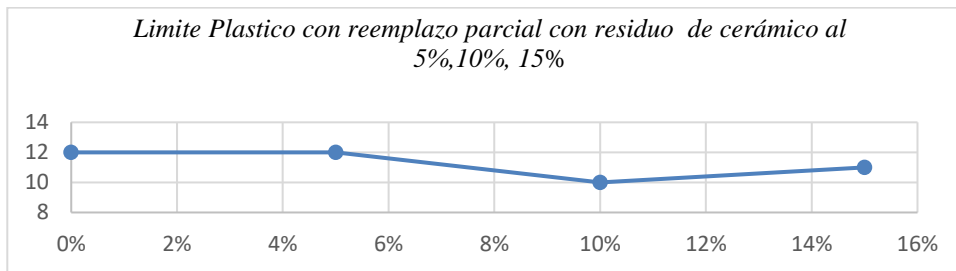
Limite Liquido con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%



Fuente:propia

Grafico Nro 12.

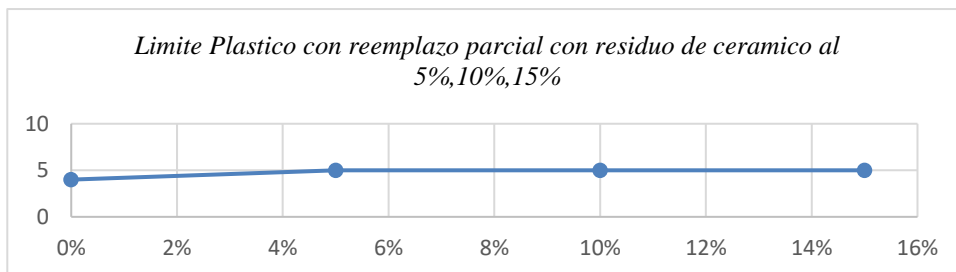
Limite Plastico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%



Fuente:propia

Grafico Nro 13.

Indice Plastico con reemplazo parcial con residuo de cerámico al 5%,10%, 15%



Fuente:propia

Según la tabla Nro 18 y el grafico Nro 13 se puede observar que existe un incremento del Indice Plastico respecto al suelo patron de la siguiente manera; para las dosificaciones con Cerámico al 5% ,10%,15% se incremento en +25%, +25%, +25% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de manera constante.

No acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de cerámico influye positivamente en las Limite liquido y Plastico del afirmado para base del afirmado para base puesto que de aleja de los parametros de calidad establecido por el MTC.

Tabla Nro20.

Limite Líquido con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15%

Limite Líquido con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	15	16	16	16	-
5%	14	14	15	14	12.50
10%	16	14	14	15	6.25
15%	17	16	14	16	0.00

Fuente: propia

Tabla Nro 21.

Limite Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15%

Limite Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	11.5	11.5	11.5	12	-
5%	10	9	9	9	25.00
10%	10	9	8	9	25.00
15%	10	10	9	10	16.00

Fuente: propia

Tabla Nro 22.

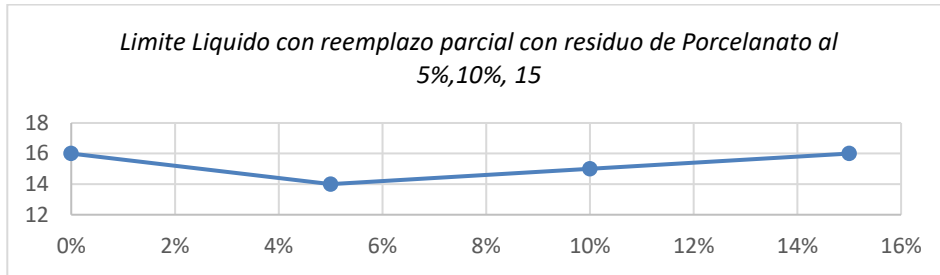
Índice Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15%

Índice Plástico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15					
Porcentaje	Nro. de Ensayos			Promedio	% incremento
	1era	2da	3ra		
0%	3.5	4.5	4.5	4	-
5%	4	5	6	5	25.00
10%	6	5	6	6	50.00
15%	7	6	5	6	50.00

Fuente: propia

Grafico Nro 14.

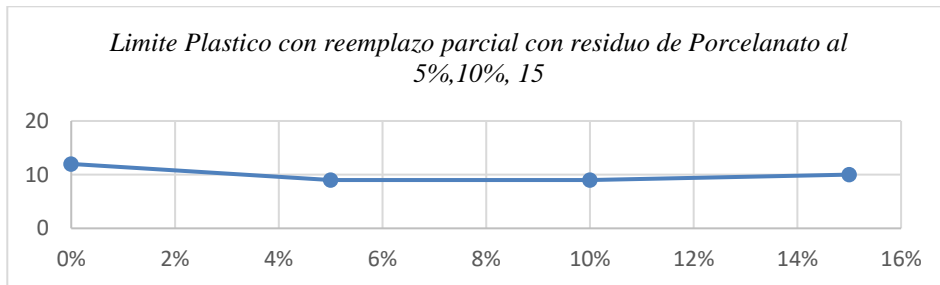
Limite Liquido con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15



Fuente: propia

Grafico Nro15.

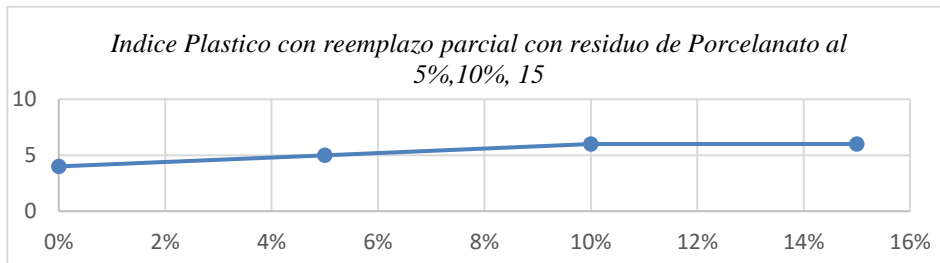
Limite Plastico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15



Fuente: propia

Grafico Nro 16.

