



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“COMPORTAMIENTO DEL TERRAPLÉN DE
GEOESPUMA, USADO PARA LA MEJORA DEL
PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA
INUNDABLE, DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS
2023”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES: BACH. RENZO GARCÍA ROJAS
BACH. VÍCTOR GARY MENDOZA MOLINA**

ASESOR: M.SC. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

San Juan Bautista - Loreto – Maynas – Perú 2023

DEDICATORIA

Este logro va para mis padres y hermanos que siempre estuvieron conmigo dando su apoyo y amor para llegar a esta meta. La actitud y el carácter que son las enseñanzas de mi familia, me sirvió mucho para enfrentar este momento y sobre todo la vida en camino. Gracias a Dios por darme las fuerzas ilimitadas para enfrentar cada dificultad y levantarme de los tropiezos cada vez con más ánimo y fuerza de seguir hacia adelante.

R. G. R.

A mis padres y mi familia, mi roca y mi fuente inagotable de amor y apoyo, les dedico este logro. Gracias por creer en mí desde el principio y por animarme a seguir adelante cuando las dificultades parecían insuperables. Su amor incondicional y su ejemplo de perseverancia me han llevado a alcanzar mis metas.

V. G. M. M.

AGRADECIMIENTO

Quisiéramos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa en la realización de esta tesis de ingeniería civil. Su apoyo y colaboración han sido fundamentales para lograr este importante hito en mi carrera.

A nuestros padres y familia, mi gratitud es infinita. Su amor incondicional, su sacrificio y su constante apoyo han sido la base de mi éxito. Gracias por creer en mí, por motivarme a perseguir mis metas y por darme todas las oportunidades para desarrollarme y crecer como profesional.

Agradecer a mis asesores y profesores por su orientación experta, su dedicación y su disposición constante para brindarme su conocimiento y experiencia. Gracias a ustedes, he adquirido una base sólida de conocimientos y habilidades que me han permitido abordar los desafíos de esta investigación.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todas las personas que participaron en mi investigación, ya sea como colaboradores, voluntarios o sujetos de estudio. Vuestra contribución ha sido invaluable y ha enriquecido significativamente los resultados obtenidos.

Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes. Gracias por formar parte de mi camino hacia la realización de esta tesis de ingeniería civil. Vuestra confianza, apoyo y guía han dejado una marca indeleble en mi formación como profesional.

Los autores.

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“COMPORTAMIENTO DEL TERRAPLÉN DE GEOESPUMA,
USADO PARA LA MEJORA DEL PAVIMENTO SOBRE
SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE, DISTRITO DE
PUNCHANA – MAYNAS 2023 ”**

De los alumnos: **RENZO GARCÍA ROJAS Y VÍCTOR GARY MENDOZA MOLINA**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **16% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 14 de junio del 2024.



Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del Comité de Ética – UCP

UCP_INGENIERAI CIVIL_2023_TSP_RENZO_GARCIA_VICTOR_MENDOZA_V1)

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	vdocuments.mx Fuente de Internet	1%
5	milcoges.com Fuente de Internet	1%
6	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.fcpa.org.pe Fuente de Internet	1%
8	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Renzo Garcia Rojas
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	UCP_INGENIERAI CIVIL_2023_TSP_RENZO_GARCIA_VICTOR_...
Nombre del archivo:	VIL_2023_TRABAJO_DE_SUFICIENCIA_PROFESIONAL_RENZO_...
Tamaño del archivo:	4.15M
Total páginas:	67
Total de palabras:	10,504
Total de caracteres:	51,322
Fecha de entrega:	14-jun.-2024 11:25p. m. (UTC+0700)
Identificador de la entrega...	2402509279

RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional titulado: "Evaluación superficial de terraplén con relleno de Geoespuma usado para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2023", se buscó evaluar el uso de la Geoespuma como parte de su aplicación en obras de ingeniería geotécnica y vial; específicamente evaluando el terraplén con relleno de Geoespuma, construido en un modelo físico a escala real, en el proyecto de tesis: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019", el cual se denominara en el presente trabajo como Terraplén de Geoespuma.

Para la evaluación del Terraplén de Geoespuma, se realizó una evaluación superficial, identificando fallas estructurales, asimismo se realizó el monitoreo del desplazamiento vertical, usando el método de nivelación geométrica de precisión. Se llevaron a cabo ensayos con esclerómetro para determinar la resistencia de mortero del muro de confinamiento del terraplén de Geoespuma.

El presente trabajo de suficiencia profesional resalta la importancia de la búsqueda de nuevos materiales no convencionales como la Geoespuma en la construcción de infraestructuras, que presentan desafíos únicos en términos de resistencia y durabilidad. Es por eso que se necesita una evaluación rigurosa para asegurarse de que el material sea adecuado para su uso en proyectos de construcción a gran escala.

PALABRAS CLAVES: Geoespuma, terraplén, desplazamiento vertical, esclerómetro.

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Con Resolución Decanal N° 576-2024-UCP-FCEI del 24 de julio del 2024, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador de la sustentación del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila, Dra | Presidente |
| • Ing. Félix Wong Ramírez, Mg | Miembro |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, Mg | Miembro |

Como Asesor: **Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA**

En la ciudad de Iquitos, siendo las **11:00 a.m.** del día **25 de julio del 2024**, de manera presencial supervisado por el Secretario Académico de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional "**COMPORTAMIENTO DEL TERRAPLÉN DE GEOESPUMA, USADO PARA LA MEJORA DEL PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE, DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023**".

Presentado por los sustentantes:

- **RENZO GARCIA ROJAS**
- **VICTOR GARY MENDOZA MOLINA**

Como requisito para optar el título Profesional de:

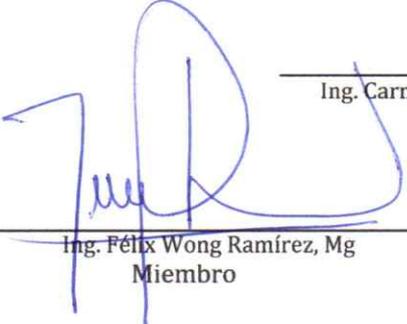
INGENIERO CIVIL

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: Absuelto

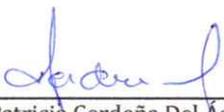
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

Que la sustentación es: Aprobado por Excepción

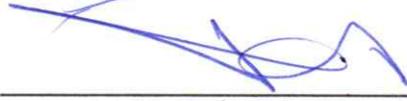
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Ing. Félix Wong Ramírez, Mg
Miembro



Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila, Dra
Presidente



Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, Mg
Miembro



HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: RENZO GARCIA ROJAS Y VICTOR GARY MENDOZA MOLINA

Trabajo de Suficiencia Profesional sustentada en acto público el día 25 de julio de 2024, a las 11:00 am, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cerdeña', is written above a horizontal line.

**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL ÁGUILA, DRA
PRESIDENTE DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Wong', is written above a horizontal line.

**ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, MG
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ocaña', is written above a horizontal line.

**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, MG
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Irigoín', is written above a horizontal line.

**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA
ASESOR**

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD	4
HOJA DE APROBACIÓN.....	7
CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
I. MARCO TEÓRICO	15
1.1. Antecedentes del estudio.....	15
1.2. Bases teóricas	20
1.2.1. Pavimento.....	20
1.2.1.1. Diseño estructural del pavimento	21
1.2.1.2. Factores de diseño:.....	21
1.2.1.3. Especificaciones técnicas constrictivas.....	21
1.2.1.4. Modos de falla	22
1.2.2. Geoespuma	23
1.2.2.1. Sus principales características son:	23
1.2.2.2. Propiedades de la Geoespuma	24
1.2.2.3. Dimensiones.....	27
1.2.2.4. Aplicaciones de la Geoespuma	27
1.2.3. Suelo Blando o suelo Cohesivo	27
1.2.3.1. Cálculo de asentamientos	28
1.2.3.2. Ensayos de laboratorio para suelos Cohesivos.....	28
1.2.4. Terraplén	28
1.2.4.1. Conformación de un terraplén	28
1.2.4.2. Ensayos para terraplenes.....	29
1.2.5. Terraplén de Geoespuma	29
1.2.5.1. Estructura	29
1.2.5.2. Factores de diseño del terraplén de Geoespuma.....	30
1.2.6. Asentamiento	31
1.2.6.1. Tipos de asentamientos	31

1.2.6.2.	Estimación de asentamientos.....	31
1.3.	Definición de términos básicos	32
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
2.1.	Descripción del problema.....	33
2.2.	Formulación del Problema	34
2.2.1.	Problema General	34
2.2.2.	Formulación de problemas específicos	34
2.3.	Objetivos	34
2.3.1.	Objetivo general	34
2.3.2.	Objetivos específicos.....	34
2.4.	Variables	35
2.4.1.	Identificación de las variables.....	35
2.4.1.1.	Variable independiente	35
2.4.1.2.	Variable dependiente	35
2.5.	Operacionalización de las variables.....	35
III.	METODOLOGIA.....	37
3.1.	Tipo de investigación	37
3.2.	Diseño de Investigación	37
3.3.	Población y Muestra.....	38
3.3.1.	Población.....	38
3.3.2.	Muestra	38
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	40
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos	40
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	40
3.4.3.	Procesamiento.....	41
IV.	RESULTADOS	42
4.1.	Datos Generales del Proyecto	42
4.1.1.	Nombre del Trabajo de Investigación	42
4.1.2.	Ubicación Política	42
4.1.3.	Ubicación del proyecto de investigación	42
4.1.4.	Características	44
4.2.	Accesibilidad	44
4.3.	Recolección de datos.....	44
4.3.1.	Materiales, equipo y herramientas	44

