



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Evaluación de una espuma fenólica como sistema de pavimento permeable como alternativa de mejora de la Av. Grau - Piura”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Pintado Alvarez, Leyner Arnold (orcid.org/0000-0002-2640-0948)

Yovera Ojeda, Maria Angelita (orcid.org/0000-0002-8679-8185)

ASESOR:

Ing. Sagastegui Plasencia, Fidel German (orcid.org/0000-0003-0836-0062)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis a Dios, porque a pesar de todas las veces que me he querido rendir él ha estado conmigo para darme sabiduría, salud y perseverancia para poder seguir luchando por el objetivo.

A mis padres Javier y Flor, quienes en el transcurso de estos años me han apoyado moralmente y económicamente, este logro no hubiese sido posible sin ellos. Son mi mayor orgullo.

A mis hermanas Carolina y mi pequeña Genesis, que ha sido mi compañía de desvelos en estos 5 años de estudio, y a mis sobrinos Maia y Bruno, que durante estos años de estudio llegaron a mi vida a llenarla de alegría.

Para ellos es esta dedicatoria de esta tesis, pues gracias a su apoyo y unión como familia me han permitido llegar hasta el final de este largo camino.

Dedico la presente tesis primeramente a Dios por brindarme salud inteligencia y haberme permitido lograr mis objetivos de corto y largo plazo así mismo a mis abuelos y padres Donato , María , Fermín y melva por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida y de estos 5 años de estudio por lo cual estoy muy orgulloso de ellos .

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por darme salud y permitirme tener a mi familia completa para disfrutar de ellos, gracias a mis padres por apoyarme en cada decisión y proyecto, gracias por el sacrificio en estos años para que yo pueda culminar la carrera.

Gracias a la universidad por haberme permitido formarme, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirectamente, gracias a todos ustedes quienes han sido los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por esta etapa universitaria.

A Dios por haberme guiado en el transcurso de estos años de estudio a mi familia por confiar en mí, a nuestros docentes por brindarnos su formación académica profesional y en especial a nuestro asesor Ing. Sagastegui Plasencia Fidel por su apoyo incondicional en todo el proceso de el desarrollo de nuestra tesis

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Contenidos.....	iv
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	1
III. METODOLOGÍA.....	5
3.1. Tipo y diseño de investigación	5
3.2. Variable y operacionalización.....	5
3.3. Población, muestra y muestreo.....	6
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos ..	7
3.5. Procedimientos	7
3.6. Método de análisis de datos.....	11
3.7. Aspectos éticos	11
IV. RESULTADOS	12
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	31
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Punto de Referencia de Toma de Muestra	8
Tabla 2	Parámetros de Calicatas para Estudio de Suelos	8
Tabla 3	Granulometría Muestra para Subbase	12
Tabla 4	Resultados de Granulometría en Muestra para Base	14
Tabla 5	Granulometría para Mezcla de Gravas y Arenas acopiada	16
Tabla 6	Muestras de Oasis Floral para ensayo a compresión en estado seco	19
Tabla 7	Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 8cm de espesor	20
Tabla 8	Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 5cm de espesor	21
Tabla 9	Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 2cm de espesor	22
Tabla 10	Muestras de Oasis Floral para ensayo a compresión en estado saturado	23
Tabla 11	Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral saturado por espesor	23
Tabla 12	Muestra para análisis del tiempo de secado	24
Tabla 13	Relación del Volumen tiempo de secado de muestras de Oasis Floral por espesor	25
Tabla 14	Desglose de aparatos y estudios para el levantamiento estructural..	31
Tabla 15	Recursos y Servicios.....	32
Tabla 16	Gastos en laboratorio.....	32
Tabla 17	Recursos, materiales y transporte.....	33
Tabla 18	Gastos Generales	33
Tabla 19	Cronograma	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación de Granulometría con Límites para el Tipo de Suelo ..	13
Figura 2 Comparación de Granulometría con Límites para el Tipo de Suelo de Base	15
Figura 3 Granulometría de Muestra de Mezcla entre Grava y Arena	17
Figura 4 Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 8cm	20
Figura 5 Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 5cm	21
Figura 6 Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 2cm	22
Figura 7 Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral saturado por cada espesor	24
Figura 8 Gráfico de relación muestras/tiempo de sacado del agua del Oasis Floral saturado	25

RESUMEN

En la actualidad se están dando un sinnúmero de innovaciones, en todos los campos de la tecnología, vivienda, arquitectura e ingeniería. Este es el caso de los pavimentos que forman parte importante de la infraestructura de las vías en Perú y que también están presentando nuevas tendencias para sus mejoras. En la investigación planteada se pretende mejorar las condiciones del drenaje de la Av. Grau de Piura. El objetivo de este es generar pavimentos que sean más sustentables y que permitan el drenaje rápido de las aguas de lluvia. Las espumas fenólicas se vienen estudiando como alternativa para mejorar las condiciones de drenajes de vías. Con el estudio de sus propiedades y características se pretende utilizar estos elementos e integrarlos a la estructura de pavimentos, con el propósito de hacerlos más permeables. Debido a que estas espumas presentan gran capacidad para el almacenaje de agua y resistencia a la deformación. Esto puede lograrse al incorporar estas espumas en la estructura del pavimento, entre la sub-base y la losa de concreto hidráulico.

Palabras clave: Pavimento, permeable, espuma, fenólica, drenaje

ABSTRACT

Currently, countless innovations are taking place in all fields of technology, housing, architecture and engineering. This is the case of the pavements that form an important part of the road infrastructure in Peru and that are also presenting new trends for their improvements. The proposed research aims to improve the drainage conditions of Av. Grau de Piura. The objective of this is to generate pavements that are more sustainable and that allow rapid drainage of rainwater. Phenolic foams are being studied as an alternative to improve road drainage conditions. By studying their properties and characteristics, the aim is to use these elements and integrate them into the pavement structure, with the purpose of making them more permeable. Because these foams have a great capacity for water storage and resistance to deformation. This can be achieved by incorporating these foams into the pavement structure, between the subbase and the hydraulic concrete slab.

Keywords: Pavement, permeable, foam, phenolic, drainage

I. INTRODUCCIÓN

Los nuevos desafíos que trae consigo el cambio climático de manera global viene acompañado con un sin número de inundaciones catastróficas hasta en un 47% alrededor de los diferentes países y ciudades del mundo. En el contexto social el desarrollo de la superficie terrestre está sujeta proporcionalmente con la vegetación, impermeabilización de vías entre otros. Que influyen directamente en los diferentes factores que trae consigo la naturaleza como es los cambios de temperaturas, las precipitaciones, escorrentías, infiltraciones, evaporaciones, inundaciones que sufren los diferentes tipos de pavimentos ocasionado por problemas de lluvias a falta de un buen drenaje pluvial del pavimento por donde el agua tenga una escorrentía que facilite un desfogue de salida donde pueda drenar el pavimento es por ello que es importante la implementación de pavimentos permeables como es el caso de la utilización de la OASIS FLORAL que es un sistema de alta absorción de almacenamiento de aguas pluviales hasta en un 100% en la sub rasante lo cual funciona como un geotextil convencional o incluso mejor para que nuestros pavimentos tengan más años de vida útil en el tiempo de uso. El ciclo hidrológico del agua explica la metodología de procesos hidrológicos sobre y debajo de la superficie de la tierra que atraviesan aspectos físicos (NASA), es por ello que ante este recaudo se están buscando maneras de solución para que los pavimentos no se dañen mediante los ciclos o temporadas altas de lluvias ya que frente a esta necesidad se han implementado impermeabilizaciones en los pavimentos como un sistema de barrera de aguas pluviales. Por otra parte, el sistema de drenajes urbanísticos sustentables y la implementación de oasis floral como un mecanismo alternativo de drenaje de aguas de lluvia en el pavimento cuenta con un método innovador permeable por contar con capas altamente porosas lo cual permite que una capa de 2cm frente a intensidades lluvias de 100mm/h a 563mm/h pueda retener hasta un 40% de agua en cuestión de segundos pero para la retención de aguas a un 100% es necesario que utilicen un software que calcule el grosor de la capa porosa adecuada y así pueda almacenar las aguas hasta un 100% por otro lado han identificado que el aumento de 1cm de espesor de oasis floral aumenta su capacidad de retención de aguas pluviales hasta en un 37% lo que facilita las infiltraciones de drenado en el subsuelo y a la vez juegan un rol de mucha

importancia con el medio ambiente ya que estas aguas pluviales pueden reutilizarse, pero teniendo en cuenta que no sean aptas para el consumo humano, pero si para otras actividades, con este enfoque podríamos tener un sistema estético y sostenible en el ámbito de aguas pluviales (1). La infraestructura vial en Perú, se presenta con mucha importancia, debido a que esta red de carreteras es vital para el tránsito fluido a todas las ciudades de este país desde las más grandes hasta los pueblos más pequeños trayendo consigo una serie de beneficios en la parte social, económica porque gracias a ello nuestra sociedad puede acceder a las necesidades básicas como es la educación, trabajo y salud. Sin embargo, no todas las ciudades cuentan con un buen estado de drenaje pluvial vial ya que el sistema pluvial en nuestro país es pésimo y está en malas condiciones trayendo consigo fallas en los materiales con un porcentaje demasiado alto en el desprendimiento del material ya que esto se vuelve un caos, para los transportistas, para los comerciantes y sociedad en general que recae ocasionando un índice de pobreza en los diferentes servicios básicos donde se deduce que las vías de nuestro país es un aspecto relevante en el desarrollo del mismo (2). La avenida Grau es una de las vías que se encuentra con un deterioro de malas condiciones ya que son numerosos problemas recurrentes en el pavimento flexible proporcionalmente ocasionadas con problemas de lluvias por falta de un buen drenaje pluvial del pavimento por donde el agua tenga una escorrentía que facilite una filtración de absorción de aguas pluviales. Frente a este problema recae en las inundaciones en los huecos, desgastes, fisuras, deformaciones, pérdida de capa estructural en el pavimento, entre otros factores asociados a diferentes causas como es el mal cálculo estructural del pavimento, la falta de impermeabilizantes filtrantes en la capa estructural, los malos procesos constructivos, la falta de mantenimiento que a raíz de todo el tránsito para la sociedad se ha vuelto un caos llegando al punto de ocasionar accidentes y afectar a la parte social, cultural, económica y al medio ambiente. En este sentido se formalizo de manera general de esta investigación la siguiente cuestión: ¿Cómo puede funcionar el sistema de espuma de OASIS FLORAL utilizado como alternativa de método para pavimentos permeables (PPS) en la mejora del drenaje la Av. Grau de Piura?, también se planteó de manera específica: ¿Cuáles son los estudios básicos de ingeniería, necesarios

en la evaluación de una espuma fenólica como alternativa al sistema de pavimento permeable en la Av. Grau de Piura?, ¿Cuál es la capacidad de infiltración que presenta una espuma fenólica dentro del sistema de pavimento permeable en la Av. Grau de Piura?, ¿Cuál es el comportamiento en la resistencia mecánica de la una espuma fenólica como alternativa de mejora en la Av. Grau de Piura?. Justificación teórica: El pavimento permeable es esencial en el diseño de infraestructuras urbanas sostenibles, ya que permiten que el agua de lluvia pueda infiltrar por el suelo debajo de las capas de rodaduras, lo que disminuye la probabilidad de que se produzcan inundaciones. Además, su justificación práctica: se da cuando se enfrentan desafíos cada vez mayores debido al rápido crecimiento urbano y el cambio climático, lo que ha aumentado la necesidad de soluciones de infraestructura que mitiguen los problemas relacionados con inundaciones y escorrentía superficial. El uso de pavimento permeable es una estrategia efectiva, ya que reduce la erosión del suelo, previene la contaminación del agua y supera los obstáculos del drenaje urbano. Donde, la justificación metodológica: Se debe generar un estudio evaluando de manera específicas las propiedades de resistencia mecánica, física e hidráulicas en esta espuma fenólica, lo que hace es crucial en este estudio. Para lograrlo, se llevarán a cabo rigurosas pruebas de laboratorio que permitirán determinar con precisión la capacidad de infiltración, resistencia y permeabilidad al agua de la espuma fenólica. Es por ello que se planteó el siguiente objetivo general de esta investigación: Evaluar el desempeño de la espuma fenólica como alternativa del sistema de pavimento permeable para la mejora en la Av. Grau de Piura, también se planteó los objetivos específicos: determinar la clasificación del suelo tanto en la sub base como en la base para el sistema de pavimento permeable en la mejora en la Av. Grau de Piura. Determinar el comportamiento de la resistencia mecánica de la espuma fenólica como alternativa para el sistema de pavimento permeable en la mejora de la Av. Grau de Piura. Evaluar el tiempo de secado de la espuma fenólica como alternativa agregada al sistema de pavimento permeable para la mejora del drenaje en la Av. Grau de Piura. La hipótesis general del desarrollo de este proyecto de investigación es la implementación del oasis floral foam funciona como un sistema de pavimento

permeable para el control de aguas pluviales como mejora de la av. Grau de Piura.