Indice Plastico con reemplazo parcial con residuo de Porcelanato al 5%,10%, 15



Fuente: propia

Según la tabla Nro. 22 y el gráfico Nro. 16 se puede observar que existe un incremento del Índice Plástico respecto al suelo patrón de la siguiente manera; para las dosificaciones con Porcelanato al 5%, 10%,15% se incrementó en +25%, +50%, +50% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de manera constante.

No acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de porcelanato influye positivamente en las Límite líquido y Plástico del afirmado para base del afirmado para base, puesto que se aleja de los parámetros de calidad establecida por el MTC.

Ensayo de Corte Directo Cerámico y Porcelanato

Tabla Nro 23.

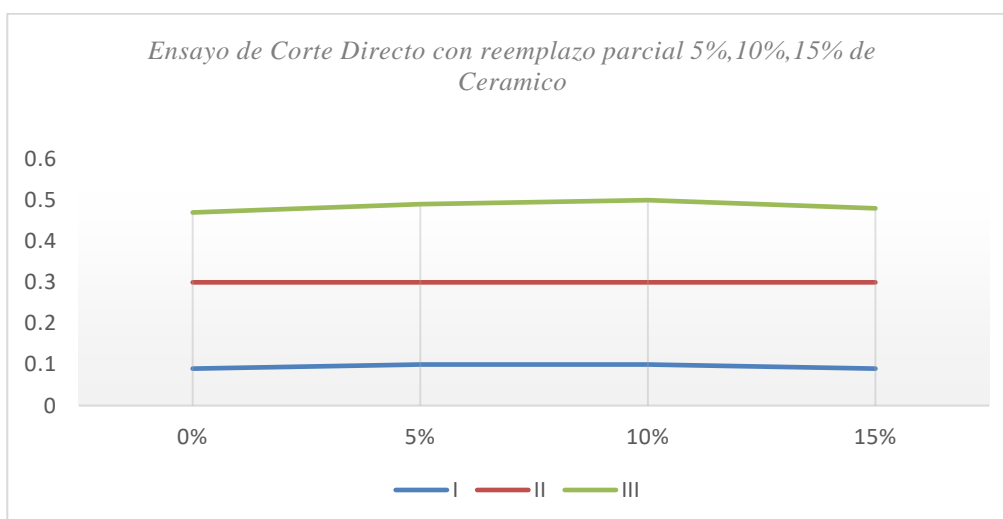
Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial 5%,10%,15% de Cerámico

Especimen	Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	Reemplazo parcial con Cerámico						
		0%	5%	%	10%	%	15%	%
		Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)		Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)		Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	
I	0.24	0.09	0.10	11.10	0.10	11.10	0.09	0.00
II	0.49	0.30	0.30	0.00	0.30	0.00	0.30	0.00
III	0.98	0.47	0.49	4.20	0.50	6.38	0.48	2.12

Fuente: propia

Gráfico Nro 17.

Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial 5%,10%,15% de Cerámico



Fuente: propia

Según la tabla Nro. 22 y el gráfico Nro. 25 se puede observar que existe un incremento del Esfuerzo de corte respecto al suelo patrón de la siguiente manera; para el espécimen I en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15% se incrementó en +11.10%, +11.10%, +0.00% respectivamente, se visualiza una tendencia ascendente de manera constante, hasta la dosificación del 10%, que posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente. Para el espécimen II en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15% no presenta variación alguna. Para el espécimen III en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15 se incrementó en +4.20%, +6.80%, +2.12% respectivamente, se visualiza una tendencia

ascendente de manera constante, hasta la dosificación del 10%, posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente.

Se acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de porcelanato y cerámico influye positivamente en la Resistencia a la abrasión o desgaste del afirmado.

Tabla Nro 24.

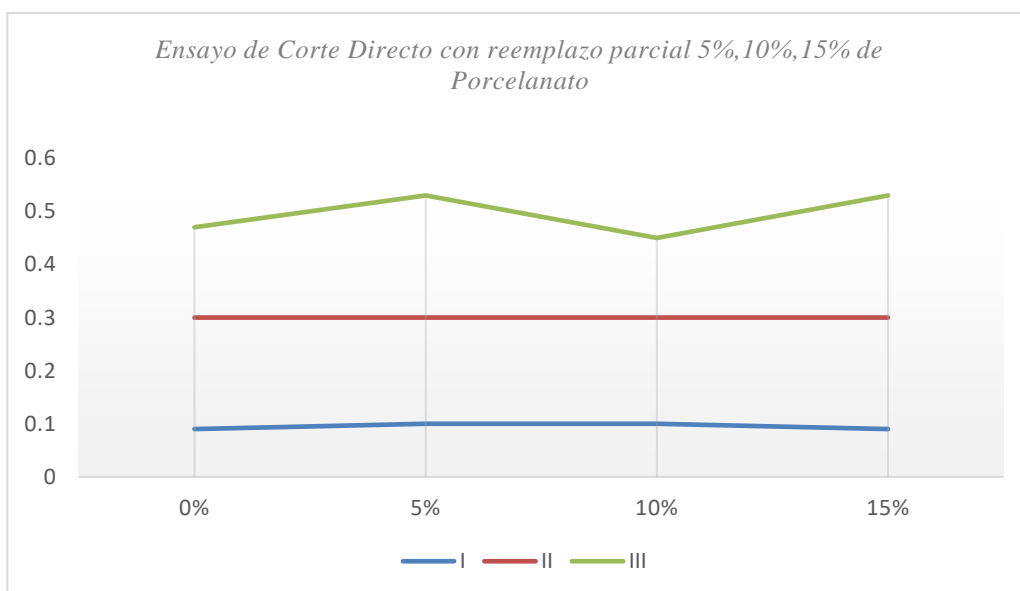
Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial 5%,10%,15% de Porcelanato