4.3.1.	Toma de muestra.....	45
4.3.1.1.	Replanteo Topográfico y Nivelación.....	45
4.3.1.2.	Ensayo Esclerométrico o Índice de rebote mediante esclerómetro (ASTM C805).....	47
4.3.1.3.	Evaluación de tráfico de servicio.....	49
4.4.	Estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma, después del periodo de servicio 2020-2023.....	50
4.4.1.	Ensayos de Esclerometría.....	50
4.5.	Factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geospuma, durante el periodo de servicio 2020-2023.	60
4.5.1.	Evaluación de la Condición del Pavimento y Muro Lateral de Confinamiento.....	60
4.5.2.	Control de Asentamientos.....	65
4.5.3.	Volumen de Tráfico Promedio.....	69
V.	DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
5.1.	Discusiones.....	74
5.2.	Conclusiones.....	76
5.3.	Recomendaciones.....	79
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
VII.	ANEXOS.....	83
7.1.	Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	83
7.2.	Anexo 2. Instrumento de Recolección de Datos.....	85
7.3.	Anexo 3. Panel Fotográfico.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio de Mecánica de suelos	18
Tabla 2. Resultados Corte directo.	19
Tabla 3. Resultados de Compresión no confinada	19
Tabla 4. Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	19
Tabla 5. Requisitos mínimos para diferentes pavimentos	22
Tabla 6. Densidad de Geospuma de 15kg/m ³	24
Tabla 7. Densidad de Geospuma de 15kg/m ³	24
Tabla 8. Tabla de identificación de Trafico EAL	30
Tabla 9. Definición conceptual de Variables	35
Tabla 10. Operacionalización de variable	36
Tabla 11. Componentes del Pavimento con Geospuma	38
Tabla 12. Características básicas del terraplén construido.	39
Tabla 13. Ensayos para realizar	39
Tabla 14. Punto de Control Topográfico	46
Tabla 15. Datos de lecturas de campo	47
Tabla 16. Tráfico Vehicular: IMD anual y Clasificación Vehicular Veh/día	50
Tabla 17. Ensayo Esclerométrico - Punto 1	51
Tabla 18. Ensayo Esclerométrico - Punto 2	52
Tabla 19. Ensayo Esclerométrico - Punto 3	53
Tabla 20. Ensayo Esclerométrico - Punto 4	54
Tabla 21. Ensayo Esclerométrico - Punto 5	55
Tabla 22. Ensayo Esclerométrico - Punto 6	56
Tabla 23. Ensayo Esclerométrico - Punto 7	57
Tabla 24. Ensayo Esclerométrico - Punto 8	58
Tabla 25. Ensayo Esclerométrico - Punto 9	59
Tabla 26. PCI-01 Muestra 1	60
Tabla 27. PCI-01 Muestra 2	61
Tabla 28. PCI-01 Muestra 3	62
Tabla 29. Procesamiento de Datos de Evaluación PCI	63
Tabla 30. Reporte de Nivelación – Control de Asentamiento	65
Tabla 31. Volumen de tráfico promedio diario	69
Tabla 32. Resumen de resultados	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ensayo de compresión triaxial UU- Densidad 15 kg/m ³	25
Figura 2. Ensayo de compresión triaxial UU- Densidad 15 kg/m ³	25
Figura 3. Dimensiones referenciales de Geoespuma, ECOPOR, PERÚ.....	27
Figura 4. Procesamiento de la información	41
Figura 5. Ubicación del Proyecto.	42
Figura 6. Localización de proyecto.....	43
Figura 7. Ubicación de la zona del proyecto en el plano catastral.....	43
Figura 8. Imagen referencial de instrumentos utilizados	44

RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional titulado: “COMPORTAMIENTO DEL TERRAPLÉN DE GEOESPUMA, USADO PARA LA MEJORA DEL PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE, DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023”, se buscó evaluar el uso de la Geoespuma como parte de su aplicación en obras de ingeniería geotécnica y vial; específicamente evaluando el terraplén con relleno de Geoespuma, construido en un modelo físico a escala real, en el proyecto de tesis: “USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”, el cual se denominara en el presente trabajo como Terraplén de Geoespuma.

Para la evaluación del Terraplén de Geoespuma, se realizó una evaluación superficial, identificando fallas estructurales, asimismo se realizó el monitoreo del desplazamiento vertical, usando el método de nivelación geométrica de precisión. Se llevaron a cabo ensayos con esclerómetro para determinar la resistencia de mortero del muro de confinamiento del terraplén de Geoespuma.

El presente trabajo de suficiencia profesional resalta la importancia de la búsqueda de nuevos materiales no convencionales como la Geoespuma en la construcción de infraestructuras, que presentan desafíos únicos en términos de resistencia y durabilidad. Es por eso que se necesita una evaluación rigurosa para asegurarse de que el material sea adecuado para su uso en proyectos de construcción a gran escala.

PALABRAS CLAVES: *Geoespuma, terraplén, desplazamiento vertical, esclerómetro.*

ABSTRACT

In the present work of professional sufficiency entitled: " BEHAVIOR OF THE GEOFOAM EMBANKMENT, USED FOR THE IMPROVEMENT OF AVEMENT ON SOFT SOIL IN FLOOD ZONE, PUNCHANA DISTRICT - MAYNAS 2023", it was sought to validate the use of geofoam as part of its application in works geotechnical and road engineering; specifically evaluating the embankment with geofoam filling, built as a real-scale physical model, in the thesis project: "USE OF EXPANDED POLYSTYRENE IN EMBANKMENT FOR PAVEMENT ON SOFT SOIL IN FLOODABLE ZONE DISTRICT OF PUNCHANA - MAYNAS 2019", which will be called in the present work as Geofoam Embankment.

For the evaluation of the Geofoam Embankment, a superficial evaluation was carried out, identifying structural faults, as well as monitoring the vertical displacement, using the precision geometric leveling method.

Sclerometer tests were carried out to determine the mortar resistance of the geofoam embankment confinement wall.

The present work of professional sufficiency highlights the importance of the search for new unconventional materials such as geofoam in the construction of infrastructures, which present unique challenges in terms of resistance and durability. That's why rigorous evaluation is needed to make sure the material is suitable for use in large-scale construction projects.

KEY WORDS: Geofoam, embankment, vertical displacement, sclerometer.

I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio

Internacional

Quiroz (2019), realizó el *“Análisis del uso de geobloques para aligerar el relleno en cimentaciones de edificios”*, con el fin de encontrar los beneficios de estructuras alivianadas con poliestireno expandido.

Con pruebas de resistencia sobre bloques de poliestireno expandido y sobre materiales convencionales, se demostró que el uso de este material reduce el costo de una construcción. Asumiendo el precio de construcción de una edificación de 03 pisos con 30m² (p. 5). Los bloques de poliestireno deben usarse en suelos muy compresibles (p. 75).

Andrade & Nazareno (2019), en su tesis *“Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad milenio chinca Cantón Esmeraldas”*, presentaron un comparativo técnico económico entre materiales destinados a mejorar el suelo.

La muestra se realizó sobre un relleno tradicional o convencional y Bloques de Poliestireno Expandido (EPS) o Geobloques. Se determinó que los bloques de Poliestireno Expandido presentan características mejoradas respecto a la estabilidad, pues estos disminuyen un 8%, toda vez que de acuerdo con los ensayos el método tradicional arroja una disminución de carga de 31%.

Respecto al relleno tradicional, se evidenció un costo de \$19.822,38, por debajo de los \$31.122,62 usando EPS. En este sentido, la investigación podría expandirse a un análisis costo/beneficio, y el comportamiento a largo plazo y tiempo de ejecución de un proyecto. En su favor los EPS, son ligeros de fácil uso y manipulación, con un 25% de ahorro en tiempo de construcción.

Almeida (2014), en su tesis *“Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes”*, realizó un análisis comparativo del poliestireno bajo Normativa de EPS, tal como lo establece las normas ASTM y la de su país (Ecuador) a través del MTOP (Ministerio de transporte y obras públicas), siendo estos de marca GEOFAM.

Con equipos de última tecnología del Laboratorio de Mecánica de Suelos, de la Universidad Central del Ecuador, se realizaron evaluaciones a dos terraplenes considerados como muestra. Uno conformado por materiales convencionales y el segundo conformado por bloques de poliestireno, siendo este disminuye el asentamiento considerablemente del 65% al 70%.

El uso del GEOFAM, genera trabajos menos complicados, más rápidos y causan menor impacto (p.305). Por consiguiente, al brindar facilidad constructiva, con evaluaciones favorables en tiempos y comportamientos a largo plazo, es importante analizar el costo de inversión.

Bajo rangos del ASTM: Densidad Promedio=20,26Kg/m³, Resistencia a la Compresión=116,49 KPa, Resistencia a la Flexión= 222,41 KPa, Absorción de agua por total inmersión= 2,42% en volumen Módulo de elasticidad= 4,77 MPa Coeficiente de balasto=13,889 KPa/mm (p. 327).

Dávila Martín (2014), en la tesis titulada *“La utilización de Poliestireno expandido en obras de Geotecnia”*, realizado en el departamento de posgrado de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla. Plantea el estudio de soluciones constructivas de naturaleza geotécnica, mediante estudios experimentales en escala reducida de una losa aligerada para ser comparada con una losa maciza, desarrollando el cálculo con SAP 2000.

El estudio consistió en sustituir parcialmente material de terraplén con bloques de Poliestireno Expandido (EPS), para lo cual se configuró dos situaciones de muestra, una en sección transversal y la otra en ladera.

Como solución constructiva se analiza un muro de contención en ménsula, el cual se sustituyó parcialmente con bloques de EPS, con el fin de reducir el peso del elemento estructural sin reducir la rigidez.

Los resultados permiten afirmar que las soluciones demostrativas, son viables, y presentan ventajas frente a construcciones tradicionales.

Nacional - Local

Justiniano & Mori (2021), investigaron el “Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2019”, como parte de su aplicación en proyectos geotécnicos.