La espuma fenólica demostrará un desempeño efectivo y viable como material para pavimento permeable en infraestructuras urbanas sostenibles, al presentar propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas adecuadas, una capacidad de infiltración de agua competitiva y una resistencia mecánica y durabilidad satisfactorias.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel Internacional:

De acuerdo al artículo original, "Efectos de la longitud y la carga de la fibra de bambú sobre las propiedades mecánicas, térmicas y de pulverización de los compuestos de espuma fenólica", se generaron como objetivo desarrollar un nuevo refuerzo para aumentar las propiedades mecánicas de las espumas fenólicas introduciéndole fibras de bambú para ello realizaron bastantes análisis como la conductividad térmica de las (PF) lo cual hicieron un suministro de fibras de bambú de dimensiones de longitud = 1mm -3mm para ello realizaron una mezcla de espumas fenólica con las fibras de bambú, luego midieron la resistencia a la compresión y flexión de los (PF) mediante una máquina de prueba universal DXLL-5000 de acuerdo con GB/T 8813-2008 cada muestra utilizada para la prueba fue de 50mmx50mmx50mm (para los esfuerzos a la compresión) y para la esfuerzos a la flexión fue de 350mmx100mmx25mm lo cuales probaron 5 muestras tanto de compresión como de flexión . concluyendo que la espuma de bambú se reforzó con un 1.5% en peso y 2.5% en fibra de bambú la resistencia a la compresión y flexión aumentaron en un 13.59% - 26.21% por lo tanto la máxima resistencia a la compresión fue de 130kp. (3)

Según el artículo titulado "Espumas fenólicas: revisión de propiedades mecánicas, resistencia al fuego y nuevas tendencias en sustitución de fenoles" como objetivo tuvieron ofrecer una síntesis exhaustiva de los estudios de la literatura de las espumas fenólicas (PF) ya que para ello investigaron acerca de las espumas fenólicas desde la síntesis de la resina hasta los procesos de producción y curado de la resina donde llegaron a concluir en que las (PF) presentan parámetros característicos mecánicos como la fuerza al aplastamiento y a la deformación, baja inflamabilidad, lo cual los con llevo a que pueden disminuir propiedades frente al fuego. (4)

La investigación “Optimización del Desempeño Hidráulico De Los Sistema de Pavimento Permeable: Nuevos Materiales Como Sistema de Barrera /Tratamiento de Agua” tuvo como objetivo evaluar el potencial de la espuma fenólica OASIS como sistema de barrera pluvial, lo cual para realizar utilizaron siete equipos en un laboratorio lo cual tenían un sistema de 3 diseños de pavimentos permeables que funcionaban como un tratamiento de control de sistema de barrera pluvial , para ello se midió el flujo con las lluvias más altas aplicando tres comparaciones la primera el OASIS con una retención de agua del 40% para una lluvia de 45mm/h en el segundo inbitex con un 27% de retención de agua para una lluvia de 45mm/h , control con un 16% de retención de agua para una lluvia de 45mm/h llegando a una conclusión que el AOSIS floral fue el que obtuvo el mayor porcentaje de retención de aguas pluviales. (5)

El artículo de investigación titulado “efectos de la espuma fenólica oasis en el comportamiento hidráulico de sistemas de pavimentos permeables”. Tuvo como objetivo utilizar un método de desalajo de aguas sostenible (SUDS) como un método de pavimento permeable (PPS) utilizando el oasis floral para que minimicen los riesgos de inundación. Este artículo fue de manera experimental y en su muestra utilizaron espesores de material OASIS como de 1.3 cm y 2cm bajo intensidades de lluvia de 100mm/h , 200mm/h y 563mm/h y con capas de sub- base de 250mm,base de 50mm, y adoquín de 100mm lo cual realizaron el ensayo tres veces para cada intensidad de lluvia donde para 100mm/h su infiltración se dio a los 110 segundos y para una intensidad de lluvia de 563mm/h se dio a los 40 segundos por ende llegaron a la conclusión que para determinar el grosor optimo del material OASIS tuvieron que utilizar un programa de aplicación computarizada que determino el grosor acto para retener el 100% de aguas pluviales. (6)

La espuma fenólica, se ve reflejada en la tesis titulada “elaboración y caracterización de una espuma para el desarrollo e implementación de un proceso sustentable” Tubo como propósito la elaboración de una espuma para el empleo del desarrollo ambiental lo cual entre estos se ha implementado el uso de espumas fenólicas por contar con una buena retención de humedad y de generar un desarrollo sostenible en el ámbito ambiental , la muestra fue comprendida para la agricultura ya que es una de las actividades que ocupa un porcentaje de agua alto

a nivel del mundo , la elaboración de espumas fenólicas asido elaborada atreves de una reacción entre fenol y formaldehido ya que gracias a esto se logró elaborar una espuma con un soporte de aireación y absorción de humedad hasta en un 15 % que influye positivamente en el rol agrario y del medio ambiente. (7)

Por otro lado, también se habla de espumas fenólicas, en la investigación denominada “Evaluación de surfactantes en la preparación de espumas fenólicas”. Donde el objetivo era determinar una composición dada en cada espuma fenólica, ya que las espumas fenólicas son una clase de espumas poliméricas que abarcan áreas extensas como el aislamiento térmico y acústico puesto presentan una formulación de componentes humectantes, que favorecen la absorción del agua frente a ello se realizaron ensayos de la mezcla de ácido donde determinaron la formulación de espumas siendo las más densa con un valor de 22.56 kg/cm³ que manifestó contar con sistema absorbente en el ámbito de drenaje pluvial. (8)

Drenaje pluvial, según el artículo sobre el “drenaje pluvial sostenible una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora”, dentro de su objetivo, pudieron establecer un método de drenaje de aguas de lluvia, en la universidad Sonora para lo cual se realizó un estudio de estadísticas de pluviosidad máxima diaria y caudal , obtenidos como características de análisis de aguas pluviales, en el interior de dicha casa de estudio superior , para ello identificaron las cuencas que aportan las aguas sobre el campus, utilizando niveles topográficos en su área perimetral donde obtuvieron precipitaciones máximas utilizando la fórmula general del cálculo de la precipitación máxima diaria uno de sus rangos más altos fue 121.7 mm en un día, también obtuvieron un caudal máximo de 1.25 m³/s donde llegaron a la conclusión que el agua pluvial en su escurrimiento fue necesario dividir ciertas superficies con fines de que el agua drene hacia la zona urbana o se infiltre en la superficie del terreno. (9)

Inundaciones, para la investigación “Influencia de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el Diseño de Colectores y en el Riesgo de Inundación” tuvieron como objetivo: Minimizar los efectos negativos que provocan las inundaciones a través con la sedimentación de arrastre de materiales. La zona de estudio de esta investigación fue de 500 km² (8 cuencas) para lo cual comenzaron

con el estudio granulométrico donde obtuvieron el 45% de limos y arcillas, 45% de arena, 10% de grava, los cálculos fueron ejecutados con el uso de un programa computarizado, basado en una ecuación en movimiento, rillErosionMOdelling (REMO) que erosiona y transporta los sedimentos, SWAT permite el cálculo de los productos y fragmentos que son arrastrados, MATLAB calcula el % de lluvia neta. donde llegaron a la conclusión que para una lluvia de 20mm en el 2019 y un volumen de sedimentación en cada cuenca anual de 0.13t/ha/año se obtuvo un arrastre de material de reducción en erosión superiores al 90% en cada cuenca. (10)

Pavimento permeable, se expresa en el artículo "Diseño de Pavimentos Permeables en España: Situación Actual y Necesidades Futuras", donde destacaron y analizaron, diferentes referencias a nivel internacional y nacional, que tienen mayor importancia para el diseño de pavimentos permeables. Este artículo fue de manera descriptiva, donde utilizaron diferentes fuentes confiables que les permitió inducir que los procesos de tratamientos en los pavimentos permeables son la filtración, absorción, biodegradación, sedimentación. Esta estructura de percolación de agua de lluvia permite la retención temporal por debajo capas superiores, siendo posteriormente descargadas al suelo o a una red de drenaje. Adicionalmente pueden ir acompañadas de tuberías de drenaje, geo sintético, geotextiles, geo-membranas, con función de impermeabilización, por identificando que, al incorporar materiales reactantes, como el fango, permite reducir las trazas de fosforo presentes en un 33% y fosfatos en un 55% en el agua de escurrir y se filtra, puesto que el agua que es almacenada puede ser reutilizada. Llegando a la conclusión que los pavimentos permeables se constituyen en uno de los métodos sustentables, más completos en todo el mundo. (11)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación y su enfoque: La investigación se basó presenta una manera de enfocarse de manera cuantitativa, donde se serán determinados y medidos los datos mediante, en análisis estadísticos, comparación con referencias y la formulación de hipótesis que permitan verificar que la variable del oasis floral, funciona como sistema alternativo para el pavimento permeable.

El diseño de la investigación: Esta investigación presenta un diseño de tipo experimental. Se centrará en todos los procesos de investigaciones basadas en ensayos de laboratorio, y una secuencia de normativas que se rijan al estudio de suelos como es la norma e 050 de suelos, la CE.010 de pavimentos urbanos entre otras normativas que respalden los ensayos de laboratorio, así como la manipulación del elemento de OASIS FLORAL.

Alcance de la investigación: Obedece a la investigación con un alcance descriptivo, de tipo cuasi experimental, lo cual conlleva en poner a prueba una hipótesis manipulada al menos por una variable independiente.

3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente: oasis floral como sistema de pavimento permeable

Definición conceptual: el oasis floral como sistema de pavimento permeable está conformado por materiales como resina fenólica, pentano, polisorbato 60, polisorbato 80, humectante Sumitomo, polietilenglicol 200, mezcla de ácidos, agua, propilenglicol, ácido fosfórico en un 85%, asido fenol sulfónico en un 67% entre (otros) (12)

Definición operacional: definir la cantidad de material exacto que se va a utilizar en cada pieza de oasis floral para sus respectivos ensayos de laboratorio

Magnitud: medir los porcentajes de filtración y almacenamiento de agua del oasis floral como sistema de pavimento permeable para el control de aguas de lluvia y a la vez medir la capacidad de resistir tanto la compresión como la deformación, al buscar las propiedades mecánicas al oasis floral para una mejor resistencia.

Indicador: el indicador principal es el porcentaje de filtración y almacenamiento de agua en cada pieza de espuma fenólica para un buen drenado en el pavimento.

Grado de medición: razón

Variable dependiente: oasis floral como respuesta hidrológica

Definición conceptual: la respuesta hidrológica puede presentar altas cantidades de porcentajes de filtración y almacenamiento de agua en los respectivos ensayos de laboratorio para cada pieza de oasis floral

Descripción operacional: especificar las propiedades mecánicas tanto a la compresión como la flexión y a la vez su respuesta hidráulica lo cual especifiquen su porcentaje de filtración y almacenaje de agua

Magnitud: medir los porcentajes en cuanto a la filtración y almacenaje de agua en cada pieza de oasis floral

Indicador: el porcentaje de cada pieza de oasis floral como respuesta hidrológica.

Grado de medición: razón

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población: Es un grupo ordenado de componentes que tienen dentro sus cualidades presentar características comunes, las cuales pueden ser analizadas reforzando los resultados y las conclusiones de las investigaciones.

La población tomada para los estudios de este trabajo de investigación será la Av. Grau de Piura.

Muestra: parte de la población a estudiar por la cual es un sub conjunto que se sustrae del mismo para lo cual se evaluara algunos tramos de la avenida Grau y a la vez se tomara el porcentaje de filtración de almacenamiento de agua en algunas piezas de oasis floral en esos tramos.

Muestreo: Es la manera de cómo se tomarán las muestras. En esta investigación se realizará de manera aleatoria.

Unidad de Análisis: Esta es una estructura categórica que permite responder preguntas formuladas para problemas prácticos y preguntas de investigación, con este aspecto, en este caso de análisis será la Av. Grau – Piura.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos

Para la recolección de los datos se utilizará, la observación directa y planillas de toma de muestra para los suelos y elementos de estudio, tanto del pavimento presente en la Av. Grau de Piura, como de la espuma fenólica Oasis Floral.

Con estas planillas se podrá llevar un control de los puntos donde se evaluó, además del impacto que tiene el FEN sobre los habitantes de la Av. Grau - Piura. Con esto, se podrá también realizar un análisis de las características y las propiedades del Oasis Floral como elemento innovador en la construcción de pavimentos.

3.5. Procedimientos

El desarrollo de nuestro proyecto de investigación se inició con la extracción de material de la cantera Tingo para lo cual se dio inicio con los objetivos planteados, los cuales se ejecutaron de la siguiente manera.

Tabla 1

Punto de Referencia de Toma de Muestra

Tramo	Cantera
03	TINGO Km: 124 + 800

Fuente: Yobera M. y Pintado L. (2023)

Fase de campo

Clasificación en suelo (calicatas)

La fase actual se dio inicio con la visita y aprobación del tramo de investigación ubicado en la avenida Grau del departamento de Piura – que emana desde el aa.hh Villa Hermosa – hasta la Catedral de Piura con un total de 7.589.33 metros aproximadamente según *Google Earth*.

Tabla 2

Parámetros de Calicatas

Profundidad	1,5 mts
Dimensiones	1,2x1,10 mts
Margen de Vía	Izquierdo

Fuente: Yobera M. y Pintado L. (2023)

Imagen 1

Calicatas Excavadas



Fuente: Yovera M. y Pintado L. (2023)

Ensayos de laboratorio:

Estudio granulométrico (%): De acuerdo con lo establecido, se realizó el ensayo de análisis granulométrico por tamizado del cual se obtuvo el tamaño que presentan las

partículas del suelo extraído de la cantera Tingo. (13)

Procedimiento: lo primero que se hizo fue traer el material de la cantera tingo. Una vez recolectado y transportado el material, se procedió cuartearlo en 4 partes iguales luego de eso procedimos a pesarlo en una abalanza en ese estado húmedo una vez pesado, se procedió al lavado de las muestras, en la malla o tamiz N° 200 una vez lavado, se procedió a secarlo en este caso mediante una fogata de cocina de gas para luego pasarlo por los tamices respectivamente desde la malla o tamiz N° 4 hasta la 200

Peso unitario: Se empezó con el secado de la muestra equivalente al molde de peso unitario para realizarlo por los dos métodos (suelto y compactado), se prosiguió con el vaciado de material al molde divididos por tres capas, lo cual en el suelto solo se echó el material dividido en tres capas y en el compactado se realizaron 25 golpes con la varilla de concreto por cada capa.

Equivalente de arena: Se cuarteo un pequeña muestra de material pasante del tamiz N° 4, este se secó en la cocina y se pesó un total de tres de 110 gramos para así echarlo a la probeta del ensayo de equivalente de arena, para lo cual se llenaron cuatro pulgadas de agua con solución para proseguir con el echado de material moviéndolos por 1.5 minutos dando 90 siglos; se esperó un total de 10 minutos y se llenó la probeta de equivalente de arena con agua más solución stok, una vez terminado este procedimiento es esperó un total de 20 minutos para medir y calcular el porcentaje de suciedad de material.

Se realizó la operación de, $\% \text{ arena} / \% \text{ arcilla} \times 100$ (tomando en cuenta que se redondea a un número entero)

Humedad: se pesó una cierta cantidad de material húmedo luego al horno una temperatura de un horno de 110grados después de 24 horas se sacó para determinar el peso en estado seco lo cual utilizamos la siguiente formula peso húmedo – peso seco / peso seco x 100

Límites de arena:

Determinación del límite líquido y plástico: colocar una porción de suelo preparado tomando en cuenta que será pasado por el tamiza N° 40 luego se utilizó el acanalador para dividir la muestra contenida en la copa haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo luego se verificó, que no existan restos del suelo por debajo de la

copa. levantando y soltando la copa girando el manubrio a una velocidad de 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades del suelo estén en contacto en la base de la ranura a una longitud de 13 mm (½ pulg.) (14)

Proctor modificado:

Se realizó el ensayo utilizando el método “C”, utilizando un molde de 6 pulg. de diámetro en seguida una balanza de 30 kg, un martillo de 10 lb (4.54 kg), tamices. Primero se calibro el molde tomándole sus medidas correspondientes para obtener el volumen y el peso del molde para lo cual hicimos fue humedecer el material de un día para otro en un 2% de agua mezclándolo homogéneamente para homenizarlo manualmente luego lo metemos al molde para compactar las 5 capas con el martillo dándole 56 goles a cada capa para luego enrasarlo a nivel del molde para luego limpiar todas sus partes del molde para que no quede ningún material suelto luego lo pesamos para determinar el peso compactado en el molde para luego sacarle su % humedad del suelo compactado. (14)

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados obtenidos serán analizados, comparando los valores obtenidos en los ensayos de laboratorio, con los establecidos en las tablas para diseños, tanto de la clasificación ASSTHO como del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S). Para el análisis de las espumas fenólicas, se usarán las propiedades de las mismas estipuladas por los fabricantes de las mismas, una vez sometidas a los esfuerzos de cargas, a hidratación y al secado controlado.