Especimen	Esfuerzo Normal (Kg/cm ²)	Reemplazo parcial con Porcelanato						
		0%	5%		10%		15%	
		Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	%	Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	%	Esfuerzo Corte (Kg/cm ²)	%
I	0.24	0.09	0.10	11.11	0.10	11.11	0.09	0.00
II	0.49	0.30	0.30	0.00	0.31	3.33	0.31	3.33
III	0.98	0.47	0.50	6.38	0.53	12.7	0.53	12.7

Fuente: Propia

Gráfico Nro 18.

Ensayo de Corte Directo con reemplazo parcial 5%,10%,15% de Porcelanato



Fuente: Propia

Según la tabla Nro. 23 y el gráfico Nro. 26 se puede observar que existe un incremento del Esfuerzo de Corte respecto al suelo patrón de la siguiente manera: Para el Especimen I en las dosificaciones con Porcelanato al 5%, 10%, 15%

se incrementó en +11.10%, +11.10%, +0.00% respectivamente, se visualiza una tendencia ascendente de manera constante, hasta la dosificación del 10%, que posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente; para el espécimen II en las dosificaciones con Porcelanato al 5%, 10%, 15% se incrementó en +00.00%, +3.33%, +3.33% respectivamente, se visualiza una tendencia ascendente de manera constante; para el espécimen III en las dosificaciones con Porcelanato al 5%, 10%, 15 se incrementó en +6.38%, +12.7%, +12.7% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de manera constante.

Se acepta la hipótesis porque el reemplazo parcial el afirmado para base por residuos de porcelanato y cerámico influye positivamente en la Resistencia a la abrasión o desgaste del afirmado.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión 1 : CBR

Los resultados del trabajo de investigación; para la adición de cerámico y porcelanato se incrementó el CBR respecto al suelo patrón de la siguiente manera; se incrementó en las dosificaciones con cerámico al 5%,10%,15%; en +4.93%,+6.17%,+3.70% respectivamente y se visualiza una tendencia ascendente de incremento hasta la dosificación del 10%, posteriormente el incremento presenta una tendencia decreciente, y para las adiciones de porcelanato al 5%, 10%,15%. En +6.17%,+9.87%,+9.87% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de incremento hasta la dosificación del 10%, posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente. Al respecto Reyes Mejía (2017) el autor y dosificaciones con arcilla rojas residuales al 25% y 50% en +15.2% +40.8%. Estos resultados son diferentes a los obtenidos en la investigación porque estos altos índices de CBR se debe a que Reyes Mejía (2017) usa cerámicos de arcilla roja las cuales son arcillas estructurales tales como tejas o ladrillos rojos lo cuales tiene una alta capacidad soportar las cargas axiales.

Discusión 2 : Limite de Atteberg

Los resultados del trabajo de investigación; para la adición de cerámico y porcelanato incremento del Índice Plástico respecto al suelo patrón de la siguiente manera; para las dosificaciones con cerámico al 5%, 10%,15% se incrementó en +25%, +25%, +25% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de manera constante. Para las dosificaciones con Porcelanato al 5%, 10%,15% se incrementó en +25%, +50%, +50% respectivamente. Se visualiza una tendencia ascendente de manera constante. **Al respecto Según Abregu (2019)**, el autor pudo llegar a concluir que no presentaba resultados de índice de plasticidad, debido a que la composición del material escogido de manera aleatoria presenta mayor porcentaje de grava y un mínimo porcentaje de arcilla el cual no cumple con los requisitos de la norma, se podría deducir que modificador que es fibra caucho en una dosificación de 0.5% aumenta su CBR en +24.6%, por tanto, esa combinación elevaría considerablemente el índice plástico, descalificalo por criterio de calidad dicha dosificación.

Discusión 3 Corte Directo

Según la tabla Nro. 22 y el gráfico Nro. 25 se puede observar que existe un incremento del Esfuerzo de corte respecto al suelo patrón de la siguiente manera; para el espécimen I en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15% se incrementó en +11.10%, +11.10%, +0.00% respectivamente, se visualiza una tendencia ascendente de manera constante, hasta la dosificación del 10%, que posteriormente al incremento, presenta una tendencia decreciente, para el espécimen II en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15% no presenta variación alguna y para el espécimen III en las dosificaciones con Cerámico al 5%, 10%,15 se incrementó en +4.20%, +6.80%, +2.12% respectivamente. No presenta comparación de otros autores debido a que se pudo evidenciar en el presente trabajo la influencia positiva es mínima, por lo que se da evidencia que los modificadores ya sea cerámico, caucho, o cerámicas rojas estructurales estos mejoran sus propiedades mecánicas de manera considerable en sus fuerzas axiales como se da en el caso del CBR, más no es así para la fuerza cortante pues su mejoría en las propiedades mecánicas es mínima.