Los investigadores presentan un estudio experimental con una propuesta de diseño del relleno de un terraplén con EPS (Geoespuma), cimentado sobre suelos blandos, en zona inundable, y el método de cálculo para determinar empujes laterales producidos por un sistema de relleno.

Los tres prototipos estuvieron expuestos a una escala reducida en una zona inundable, con memorias de cálculo que fueron tratados mediante Software Sap2000. v20 y SLIDE V5.00. El diseño fue validado con prueba de carga estática no estandarizada realizada a los 28 días de finalizada la construcción, concluyendo:

El prototipo uno mostró infiltración 0, luego de que los piezómetros registraron una columna de 8cm de infiltración. Posteriormente se modificó el prototipo 02, demostrando estabilidad ante carga verticales producidas por el tráfico. La estabilidad se estableció a partir de los asentamientos en la carpeta de rodadura que fueron de 1mm (p.239).

Del Ensayo de compresión:

El investigador realizó ensayos de compresión a la Geoespuma para el terraplén, reproducidas las muestras con diferentes variaciones, con el fin de conseguir mayores registros experimentales, encontrando:

- Los bloques de Geoespuma en 1%, y no presentan recuperación. Esto sucede después de la pérdida de rigidez inicial. Por lo que se considera que tiene una pérdida de rigidez inicial.

Una deformación mayor, alcanzaría hasta % (sería a partir 15mm), y se recupera hasta en 50% (7.5 mm).

Concluyendo que el material del modelo escalado, no altero el comportamiento de la estructura, esto se debe a que existe relación entre las características físicas y mecánicas de la resistencia de los materiales, por lo que siempre se recomienda verificar ambas características de los materiales.

Tabla 1. Resumen de ensayos de laboratorio de Mecánica de suelos

Ensayos:	Referencias	Resultados		Unidades	Observaciones
Granulometría (clasificación)	ASTM D - 422	(SP)/A-3(0)			Arena color blanco
Granulometría (agregado)	ASTM C - 136	MF 1.62			MF: Módulo de fineza del agregado
Gravedad Específica y Absorción del Agregado	ASTM C - 128	2.671		gr/cc	Arena color blanco
		0.48		%	
Peso Unitario suelto del Agregado	ASTM C - 29	1451.00		Kg/m ³	Arena color blanco
Peso Unitario Compactado del Agregado	ASTM C - 29	1603.00		Kg/m ³	Arena color blanco
Humedad Natural	ASTM D - 2216	3.58		%	Suelo alterado
Proctor Modificado (Método "A")	ASTM D1557	M.D.S.	1.666	gr/cm ³	Suelo alterado
		O.C.H.	16.07	%	
C.B.R.	ASTM D - 1883	95% M.D.S.	1.583	gr/cc	Suelo alterado

Fuente: Justiniano & Mori, (2021)/ Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER.

Corte Directo:

Tabla 2. Resultados Corte directo.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
04, 11 y 12	C' = 14.32	kPa	Cohesión no drenada Ángulo de fricción interna
	Ø = 17.70	°	

Fuente: Justiniano & Mori, (2021)/ Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER.

Descripción:

Bloque de Poliestireno Expandido (Geospuma D-15)
Forma, Paralelepípedo.

Compresión no confinada

Tabla 3. Resultados de Compresión no confinada

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS (ASTM D1621)			
Muestra	Resultados	Unidades	Observaciones
21	Esfuerzo a la compresión no confinada (qu) = 80.50	kPa	
	Esfuerzo a la compresión no confinada al 5% (qu) = 70.77	kPa	
	Módulo de Elasticidad Aparente = 1.81	MPa	

Fuente: Justiniano & Mori, (2021)/ Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER.

Descripción: Bloques de Poliestireno Expandido (Geospuma D-15)
Forma, Cilíndrica.

Tabla 4. Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU (No consolidado No drenado UU, ASTM D2850)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
12, 22 Y 11	C = 17.50	kPa	Cohesión no drenada
	Ø = 3.02	°	Ángulo de fricción interna

Fuente: Justiniano & Mori, (2021)/ Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER.

Descripción: Bloques de Poliestireno Expandido (Geospuma D-15). Triaxial No consolidado – No drenado. Forma, Cilíndrica.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. **Pavimento.**

Lizcano & Quintana (2015), indican que los pavimentos, son para carreteras y vías urbanas, siendo estructuras multicapas.

El ítem 3.5, del capítulo III, del Manual de Carreteras del 2014 (R.D N° 10-2014-MTC/14, 2014), define el Pavimento como *“Estructura de varias capas (Sub base, base y capa de rodadura), construida sobre la sub rasante de un camino, con el fin de resistir y distribuir esfuerzos originados por vehículos, y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito”* (p.25).

Así mismo, indica que la estructura de un pavimento se conforma de la siguiente manera:

- **Capa de rodadura:** puede ser de flexible o rígido.
- **Base:** Material Granular drenante CBR $\geq 80\%$, o tratado con cal, cemento o cal.
- **Subbase:** soporta a la base y capa. Usado como drenaje y controlador de agua. Depende del diseño. Puede ser de material granular CBR $\geq 40\%$, o tratado con cal, cemento o cal.

Los ítems i) y f) del artículo 35°. - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, Capítulo V del Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006), indican los tipos de pavimento:

- **Pavimento Asfáltico:** Contiene disposiciones generales para trabajos de imprimación asfáltica, riego de liga, tratamientos superficiales, sellos de arena – asfalto, lechada asfáltica, pavimento de concreto asfáltico caliente, cemento asfáltico (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006) (p. 8).

- **Pavimento de Concreto Hidráulico:** Contiene dispositivos sobre pavimento de concreto hidráulico, y pavimento de adoquines de concreto, emulsión asfáltica, asfaltos diluidos, filler o relleno mineral, mejoradores de adherencia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2006) (p. 8).

1.2.1.1. Diseño estructural del pavimento

Puede ser diseñado mediante cualquier método estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, siendo por ejemplo IAASHTO-93 y PCA, tal como lo indica el ítem *4.1 Método de Diseño*, del Capítulo 4: Diseño Estructural de Pavimentos Urbanos de la (Norma CE.010, 2010) (p. 22). La norma sugiere usar los Anexos B, D y F de su competencia.

1.2.1.2. Factores de diseño:

- a) Calidad y valor portante del suelo de fundación y de la subrasante.
- b) Características y volumen del tránsito durante el período de diseño.
- c) Vida útil del pavimento.
- d) Condiciones climáticas y de drenaje.
- e) Características geométricas de la vía.
- f) Tipo de pavimento a usarse.

1.2.1.3. Especificaciones técnicas constrictivas

Tabla 5. Requisitos mínimos para diferentes pavimentos

Tipo de Pavimento		Flexible	Rígido	Adoquines
Elemento				
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Base		CBR ≥ 80 %	N.A.*	CBR ≥ 80%
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material		Concreto asfáltico ***	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Fuente: Tabla 30 de la Norma CE.010 (2010).

*Notas: * N.A.: No aplicable; ** N.R.: No Recomendable; *** El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

1.2.1.4. Modos de falla

El ítem 6.4 del capítulo 6, de la Norma CE.010, indica que “el análisis de las fallas y definición de las actividades de mantenimiento necesarias” (Norma CE.010, 2010) (p. 28).

En ese sentido, para el análisis del mecanismo de falla y las condiciones más desfavorables se proponen la revisión de diversas posiciones de carga de principal interés:

- Carga a la mitad del borde longitudinal de la losa
- Carga en los extremos de la losa que produce flexión
- Carga en la esquina
- Carga en la junta longitudinal

La transmisión de carga del vehículo al pavimento es transmitida a través de los neumáticos, que ejercen presiones en diferentes rangos como de 50 a 80 psi para vehículos menores, y de 80 a 100 psi en vehículos mayores, la geometría de los ejes es relevante, para considerar las separaciones entre ejes inicial y final. Las cargas que transmiten los neumáticos se consideran como cargas distribuidas sobre un área rectangular.

1.2.2. **Geoespuma**

ECOPORPERU (2020), define a la Geoespuma como “*material plástico celular rígido*”. Indica que su elaboración se hace a partir de perlas de poliestireno expandido que, al fusionarse en un proceso, se obtiene un bloque rectangular. Fabricados bajo Norma ASTM 6817 (D6817/D6817M - 17(2021) | Normas AENOR, 2021).

1.2.2.1. *Sus principales características son:*

- Ligero
- Resistente (vertical y horizontal).
- De baja densidad tipo F¹
- Amplia vida útil
- Baja absorción de agua
- No emite lixiviados
- Ignifugo
- Inocuo
- No es alimento para ningún organismo
- Homogéneo

¹ Geoespuma Tipo F: auto extinguido/no propaga llama, fabricados con N.T ASTM D 681 (ECOPORPERU, 2020).

1.2.2.2. Propiedades de la Geoespuma

1. **Densidad:** los bloques de Geoespuma son fabricados con densidad de 15 y 20 kg/cm³, y por tanto dependiendo de estos presentan resistencia a la compresión, al cizallamiento, la tensión y a la flexión (ECOPOR, 2021). Algunos fabricantes incluso van desde los 10 hasta los 35 kg/cm³.

Tabla 6. Densidad de Geoespuma de 15kg/m³
Densidad 15 kg/m³

Pruebas	Referencia	Muestra	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	15,3	kg/m ³	2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	416	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	46	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255/ASTM E84	Es ignifugo		No propaga llama
% Absorción de agua	ASTM D570	0,34	%	
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D679	1,2 x 10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

Fuente: ECOPOR, (2021).