3.7. Aspectos éticos

La ejecución de este trabajo, que se realizó es el producto de las revisiones e investigaciones, de los autores, debido a que en donde se aplica no se ha realizado estudios ni se han obtenido resultados, sobre el tema desarrollado. Cabe destacar que la información fue recabada con la documentación de trabajos de grados, artículos de revistas, artículos científicos, entre otros. manteniendo el respeto por los derechos del autor, autenticidad y procedencia.

IV.RESULTADOS

Después de realizar los ensayos y pruebas de laboratorio pertinentes para el procesamiento de los datos, se tienen como resultados los siguientes;

Objetivo N°1 Determinar la clasificación del suelo tanto en la sub base como en la base para el sistema de pavimento permeable en la mejora en la Av. Grau de Piura.

Los resultados obtenidos para la Subbase fueron los siguientes:

Tabla 3

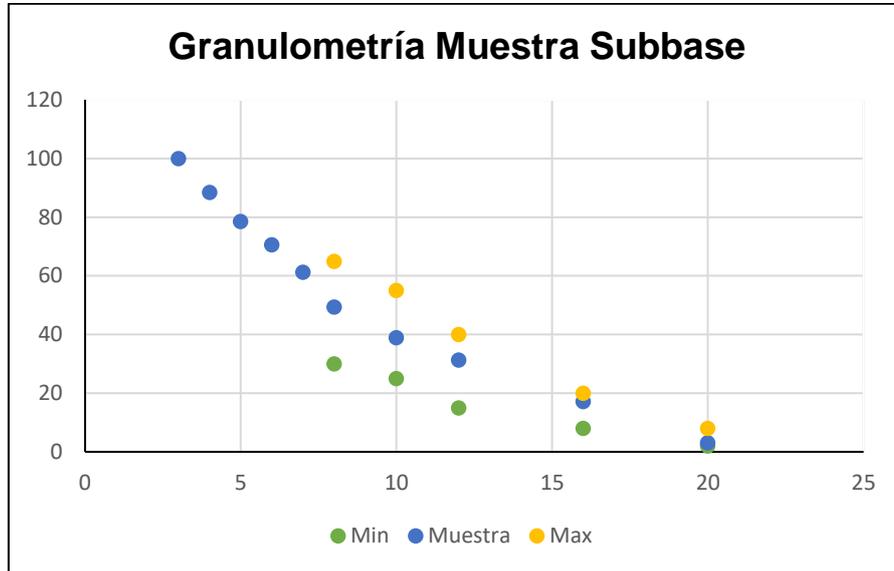
Granulometría Muestra para Subbase

Tamiz	Min	Muestra	Max
3''			
2 1/2''			
2''		100	
1 1/2''		88,5	
1''		78,6	
3/4''		70,6	
1/2''		61,2	
3/8''	30	49,4	65
1/4''			
N°4	25	38,9	55
N°8			
N°10	15	31,3	40
N°16			
N°20			
N°30			
N°40	8	17,2	20
N°50			
N°80			
N°100			
N°200	2	3,1	8
<N°200			

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 1

Comparación de Granulometría con Límites para el Tipo de Suelo



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Para la subbase ; los ensayos permitieron conocer que el suelo de donde fue tomada la muestra, presenta características de acuerdo a su granulometría y a la clasificación de la AASTHO, es un suelo A-1-a (0), determinado como un suelo excelente para la conformación de subbase.

Por otro lado, el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), permite determinar que la muestra es un material Gravoso, GP más específicamente se clasifica como un suelo, como una grava pobremente gradada con arena.

$$\begin{aligned} R_4 &= 100 - F_4 \\ R_4 &= 100 - 38,9 \\ R_4 &= 61,6\% \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} \frac{R_4}{R_{200}} &= \frac{61,6}{100} \\ \frac{R_4}{R_{200}} &= 0,61 > 0,5 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} R_{200} &= 100 - F_{200} \\ R_{200} &= 100 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} SF &= 100 - GF \\ SF &= 100 - 61,6 \\ SF &= 38,9\% \end{aligned}$$

El material correspondiente para la subbase no es un material granular limoso, lo que afecta en su permeabilidad, ya que es más permeable que el material que se busca, para esta parte del pavimento.

Para la base, se analizó una muestra de material; y presento la siguiente granulometría

Tabla 4

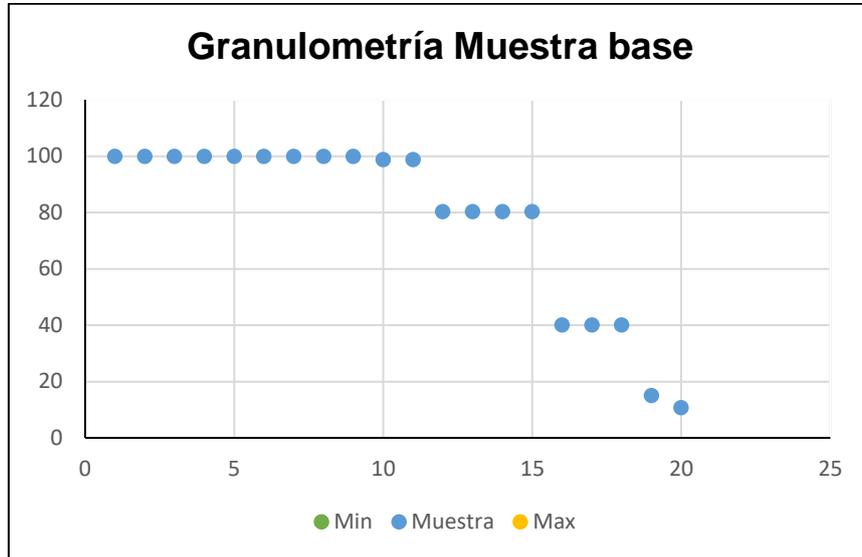
Resultados de Granulometría en Muestra para Base

Tamiz	Min	Muestra	Max
3''		100	
2 1/2''		100	
2''		100	
1 1/2''		100	
1''		100	
3/4''		100	
1/2''		100	
3/8''		100	
1/4''		100	
N°4		98,8	
N°8		98,8	
N°10		80,4	
N°16		80,4	
N°20		80,4	
N°30		80,4	
N°40		40,1	
N°50		40,1	
N°80		40,1	
N°100		15,1	
N°200		10,8	
<N°200			

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 2

Comparación de Granulometría con Límites para el Tipo de Suelo de Base



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

$$GI = (F_{200} - 35)[0,2 + 0,05(LL - 40)] + 0,01(F_{200} - 15)(PI - 10)$$

$$GI = (10,8 - 35)[0,2 + 0,05(0 - 40)] + 0,01(10,8 - 15)(0 - 10)$$

$$GI = (-24,2)(-1,8) + 0,01(-4,2)(-10)$$

$$GI = 43,56 + 0,42$$

$$GI = 43,98$$

$$GI \approx 44$$

De acuerdo a la clasificación ASSTHO, el material corresponde a un material granular A-1-b(44), caracterizado como un material excelente, para conformación de base.

$$\begin{aligned}
 R_4 &= 100 - F_4 \\
 R_4 &= 100 - 98,8 \\
 R_4 &= 1,2\% \\
 \\
 R_{200} &= 100 - 89,2 \\
 R_{200} &= 10,8\% \\
 \\
 \frac{R_4}{R_{200}} &= \frac{1,2}{100} \\
 \frac{R_4}{R_{200}} &= 0,12 < 0,5 \\
 SF &= 100 - GF \\
 SF &= 100 - 1,2 \\
 SF &= 98,8\%
 \end{aligned}$$

De acuerdo a la clasificación del S.U.C.S, el suelo analizado en la muestra corresponde a un suelo del Tipo SP-SM, como $SF \geq 15\%$, es un suelo arenoso pobremente gradado con limo y grava.

Para una muestra compuesta por una mezcla de grava y arena

Tabla 5

Granulometría para Mezcla de Gravas y Arenas acopiada

Tamiz	Min	Muestra	Max
3''		100	
2 1/2''		100	
2''		100	
1 1/2''	100	96,5	100
1''		86,1	
3/4''		69,4	
1/2''		56,3	
3/8''	30	47,9	65
1/4''			
N°4	25	41,3	55
N°8			
N°10	15	33,1	40
N°16			
N°20			
N°30			
N°40	4	14,2	20
N°50			
N°80			

N°100		5,4	
N°200	2	3,5	8
<N°200			

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

$$GI = (F_{200} - 35)[0,2 + 0,05(LL - 40)] + 0,01(F_{200} - 15)(PI - 10)$$

$$GI = (3,5 - 35)[0,2 + 0,05(0 - 40)] + 0,01(3,5 - 15)(0 - 10)$$

$$GI = (-31,5)(-1,8) + 1,15$$

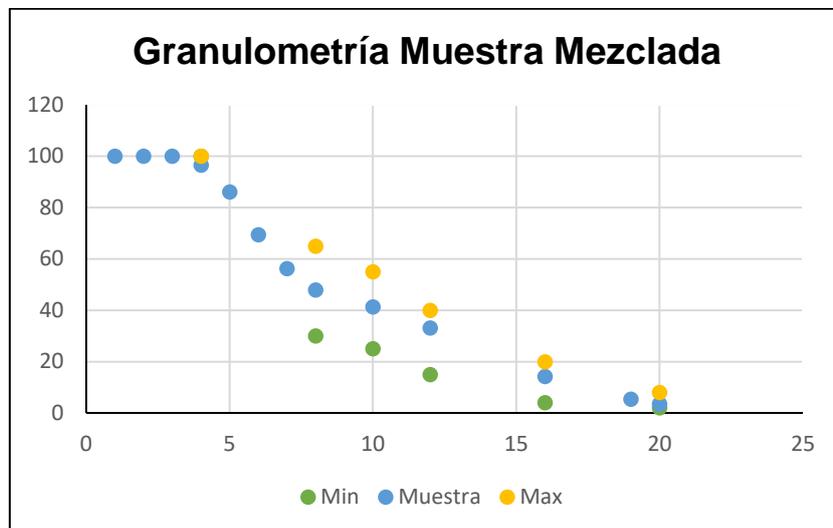
$$GI = 57,85$$

$$GI \approx 58$$

La muestra analizada permitió clasificarla como, ASSTHO; A-1-a (58), como fragmentos de roca, grava y arena.

Figura 3

Granulometría de Muestra de Mezcla entre Grava y Arena



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

De acuerdo a la clasificación del S.U.C.S, la muestra cumple con las siguientes características;

$$R_4 = 100 - F_4$$

$$R_4 = 100 - 41,3$$

$$R_4 = 58,7\%$$

$$R_{200} = 100 - 3,5$$

$$R_{200} = 96,5\%$$

$$\frac{R_4}{R_{200}} = \frac{96,5}{100}$$

$$\frac{R_4}{R_{200}} = 0,96 > 0,5$$

$$SF = 100 - GF$$

$$SF = 100 - 58,7$$

$$SF = 41,3\%$$

Se trata de un material gravoso, para determinar su simbología se procederá a conseguir los siguientes parámetros:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_u = \frac{0,25}{2,0}$$

$$C_u = 0,125$$

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

$$C_c = 0,72$$

Material gravoso pobremente gradado con arena SP

Objetivo N°2 Determinar el comportamiento de la resistencia mecánica de la espuma fenólica como alternativa para el sistema de pavimento permeable en la mejora de la Av. Grau de Piura.

Se realizaron muestras de espuma fenólicas de tamaños, adecuados para ser sometidos a pruebas de compresión, bajo la influencia de cargas, simulando los esfuerzos que esta soportará al ser incluida como parte del pavimento en la Av. Grau de Piura. Dichas pruebas se realizaron con las muestras en seco y con muestras saturadas, para comparar su comportamiento. El Oasis floral no solo soportara cargas por peso propio de la losa, sino de los efectos del tránsito vehicular.

Tabla 6

Muestras de Oasis Floral para ensayo a compresión en estado seco

Muestras	Cant	Largo	Ancho	Espesor
1	3	23	11	8
2	3	11,5	11	8
3	3	5,5	11	8
4	3	23	11	5
5	3	11,5	11	5
6	3	5,5	11	5
7	3	23	11	2
8	3	11,5	11	2
9	3	5,5	11	2

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Para el procedimiento se utilizó una plancha metálica con las dimensiones de la espuma Oasis Floral estándar de 23 cm de largo por 11 cm de ancho, con un aro concéntrico para que las fuerzas aplicadas fueran parejas y no se corriera el riesgo de que la misma fuese a volcar con el esfuerzo que se aplicaba.

Tabla 7

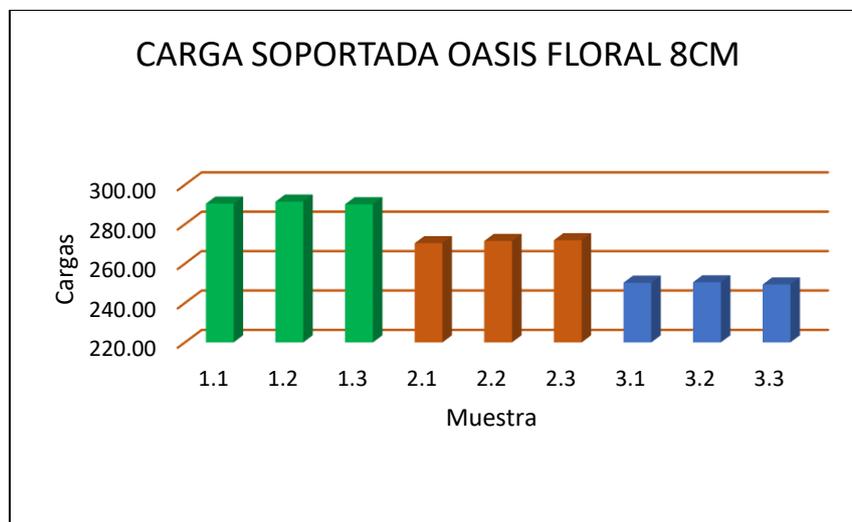
Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 8cm de espesor

Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
1.1	23	11	8	290,45
1.2	23	11	8	290,45
1.3	23	11	8	290,10
2.1	11,5	11	8	270,35
2.2	11,5	11	8	271,50
2.3	11,5	11	8	271,87
3.1	5,5	11	8	250,30
3.2	5,5	11	8	250,50
3.3	5,5	11	8	249,40

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 4

Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 8cm



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Los resultados del comportamiento del Oasis Floral ante la aplicación de cargas permiten, verificar que el mismo soporta gran cantidad de esfuerzos antes de

fallar por aplastamiento. Se puede deducir que el mismo soporta tiene una resistencia para sus medidas originales de 1,14 Kg/cm².