4.2 Conclusiones

- De la evaluación realizada con el reemplazo parcial de residuo de porcelanato y cerámico en el afirmado para base, se ha determinado que el reemplazo del 10% influye significativamente en la capacidad de soporte (CBR) dando incremento de 6.17% en cerámico y 9.87% en porcelanato. A partir de dosificaciones mayores la capacidad de soporte tiende a decrecer debido a la retención de líquidos por parte del material reemplazante, puesto que está compuesto de arcillas y diferentes minerales.
- De la evaluación realizada con el reemplazo parcial de residuo de porcelanato y cerámico en el afirmado para base, se ha determinado que el reemplazo del 5% mejor influye en el Índice de Plasticidad dando incremento mínimo de +25% en cerámico y +25% en porcelanato, en este ensayo se busca que los índices de crecimiento del índice plástico sean mínimos a fin de no desviarse de los parámetros de calidad que exige la norma Peruana de calidad de bases granulares para pavimentos

- De la evaluación realizada con el reemplazo parcial de residuo de porcelanato y cerámico en el afirmado para base, se ha determinado que el reemplazo del 10% influye significativamente en el esfuerzo de corte (Corte Directo) dando un incremento en los especímenes I, y III de +11.10% y +6.38%, si bien la dosificación de 10% presenta los mejores resultados, estos no llegan a ser significativos, puesto que en el gráfico Nro. 17 y Nro. 18 se observa mejoras mínimas.
- Finalmente, se ha determinado que el reemplazo parcial por residuo de porcelanato y cerámico influye en las propiedades mecánicas del afirmado de la siguiente manera, siendo la dosificación 10% es la que influye de manera significativa CBR incrementándolo en tal 6.17% y 9%, también la dosificación 5% la que influye de manera significativa límite Attenberg incrementándolo en lo mínimo en + 25% y +25%, y finalmente la dosificación 10% la que influye de manera significativa Corte directo incrementándolo en +11.10% y +6.38% para los especímenes I y III. Entonces el porcentaje de adición para cerámico y porcelanato más adecuado es 10%.

REFERENCIAS

BRYAN M. (2019). Análisis del fraguado y de la resistencia a la compresión de pastas de cemento sustituidas parcialmente por polvo cerámico. Recuperado en Diciembre del 2019, Quito Ecuador. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Politécnica Salesiana sede Quito, Quito Ecuador.

BEATRIZ C. (2015). Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote-Santa-Ancash. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional del Santa, Chimbote-Peru

DAFFNE R. (2019). Efectos de la reutilización de residuos de cerámica roja en la subbase del pavimento flexible, Lima – 2019. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo, Lima -Peru

JOSE LUIS A. (2019). Influencia de la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana los Andes. Huancayo-Peru

Henry Q. (2020). Análisis Comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base, los Olivos-2020, Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana del Norte

Murillo W. (2008) la investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 de <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/investifica.shtm>.

Angeles Fernández (2013). Como iniciarte en la investigación académica. Consultado en Junio de 2017. Fondo Editorial de la PUCP, pp 23-24 de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/08/58-Como-iniciarse-en-la-investigacion-Maria-de-los-Angeles-Fernandez.pdf>

Fidas G. Arias (2012) El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica" 6ª Consultado. Edición 2012,Editorial Episteme. PP10

[FG Arias - 2012](#) - books.google.com

Fidas G. Arias (2012) El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica" 6ª Consultado. Edición 2012,Editorial Episteme. PP83

[FG Arias - 2012](#) - books.google.com

ANEXO

MATRIZ DE CONSISTENCIA

INFLUENCIAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL AFIRMADO PARA BASE AL REEMPLAZO PARCIALMENTE POR RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERAMICO LIMA NORTE 2021

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADOR		
PROBLEMA GENERAL: ¿En que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en las propiedades mecanicas del afirmado para base Lima 2021?	OBEJTIVO GENERAL: Determinar en que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en las propiedades mecanicas del afirmado para base Lima 2021	HIPOTESIS GENERAL: El reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye positivamente en las propiedades mecanicas del afirmado para base Lima 2021	REEMPLAZO PARCIALMENTE POR RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERAMICO	DOSIFICACION DE CERAMICO	0%	6% < Ev ≤ 10% Máximo individual 11%	
					5%		
					10%		
				DOSIFICACION DE PORCELANTO	15%		
					0%		
					5%		
				CERAMICO (Especificaciones tecnicas)	Resistencia a la Rotura (N)		Mín. 800 N
					Resistencia a la Flexión (N/mm2)		Mín. 18 N/mm2 Mínimo Individual 16 N/mm2
					Absorción de agua (%)		Ev ≤ 0,5% Máximo individual 0,6%
				PORCELANATO (Especificaciones tecnicas)	Resistencia a la Rotura (N)	Mín. 1300 N	
					Resistencia a la Flexión (N/mm2)	Mín. 35 N/mm2 Mínimo Individual 32 N/mm2	
					Requerimientos granulométricos para base granular	Manual MTC-EG-2013 - Tabla 403-01	
				AFIRMADO (Material Granular para capa base de cantera)	Valor Relativo de Soporte, BCR >40% (1), Maxima densidad Seca 100%, Penetracions de carga de 0.1(2.5mm)	MTC E 132, Norma ASTM(D18830), Norma AASHTO(T193)	
PROBLEMAS ESPECIFICOS:	OBJETIVOS ESPECIFICOS :	HIPOTESIS ESPECIFICAS:	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	ENSAYO	
¿En que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en la capacidad de soporte del afirmado para base Lima 2021?	Evaluar en que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en la capacidad de soporte del afirmado para base Lima 2021	El reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye positivamente en las capacidad de soporte del afirmado para base Lima 2021.	PROPIEDADES MECANICAS DEL AFIRMADO PARA BASE	MECANICAS	Valor Relativo de Soporte, CBR MTC E-132, AASHTO T 193, (Mínimo 80%)	CBR, Densidad seca maxima, optimo contenido de humedad)	
¿En que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en el esfuerzo cortante del afirmado para base Lima 2021?	Evaluar en que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en el esfuerzo cortante del afirmado para base Lima 2021	El reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye positivamente en el esfuerzo cortante del afirmado para base Lima 2021.			Angulo de friccion interna (0)	ENSAYO DE CORTE DIRECTO(CONSOLIDADO DE DRENADO) ASTM D-3080, AASHTO T236 (NP)	
¿En que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en el Limite liquido y Plastico del afirmado para base Lima 2021?	Evaluar en que medida el reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye en el Limite liquido y Plastico del afirmado para base Lima 2021	El reemplazo parcial por residuos de porcelanato y ceramico influye positivamente en el Limite liquido y Plastico del afirmado para base Lima 2021.			Limite Liquido MTC E-110, ASTM D-318, AASHTO T-18 (Maximo 25%)		ENSAYO ATTERBERG
			Limite Plastico MTC E-111(%), ASTM, AASHTO T-90 (Maximo 4%)				