Tabla 7. Densidad de Geoespuma de 20kg/m³
Densidad 20 kg/m³

Pruebas	Referencia	Muestra	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	20,1	kg/m ³	2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	2094	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	70	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255/ASTM E84	Es ignifugo		No propaga llama
% Absorción de agua	ASTM D570	0,68	%	
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D679	1,5 x 10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

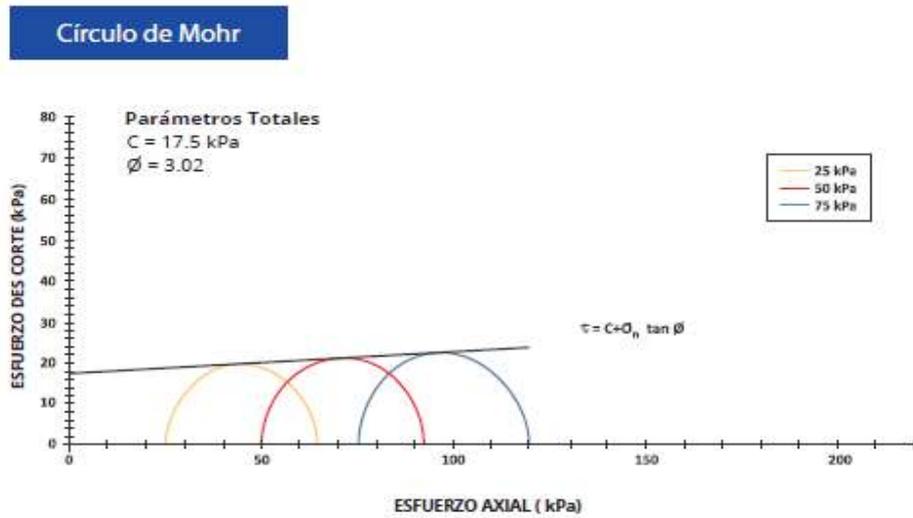
Fuente: ECOPOR, (2021).

2. **Comportamiento mecánico:** presentan comportamiento viscoelástico. Por tanto, no se mide la resistencia a la presión, si no, a la tensión bajo aplastamiento de 10%.

Solo interesan aplastamientos de hasta 1.5 % (en zona lineal). ECOPOR, (2021) menciona que en evaluaciones después de años, estos bloques no presentan deformaciones de fluencia.

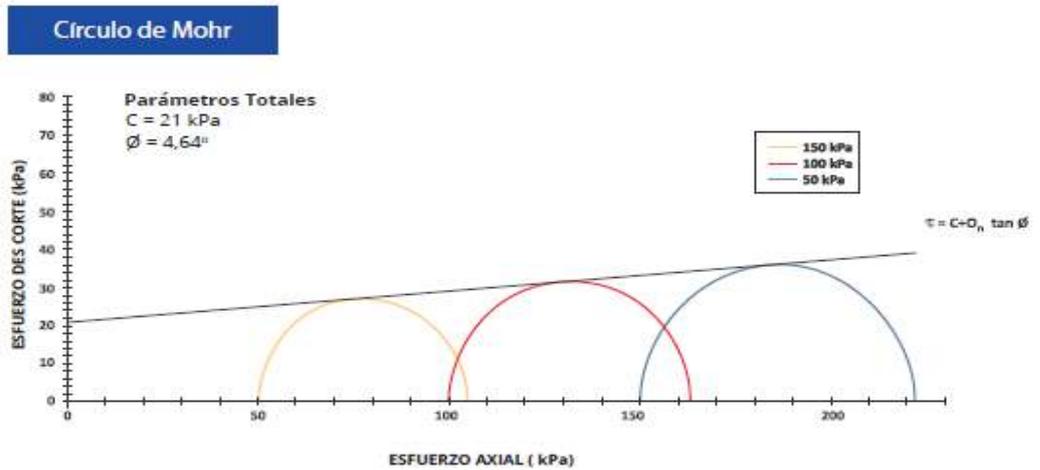
Los bloques mayores a 20 kg/cm³ son cubiertos con capa de material vial mayor a 60cm, en este caso las deformaciones plásticas son despreciables (p. 7).

Figura 1. Ensayo de compresión triaxial UU- Densidad 15 kg/m³



Fuente: ECOPOR, (2021).

Figura 2. Ensayo de compresión triaxial UU- Densidad 15 kg/m³



Fuente: ECOPOR, (2021).

3. **Módulo de Young y relación de poisson:** esto se define mediante los ensayos de compresión simple de muestras de 5cm de diámetro según Norma ASTM D 1621 (ASTM D1621, 2010; D1621, 2010).

Su valor es aproximadamente 0.12 dentro del rango elástico. La ecuación para calcular la relación de poisson se reproduce a continuación.

$$\nu = 0.0056\rho + 0.0024$$

Donde:

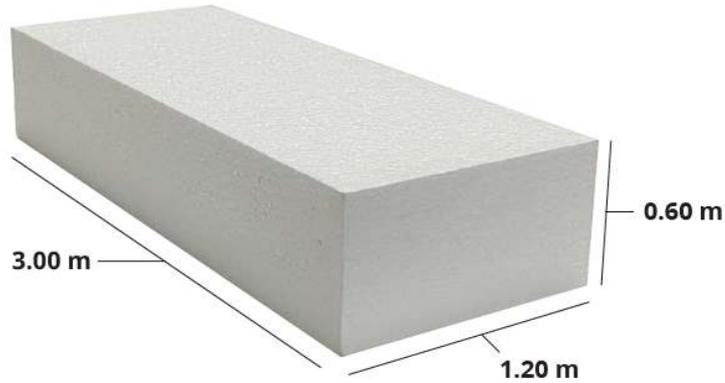
ν =módulo de poisson de EPS (adimensional)

ρ = densidad de EPS (Kg/m³)

4. **Absorción de agua:** No absorben agua. Si se instalan parcial o bajo nivel freático se espera incremento de densidad. En inmersión total la densidad alcanza una expansión de 10% (ECOPOR, 2021) (p. 8)
5. **Resistencia al fuego:** Está calificado como material de carga combustible despreciable por contener 2% de poliestireno y 98% de aire (ECOPOR, 2021) (p. 8).
6. **Resistencia a Agentes Químicos:** excelente resistencia a soluciones salinas, jabones, lejías acidas diluidas, alcoholes y soluciones alcalinas. Desestabilización por acción de ácidos concentrados, aceites, diésel y carburantes, para evitarlas se aísla con geomembranas u otro material aislante.
7. **Rendimiento:** 8 trabajadores pueden colocar 380 m³ de bloques de Geoespuma por día.

1.2.2.3. Dimensiones

Figura 3. Dimensiones referenciales de Geoespuma, ECOPOR, PERÚ.



Fuente: Ficha Técnica de Bloques de Geoespuma, (2021).

1.2.2.4. Aplicaciones de la Geoespuma

Como material de relleno y ligero, presenta diversas aplicaciones en el ámbito de la construcción, así como la geotecnia.

- Cimentaciones
- Laderas
- Muros de contención
- Viales, Pistas/carreteras
- Puentes
- Techos/ escaleras

1.2.3. Suelo Blando o suelo Cohesivo

Los suelos cohesivos, son aquellos que contienen pequeñas partículas y suficiente arcilla para que el suelo se adhiera a sí mismo (Occupational Safety and Health Administration, 2021).

Suelo más cohesivo > mayor arcilla = menos probabilidad de producirse un derrumbe

El ítem c) del capítulo 3: Análisis de las condiciones de cimentación, menciona

1.2.3.1. *Cálculo de asentamientos*

“Para el cálculo de asentamientos en suelos cohesivos: se considerará la Carga Muerta más el 50% de la Carga Viva, sin considerar la reducción que permite la NTE E.020” (Norma E.050, 2018).

1.2.3.2. *Ensayos de laboratorio para suelos Cohesivos*

Según Tabla 5. de la NTE E.050.

- Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo: NTP 339.139
- Método de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado no drenado para suelos cohesivos NTP 339.164
- Método de ensayo normalizado de compresión triaxial consolidado no drenado para suelos cohesivos NTP 339.166
- Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos NTP 339.167

1.2.4. **Terraplén**

Son construcciones ligeras a base de áridos de arcilla expandida. Maquinarias de construcción estándar son las que se usan para estas construcciones (Laterlite, 2023).

Según el ítem 3.2.1. del numeral 3.2. Explanación del (Manual de Carreteras, 2018), el terraplén es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se conoce como relleno (p. 22)

1.2.4.1. *Conformación de un terraplén*

- **Base y cuerpo:** Se conforma en capas de hasta 0.30m.

Se compacta hasta el 90% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor modificado.

- **Corona:** Espesor mínimo de 0.30m, conformada en capas de 0.15m. Compactadas al 95% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor modificado (Manual de Carreteras, 2018).

1.2.4.2. *Ensayos para terraplenes*

a) Ensayos Estándar

- **Material para Terraplenes:**
 - ✓ Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422, MTC E107
 - ✓ Humedad Natural MTC E108
 - ✓ Límite Líquido de los suelos ASTM D-4318, MTC E110
 - ✓ Límite Plástico e Índice de Plasticidad ASTM D-4318, MTC E111
 - ✓ Determinación del Límite de Contracción, si se encuentra alta Actividad de los finos MTC E112
 - ✓ Gravedad Específica de los Suelos, MTC E113
 - ✓ Materia Orgánica en Suelos, MTC E118

Fuente: (Manual de Carreteras, 2018)

b) Ensayos Especiales

Se realizarán para diferentes tipos de material

- **Material de Terraplen**
 - ✓ California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E132; ó Módulo Resiliente de suelos de subrasante y materiales de terraplen sin tratar, ensayo AASHTO T 292; ó módulo Resiliente de Materiales de suelos y agregados, ensayo AASHTO T 307.
 - ✓ Relación Humedad-densidad Compactada a la Energía Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E115.

Fuente: (Manual de Carreteras, 2018)

1.2.5. *Terraplén de Geoespuma*

Es la estructura estudiada. El terraplén de Geoespuma es una estructura vial para pavimento, que está conformada principalmente por relleno de Geoespuma.