Tabla 8

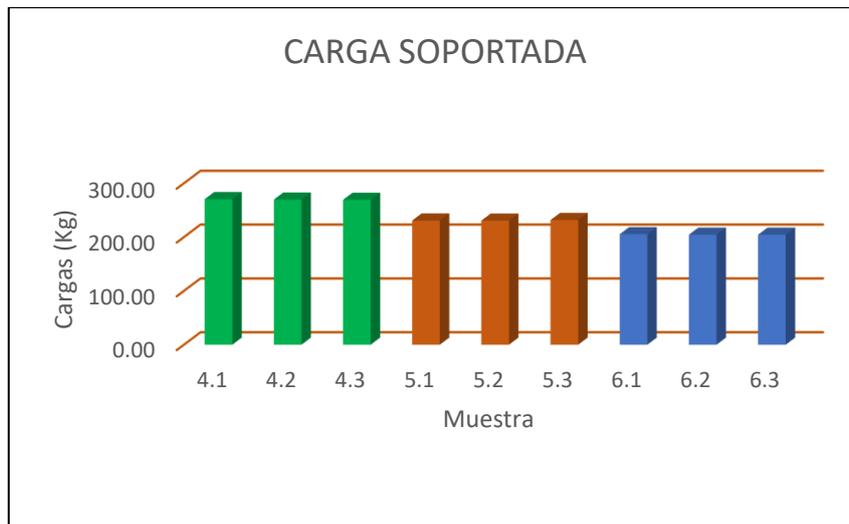
Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 5cm de espesor

Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
4.1	23	11	5	270,45
4.2	23	11	5	269,60
4.3	23	11	5	269,21
5.1	11,5	11	5	230,65
5.2	11,5	11	5	230,55
5.3	11,5	11	5	231,70
6.1	5,5	11	5	205,36
6.2	5,5	11	5	204,45
6.3	5,5	11	5	204,42

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 5

Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 5cm



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Tabla 9

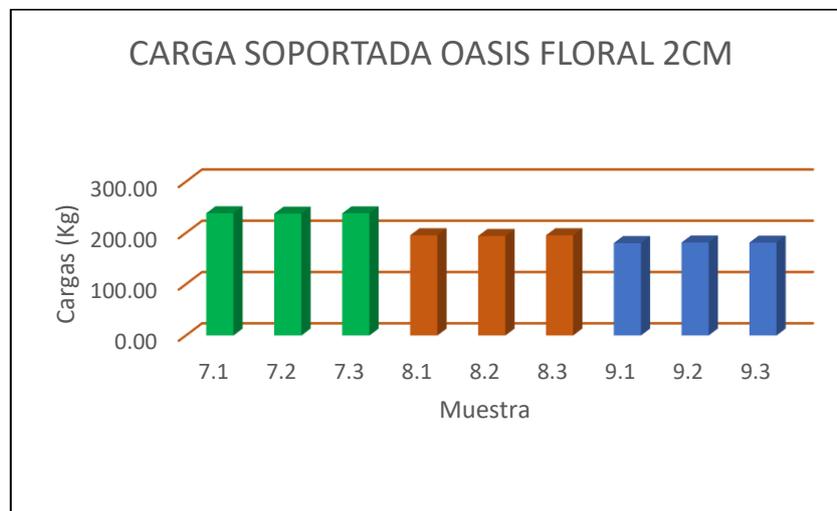
Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral 2cm de espesor

Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
7.1	23	11	2	238,45
7.2	23	11	2	237,60
7.3	23	11	2	238,25
8.1	11,5	11	2	195,55
8.2	11,5	11	2	194,15
8.3	11,5	11	2	195,55
9.1	5,5	11	2	180,35
9.2	5,5	11	2	181,35
9.3	5,5	11	2	181,12

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 6

Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral espesor 2cm



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Comportamiento del soporte de las cargas va variando a medida que se va cambiando el espesor de la muestra, permitiendo conocer la cantidad de

resistencia que tienen las espumas fenólicas, caso Oasis Floral al momento de ser sometidas a cargas.

Tabla 10

Muestras de Oasis Floral para ensayo a compresión en estado saturado

Muestra	Cant	Largo	Ancho	Espesor
1	3	23	11	8
2	3	23	11	5
3	3	23	11	2

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Tabla 11

Resultados de Carga soportada por muestra de Oasis Floral saturado por espesor

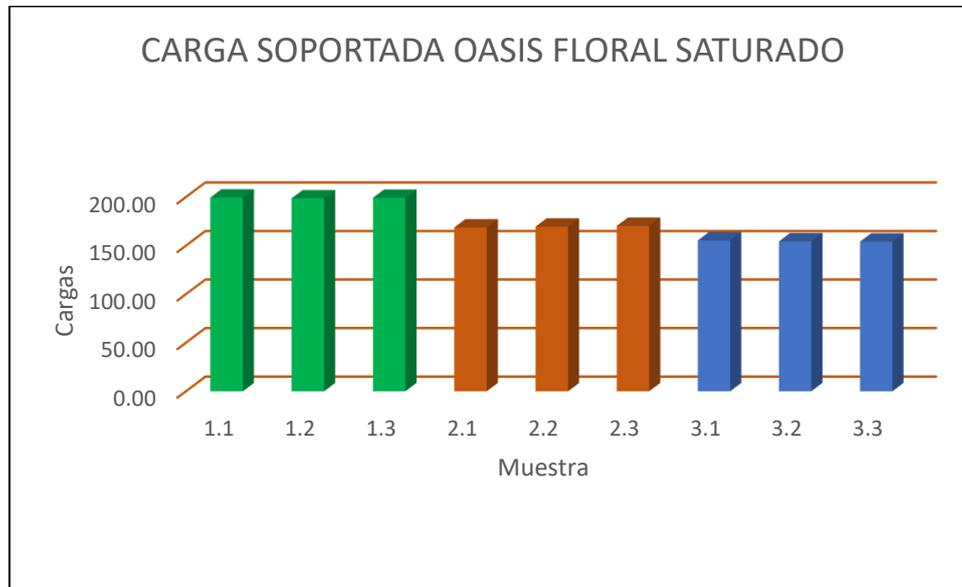
Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
1.1	23	11	8	199,45
1.2	23	11	8	198,65
1.3	23	11	8	199,21
2.1	23	11	5	168,65
2.2	23	11	5	169,55
2.3	23	11	5	170,31
3.1	23	11	2	155,36
3.2	23	11	2	154,35
3.3	23	11	2	154,12

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Al momento de aplicar cargas con el Oasis Floral, en su condición de saturado, se observa que el mismo sufre un descenso en la capacidad de soporte, sin embargo, el desplazamiento con respecto a su estado inicial, se compara con los obtenidos en los ensayos con las muestras secas, en el orden de los 20mm a 25mm.

Figura 7

Gráfico de relación muestras/carga soportada Oasis Floral saturado por cada espesor



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Objetivo N° 3 Evaluar el tiempo de secado de la espuma fenólica como alternativa agregada al sistema de pavimento permeable para la mejora del drenaje en la Av. Grau de Piura

Tabla 12

Muestra para análisis del tiempo de secado

Muestra	Cant	Largo	Ancho	Espesor
1	3	23	11	8
2	3	23	11	5
3	3	23	11	2

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Tabla 13

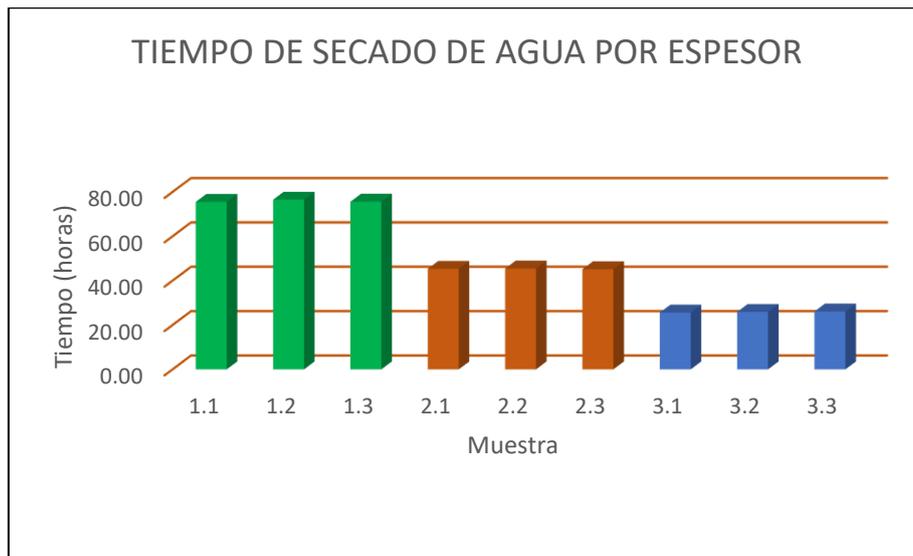
Relación del Volumen tiempo de secado de muestras de Oasis Floral por espesor

Muestra	Volumen (ml)	Tiempo (hrs)
1.1	1000,00	75,50
1.2	1000,00	76,50
1.3	1000,00	75,60
2.1	500,00	45,32
2.2	500,00	45,45
2.3	500,00	45,12
3.1	250,00	25,60
3.2	250,00	25,90
3.3	250,00	26,10

Fuente: Pintado y Yovera (2023)

Figura 8

Gráfico de relación muestras/tiempo de sacado del agua del Oasis Floral saturado



Fuente: Pintado y Yovera (2023)

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo específico 1, se determinó que el sustrato de suelo presente en la cantera tingo, tiene condiciones ideales para conformación de bases y subbases. Presentando valores característicos de suelos firmes, mientras que los valores de CBR oscilan entre 0 y 100, permitiendo aseverar que mientras más cercanos a 100 estén estos valores, mejor es la capacidad de soporte (15). Por otro lado, la granulometría presentada permitió darle clasificación al suelo por medio del uso de dos métodos, tanto el método de la American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSTHO), así como el también, sistema unificado de clasificación de suelos S.U.C.S, como suelos gravosos pobremente gradado con arena para la sub base y como arenoso pobremente gradado con limo y grava para la base. Es un suelo que tiene muy buena permeabilidad por su composición, ideal para el desalojo mediante la infiltración del agua en caso de que esta penetre hacia las bases y subbases. De haberse determinado que el suelo fuese del tipo arcilloso o limo-arcillo, hubiese sido razón para determinar que el mismo debería ser mejorado, realizando corte de sustratos por capas, hasta conseguir un suelo más permeable, haciendo el diseño, la ejecución y la puesta en servicio del pavimento mucho más costoso. Si se está buscando, una solución más óptima y económica para que el sistema integral de pavimento sea lo suficientemente permeable, es necesario partir de composiciones del suelo que permitan el desalojo oportuno de las aguas superficiales productos de las lluvias, entonces no se puede contemplar fundar un pavimento sobre un estrato impermeable y a su vez con capacidad portante reducida. Si bien es cierto que las arcillas son muy sólidas en medios secos, cuando se humedecen su cohesión baja y fallan, tal es el caso de las arcillas consolidadas (16).

Por otro lado, las bases y subbases con materiales con poca capacidad de soporte, comprometen el comportamiento estructural del pavimento desde la capa de rodadura, hasta el interior del mismo. Es por esta razón que se usan cualquier material capaz de soportar cargas y que tenga la capacidad de desalojar el agua, es decir que posea una capacidad de infiltración alta.

Objetivo específico 2, El Oasis Floral como elemento al ser sometido a cargas presento una resistencia elevada antes de fallar, teniendo desplazamientos que están entre los 20mm y los 30mm, suficientes para que funcione en conjunto y con un diseño adecuado al formar parte integral de un pavimento. Otros experimentos realizados por otros autores, han demostrado que, en las combinaciones de agregados y el oasis floral, haciendo las veces del componente losa, base y estrato de oasis floral, al ser sometidos a cargas ha tenido desplazamientos que están entre los 3,69mm y 5,24mm, teniendo comportamientos ideales e infiriendo que la capa permeable al estar bajo las cargas actuantes del peso de losa y de vehículos, puede desplazarse en un mínimo de 15mm, esto es atribuido a la capa de oasis floral (17). Cabe destacar que este comportamiento de la espuma que al alcanzar valores de carga soportada de hasta 290,45 Kg, traducidos a $1,15 \text{ Kg/cm}^2$, permite dar una certeza y es de gran importancia, porque permite conocer que la misma puede ser utilizada como componente integral dentro del diseño de un pavimento, ya que la misma puede llegar a soportar las cargas del peso y cargas a las que será sometida durante su periodo de vida útil de acuerdo a su diseño. Otros investigadores han obtenido valores considerables de resistencia, que han alcanzado los 4,4 kN, el equivalente a 440 Kg, (17), teniendo un valor alto para esta propiedad. Es posible que esto pueda ser una propiedad propia del fabricante del material, permitiendo inferir que la capacidad de la espuma es propia de la marca por la cual fue sintetizada. Aunque en este caso, sabiendo las propiedades que presenta este material, se deberían desarrollar prototipos que funcionen y tengan una mayor capacidad, sabiendo que este puede ser utilizado en la optimización y diseño de pavimentos permeables. Otros ensayos permitieron ver que, si se colocan piezas de dimensiones desiguales sobre el panel de Oasis Floral, este penetrara el mismo. Si esto es así, entonces si se colocan piezas con la misma área, no se provocaría esta deformación y la misma puede ser constante o hasta inexistente, como sería el caso de una losa de concreto sobre una capa de oasis floral.

Objetivo específico 3, Cuando se someten piezas permeables de Oasis Floral a la influencia del agua con el propósito de lograr su saturación estas se colman con la misma de manera casi instantánea. Es de saberse que el agua es el

elemento más dañino y al que más importancia después del sismo se le presta, en el área de la ingeniería, debido a su capacidad de fluir por aquellos lugares donde menor resistencia haya. Durante este procedimiento se sometieron piezas de Oasis Floral a la saturación para luego, ser sometidos y colocados en un proceso de secado, bajo control, simulando así los gradientes de las temperaturas que pueden alcanzar las losas de pavimento en el medio durante la puesta en servicio. El concreto y el asfalto tienden a absorber gran cantidad de calor del sol. Para el concreto puede llegar a presentar temperaturas de aproximadamente 120 °C, mientras que el asfalto puede llegar a presentar unas temperaturas de 140 °C (18). La saturación de las piezas de mayor dimensión se logró con apenas 1000ml de agua. No se utilizaron piezas de menor espesor y tamaño, puesto que sus resultados se pueden obtener infiriendo y haciendo interpolaciones estadísticas. Durante el período de sacado los paneles de Oasis Floral, fueron sometidos a temperaturas de 40 °C a 60°C, 100 °C y 150°C, asiendo semejanza a lo que pasa en la realidad. El desalojo del agua de las piezas, se tornó muy lento y es posible que esto suceda, tal cual como pasa en el medio del pavimento, puesto que el secado o infiltración del agua contenida, se podrá realizar en dos fases o etapas, la primera sucede cuando él se empieza a secar el agua de la parte o área superior, realizándose este proceso por efecto de la evaporación y transpiración de la losa y cuando esté completamente seca, tomara otro tiempo para que una vez que la superficie superior se caliente el gradiente de temperatura pase al interior de las losas afectando en este caso al Oasis Floral (17). La colocación, de estas membranas contribuirán de tal manera que permitirán desalojar el agua superficial disminuyendo el tiempo de secado de la losa y por ende el tiempo de desalojo del agua de estas espumas. Al igual que el caso anterior deberían evaluarse más ensayos que permitan obtener un material tan capaz de absorber el agua, así como de desalojarla.