Fichas técnicas de recolección de datos

ANEXONro 1 : Informe de laboratorio de proctor modificado

	INFORME PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1557 / ASTM D1883)	Código	C64042
		Versión	01
		Fecha	09-09-2021
		Página	1 de 1

PROYECTO	"DIFERENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL ASTEMADO PARA BASE AL REEMPLAZO PARCIALMENTE POR RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERAMICO LOMA NORTE 2021"	REGISTRO N°	MTL01 - LEM - 05 - 08
SOLICITANTE	ANTONIO RINOS BRAVO GERRANO	MUESTREADO POR	MATESTLAB S.A.C
UBICACIÓN DE PROYECTO	INSTALACIONES DE LABORATORIO MATESTLAB S.A.C.	ENSAYADO POR	S. CUEVA
MATERIAL	MATERIAL PROPI + IPS CERÁMICO	FECHA DE ENSAYO	18/09/2021
IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	MICROPS	TURNO	Diurno
BOMBAE / CALICATA	CANTERA BOMAÑA SAC	PROFUNDIDAD	1.00
N° DE MUESTRA	1E	HORAS	1.00
PROGRESIVA	1.00	DIAS	1.00
		GRUPO	1.00

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR						
ASTM D1557 / ASTM D1883						
		Volumen Mole		mm ³		
		Peso Mole		gr		
NÚMERO DE ENSAYOS						
Peso Pande + Mole	gr	11,295	11,315	11,463	11,450	
Peso Pande + Mole + Compactado	gr	4,706	4,816	4,963	4,960	
Peso Volumen + Humedo	gr	2,230	2,239	2,307	2,306	
Residuos Finos		D5	B7	J3	A7	
Peso de la Tara	gr	104,2	105,2	104,2	103,2	
Peso Pande + Mole + Tara	gr	783,5	810,4	839,5	775,4	
Peso Pande Tara + Tara	gr	740,0	763,8	783,2	728,5	
Peso del agua	gr	43,5	46,6	56,3	46,9	
Peso del suelo seco	gr	636	659	679	625	
Contenido de agua	%	6,8	7,1	8,3	7,5	
Densidad seca	gr/cc	2,087	2,091	2,131	2,145	
Densidad Máxima Teórica		2,182 gr/cc		Densidad Máxima Teórica		77 %