1.2.5.1. *Estructura*

- **Base y cuerpo:** geometría rectangular, con taludes verticales protegidas con pantallas de confinamiento de 0.10 m de espesor.

El relleno del cuerpo: con bloques de Geoespuma de densidad 20, distribuidos en 5 capas para alcanzar una altura de 3.00 m sobre el nivel de fundación. La distribución en planta de los bloques de Geoespuma obedece a una distribución que garantiza la estabilidad en conjunto, para evitar la continuidad de juntas.

- **Corona:** conformado por un relleno granular A-3(0) de 0.60 m de espesor, compactado en capas de 0.30 m a su máxima densidad seca. Sobre este relleno controlado se cimentará la base y Subbase del pavimento con un espesor total de 0.30 m. para llegar a la compactación requerida para el pavimento se tratará el material granular de la base con suelo cemento proporción 1:20.

1.2.5.2. Factores de diseño del terraplén de Geoespuma

Transito sobre Pavimento del terraplén:

- Diseño de acuerdo con criterios críticos
- Cantidad de vehículos
- Clasificación de vía.
- Determinación de carga equivalente

Tabla 8. Tabla de identificación de Trafico EAL

Distribución de carga (N8,2 por camión)	Porcentaje de camiones		
	Bajo (<15%)	Medio (15% - 25%)	Alto (> 25%)
Ligero (<0.75)	9	18	27
Medio (0.75-1.5)	23	46	69
Pesado (> 1.5)	37	73	110

1.2.6. **Asentamiento**

Es el movimiento descendente vertical del terreno debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno (GEOSEC, 2023).

1.2.6.1. *Tipos de asentamientos*

El numeral 5.3 y 5.4. del artículo 5 de la (Norma E.050, 2018), indican que existen dos tipos de asentamientos:

Asentamiento Diferencial: Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes unidos por un elemento estructural, que pertenecen a la misma estructura (Norma E.050, 2018).

Asentamiento Diferencial Tolerable: Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes unidos por un elemento estructural, que pertenecen a la misma estructura, que al ocurrir no produce daños visibles ni causa problemas (Norma E.050, 2018).

1.2.6.2. *Estimación de asentamientos*

El artículo 18 y 19 de la (Norma E.050, 2018), indican como se estiman los asentamientos.

Se usan fórmulas aceptadas por la MS (mecánica de suelos), las cuales fueron obtenidas por ensayos in situ, previos. Estos ensayos se indican en el artículo 19. Asentamientos tolerables de dicha norma.

El numeral 19.1. indica que: *Todo EMS debe indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial (Figura 4) no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla 8.* (Norma E.050, 2018).

1.3. Definición de términos básicos

Esclerómetro: Conocido como martillo de Schmidt, es un instrumento de medición para determinar la resistencia a compresión de concretos y morteros.

Volumen de Tránsito: Número de vehículos que pasan por una sección dada de un canal o vía durante un período determinado.

Asentamiento: Deformación vertical de la superficie de terreno que se puede dar como resultado de aplicación de una carga o debido a su alteración.

PCI: Consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas.

Deflexión en muros: Fenómeno que acontece en los elementos esbeltos, cuando estos están sometidos a una carga que los comprime. Y se caracteriza por una deformación, sea elástica o plástica, que implica un desplazamiento perpendicular al eje en que se ejerce la compresión.

Ignifugo: Que no se inflama ni propaga la llama o el fuego,

Inocuo: Que no hace daño al medio ambiente.

Lixiviados: Sustancias líquidas que circulan entre los residuos que se encuentran principalmente en los vertederos

Mejoramiento: Cambio o reemplazo total o parcial de un material en condiciones no adecuadas, direccionadas hacia su mejor desempeño.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

La infraestructura vial, constituye la vía y todos los soportes (carreteras y caminos) que lo conforman (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2013).

En ese sentido, se identificó que las vías urbanas (accesos y calles), tal como los define el (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2013), son importantes por que permiten la comunicación e interrelación entre poblaciones.

Por tanto, en la ciudad de Iquitos, se encontró crecimiento urbano, con vías inaccesibles y deficientes de mantenimiento en pueblos jóvenes, configurando la problemática de la tesis “Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2019”.

Por tanto, tras seis años de la realización de esta investigación de tipo experimental, a la actualidad, se evaluará el “Comportamiento del terraplén de Geoespuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023”

Con el fin de determinar si el proyecto puede tener un impacto significativo en la eficiencia y sostenibilidad, ya que la Geoespuma es un material más liviano y fácil de manejar en comparación con los materiales de relleno convencionales, lo que puede reducir los costos y el tiempo de construcción, así como disminuir la cantidad de emisiones de carbono asociadas con la construcción de infraestructura. Por lo tanto, la evaluación estructural del terraplén de Geoespuma para pavimento es una investigación de gran relevancia y potencial impacto en el campo de la ingeniería civil.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

¿Cuál es el comportamiento del terraplén de Geospuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023?

2.2.2. Formulación de problemas específicos

- ¿Cuál es el estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma, después del periodo de servicio 2020-2023?
- ¿Cuáles son los factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geospuma, durante el periodo de servicio 2020-2023?
- ¿Cuáles son los elementos estructurales con mayor deterioro del terraplén de Geospuma?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento del terraplén de Geospuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023.

2.3.2. Objetivos específicos

- Examinar el estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma, después del periodo de servicio 2020-2023.

- Describir cuáles son los factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geospuma, durante el periodo de servicio 2020-2023.
- Encontrar cuáles son los elementos estructurales con mayor deterioro del terraplén de Geospuma.

2.4. Variables

2.4.1. Identificación de las variables

2.4.1.1. Variable independiente

X₁: Suelo blando en zona inundable

2.4.1.2. Variable dependiente

Y₁: Terraplén de Geospuma

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 9. Definición conceptual de Variables

Variable	Definición Conceptual
Variable independiente X ₁ : Suelo blando en zona inundable	Suelos propensos a grandes deformaciones y de baja resistencia. Presentan problemas por permeabilidad. Suelos jóvenes (geológicamente). De naturaleza mayormente arcillosa o limosa. Su distribución está en zonas costeras, cerca de ríos y lagos.
Variable Dependiente (Y ₁): Terraplén de Geospuma	Método constructivo basado en equilibrar las cargas de un terraplén.

Debido al tipo de investigación, se operacionalizará, solo la variable Dependiente.

Tabla 10. Operacionalización de variable

Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices
<u>Terraplén de Geoespuma</u>	Comportamiento de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de servicio de la estructura • % Asentamiento de la estructura • Factor de seguridad • % Resistencia 	Años % F %
	Confiabilidad de la estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de desempeño esperado 	Alto Bueno Pobre

2.6. Hipótesis

H₀: El comportamiento del terraplén de Geoespuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023, tiende a valores óptimos durante sus años de servicio.

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo de investigación

Por el objetivo de la investigación, este es básico, de tipo Descriptivo, ya que tiene como finalidad describir el comportamiento de la variable dependiente.

El tipo de investigación a emplear es la Investigación aplicada, con un método de investigación deductivo.

- Según el objetivo: Investigación Básica
- Según su profundidad: Investigación Descriptiva
- Según el tipo de datos: Investigación Cualitativa

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación es no Experimental. Por tanto, el diseño se basa en un muestreo observacional, toda vez que la investigación tiene por objetivo, evaluar el Terraplén de Geospuma, construido en el año 2021, a través de una evaluación superficial de su estructura utilizando el método del PCI, para medir su índice de servicialidad; asimismo se pretende determinar los desplazamientos ocasionados debido a la exposición de la estructura a las inundaciones o avenidas expuestas con anterioridad a la fecha de investigación.

De acuerdo con esto el diseño de la investigación será no experimental.



Donde:

M: Es la muestra

O: Es la observación

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

- Pavimento en Psje. Las Gardenias. AA. HH San Valentín.

3.3.2. Muestra

- El proyecto evaluado comprende una estructura de Pavimento con Geoespuma de 5.90 m x 60.00 m.
- Geometría: Rectangular

Tabla 11. Componentes del Pavimento con Geoespuma

Componente	Descripción	Observación
Terraplén	Geoespuma	Densidad 20, distribuidos en 5 capas para alcanzar una altura de 3.00 m sobre el nivel de fundación
Corona de Terraplén	Relleno Granular A-3(0)	De 0.60 m de espesor, compactado en capas de 0.30 m a su máxima densidad seca.
Base y Sub-Base.	Espesor total de 0.30 m.	Tratado con suelo cemento de proporción 1:20 para llegar a la compactación requerida.
Cimentación de Geoespuma	Material A-3(0)	Superficie estabilizada con material A-3(0) protegida con una manta geotextil para evitar la tubificación y erosión interna a causa de la circulación de aguas de inundación. acabado con una capa de suelo cemento de proporción 1:20 de 0.10 m de espesor, manteniendo la horizontalidad a lo largo de toda la cimentación
Talud	Verticales	Protegidas con pantallas de confinamiento de 0.10 m de espesor.
Pilotes	Pilotes hincados	Empotrados 6.00m de profundidad en el estrato arcilloso
Pantalla de Confinamiento	Estructura de protección reforzada	El espesor de la pantalla es de 0.10 m, y está empotrado 0.40 m por debajo del mejoramiento del suelo con material A-3(0).

	con una GEOMALLA biaxial	
Verdad	Peatonales	Ubicados a los márgenes de la vía, de 0.80 metros de ancho

Tabla 12. Características básicas del terraplén construido.