VI. CONCLUSIONES

En cuanto al Objetivo específico 1, El tipo de suelo analizado en las muestras experimentales presentó buenas condiciones para ser utilizado en el sistema de pavimento permeables, como alternativa para mejorar las condiciones de drenaje en la Av. Grau de Piura. Al conformar la base y la Subbase, se contó con un suelo que permite la infiltración del agua. Cabe destacar que ahora quedará el diseño del mismo, en función de los parámetros necesarios.

Para el objetivo específico 2, El estudio permitió demostrar que las piezas de Oasis Floral, cuando se sometieron a cargas, para medir su resistencia mecánica, arrojaron resultados aceptables. Esfuerzos soportados de hasta 290,45 Kg fueron los obtenidos para las piezas analizadas. Existen otras investigaciones donde las espumas fenólicas llegaron a soportar cargas que están desde los 330 kg hasta 440 kg (17). Es posible que con un buen diseño de bases y sub bases, su utilización como alternativa para el mejoramiento en el drenaje de la Av. Grau de Piura, permita mejorar las capacidades de desalojo del agua de las lluvias.

Con respecto al objetivo específico 3, las espumas fenólicas como el Oasis Floral, permiten una capacidad de absorción eficiente, el detalle de la misma está en el tiempo de secado de estas. Debido a que en condiciones controladas llegaron a presentarse tiempos de hasta 96 horas para desalojar toda el agua. Su comportamiento dentro del pavimento debe ser específicamente controlado y ser colocado en áreas donde las temperaturas puedan alcanzar rápidamente su superficie, para que el desalojo del agua se haga con mayor rapidez, si se toma en cuenta la deflexión que ocurre al momento de impactar sobre la pieza, contribuirá también en esta deshidratación.

VII. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta las conclusiones a las que se han llegado, se recomienda que:

Se deben hacer diseños de pavimentos ideales, tomando y analizando los parámetros reales propios del diseño, como el ESAL, CBR, altura de las capas entre otros. Si es posible realizar los cálculos de manera tradicional y con el uso de software especializados que en la actualidad permiten realizar simulaciones reales de lo que puede llegar a suceder al pavimento.

Se deberían plantear trabajos de investigación que permitan estudiar la interacción en conjunto de los elementos, bases y subbases, Oasis Floral y losas de concreto.

La ubicación de los paneles de Oasis Floral se debe hacer de tal manera que la influencia de las cargas de los vehículos sea la menor, aunque las mismas soportan cargas altas, estas pueden fallar. De ser posible el pavimento rígido debe combinarse con el uso de juntas mecánicas o doveles, que permitan amortiguar el impacto de las cargas en las losas, las capas de base y Subbase y por ende sobre el Oasis Floral.

Como la propiedad del Oasis Floral es la de absorber grandes cantidades de agua, se deberían combinar ejemplares de celdas estándar y ejemplares de celdas abiertas, con el propósito de que su combinación permita por un lado dar mayor capacidad de carga para los de celdas cerradas y de almacenamiento de agua para los de celdas abiertas.

VIII. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

8.1. Recursos y presupuesto

Recursos Humanos

Para el proyecto de investigación además de los autores participaron un grupo técnico que se encargó de los ensayos de laboratorio con experiencia lo cual se le pagará dependiendo el número de piezas de oasis floral que elabore, así mismo se tendrá, a un ingeniero asesor que la universidad proporciona, para llevar a cabo todo el procedimiento respecto a la parte metodológica siguiendo la guía académica.

Equipos y bienes duraderos:

Tabla 14

Desglose de aparatos y estudios para el levantamiento estructural

Descripción	Cantidad	Costo Unidad	Costo Total
Estación total	1	s/.1100.00	s/.1100.00
GPS	1	s/.800.00	s/.800.00
Equipo de protección personal	1	s/.500.00	s/.500.00
Total			S/.2400.00

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

Se alquilarán equipos para realizar los ensayos de laboratorio en este caso

se pagará un incentivo dependiendo el tiempo y el número de piezas con las cuales trabajaron los ensayos en el laboratorio.

. Materiales e insumos:

- **Materiales e insumos:**

Tabla 15

Recursos y Servicios.

Descripción	Cantidad	Costo unidad	Costo total
Servicio de internet	6	s/.100.00	s/.600.00
Servicio de luz	6	s/.150.00	s/.900.00
USB 32 GB	1	s/.100.00	s/.100.00
Subtotal:			s/.1600.00

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

Asesorías especializadas y servicios

Tabla 16

Gastos en laboratorio.

Descripción	Cantidad	Costo unidad	Costo total
Estudios geotécnicos de suelos.	1	s/.1200.00	s/.1200.00
Asesor especialista y geodesta	4 meses	s/.150.00	S/.600.00
Subtotal:			s/.1800.00

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

Gastos operativos:

Tabla 17*Recursos, materiales y transporte*

Descripción	Cantidad	Costo unidad	Costo total
Papel bond A4	1 millar	S/.18.00	S/.18.00
Lapicero Artesco	3	S/4.00	s/.12.00
libreta	1	S/10.00	S/.10.00
Viaje a Piura	12	S/80.00	s/.720.00
Subtotal:			S/.760.00

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

Financiamiento.

Los gastos invertidos para la investigación, son de los ingresos propios de los autores, y serán especificados a continuación en cuanto a su monto:

Tabla 18*Gastos Generales*

Entidad financiadora	Gasto total	Porcentaje (%)
Autores del proyecto de investigación.	S/.11,460	100 %

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

Cronograma de ejecución.

La investigación de este tema será desarrollada, siguiendo para la realización de todas las actividades el siguiente cronograma:

Tabla 19*Cronograma*

Actividades	Inicio	Final	Agos-29	Sep-21	Oct-21	Nov-21	Dic-21
Observación y recolección de información.	30/08	15/09	■				
Análisis y laboratorios de información.	15/09	30/09		■			
Metodología de la investigación.	01/10	21/10			■		
Presentación de informe	21/11	05/12				■	

Fuente: Yovera M. & Pintado L. (2023)

REFERENCIAS

Bibliografía

1. **Cubides ED, Santos G.** Control de Escorrentias Urbanas Mediante Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles (SUDS): Posos/zanjas de infiltración. [En línea] 2018. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S19.
2. **Baque.** 2020.
3. **Fang, Qiheng T. Lu y G, Wenjing.** Effects of Bamboo Fiber Length and Loading on Mechanical, Thermak and Pulverization Properties of Phenolic Foam Composites. [En línea] 2019. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2369969820300372>.
4. **C, Mougél, y otros.** Phenolic foams: A review of machanical properties, fire resistance and new trends in phenol substitution. [En línea] 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032386118311741>.
5. **Tziampou, Natasa.** Evaluation o fan open-cell phenolic foam as a water barrier system for permeable pavement systems to control storwater. [En línea] 2019. <http://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/20990>.
6. **Shoel, Mohamed H.** Effects of oasis phenolic foam on Hyraulic behavior of permeable pavement systems. [En línea] 2019. <http://sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479718310946>.
7. **Venegas.** *Elaboración y caracterización de una espuma para el desarrollo e implementación de un proceso sustentable.* 2019.
8. **L, Vasquez.** Evaluación de surfactantes en la preparación de resinas fenolicas. [En línea] 2018. <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21680>.
9. **A., De la Cruz.** *Drenaje Pluvial Sostenible una Alternativa de Gestión del Agua de Lluvia en la Universidad de Sonora.* 2020.
10. **A., Trapote.** *Influencia de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) en el Diseño de Colectores y el Riesgo de Inundación.* 2020.
11. **Garcia.** *Diseño de Pavimentos Permeables en España: Situación Actual y Necesidades Futuras.* 2022.
12. **Vasquez, L.** Evaluación de surfactantes en la Preparación de Resinas Fenólicas. [En línea] 2018. <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/21680>.
13. **Ministerio de Transporte y Comunicaciones .** *Diseño de Pavimentos.* 2016.

14. **American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).** *Ensayo de limite liquido de los suelos (ASTM D4318 AASTHO T89).* 2022.
15. **V, Ramirez y J, Hincapie.** *Evaluación CBR de sub bases granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vías terciarias.* Pereira : Universidad Libre, 2018.
16. **Fratelli, Maria G.** *Suelo, Fundaciones y Muros.* Caracas : Maria Graciela Fratelli, 1993.
17. **N, Tziampou.** *Evalaución de una espuma fenolica de celda abierta como sistema de barrera de agua para pavimentos permeables sistema para el control de agua pluviales.* Santander : Universidad de Cantabria, 2019.
18. **Holly, Amanda.** Como saber si el pavimento es demasiado caliente para tu mascota. [En línea] 2022. <https://www.wfla.com/tampa-hoy/el-tiempo/como-saber-si-el-pavimento-esta-demasiado-caliente-para-tu-mascota/#:~:text=El%20c%C3%A9sped%20bajo%20la%20luz,la%20friolera%20de%20140%20grados..>
19. **Mougel, C, Garnier, T y P Cassagnau, N sintes-Zydowicz.** Phenoli foams: A review of mechanical properties, fire resistance and new trends in phenol substitution. [En línea] 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032386118311741>.
20. **NatazaT, y otros.** Fluid transport within permeable pavement systems; A review of evaporation processes, moisture loss measurement and the current state of knowledge. [En línea] 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061820301847>.
21. **L, C Fei Zhuo, y otros.** Phosphorus-containing tung oil-based siloxane toughened phenolic foam with good mechanical propierties, fire perfomance and low thermal conductivity. [En línea] 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264127520302021>.
22. **Tang, Qiheng, Fang, Lu y Gou, Wenjing.** Efeccts of Bamboo Fiber Length and Loading on Mechanical, Thermal and Pulverization Properties of Phenolic Foam Composites. [En línea] 2019. <https://www.sciencedrect.com/science/article/pii/S2369969820300373>.

23. **Natasa, Tziampou.** Evaluation o fan open-cel phenolic foam as a water barrier system for permeable pavement system to control stormwater. [En línea] 2019. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/20990>.
24. **Ministerio del Transporte y comunicaciones del Perú.** *Manual de hidrologia, hidraulica y drenaje*. Peru : MTC, 2012.
25. **H, Issaoui, F, Sallem y J, Lafaille.** Biosorption of Heavy Metals from Water onto Phenolic Foams Based on Tannins and Lignin Alkaline Liquor. [En línea] 2021. <https://link.springer.com/article/10.1002/pc.25285>.
26. **B, Caiying, y otros.** Enhancement of flame-retardant and mechanical performance of phenolic foam whit the incorporation of cardanol-based siloxane. [En línea] 2019. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pc.25285>.
27. **L, Jiongjiang, y otros.** Larch tannin-based rigid phenolic foram whit high compressive strength, low friability and thermal conditivy reinforced by cork poder. [En línea] 2019. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836818325241>.
28. **X, Wenzong, y otros.** Preparation and mechanism of polyurethane prepolymer and boric acid co-modified phenolic foam composite: Mechanical properties, tharmal stability and flame retardant properties. [En línea] 2020. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/pat.4606>.
29. **A., Bautista.** Diseño de Pavimentos Rigidos Permeables para la Evacuación de agua Pluviales segun la norma ACi 522 Rñ10. [En línea] 2018. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/usmp/4928>.
30. **H, Mendoza y A, Duana.** Técnicas e instrumentos de recolección de datos. Boletin Cientifico de las Ciencias Economico Administrativa del ICEA. [En línea] 2020. <https://dialnet.inirioja.es/serviet/articulo?codigo=6935078>.
31. **E, Martinez, y otros.** Proposal of a new porous concrete dosage methodology for pavements Materials. [En línea] 2019. <https://doi.org/10.3390/MA12193100>.
32. **E, Madrazo y M, Garmendia.** Rendimiento hidráulico del asfalto permeable y Picp en Swmm, validado por datos de laboratorio. Wit Transactions on Ecology and the Environment. [En línea] 2019. <https://addi.ehu.es/handle/10810/41898>.

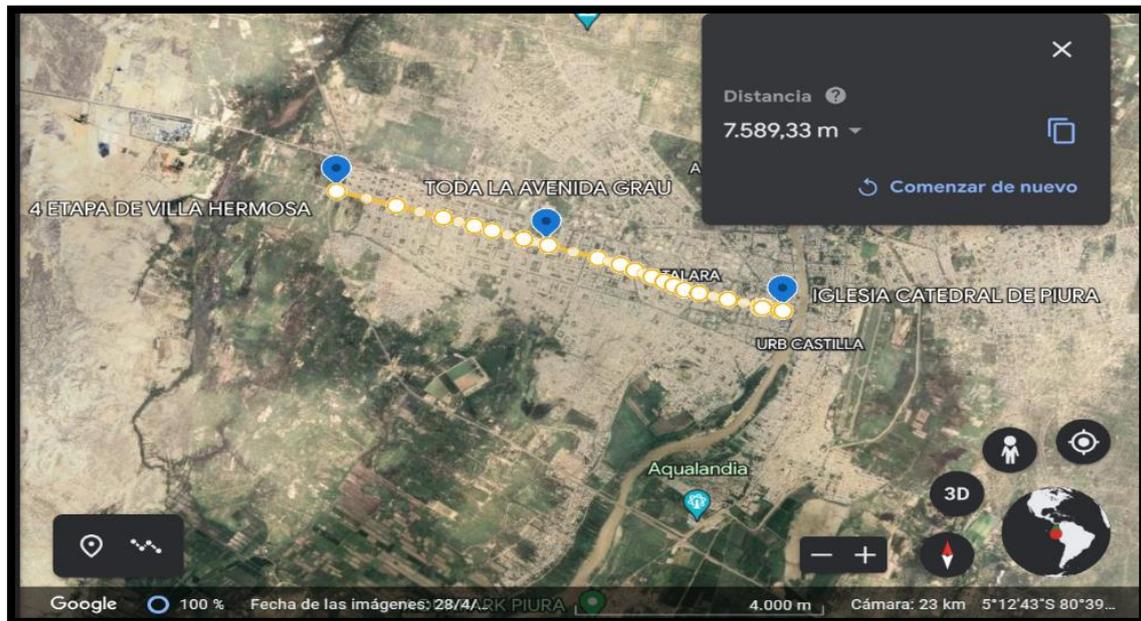
33. —. Análisis hidráulico y modelización de geoceldas de drenaje subsuperficial en pavimentos permeables. *Comunicación Agua y Ciudad* . [En línea] 2019. <https://hdl.handle.net/10810/35744>.
34. **N, Mendez y M, Mosqueda**. Estudio de la Resistencia del Concreto Permeable para Pavimentos [en línea]. [En línea] 2023. <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/5506>.
35. *Mejoras al ensayo de resistencia del enlace adhesivo de ligante asfáltico en materiales para pavimentos*. **D, Tencio, y otros**. 42, 2021, Vol. 23.
36. *Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en Costa Rica*. **M, Montes, y otros**. 42, San Pedro Montes de Oca : s.n., Diciembre de 2021, Vol. 23.
37. *Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria analysis*. **Salviatto, V y Fontanele, H**. 2, Santiago : s.n., 2021, scielo, Vol. 36.
38. *Evaluation of a rejuvenator as an additive as an additive in asphalt*. **V, Vila, W, Mera y J, Jaramillo**. 2, Santiago : s.n., 2021, Scielo, Vol. 36.
39. *Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro*. **A, Andrade, G, Castillo y C, Chacater**. 1, Riobamba : s.n., 2021, Vol. 4.
40. **A, Padilla y R, Pinto**. *Análisis de las distintas metodologías de CBR de diseño para el cálculo de espesores en pavimentos flexibles*. Barranquilla : Universidad de la Costa, 2019.
41. *Storage stability of the phenolic compounds, color and antioxidant activity of jambolan juice powder obtained by foam mat drying*. **Carvalho, lasnaia M de y Beatriz Sumereb, Sergio Gomez**. 2020.
42. *Foam and conformational changes of egg white as affected by ultrasonic pretreatment and phenolic binding at neutral pH*. **Yinxia C, Meihu M**. 2020.
43. *Sea-level rise drivers wastewater leakage to coastal waters and storm drains*. **Tristan m, Shallie M, Enriqueta D**. 2021.
44. *Performance of urban storm drainage network under changing climate scenarios: Flood mitigation in Indian coastal city*. **Andimuthu, Ramachadran, y otros**. La India : s.n., 2019.