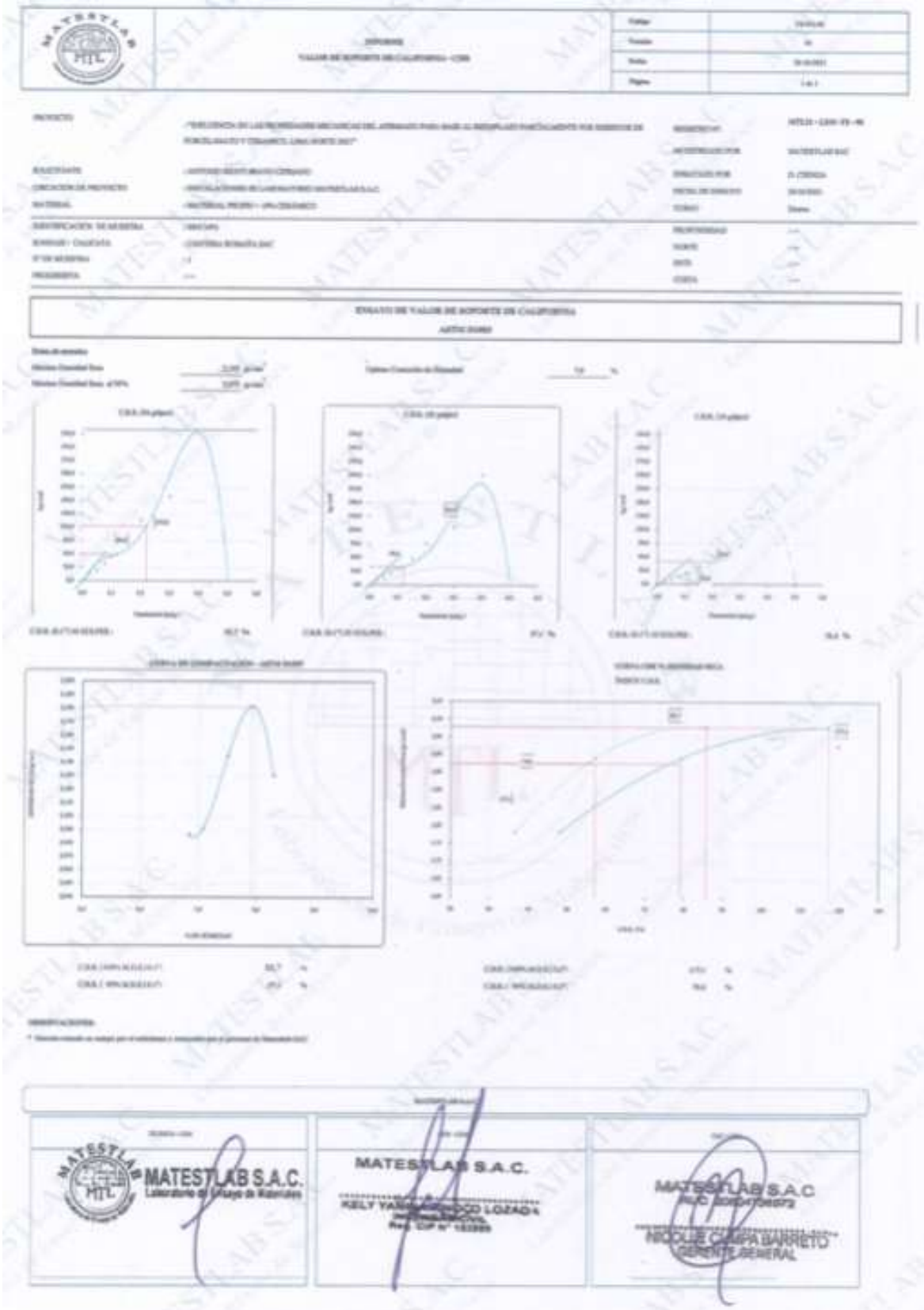


OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo por el solicitante y ensayada por el personal de Matestlab S.A.C

	MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 153999	MATESTLAB S.A.C. RUC 20501786572 NICOLE CLIFFA BARRETO GERENTE GENERAL
---	--	---	--

ANEXO Nro3 : Graficos de laboratorio de valor de soporte de california



ANEXONro 4 : Informe de Proctor Modificado Curva

	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE PROCTOR MODIFICADO CURVA	Fecha: _____ Hora: _____ Lugar: _____
	OBJETIVO: _____ MATERIALES: _____ EQUIPOS Y MATERIALES: _____ MÉTODOS: _____	INSTITUCIÓN: _____ LABORATORIO: _____ DIRECCIÓN: _____ DISEÑO: _____
	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA: _____ MUESTRA: _____ MUESTRA: _____ MUESTRA: _____	MUESTRA: _____ MUESTRA: _____ MUESTRA: _____ MUESTRA: _____
	RESUMEN DE RESULTADOS - PROCTOR MODIFICADO CURVA MUESTRA: _____	

	Muestra	Muestra			
		1	2	3	4
Moisture (%)	11.010	11.370	11.830	11.880	
Wet Weight (g)	4.811	4.718	5.002	5.281	
Dry Weight (g)	4.287	4.200	4.456	4.648	
Wet Volume (cm³)	19	19	19	19	
Dry Volume (cm³)	112.5	117.5	122.5	127.5	
Wet Weight / Volume (g/cm³)	253.2	248.3	263.3	278.0	
Dry Weight / Volume (g/cm³)	37.8	35.8	36.8	36.8	
Wet Density (g/cm³)	13.1	13.0	13.9	14.0	
Dry Density (g/cm³)	3.3	3.2	3.4	3.3	
Wet Density (g/cm³)	1.982	2.001	2.188	2.188	

--	--	--

ANEXO: Nro 5 : Informe de ensayo de granulometria

	ENCARGO ANALISIS GRANULOMÉTRICO		Cliente: J24-0040
			Unidad: 00
			Fecha: 04-10-2021
			Página: 1 de 1

"ESTE RESULTADO SE OBTIENE DEPENDIENDO DEL PROCEDIMIENTO DE ENSAYO, LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA, LA CALIDAD DE LOS EQUIPOS Y EL ESTADO DE LOS MATERIALES."
 MATESTLAB S.A.C. - 100% Capital Privado
 Dirección: Av. 28 de Julio 1000, Lima Norte, Perú
 Teléfono: 011-444-1111
 Email: info@matestlab.com

Muestra	MUESTRA No. 1				Muestra	MUESTRA No. 2			
	0.075	0.150	0.300	0.600		0.075	0.150	0.300	0.600
Muestra No. 1	Retenido	0	0	0	Retenido	0	0	0	
	Pasado	100	100	100	Pasado	100	100	100	
	% Pasado	100	100	100	% Pasado	100	100	100	
	% Retenido	0	0	0	% Retenido	0	0	0	
0.75	100	100	100	100	0.75	100	100	100	
1.18	100	100	100	100	1.18	100	100	100	
2.0	100	100	100	100	2.0	100	100	100	
4.75	100	100	100	100	4.75	100	100	100	
7.5	100	100	100	100	7.5	100	100	100	
15	100	100	100	100	15	100	100	100	
30	100	100	100	100	30	100	100	100	
60	100	100	100	100	60	100	100	100	
106	100	100	100	100	106	100	100	100	
200	100	100	100	100	200	100	100	100	
425	100	100	100	100	425	100	100	100	
850	100	100	100	100	850	100	100	100	
1600	100	100	100	100	1600	100	100	100	
3000	100	100	100	100	3000	100	100	100	
6000	100	100	100	100	6000	100	100	100	
12000	100	100	100	100	12000	100	100	100	



 <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Pruebas de Materiales</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. KELY TRINIDAD ROSCO LUJAN Ingeniera Civil Rég. CIP N° 131274</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2020123672 NICOLLE CHIRIBARRETO GERENTE GENERAL</p>
--	--	---

ANEXO Nro 6 : Informe de Corte Directo

	OBJETO ENSAYOS DE CORTE DIRECTO EN ASFALTO	Cliente:	Ubicación:
		Tipo de obra:	Fecha:
		Fecha de entrega:	Hoja:

INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:
INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:
INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:
INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:	INSTITUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN MECÁNICA DEL LABORATORIO:

RESUMEN DE RESULTADOS

Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm

RESUMEN DE RESULTADOS

Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm

RESUMEN DE RESULTADOS

Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm
Área de Corte	80	mm

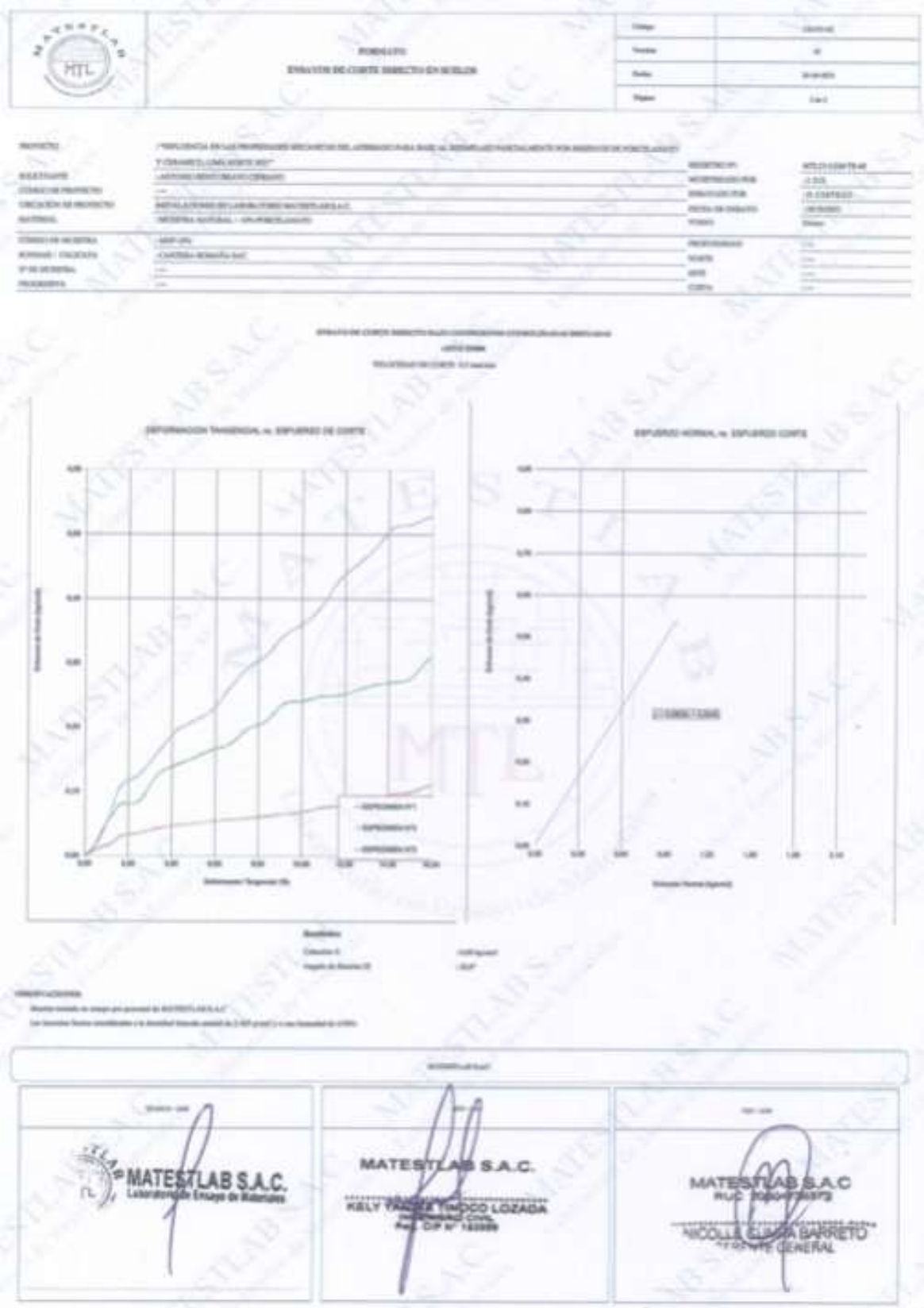
Deflexión (mm)	Deflexión (mm)	Deflexión (mm)
0.00	0.00	0.00
0.05	0.05	0.05
0.10	0.10	0.10
0.15	0.15	0.15
0.20	0.20	0.20
0.25	0.25	0.25
0.30	0.30	0.30
0.35	0.35	0.35
0.40	0.40	0.40
0.45	0.45	0.45
0.50	0.50	0.50
0.55	0.55	0.55
0.60	0.60	0.60
0.65	0.65	0.65
0.70	0.70	0.70
0.75	0.75	0.75
0.80	0.80	0.80
0.85	0.85	0.85
0.90	0.90	0.90
0.95	0.95	0.95
1.00	1.00	1.00
1.05	1.05	1.05
1.10	1.10	1.10
1.15	1.15	1.15
1.20	1.20	1.20
1.25	1.25	1.25
1.30	1.30	1.30
1.35	1.35	1.35
1.40	1.40	1.40
1.45	1.45	1.45
1.50	1.50	1.50
1.55	1.55	1.55
1.60	1.60	1.60
1.65	1.65	1.65
1.70	1.70	1.70
1.75	1.75	1.75
1.80	1.80	1.80
1.85	1.85	1.85
1.90	1.90	1.90
1.95	1.95	1.95
2.00	2.00	2.00
2.05	2.05	2.05
2.10	2.10	2.10
2.15	2.15	2.15
2.20	2.20	2.20
2.25	2.25	2.25
2.30	2.30	2.30
2.35	2.35	2.35
2.40	2.40	2.40
2.45	2.45	2.45
2.50	2.50	2.50
2.55	2.55	2.55
2.60	2.60	2.60
2.65	2.65	2.65
2.70	2.70	2.70
2.75	2.75	2.75
2.80	2.80	2.80
2.85	2.85	2.85
2.90	2.90	2.90
2.95	2.95	2.95
3.00	3.00	3.00
3.05	3.05	3.05
3.10	3.10	3.10
3.15	3.15	3.15
3.20	3.20	3.20
3.25	3.25	3.25
3.30	3.30	3.30
3.35	3.35	3.35
3.40	3.40	3.40
3.45	3.45	3.45
3.50	3.50	3.50
3.55	3.55	3.55
3.60	3.60	3.60
3.65	3.65	3.65
3.70	3.70	3.70
3.75	3.75	3.75
3.80	3.80	3.80
3.85	3.85	3.85
3.90	3.90	3.90
3.95	3.95	3.95
4.00	4.00	4.00
4.05	4.05	4.05
4.10	4.10	4.10
4.15	4.15	4.15
4.20	4.20	4.20
4.25	4.25	4.25
4.30	4.30	4.30
4.35	4.35	4.35
4.40	4.40	4.40
4.45	4.45	4.45
4.50	4.50	4.50
4.55	4.55	4.55
4.60	4.60	4.60
4.65	4.65	4.65
4.70	4.70	4.70
4.75	4.75	4.75
4.80	4.80	4.80
4.85	4.85	4.85
4.90	4.90	4.90
4.95	4.95	4.95
5.00	5.00	5.00
5.05	5.05	5.05
5.10	5.10	5.10
5.15	5.15	5.15
5.20	5.20	5.20
5.25	5.25	5.25
5.30	5.30	5.30
5.35	5.35	5.35
5.40	5.40	5.40
5.45	5.45	5.45
5.50	5.50	5.50
5.55	5.55	5.55
5.60	5.60	5.60
5.65	5.65	5.65
5.70	5.70	5.70
5.75	5.75	5.75
5.80	5.80	5.80
5.85	5.85	5.85
5.90	5.90	5.90
5.95	5.95	5.95
6.00	6.00	6.00
6.05	6.05	6.05
6.10	6.10	6.10
6.15	6.15	6.15
6.20	6.20	6.20
6.25	6.25	6.25
6.30	6.30	6.30
6.35	6.35	6.35
6.40	6.40	6.40
6.45	6.45	6.45
6.50	6.50	6.50
6.55	6.55	6.55
6.60	6.60	6.60
6.65	6.65	6.65
6.70	6.70	6.70
6.75	6.75	6.75
6.80	6.80	6.80
6.85	6.85	6.85
6.90	6.90	6.90
6.95	6.95	6.95
7.00	7.00	7.00
7.05	7.05	7.05
7.10	7.10	7.10
7.15	7.15	7.15
7.20	7.20	7.20
7.25	7.25	7.25
7.30	7.30	7.30
7.35	7.35	7.35
7.40	7.40	7.40
7.45	7.45	7.45
7.50	7.50	7.50
7.55	7.55	7.55
7.60	7.60	7.60
7.65	7.65	7.65
7.70	7.70	7.70
7.75	7.75	7.75
7.80	7.80	7.80
7.85	7.85	7.85
7.90	7.90	7.90
7.95	7.95	7.95
8.00	8.00	8.00
8.05	8.05	8.05
8.10	8.10	8.10
8.15	8.15	8.15
8.20	8.20	8.20
8.25	8.25	8.25
8.30	8.30	8.30
8.35	8.35	8.35
8.40	8.40	8.40
8.45	8.45	8.45
8.50	8.50	8.50
8.55	8.55	8.55
8.60	8.60	8.60
8.65	8.65	8.65
8.70	8.70	8.70
8.75	8.75	8.75
8.80	8.80	8.80
8.85	8.85	8.85
8.90	8.90	8.90
8.95	8.95	8.95
9.00	9.00	9.00
9.05	9.05	9.05
9.10	9.10	9.10
9.15	9.15	9.15
9.20	9.20	9.20
9.25	9.25	9.25
9.30	9.30	9.30
9.35	9.35	9.35
9.40	9.40	9.40
9.45	9.45	9.45
9.50	9.50	9.50
9.55	9.55	9.55
9.60	9.60	9.60
9.65	9.65	9.65
9.70	9.70	9.70
9.75	9.75	9.75
9.80	9.80	9.80
9.85	9.85	9.85
9.90	9.90	9.90
9.95	9.95	9.95
10.00	10.00	10.00