ESTABILIDAD	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FDS DISEÑO	FDS	CONDICIÓN	CONFIABILIDAD
FLOTABILIDAD	CON INUNDACIÓN	3.00	5.68	ESTABLE	89%
	SIN INUNDACIÓN	3.00	9.70	ESTABLE	223%
ESTABILIDAD DE VOLTEO	CON INUNDACIÓN	3.00	4.11	ESTABLE	37%
	SIN INUNDACIÓN	3.00	3.27	ESTABLE	9%
ASENTAMIENTO	TERRAPLEN CON RELLENO CONVENCIONAL	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	411mm	INESTABLE	-94%
	TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	24mm	ESTABLE	4%

Fuente: Justiniano & Mori (2021)

Ensayos para realizar

- a. Ensayo Esclerométrico o Índice de rebote mediante esclerómetro (ASTM C805).

Tabla 13. Ensayos para realizar

N° Ensayos	Estructura	N° golpes
3	Pavimento	10
3	Vereda	10
3	Muros laterales de confinamiento	10

- b. Evaluación de tráfico de servicio

Para determinar el flujo vehicular, se realizará el monitoreo y conteo vehicular en el ingreso del pasaje Las Gardenias, donde se ubica el terraplén de Geoespuma, con la finalidad de determinar si el volumen de tráfico está relacionado con el deterioro del terraplén, ya sea por asentamientos, o desgaste superficial de la losa de rodadura.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas para lograr el objetivo de la investigación fueron las de Diseño de diseño de investigación de campo, dentro de los cuales se usaron la observación y el análisis de contenido.

Observación:

- Observación estructurada
- Observación no estructurada

Análisis de Contenido

- El cuadro de registro fue llenado con datos del replanteo de niveles topográficos con Nivel y Estación Total y Ensayo Esclerométrico o Índice de Rebote Mediante Esclerómetro.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usado fueron los siguientes:

Guía de observación

- Lista de observación control

Cuadro de registro

- Cuadro de Registro

Así mismo, los instrumentos de medición fueron los siguientes:

- Estación total
- Nivel topográfico
- Cuadros de datos para ensayo de esclerómetro
- Cuadros de control de trafico

Ver Anexo 2. Instrumentos de Recolección de datos y **Anexo 3.** Ensayo de Esclerometría.

3.4.3. Procesamiento

El procesamiento de la información fue estructura en tres fases

Figura 4. Procesamiento de la información



1. Trabajo de gabinete

Inicialmente se estructuró el plan de trabajo que comenzó con la elaboración del plan de investigación, y posteriormente la elaboración del programa de exploración de campo.

2. Trabajo de Campo

Se realizó inspección del área de trabajo, recolección de datos en cumplimiento con el programa de exploración de campo.

Se inició con la observación, posteriormente con el replanteo topográfico de niveles con estación total, se registró datos y toma de muestras.

Se tomaron muestras de Ensayo Esclerométrico o Índice de Rebote Mediante Esclerómetro, se realizó evaluación superficial estructural de acuerdo con el método PCI y el registro vehicular de Volumen de Tráfico.

3. Trabajo de Gabinete

Se registraron los datos de campo para su procesamiento en programas de Microsoft, tales como Excel y Word.

IV.RESULTADOS

4.1.Datos Generales del Proyecto

4.1.1. Nombre del Trabajo de Investigación

“Evaluación superficial de terraplén con relleno de Geoespuma usado para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2023”

4.1.2. Ubicación Política

El proyecto se encuentra ubicado políticamente en:

Calle : Pasaje Las Gardenias c/ Prolg. Independencia.

Distrito : Punchana

Provincia : Maynas

Región : Loreto

Figura 5. Ubicación del Proyecto.



4.1.3. Ubicación del proyecto de investigación

El proyecto se ubica en entre los pasaje las Gardenias y Prolongación Independencia del AAHH San Valentín, en el distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto-Perú.

Figura 6. Localización de proyecto



Fuente: imagen satelital de Google Earth.

Figura 7. Ubicación de la zona del proyecto en el plano catastral



Fuente: Justiniano & Mori (2021)

4.1.4. Características

El proyecto evaluado comprende una estructura de Pavimento con Geospuma de 5.90 m x 14.00 m.

4.2. Accesibilidad

La zona del proyecto es completamente accesible. Es decir, la facilidad del acceso es vehicular y peatonal.

4.3. Recolección de datos

4.3.1. Materiales, equipo y herramientas

Figura 8. Imagen referencial de instrumentos utilizados

Esclerómetro



Fuente: Improtek, (2021)

Teodolito



Fuente: Imagen referencial de Google.

Nivel



Fuente: Imagen referencial de Google.

Regla de aluminio



Fuente: Imagen referencial de Google.

Wincha



Fuente: Imagen referencial de Google.

4.3.1. Toma de muestra

La toma de la muestra se dio según la programación del trabajo de campo, en el siguiente orden que se menciona a continuación.

4.3.1.1. Replanteo Topográfico y Nivelación

Proceso ejecutado con la finalidad de determinar el cambio de posición de la estructura con respecto a Puntos de control referenciados. Específicamente se estableció identificar el desplazamiento vertical de la estructura.

La estructura del terraplén de Geoespuma, fue sometida a una prueba de carga estática después de que se concluyó la construcción del prototipo a escala natural, con las cuales se verificó que los asentamientos producidos estén en el rango de los asentamientos estimados en el diseño del prototipo. De la información procesada se identificó que el terraplén de Geoespuma no había sufrido asentamientos elásticos.

En esta investigación, se buscó no solo identificar asentamientos, sino también levantamiento de la estructura, causado por la flotabilidad de la Geoespuma que, al ser de baja densidad, tiene una alta flotabilidad. Las inundaciones durante el periodo de servicio del terraplén de Geoespuma, sumergieron parcialmente a la estructura. La estructura de terraplén de Geoespuma, fue diseñada de tal forma que los empujes hidrostáticos no

actúen directamente sobre la Geoespuma, reduciendo la flotabilidad a cero. Con la evaluación de asentamientos mediante la nivelación topográfica, se verifico el comportamiento de la estructura sometidos a las inundaciones.

Se recopilo información de los puntos de control referenciados mencionados en el proyecto de investigación “Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana - Maynas 2019”.

El punto de control identificado tiene las siguientes coordenadas:

Tabla 14. Punto de Control Topográfico

PUNTO DE CONTROL (BM)			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM	694370.449	9588998.921	118.092

Equipos

Para la nivelación topográfica se usó los siguientes equipos:

- Estación total
- Nivel topográfico
- Trípode
- Regla o mira
- Prisma
- Wincha de mano

Procedimiento

Se identifico el BM del proyecto inicial, y se realizó una verificación de nivelación en la estructura del terraplén, tomando como Cota de referencia, 118.092.

Procedimientos generales:

- Establecer el área de levantamiento de puntos
- Identificar los puntos de control o BM definidos

- Nivelación de puntos, preestablecidos en croquis de proyecto.
- Cálculo de Gabinete para obtener los desniveles.

Información

Se recopiló la información de campo en formatos de nivelación simple, las lecturas de campo se procesaron en una hoja de Excel.

Las lecturas obtenidas no tuvieron corrección de error, debido a que el alcance máximo de las lecturas fue realizadas a una distancia de 25m. Además, se realizó solo una estación del equipo.

Se obtuvieron los siguientes datos y cotas correspondientes para la nivelación:

Tabla 15. Datos de lecturas de campo

Punto de Control	VISTA ATRÁS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA
BM-01	2.995	121.087		118.092
1			1.468	119.619
2			1.469	119.618
3			1.451	119.636
4			1.456	119.631
5			1.465	119.622
6			1.473	119.614
7			1.505	119.582
8			1.474	119.613
9			1.438	119.649
10			1.448	119.639

4.3.1.2. Ensayo Esclerométrico o Índice de rebote mediante esclerómetro (ASTM C805).

Este ensayo se realizó para verificar la uniformidad de la resistencia del mortero de la estructura del terraplén de Geospuma, asimismo poder identificar si las deformaciones o

deterioro superficial del terraplén, está relacionado con una baja resistencia del mortero.

Equipos

- Martillo de rebote: Martillo de acero, con resorte de carga
- Yunque de ensayo: fabricado en acero, Provisto de una guía para centrar el martillo de rebote sobre el área de impacto y mantenerlo perpendicular a la superficie.

Procedimiento

El ensayo fue realizado, 3 zonas de la estructura, en el pavimento, la vereda y los muros laterales de confinamiento.

Se realizaron 3 ensayos por cada estructura, de las cuales se ejecutaron 10 golpes por cada ensayo.

El procedimiento general fue el siguiente:

- Identificar el área a ensayar, marcando la zona, con 9 cuadros donde se ejecutarán los golpes.
- Sostener el instrumento firmemente para que el émbolo esté perpendicular a la superficie de ensayo.
- Gradualmente empujar el instrumento hacia la superficie de ensayo hasta que el martillo impacte.
- Después del impacto, mantener presionado el instrumento y, si es necesario, oprimir el botón situado al costado del instrumento para trabar el émbolo en su posición retraída.
- Leer el número del rebote en la escala y registrarlo, aproximándolo al entero.
- Tomar diez lecturas de cada área de ensayo.
- Los ensayos de impacto estarán separados por más de 25 mm (1 pulgada).

- Examinar la impresión hecha sobre la superficie después del impacto, y si el impacto aplasta o destroza la superficie (hueca con aire), anular la lectura y tomar otra lectura.

Información

Los resultados fueron procesados en un cuadro de Excel procesados por un laboratorio reconocido, y firmados por un ingeniero responsable. Se determinó que la estructura cumplió con los requerimientos de diseño establecidos en el proyecto.

4.3.1.3. Evaluación de tráfico de servicio

Para determinar el flujo vehicular, se realizó el monitoreo y conteo vehicular en el ingreso del pasaje Las Gardenias, donde se ubica el terraplén de Geoespuma.

En el registro del volumen de tráfico, no se identificó el tránsito de vehículos pesados, tales como Auto, Camión, y otros de categoría similar.