45. *History of floods extreme rainfall and the risk atlas. The case of Victoria de Durango, Mexico.* **Riva, Elfide M, y otros.** Mexico : s.n., 2022.
46. *Ecosytem service for flood regulation un the El Guayabo micro-watershed. Jalisco Mexico.* **Alba, Hugo De.** Mexico : s.n., 2019.
47. *Strrategies for flood risk mitigation in the Santa rosa Jauregui micro-basin. Queretaro Mexico.* **O, Hernandez.** Mexico : s.n., 2021.
48. *Analisis socio espacial de riesgos de inundaciones y sus implicaciones en las personas mayores: Caso de Estudio Naucalpan Estado de Mexico, Proyeccion. Estudio Geográfico y de Ordenamiento Territorial.* **M, Campos y M, Fuentes.** 26, Mexico : s.n., 2019, Vol. 13, págs. 60-68.
49. *La inundación de 1714 de la Cidudad de Mexico, impacto, consecuencias y dicotomia entre riesgos naturales e intereses economicos.* **Gracia, A.** 2019.
50. *El sistema de drenaje de la Ciudad de Mexico.* **K, Hernandez, M, Otazo y Roman.** Ciudad d Mexico : s.n., 2021.
51. *Vulnerabilidad en la ciudad de Mazatlan: inundaciones y margianción. Proyección, Estudios Gegráficos y de Ordenamiento Territorial.* **Vences m, Garcia M.** 32, Vol. 16, págs. 39-63.
52. **Arroyo Hilton, Nancy Francia.** *Diseño y Conservación de Pavimentos Rigidos.* Ciudad de Mexico, D.F, Mexico : Universidad Nacional Autonoma de Mexico, 2010.

ANEXOS

UBICACIÓN DE LA ZONA DONDE SE EFECTUA LA INVESTIGACIÓN

Imagen del Google Earth de ubicación de la avenida Grau Piura.



MATRIZ DE CONSISTENCIA

Evaluación de una espuma fenólica como sistema de pavimento permeable como alternativa de mejora de la Av. Grau - Piura

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
¿Cómo puede funcionar el sistema de espuma de OASIS FLORAL utilizado como alternativa de método para pavimentos permeables (PPS) en la mejora del drenaje la Av. Grau de Piura?	Evaluar el desempeño de la espuma fenólica como alternativa del sistema de pavimento permeable para la mejora en la Av. Grau de Piura	VARIABLE DEPENDIENTE Pavimento permeable	Drenaje de aguas	Cantidad de agua	Fichas de anotaciones	Ensayos de Laboratorios, observación directa
¿Cuál es la clasificación del suelo, necesarios en la evaluación de una espuma fenólica como alternativa al sistema de pavimento permeable en la Av. Grau de Piura?	Determinar la clasificación del suelo tanto en la sub base como en la base para el sistema de pavimento permeable en la mejora en la Av. Grau de Piura	VARIABLE INDEPENDIENTE Tipo de suelo, Oasis Floral	Clasificación de Suelo	Suelos Gravosos	Ficha y tablas de Granulometría	Laboratorio de Mecánica de los suelos
	Suelos Arenosos					
	Suelos cohesivos					
¿Cuál es la resistencia mecánica de la una espuma fenólica como alternativa de mejora en la Av. Grau de Piura?	Determinar la resistencia mecánica de la espuma fenólica como alternativa para el sistema de pavimento permeable en la mejora de la Av. Grau de Piura		Resistencia	Resistencia a la compresión	Prensa para ensayo a compresión	Ensayo de Laboratorio
¿Cuál es el tiempo de secado de una espuma fenólica sometida a humedad dentro del sistema de pavimento permeable en la Av. Grau de Piura?	Evaluar el tiempo de secado de la espuma fenólica como alternativa agregada al sistema de pavimento permeable para la mejora del drenaje en la Av. Grau de Piura	Tiempo de secado	Volumen de saturación	Vasos de precipitado, cilindro graduado	Ensayos de Laboratorios, observación directa	
			Duración de la humedad	Reloj, horno	Ensayos de Laboratorios, observación directa	

. MATRIZ OPERACIONAL

“Evaluación de una espuma fenólica como sistema de pavimento permeable como alternativa de mejora de la Av. Grau - Piura”

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
OASIS FLORAL COMO SISTEMA DE PAVIMENTO PERMEABLE	el oasis floral como sistema de pavimento permeable está conformado por materiales como resina fenólica, pentano, polisorbato 60, polisorbato 80, humectante Sumitomo, polietilenglicol 200, mezcla de ácidos, agua, propilenglicol, ácido fosfórico en un 85%, asido fenol sulfónico en un 67%	definir la cantidad de material exacto que se va a utilizar en cada pieza de oasis floral para sus respectivos ensayos de laboratorio	porcentaje de almacenamie nto de agua	el indicador principal es el porcentaje de filtración y almacenamiento de agua en cada pieza de espuma fenólica para un buen drenado en el pavimento.	Razón
OASIS FLORAL COMO RESPUESTA HIDROLOGICA	la respuesta hidrológica puede presentar altas cantidades de porcentajes de filtración y almacenamiento de agua en los respectivos ensayos de laboratorio para cada pieza de oasis floral	especificar las propiedades mecánicas tanto a la compresión como la flexión y la vez su respuesta hidráulica lo cual especifiquen su porcentaje de filtración y almacenaje de agua	propiedades físicas y mecanicas de la sub rasante sub base y base	el porcentaje de cada pieza de oasis floral como respuesta hidrológica.	Razón

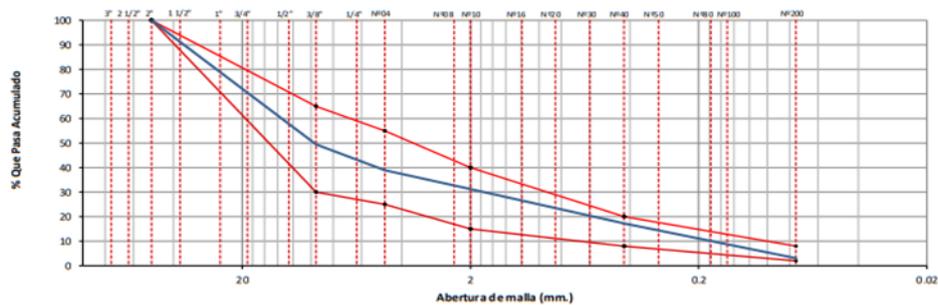
ENSAYOS DE LABORATORIO

 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS JR. THOMAS SCHAUSS S/N – CUADRA 09 - OXAPAMPA ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS	Version: 01
	Fecha: 01.12.12

UBICACIÓN : Oxapampa
 CANTERA : Tingo
 MATERIAL : Sub Base Zarandeado Tamis 2"
 REALIZADO : Tec. Frank Delgado C.
 REVISADO : ING. Soledad Barzola Susano
 FECHA : 10/10/2023

TAMICES		PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN USO A		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(PULG)	(mm)					Min.	Máx.	
3"	75.000							PESO TOTAL : 16202.0 g.
2 1/2"	63.000							PESO LAVADO : — g.
2"	50.000				100.0	100	100	PESO DE FRACCIÓN 1 : 799.9 g.
1 1/2"	37.500	1866.0	11.5	11.5	88.5			PESO DE LA GRAVA : 9898.0 g.
1"	25.000	1607.0	9.9	21.4	78.6			PESO DEL FINO : 6304.0 g.
3/4"	19.000	1298.0	8.0	29.4	70.6			
1/2"	12.500	1515.0	9.4	38.8	61.2			
3/8"	9.500	1907.0	11.8	50.6	49.4	30	65	
1/4"	6.300							% GRAVA : 61.1 %
Nº4	4.750	1705.0	10.5	61.1	38.9	25	55	% ARENA : 38.9 %
Nº8	2.360							% PASANTE MALLA 2 : 3.1 %
Nº10	2.000	156.7	7.6	68.7	31.3	15	40	
Nº16	1.190							CLASIFICACIÓN SUELO:
Nº20	0.850							S.U.C.S. : GP
Nº30	0.600							AASHTO : A-1-a (0)
Nº40	0.425	289.1	14.1	82.8	17.2	8	20	
Nº50	0.300							
Nº80	0.177							
Nº100	0.150							
Nº200	0.075	290.9	14.1	96.9	3.1	2	8	
< Nº200	FONDO	63.2	3.1	100.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:
 1.- Muestreo e identificación realizado por el personal de laboratorio.


 FRANK DELGADO CARRASCO
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG-ATJ
 SUPERVISIÓN

 SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 067688



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**
JR. THOMAS SCHAUSS S/N – CUADRA 09 OXAPAMPA

REVISION :01
Pg:01

**PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS GRUESO Y FINO
(MTCE 203 - ASTM C 29)**

TRAMO **3**

REALIZADO: **Tec.Frank Delgado C.**
REVISADO: **ING.Soledad Barzola S.**
FECHA: **20-Set-23**

CANTERA : **128+000**
UBICACIÓN : **OXAPAMPA**

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : **M- 1**
T. MUESTRA : **Material Grava Chancada**

Volumen:

5,321.0 cm³

AGREGADO GRUESO

Nº Muestra	1	2	3	4	5
W. Suelo Seco+Molde (g)	16,855	16,854	16,885		
W. Molde (g)	6,916	6,916	6,916		
W. Suelo (g)	9,939	9,938	9,969		
Peso Unitario Compacto (g/cm3)	1.868	1.868	1.874		
Promedio - Peso Unitario Compacto	1.870				

Nº Muestra	1	2	3	4	5
W. Suelo Seco+Molde (g)	16,721	16,765	16,758		
W. Molde (g)	6,916	6,916	6,916		
W. Suelo (g)	9,805	9,849	9,842		
Peso Unitario Suelto (g/cm3)	1.843	1.851	1.850		
Promedio - Peso Unitario Suelto	1.848				

AGREGADO FINO

Nº Muestra	1	2	3	4	5
W. Suelo Seco+Molde (g)					
W. Molde (g)					
W. Suelo (g)					
Peso Unitario Compacto (g/cm3)					
Promedio - Peso Unitario Compacto					

Nº Muestra	1	2	3	4	5
W. Suelo Seco+Molde (g)					
W. Molde (g)					
W. Suelo (g)					
Peso Unitario Suelto (g/cm3)					
Promedio - Peso Unitario Suelto					

OBSERVACIONES:

FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN**

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
JR. THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01
Pg: 01

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E 108, ASTM D 2216)

TRAMO 3

REALIZADO: Tec.Frank Delago C.
REVISADO: Ing.Soledad Barzola S.
FECHA: 20-Set-23

CANTERA : 128+000

UBICACIÓN OXAPAMPA

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M-1
T. MUESTRA Material Grava
Chancada

		HUMEDAD NATURAL		OBSERVACIONES
N° de Ensayo		1	2	
Peso de Suelo Húmedo + Tara M_{cws}	g	1652.00		
Peso de Suelo Seco + Tara M_{cs}	g	1638.0		
Tara M_c	g			
Peso de agua M_w		14.0		
Peso de Suelo Seco M_s	g	1638.0		
Humedad w	%	0.9		
Promedio de Humedad	%	0.9		

Observaciones :

FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**
JR. THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01
Pg:01

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA Nº40

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TRAMO : 3
CANTERA : 128+000
UBICACIÓN : OXAPAMPA

REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.
REVISADO: Ing. Soledad Barzola S.
FECHA: 20-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

Nº MUESTRA : M- 1
T. MUESTRA : Material Grava Chancada

TAMAÑO MAXIMO: Nº 40

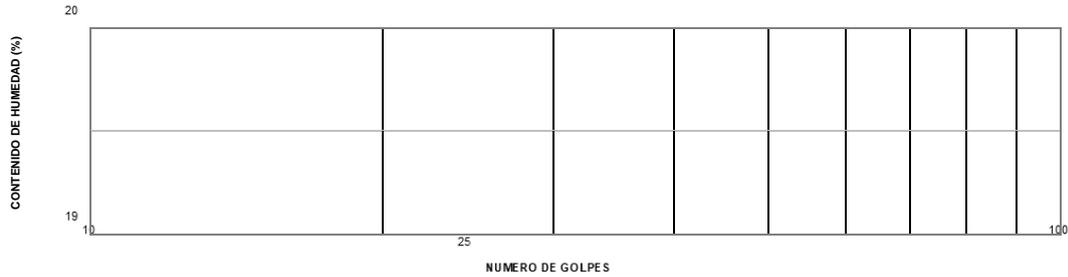
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
NUMERO DE GOLPES				

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)				
PESO TARRO + SUELO SECO (g)				
PESO DE AGUA (g)				
PESO DEL TARRO				
PESO DEL SUELO SECO (g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NP	NP		NP

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	0.00
LIMITE PLASTICO	-
INDICE DE PLASTICIDAD	NP


FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

 TRAMO : 3
 CANTERA : 128+000
 UBICACIÓN : OXAPAMPA

 REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.
 REVISADO: Ing. Soledad Barzola S.
 FECHA: 21-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