MATESTLAB S.A.C.
Laboratorio de Ensayos de Materiales

MATESTLAB S.A.C.
KELY YANIRA TINOCO LOZADA
Ingeniera Civil
RUC 2017153999

MATESTLAB S.A.C.
RUC 2007153975
NICOLLE CLIMPA BARRETO
Ingeniera General

ANEXO Nro 7 : Graficas de Corte Directo



ANEXO Nro9 : Ficha de recolección de datos



ANEXO:

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS: FICHA DE RECOLECCION DE INFORMACION DE INFORMACION Y DATOS

TITULO:

“INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL AFIRMADO PARA BASE AL REEMPLAZO PARCIALMENTE POR RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERAMICO, LIMA NORTE 2021

FECHA:

A. DATOS GENERALES

UBICACION GEOGRAFICA

PROVINCIA / DISTRITO

DATOS DE LABORATORIO DE SUELOS

DIRECCION

B. VARIABLE INDEPENDIENTE: RESIDUOS DE PORCELANATO Y CERAMICO

DIMENSION: DOSIFICACION

CUADRO DE RECOLECCION DE DATOS

RESIDUO DE PORCELANATO O	ENSAYOS A REALIZAR		
	% BCR	COMPACTACION	DESGASTE
0%			
5%			
10%			
15%			