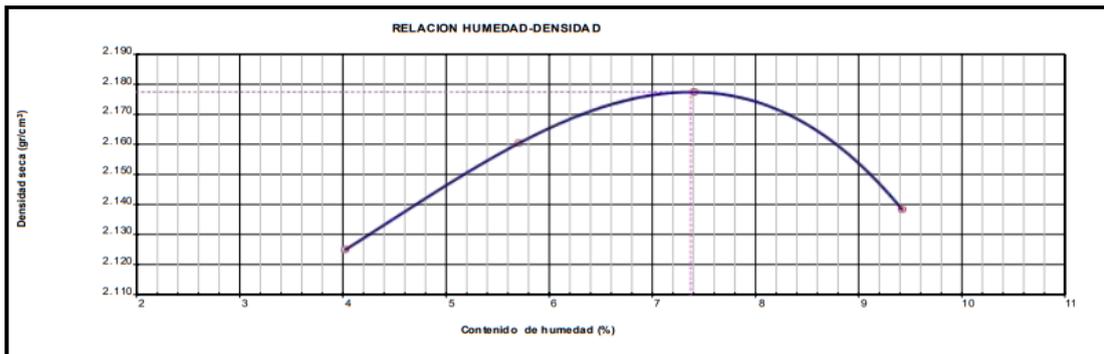
 N° MUESTRA : M-1
 T. MUESTRA : Material Grava Chancada

 CLASF. (SUCS) : GP
 CLASF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C FECHA DE ENSAYO: 21/09/2023

Peso suelo + molde	gr	11425	11579	11695	11698	
Peso molde	gr	6752	6752	6752	6752	
Peso suelo húmedo compactado	gr	4673.0	4827.0	4943.0	4946.0	
Volumen del molde	cm ³	2114	2114	2114	2114	
Peso volumétrico húmedo	gr	2.211	2.283	2.338	2.340	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	516.6	583.5	513.5	527.4	
Peso del suelo seco + tara	gr	496.6	552.0	478.1	482.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	20.0	31.5	35.4	45.4	
Peso del suelo seco	gr	496.6	552.0	478.1	482.0	
Contenido de agua	%	4.03	5.71	7.40	9.42	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.125	2.160	2.177	2.138	

 Densidad máxima (gr/cm³)
 Humedad óptima (%)

 2.177
 7.4


Observaciones:


 FRANK DELGADO CARRASCO
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONSORCIO SEG - ATJ
 SUPERVISIÓN**


 SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 067689



LABORATORIO DE MECANICA SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
JR. THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01

Pg:01

DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS
(NORMA ASTM D-4791)

TRAMO 3

REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.
REVISADO: Ing.Soledad Barzola S.
FECHA: 21-Set-23

CANTERA : 128+000
UBICACIÓN OXAPAMPA

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1
T. MUESTRA Material Grava Chancada

MATERIAL		AGREGADO GRUESO		PESO DE PARTICULAS	CHATAS Y ALARGADAS		
TAMIZ	abertura	PESO RET.	% RET.		PESO	(%)	(%) Corregido
(Pulg)	(mm)						
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100	211.0	3.7	1196.0			
1"	25.400	300.0	5.3	1204.0			
3/4"	19.050	11351.0	200.8	1256.0			
1/2"	12.700	9377.0	165.9	1097.0			
3/8"	8.750	2684.0	47.5	899.0			
1/4"							
	TOTAL	23923.0		5652.0	0.0		0.0

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	(g)	5652.0
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	(%)	0.0

FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISION

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
JR. THOMAS SCHUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01
Pg:01

EQUIVALENTE DE ARENA
(NORMA MTC E-114, AASHTO T-176)

TRAMO 3

REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.

CANTERA 128 + 000
UBICACIÓN OXAPAMPA

REVISADO: ING.Soledad Barzola S.
FECHA: 23-Set-23

N° MUESTRA : M-1 T. MUESTRA Material Arena Acopiada Aplicación Base granular		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		09:27	09:29	09:31	
Hora de salida de saturación (mas 10")		09:37	09:39	09:41	
Hora de entrada a decantación		09:39	09:41	09:43	
Hora de salida de decantación (mas 20")		09:59	10:01	10:03	
Altura máxima de material fino	Pulg.	13.00	13.50	13.30	
Altura máxima de la arena	Pulg.	7.90	8.00	8.00	
Equivalente de Arena	%	61	59	60	60

FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TRAMO : 3

CANTERA 124+800
UBICACIÓN OXAPAMPA
N° MUESTRA : M- 1
T. MUESTRA Material Arena Acopiada
Aplicación Base granular

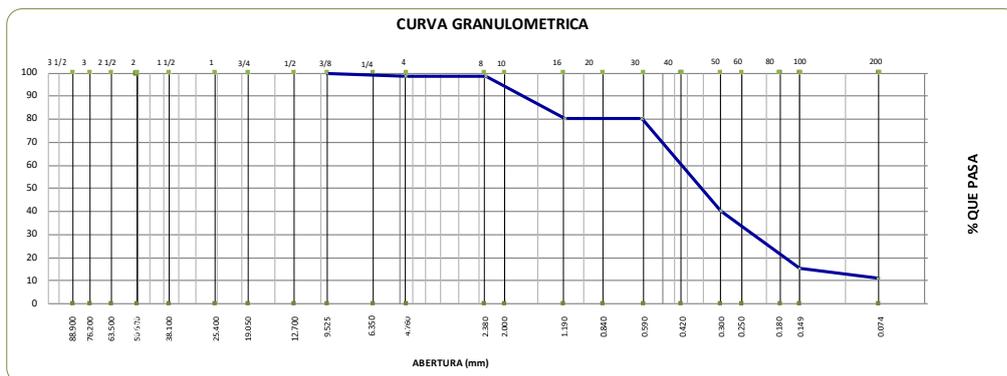
Tamaño maximo : 3/4"
P. Inicial (g.): 1,854.4
Fracc. de finos (g.) :

JEFE DE LABORATORIO : Tec.Frank Delgado C.
ING. ESPECIALISTA : ING.Soledad Barzola S.
FECHA : 23-Set-23

Tamices	Abertura	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradacion	Datos de la Muestra
ASTM	en mm.					A	
5"	127.00				100.0		
4	101.60				100.0		
3 1/2"	88.900				100.0		OBSERVACIONES
3"	76.200				100.0		
2 1/2"	63.500				100.0		Metodo de Compact.
2"	50.800				100.0		A
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400				100.0		Humedad Natural
3/4"	19.050				100.0		Sh + Tara 1652.00
1/2"	12.700				100.0		Ss + Tara 1638.00
3/8"	9.525				100.0		Humedad (%) 0.9
1/4"	6.350				100.0		
4	4.750	22.0	1.2	1.2	98.8		D85 63.5
8	2.360			1.2	98.8		D50 63.5
10	2.000	341.5	18.4	19.6	80.4		D15 63.5
16	1.180			19.6	80.4		
20	0.840			19.6	80.4		
30	0.600			19.6	80.4		Descripción (SUCS):
40	0.425	746.6	40.3	59.9	40.1		Arena mal graduada con limo y grava
50	0.300			59.9	40.1		
60	0.250			59.9	40.1		Modulo de Fineza 1.9
80	0.177			59.9	40.1		Grava 3" - Nº 4 : 1.2
100	0.150	464.5	25.0	84.9	15.1		Arena Nº4 - Nº 200 : 88.0
200	0.075	79.0	4.3	89.2	10.8		Finos < Nº 200 : 10.8
pasa		1832.4	98.8	188.0			

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido (%)	0.00	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	2.177	Abrasión (%)	22.5
Límite Plástico (%)	-NP	Humedad óptima (%)	7.4	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	SUCS.	CBR.: al 100 %	54.8 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	AASHTO	CBR.: al 95 % Expansión (%)	32.4 %	Chatas y Alargadas	-
	Cc	(%) Equivalente de arena (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)	-
			60 %	% de Absorción (%)	-



FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN**

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

REVISION:01
Pg:01

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC-207, AASHTO T-96)

TRAMO : 3

CANTERA 124+800

UBICACIÓN OXAPAMPA

REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.

REVISADO: ING. Soledad Barzola S.

FECHA: 23-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1

T. MUESTRA Material Grava Chancada

Aplicación Base Granular

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"	1256			
3/4"	1251			
1/2"	1248			
3/8"	1252			
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	5007			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1125			
PESO OBTENIDO	3882			
N° DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5000			
PORCENTAJE OBTENIDO	22.5			


FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
JR. THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 OXAPAMPA

REVISION:01
Pg:01

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC-207, AASHTO T-96)

TRAMO : 3

CANTERA 124+800

UBICACIÓN OXAPAMPA

REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.

REVISADO: ING. Soledad Barzola S.

FECHA: 23-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1
T. MUESTRA Material Grava Chancada
Aplicación Base Granular

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"	1256			
3/4"	1251			
1/2"	1248			
3/8"	1252			
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	5007			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1125			
PESO OBTENIDO	3882			
N° DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5000			
PORCENTAJE OBTENIDO	22.5			


.....
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

.....
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

ENSAYO DE DURABILIDAD
(NORMA MTC E-209, AASHTO T-104)

TRAMO : 3

CANTERA 124+800

UBICACIÓN OXAPAMPA

REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.
REVISADO: ING.Soledad Barzola S.
FECHA: 25-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1
T. MUESTRA Material Arena Acopiada y grava chancada
Aplicación Base granular

AGREGADO GRUESO

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE Nº	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		Gradación Original (%)	PERDIDA CORREGIDA
					PESO	%		
2"	2000	1	2005.0	1981	24.0	1.20	0.0	0.00
1 1/2"	1000	2	1007.0	987.0	20.0	1.99	0.0	0.00
1"	500	3	510.0	482.0	28.0	5.49	0.0	0.00
3/4"	670	4	661.0	596.0	65.0	9.83	0.0	0.00
1/2"	330	5	334.0	304.0	30.0	8.98	0.0	0.00
3/8"	300	6	302.0	279.0	23.0	7.62	100.0	7.62
TOTALES							100.0	7.6%

AGREGADO FINO

TAMAÑO	PESO REQUERIDO (g)	RECIPIENTE Nº	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	PERDIDA		Gradación Original (%)	PERDIDA CORREGIDA
					PESO	%		
3/8"	100	12	100.0	95.2	4.8	4.80	3.7	0.16
N° 04	100	13	100.0	94.9	5.1	5.10	28.1	1.28
N° 08	100	14	100.0	95.1	4.9	4.90	34.5	1.50
N° 16	100	15	100.0	94.7	5.3	5.30	22.9	1.08
N° 30	100	17	100.0	94.7	5.3	5.30	10.8	0.51
TOTALES							100.0	4.5%


FRANK DELGADO CARRASCO
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS
(NORMA MTC E - 219, D 1888)

TRAMO **3**
CANTERA **124+800**
UBICACIÓN **OXAPAMPA**

REALIZADO: **Tec. Frank Delgado C.**
REVISADO: **ING. Soledad Barzola S.**
FECHA: **26-Set-23**

N° MUESTRA : **M- 1**
T. MUESTRA **Material Arena Acopiada**
Aplicación **Base granular**

BASE GRANULAR

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	146.55	144.28	
(2) Peso Tarro + agua + sal	254.66	249.88	
(3) Peso Tarro Seco + sal	146.66	144.42	
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.11	0.14	
(5) Peso de Agua (2-3)	108.00	105.46	
(6) Porcentaje de Sal	0.102	0.133	
(7) Promedio %	0.117		

AGREGADO FINO

DESCRIPCION	IDENTIFICACION		
	1	2	3
(1) Peso Tarro (Biker 100 ml.)	50.32	50.64	50.48
(2) Peso Tarro + agua + sal	132.80	134.60	130.90
(3) Peso Tarro Seco + sal	50.41	50.71	50.56
(4) Peso de Sal (3 -1)	0.090	0.070	0.080
(5) Peso de Agua (2-3)	82.39	83.89	80.34
(6) Porcentaje de Sal	0.109	0.083	0.100
(7) Promedio %	0.097		


FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**
JR.THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

Fecha: 01.02.19

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

(NORMA MTC-207, AASHTO T-96)

Tramo : 03

REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.

CANTERA : Mezcla 55% Grava Chancada 45% Arena Zarandeada Tamiz 1/4"

VERIFICADO: ING. Soledad Barzola S.

FECHA : 1-Oct-23

UBICACIÓN : Oxapampa

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1

T. MUESTRA 124+800

TAMIZ	GRADUACIONES			
	A	B	C	D
1 1/2"				
1"	1250			
3/4"	1250			
1/2"	1250			
3/8"	1250			
1/4"				
N° 4				
PESO TOTAL	5000			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO	1145			
PESO OBTENIDO	3855			
N° DE ESFERAS	12			
PESO DE LAS ESFERAS	5000			
PORCENTAJE OBTENIDO	22.9			


.....
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

.....
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS JR. THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA		Fecha: 01.12.12				
DETERMINACION DE CARAS FRACTURADAS (NORMA MTC E-210, ASTM D-5821)						
Tramo : 03	REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.					
CANTERA : Mezcla 55% Grava Chancada 45% Arena Zarandeada Tamiz 1/4"	REVISADO: ING.Soledad Barzola S.					
UBICACIÓN : Oxapampa	FECHA: 2-Oct-23					
DATOS DE LA MUESTRA						
N° MUESTRA : M-001						
T. MUESTRA : 124+800						
A.- CON UNA CARA FRACTURADA						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)		C*D
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	1250.0	958.0	76.6	10.4	798.3
1"	3/4"	2004.0	1785.0	89.1	16.7	1487.5
3/4"	1/2"	1568.0	1204.0	76.8	13.1	1003.3
1/2"	3/8"	1005.0	856.0	85.2	8.4	713.3
TOTAL		5827.0	4803.0		48.6	4002.5
POCENTAJE CON UNA CARA FRACTURADA		TOTAL E / TOTAL D (%)		82.4	%	
B.- CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS						
TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	C	D	E
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	((B/A)*100)		C*D
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	1250.0	824.0	65.9	10.4	686.7
1"	3/4"	2004.0	1344.0	67.1	16.7	1120.0
3/4"	1/2"	1568.0	975.0	62.2	13.1	812.5
1/2"	3/8"	1005.0	425.0	42.3	8.4	354.2
TOTAL		5827.0	3568.0		48.6	2973.3
POCENTAJE CON DOS A MAS CARA FRACTURADAS		TOTAL E / TOTAL D (%)		61.2	%	


FRANK DELGADO CARRASCO
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
 SUPERVISIÓN

 SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 067689

Granulometría muestras de suelo para bases



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

JL. THOMAS SCHLAUSE S/N - CUADRA 89 OXAPAMPA

REVISIONES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHO T 11, T 17 Y T 88)

TITULO : 3

DIRE DE LABORATORIO : Ing. Frank Delgado C.
ING. ESPECIALISTA : ING. Soledad Barzola S.
FECHA : 23-Sep-23

CANTINA : 12-6-800
UBICACIÓN : OXAPAMPA

N° MUESTRA : M-1

T. MUESTRA : Material Arena Acoplada

Tamaño máximo : 3/4"

P. húmido (g.) : 1,854,4

Aplicación : Base granular

Peso de fines (g.) :

Tamaño	Abertura	Peso Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnicas Gradados		Datos de la Muestra	
						A			
ASTM	en mm.								
5"	127.0				100.0				
4	101.6				100.0				
3 1/2"	88.9				100.0				
3"	76.2				100.0				
2 1/2"	63.5				100.0				
2"	50.8				100.0				
1 1/2"	38.1				100.0				
1"	25.4				100.0				
3/4"	19.0				100.0				
1/2"	12.5				100.0				
3/8"	9.5				100.0				
1/4"	6.3				100.0				
4	4.75	22.0	1.2	1.2	98.8				
8	2.00			1.2	98.8				
10	2.00	241.8	13.4	15.6	84.4				
15	1.18			15.6	84.4				
20	0.84			15.6	84.4				
30	0.60			15.6	84.4				
40	0.425	296.4	40.2	35.9	40.1				
50	0.30			35.9	40.1				
60	0.25			35.9	40.1				
80	0.177			35.9	40.1				
100	0.150	484.8	26.0	34.9	15.1				
200	0.075	79.0	4.3	39.2	10.8				
400		1372.4	98.8	100.0					

OBSERVACIONES

Método de Compactación
A

Humedad Natural

W_n + T₂₀ : 16.72.00

W_n + T₂₅ : 16.88.00

Humedad (%) : 8.9

U₂₀ : 41.3

U₂₅ : 41.3

U₂₈ : 41.3

Clasificación (SUCS) :

Arena mal graduada con limo y grava

Módulo de Finura : 1.0

Grava 4" - 10" : 1.2

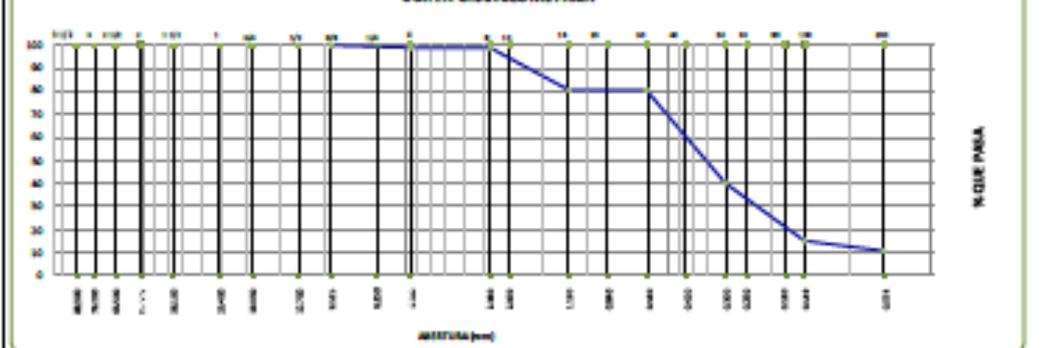
Arena 75 - 10" : 88.0

Fines < 10" : 12.8

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Límite líquido (%)	0.00	Máx. Dens. Seca (gr/cm ³)	2.177	Abundancia (%)	22.5
Límite Plástico (%)	-30P	Humedad óptima (%)	7.4	Dumbilidad Grava	-
Índice plástico (%)	SUCS	CBR : al 100%	34.8 %	Dumbilidad Arena	-
Clasificación:	AASHO	CBR : al 95%	32.4 %	Chapas y Alargadas	-
	Cc	Expansión (%)	-	Peso Específico (g./cc.)	-
		Equivalente de arena (%)	68%	% de Absorción (%)	-

CURVA GRANULOMÉTRICA



Frank Delgado Carrasco
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG-ATJ
SUPERVISIÓN
Soledad Barzola Susano
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
GIP N° 267688

Proctor para suelo de bases



CCN
CONSORCIO SEG-ATJ

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**
J.R.THOMAS SCHAUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01
Pg01

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

TRAMO : 3
CANTERA : 128+000
UBICACIÓN : OXAPAMPA

REALIZADO: Tec. Frank Delgado C.
REVISADO: Ing. Soledad Barzola S.
FECHA: 21-Set-23

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M-1
T. MUESTRA : Material Grava Chancada

CLASIF. (SUCS) : GP
CLASIF. (AASHTO) : A-1-a (0)

METODO DE COMPACTACION : C FECHA DE ENSAYO: 21/09/2023

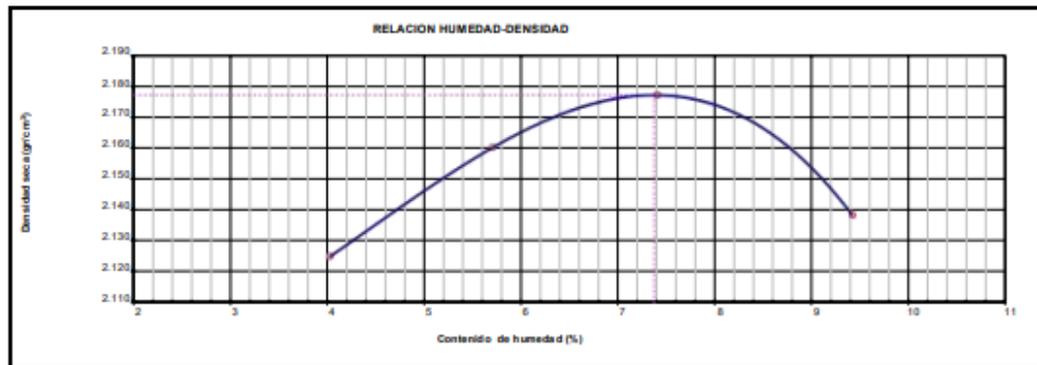
Peso suelo + molde	gr	11425	11570	11695	11690
Peso molde	gr	6752	6752	6752	6752
Peso suelo húmedo compactado	gr	4673.0	4827.0	4943.0	4946.0
Volumen del molde	cm ³	2114	2114	2114	2114
Peso volumétrico húmedo	gr	2.211	2.283	2.338	2.340
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	516.6	583.5	513.5	527.4
Peso del suelo seco + tara	gr	496.6	552.0	478.1	482.0
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	20.0	31.5	35.4	45.4
Peso del suelo seco	gr	496.6	552.0	478.1	482.0
Contenido de agua	%	4.03	5.71	7.40	9.42
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.125	2.560	2.177	2.138

Densidad máxima (gr/cm³)

2.177

Humedad óptima (%)

7.4



Observaciones:


FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Versión: 01
Fecha: 01.02.19

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E-114, AASHTO T-176)

TRAMO 3
CANTERA : 128+000
UBICACIÓN OXAPAMPA

REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.
REVISADO: ING.Soledad Barzola S.
FECHA: 22-Set-23

N° MUESTRA : M- 1 T. MUESTRA Material Grava Chancada	IDENTIFICACION			Promedio	
	1	2	3		
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		11:25	11:27	11:29	
Hora de salida de saturación (mas 10")		11:35	11:37	11:39	
Hora de entrada a decantación		11:37	11:39	11:41	
Hora de salida de decantación (mas 20")		11:57	11:59	12:01	
Altura máxima de material fino	Pulg.	7.90	7.80	7.60	
Altura máxima de la arena	Pulg.	4.00	4.00	4.10	
Equivalente de Arena	%	51	51	54	52


.....
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

.....
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 867689



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
JR. THOMAS SCHUSS S/N - CUADRA 09 - OXAPAMPA

REVISION:01
Pg:01

EQUIVALENTE DE ARENA

(NORMA MTC E-114, AASHTO T-176)

TRAMO 3

REALIZADO: Tec.Frank Delgado C.

REVISADO: ING.Soledad Barzola S.

FECHA: 23-Set-23

CANTERA 128 + 000

UBICACIÓN OXAPAMPA

N° MUESTRA : M-1 T. MUESTRA Material Arena Acopiada Aplicación Base granular		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	mm	4.75	4.75	4.75	
Hora de entrada a saturación		09:27	09:29	09:31	
Hora de salida de saturación (mas 10")		09:37	09:39	09:41	
Hora de entrada a decantación		09:39	09:41	09:43	
Hora de salida de decantación (mas 20")		09:59	10:01	10:03	
Altura máxima de material fino	Pulg.	13.00	13.50	13.30	
Altura máxima de la arena	Pulg.	7.90	8.00	8.00	
Equivalente de Arena	%	61	59	60	60

FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN

SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

MUESTRA SECA 1: ENSAYO DE COMPRESIÓN

Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
1.1	23	11	8	290,45
1.2	23	11	8	291,45
1.3	23	11	8	290,10
2.1	11,5	11	8	270,35
2.2	11,5	11	8	271,50
2.3	11,5	11	8	271,87
3.1	5,5	11	8	250,30
3.2	5,5	11	8	250,50
3.3	5,5	11	8	249,40



.....
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN



.....
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067629

MUESTRA SECA 2: ENSAYO DE COMPRESIÓN

Muestra	Largo(cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)
4.1	23	11	5	270,45
4.2	23	11	5	269,60
4.3	23	11	5	269,21
5.1	11,5	11	5	230,65
5.2	11,5	11	5	230,55
5.3	11,5	11	5	231,70
6.1	5,5	11	5	205,36
6.2	5,5	11	5	204,45
6.3	5,5	11	5	204,42



.....
FRANK DELGADO CARRASCO
TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
SUPERVISIÓN



.....
SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP N° 067689

MUESTRA TIEMPO DE SECADO

Muestra	Cant	Largo	Ancho	Espesor
1	3	23	11	8
2	3	23	11	5
3	3	23	11	2

Muestra	Volumen (ml)	Tiempo (min)
1.1	1000,00	75,50
1.2	1000,00	76,50
1.3	1000,00	75,60
2.1	1000,00	45,32
2.2	1000,00	45,45
2.3	1000,00	45,12
3.1	1000,00	25,60
3.2	1000,00	25,90
3.3	1000,00	26,10



 FRANK DELGADO CARRASCO
 TECNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONSORCIO SEG - ATJ
 SUPERVISIÓN


 SOLEDAD A. BARZOLA SUSANO
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIP N° 067689

Ensayos de laboratorio para muestras de suelo





-10°34'51"S -75°24'11"W
cdra 11 Jr. Müllebruck
Oxapampa
Pasco
Altitud:1841.4m
Velocidad:0.0km/h
Proctor Modificado
Material de sub base
11/10/2023 11:23:10.758



Peso unitario y
VACIO DE 100
AGREGADO MTC-E 203
MIXACIÓ SUBBASE
FECHA : 13/10/2023

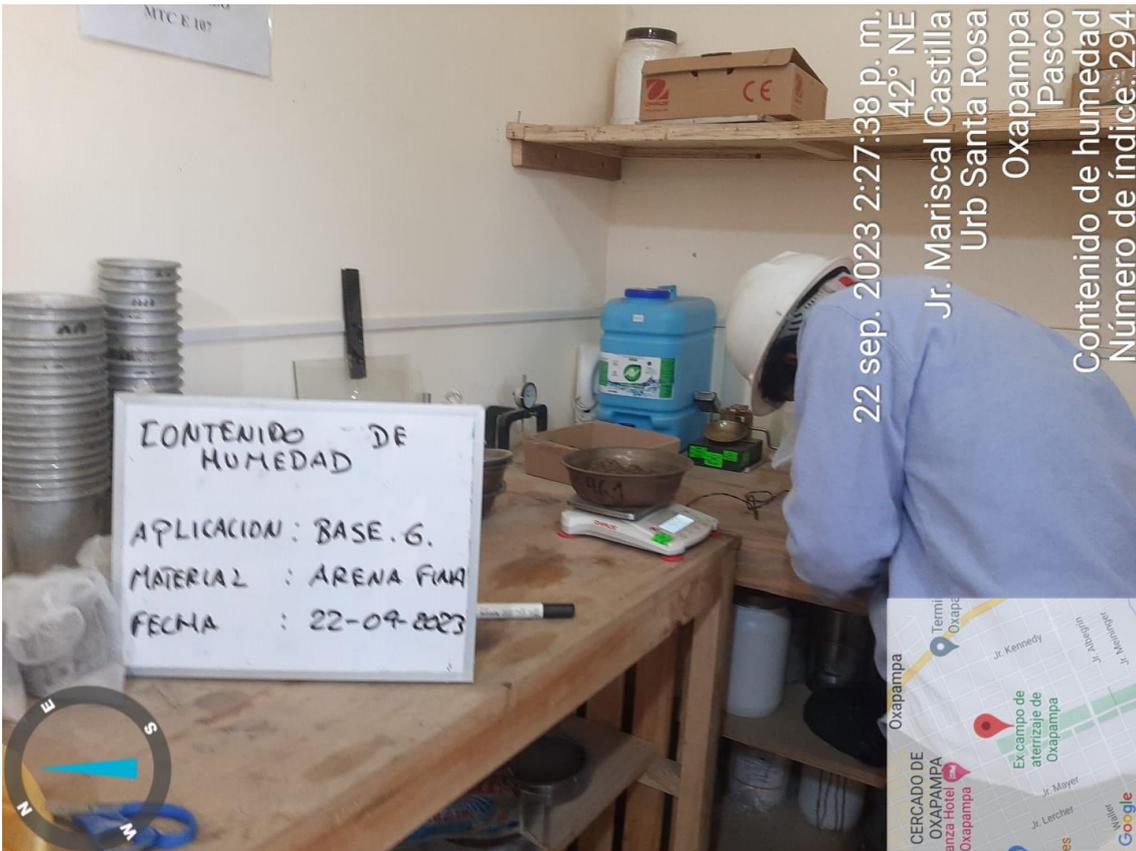
13 oct 2023 11:17:52 a. m.
S-10° 34.858, W-75° 24.18
152° SE
Oxapampa
Altitud:1821.0m
Velocidad:2.6km/h
Pero unitario
Número de índice: 603



22 sep. 2023 3:39:43 p. m.
125° SE
1341 Jr. Mayer
Urb Barrio la Casualidad
Oxapampa
Pasco
Altitud:1844.3m
Peso unitario
Número de índice: 299



22 sep. 2023 2:08:59 p. m.
167° S
cdra 11 Jr. Mullebruck
Oxapampa
Pasco
Altitud:1844.0m
Laboratorio de supervisión
Número de índice: 293



Ensayos con Oasis Floral









UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de una espuma fenólica como sistema de pavimento permeable como alternativa de mejora de la Av. Grau - Piura", cuyos autores son PINTADO ALVAREZ LEYNER ARNOLD, YOVERA OJEDA MARIA ANGELITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

PIURA, 30 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA DNI: 18173778 ORCID: 0000-0003-0836-0062	Firmado electrónicamente por: FSAGASTEGUIP el 30-12-2023 07:40:11

Código documento Trilce: TRI - 0712967