La finalidad de la evaluación de tráfico vehicular es determinar si el volumen de tráfico está relacionado con el deterioro del terraplén de Geoespuma, ya sea por asentamientos, o desgaste superficial de la losa de rodadura.

Equipos y herramientas

- Tablero de Apuntes
- Formato de conteo vehicular

Procedimiento

- Se estableció la fecha de inicio del registro, asimismo los horarios de registro.
- Se realizó el Conteo vehicular en la calle donde se ubica el terraplén de Geoespuma.

- La información recopilada en campo se procesó en una hoja de Excel para promediar los resultados y obtener el Índice Medio Diario.

Información

Dentro del análisis de datos obtenidos, se verificó que el tráfico existente es de vehículos Ligeros, tales como Moto y Motokar. El Índice Medio Diario (IMD), es de 66 Vehículos por Día, con una incidencia de 36 Motos, y 30 Motokar por día.

Tabla 16. Tráfico Vehicular: IMD anual y Clasificación Vehicular Veh/día

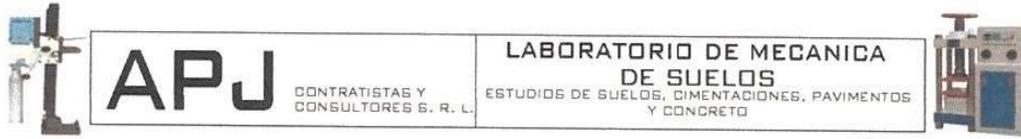
Tipo de Vehículos	IMD	Distrib. %
MOTO	36	54.5%
MOTOKAR	30	45.5%
AUTO	0	0.0%
CAMIÓN	0	0.0%
MINI CAMIÓN	0	0.0%
MICRO	0	0.0%
Ómnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi tráiler	0	0.0%
Tráiler	0	0.0%
TOTAL, IMD	66	100.0%

4.4. Estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma, después del periodo de servicio 2020-2023.

4.4.1. Ensayos de Esclerometría

Ver las siguientes tablas.

Tabla 17. Ensayo Esclerométrico - Punto 1



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	PAVIMENTO
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL MORTERO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	210 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	+90°
ALTURA RELATIVA	0.00m sobre N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	29 30 31 31 30 32 32 30 33
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	31
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	145 kg/cm ²

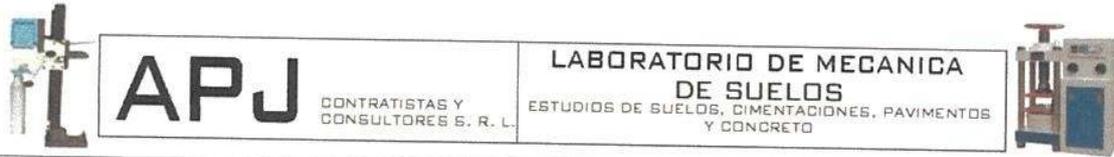
OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

* LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
 * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
 * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO

Responsable del Ensayo

ING. PAUL G. JUSTINIANO AYALA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 266171
 V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 18. Ensayo Esclerométrico - Punto 2



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
 UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
 SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
 FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	PAVIMENTO									
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°									
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS									
RESISTENCIA ESPECIFICADA	210 kg/cm ²									
ORIENTACION DEL MARTILLO	+90°									
ALTURA RELATIVA	0.00m sobre N.P.T.									
LECTURAS DEL MARTILLO	33	34	37	37	35	38	37	34	30	
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	35									
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	280 kg/cm ²									

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

- * LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
- * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO

Responsable del Ensayo

ING. PABLO G. JUSTINIANO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 266171
V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 19. Ensayo Esclerométrico - Punto 3



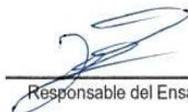
**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	PAVIMENTO									
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°									
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS									
RESISTENCIA ESPECIFICADA	210 kg/cm ²									
ORIENTACION DEL MARTILLO	+90°									
ALTURA RELATIVA	0.00m sobre N.P.T.									
LECTURAS DEL MARTILLO	35	32	35	34	35	36	35	35	38	
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	35									
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm2	280 kg/cm2									

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

* LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
 * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
 * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO


 Responsable del Ensayo


 ING. PAUL JUSTINIANO AYAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 266171
 V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 20. Ensayo Esclerométrico - Punto 4



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023"

UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO

AUTORES : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
: BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA

FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	VEREDA
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	+90°
ALTURA RELATIVA	0.10m sobre N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	31 31 33 35 32 33 32 38 31
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	32
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	170 kg/cm ²

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

* LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO

* EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO

* PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO


Responsable del Ensayo


V^ob° Jefe del Laboratorio

Tabla 21. Ensayo Esclerométrico - Punto 5



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023"

UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO

AUTORES : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
: BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA

FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	VEREDA									
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°									
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS									
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²									
ORIENTACION DEL MARTILLO	+90°									
ALTURA RELATIVA	0.10m sobre N.P.T.									
LECTURAS DEL MARTILLO	31	32	33	33	34	33	32	38	32	
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	33									
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	170 kg/cm ²									

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

- * LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
- * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO


Responsable del Ensayo


ING. PAUL G. JUSTINIANO AYALA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 266171
V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 22. Ensayo Esclerométrico - Punto 6



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	MURO
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	0°
ALTURA RELATIVA	1.50m debajo N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	33 34 37 37 35 38 37 34 30
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	36
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm2	280 kg/cm2

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

- * LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
- * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO


 Responsable del Ensayo


 Ing. PABLO JUSTINIANO AYAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 266171
 V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 23. Ensayo Esclerométrico - Punto 7



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	MURO
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	0°
ALTURA RELATIVA	1.50m debajo N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	33 34 37 37 35 38 37 34 30
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	36
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	280 kg/cm ²

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

- * LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
- * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO

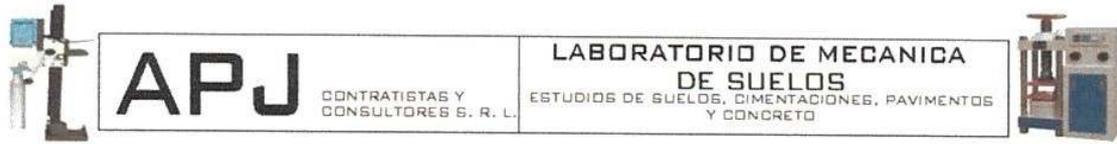


 Responsable del Ensayo



 ING. PAUL G. JUSTINIANO AYAL
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 266171
 V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 24. Ensayo Esclerométrico - Punto 8



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	MURO
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	+0°
ALTURA RELATIVA	1.50m debajo N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	35 32 35 34 35 36 35 35 38
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	35
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	280 kg/cm ²

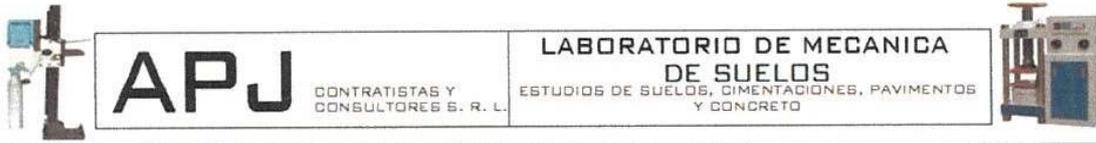
OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

- * LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
- * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
- * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO


 Responsable del Ensayo


 V°b° Jefe del Laboratorio

Tabla 25. Ensayo Esclerométrico - Punto 9



**ENSAYO ESCLEROMETRICO O INDICE DE REBOTE MEDIANTE
ESCLEROMETRO
(ASTM C805 / C805M- 08)**

PROYECTO : EVALUACIÓN ESTRUCTURAL EN TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE EL SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS2023"
UBICACIÓN : PUNCHANA - MAYNAS-LORETO
SOLICITANTE : BACH. RENZO GARCIA ROJAS
 : BACH. VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
FECHA DE ENSAYO : 24-May-23

UBICACIÓN DEL ELEMENTO	MURO
TEMPERATURA (Entre 10° - 35°)	32 C°
EDAD DEL CONCRETO	4 AÑOS
RESISTENCIA ESPECIFICADA	175 kg/cm ²
ORIENTACION DEL MARTILLO	+0°
ALTURA RELATIVA	1.50m debajo N.P.T.
LECTURAS DEL MARTILLO	35 34 34 35 34 36 35 36 37
PROMEDIO DE LOS VALORES MEDIOS DE LECTURAS	35
RESISTENCIA DEL CONCRETO EN Kg/cm ²	280 kg/cm ²

OBSERVACIONES LA PRESENTE ESTRUCTURA NO TIENE DISEÑOS ESPECIFICADOS NI PLANOS

* LAS COPIAS DE ESTE INFORME DE ENSAYO NO SON VALIDAS SIN LA AUTORIZACION DEL LABORATORIO
 * EL LABORATORIO NO SE HACE RESPONSABLE DEL USO Y LA INTERPRETACION DE LOS DATOS DEL INFORME DEL ENSAYO
 * PARA LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, DEL RESULTADO DEL PROMEDIO DE LOS VALORS MEDIOS DE LECTURAS, VER TABLA DE ANGULO DE IMPACTO QUE ES ADJUNTADO AL CERTIFICADO

Responsable del Ensayo

ING. PAUL G. JUSTINIANO AYAL
 INGENIERO CIVIL
 V°b Jefe del Laboratorio

4.5. Factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geoespuma, durante el periodo de servicio 2020-2023.

4.5.1. Evaluación de la Condición del Pavimento y Muro Lateral de Confinamiento

Tabla 26. PCI-01 Muestra 1

**INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON PAVIMENTO RIGIDO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos generales
 Nombre del inspector: RENZO GARCIA ROSAS Y VICTOR GARY MENDOZA MOLINA
 Zona: AA-414 SAN VALENTIN Código de vía: PAVIMENTO DEL TERRAPLEN
 Prog. Inicial: 0 + 000 Prog. final: 0 + 014

II. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Desconchamiento de esquina
29	Parche Grande (Área > 0.45m ²)	39	Desconchamiento de junta
30	Parche Pequeño (Área < 0.45m ²)		

III. Evaluación de la condición
 Unidad de muestreo: Número de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA
22	L	2	
24	L	4	
35	L	2	
38	L	1	

Tabla 27. PCI-01 Muestra 2

**INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON PAVIMENTO RIGIDO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos generales

Nombre del inspector: RENZO GARCIA ROSAS y VICTOR GARY MONDOZA MOLINA
 Zona: AA-HH SAN VALENTIN Código de vía: MURO DE CONFINAMIENTO DE TERRAPLEN L-D
 Prog. Inicial: 0+000 Prog. final: 0+014

II. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Desconchamiento de esquina
29	Parche Grande (Area > 0.45m ²)	39	Desconchamiento de junta
30	Parche Pequeño (Area < 0.45m ²)		

III. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo: Número de losas

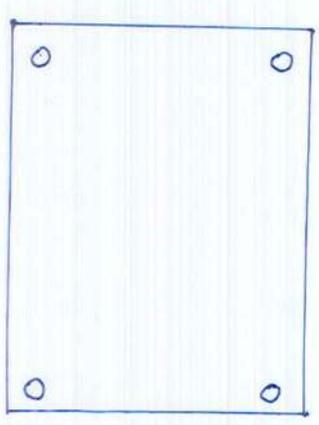
COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA
22	L	1	
38	L	1	

Tabla 28. PCI-01 Muestra 3

**INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO
PCI-01. CARRETERAS CON PAVIMENTO RIGIDO
EVALUACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO
LEVANTAMIENTO DE DATOS EN CAMPO**

I. Datos generales

Nombre del inspector: RENZO GARCIA ROSAS y VICTOR GARY MONDRA MOLINA
 Zona: AA. HH CAN VALENTIN Código de vía: MURO DE CONFINAMIENTO DE TERRAPLEN L-I
 Prog. Inicial: 0+000 Prog. final: 0+014

II. Código de fallas

COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA	COD. DE FALLA	TIPO DE FALLA
21	Pandeo	31	Pulimento de Agregados
22	Grieta de esquina	32	Popouts
23	Losa dividida	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D"	34	Punzonamiento
25	Escala	35	Cruce de vía férrea
26	Sello de junta	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril/Berma	37	Retracción
28	Grieta lineal	38	Desconchamiento de esquina
29	Parche Grande (Area > 0.45m2)	39	Desconchamiento de junta
30	Parche Pequeño (Area < 0.45m2)		

III. Evaluación de la condición

Unidad de muestreo: Número de losas

COD. DE FALLA	SEVERIDAD	CANT. DE FALLA	ESQUEMA
27	L	1	
38	L	1	

Tabla 29. Procesamiento de Datos de Evaluación PCI

PROCESAMIENTO DE DATOS							
PAVIMENTO DE TERRAPLEN							
TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		AREA VIA	61.2 m2
22	L	2	3.268	2			
24	L	4	6.536	5			
35	L	2	3.268	2			
38	L	1	1.634	1			
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO			5				
APLICAMOS FORMULA "NUMERO MAXIMO DE VALOR DEDUCIDO"							
VD=	1+9/90 (100-VMD)						
VD=	9.7244898						
NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	Q	VDC
1	5	2	2	1	10	7	0
2	5	2	2	2	11	6	0
3	5	2	2	2	11	5	0
4	5	2	2	2	11	4	0
5	5	2	2	2	11	3	0
6	5	2	2	2	11	2	0
7	5	2	2	2	11	1	10
						MAX VDC	10
						VDC LO OBTENEMOS DEL ABACO DE PCI	
APLICAMOS LA FORMULA DE PCI							
PCI=	(100-MAX VDC)						
PCI=	90	PAVIMIENTOS DE TERRAPLEN			CONDICION DE PAVIMENTO : EXCELENTE		



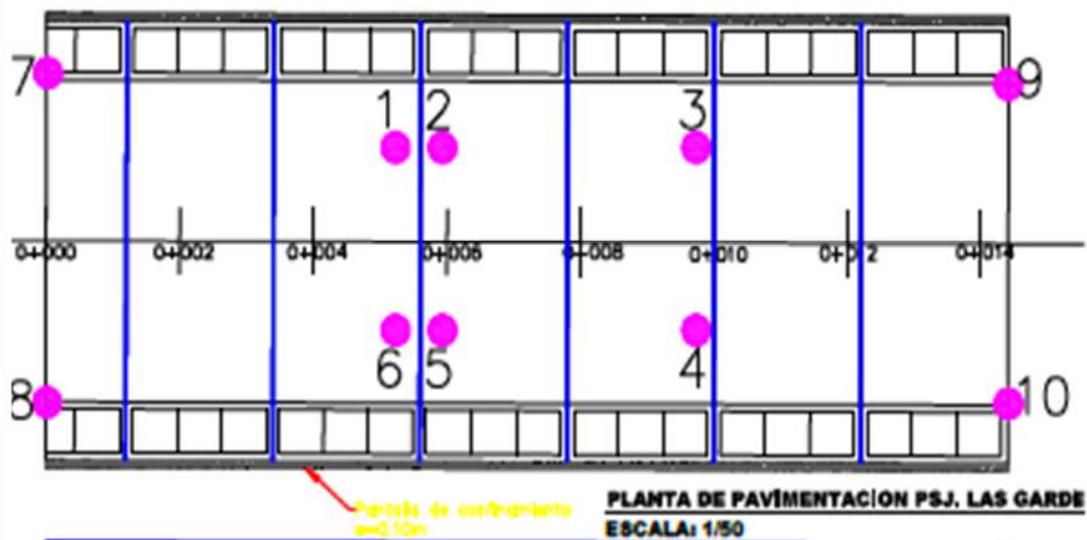
CONSULTORÍA Y
SUPERVISION DE OBRAS

TERRAPLEN DE GEOESPUMA

CROQUIS DE NIVELACIÓN

“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023”

Solicitante:	BACH. RENZO GARCÍA ROJAS, BACH. VÍCTOR GARY MENDOZA MOLINA		
Profesional Resp.:	Ing. PAUL JUSTINIANO	Topografo:	BACH. RENZO GARCÍA ROJAS
Hora	Inicio: 13:00	Fin:	15:00
Fecha	Inicio: 18/05/2023	Fin:	18/05/2023



 CONSULTORÍA Y SUPERVISIÓN DE OBRAS		TERRAPLEN DE GEOESPUMA			
CONTROL DE NIVELES Y ASENTAMIENTOS					
“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023”					
Solicitante: BACH. RENZO GARCÍA ROJAS , BACH. VÍCTOR GARY MENDOZA MOLINA					
Profesional Resp.: Ing. PAUL JUSTINIANO			Topografo: BACH. RENZO GARCÍA ROJAS		
Hora		Inicio: 13:00		Fin: 15:00	
Fecha		Inicio: 18/05/2023		Fin: 18/05/2023	
Punto de Control	VISTA ATRÁS	ALTURA DE INSTRUMENTO	VISTA ADELANTE	COTA	DESCRIPCIÓN
BM-01	2.995	121.087		118.092	
1			1.468	119.619	
2			1.469	119.618	
3			1.451	119.636	
4			1.456	119.631	
5			1.465	119.622	
6			1.473	119.614	
7			1.505	119.582	
8			1.474	119.613	
9			1.438	119.649	
10			1.448	119.639	
LONGITUD NIVELACIÓN: 25 metros ERROR DE NIVELACIÓN: +/- 2mm					



CONSULTORÍA Y SUPERVISION
DE OBRAS

TERRAPLEN DE GEOESPUMA

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS

**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO
SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023”**

Solicitante: BACH. RENZO GARCÍA ROJAS , BACH. VÍCTOR GARY MENDOZA MOLINA
Profesional Resp.: Ing. PAUL JUSTINIANO **Topografo:** BACH. RENZO GARCÍA ROJA.
Hora **Inicio:** 13:00 **Fin:**
Fecha **Inicio:** 18/05/2023 **Fin:**

FECHA	lunes, 9 de Marzo de 2020	jueves, 18 de Mayo de 2023	VARIACIÓN (m)
PUNTO	COTA -CONTROL 2	COTA -CONTROL 3	
1	119.618	119.619	0.001
2	119.619	119.618	-0.001
3	119.638	119.636	-0.002
4	119.63	119.631	0.001
5	119.621	119.622	0.001
6	119.615	119.614	-0.001
7	119.58	119.582	0.002
8	119.612	119.613	0.001
9	119.648	119.649	0.001
10	119.638	119.639	0.001

4.5.3. Volumen de Tráfico Promedio

Tabla 31. Volumen de tráfico promedio diario

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO																				
Carretera:		"EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023"																		
Tramo	1															Ubicación	AA.HH SAN VALENTIN			
Cod Estación	E - 1															Sentido	TOTAL			
Estación	1															Día	Del 18/5/2023 AL 24/05/2023			
HORA	MOTO	MOTOKAR	AUTO	CAMION	MINI CAMION	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
							2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
JUEVES																				
18/05/2023																				
ENTRADA	47	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	47	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
VIERNES																				
19/05/2023																				
ENTRADA	67	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	67	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
SABADO																				
20/05/2023																				
ENTRADA	48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96
DOMINGO																				
21/05/2023																				
ENTRADA	39	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	39	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
LUNES																				
22/05/2023																				
ENTRADA	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
MARTES																				
23/05/2023																				
ENTRADA	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
MIERCOLES																				
24/05/2023																				
ENTRADA	47	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ambos	47	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
TOTAL	300	247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	547

RESUMEN DEL VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DE SALIDA Y ENTRADA

Carretera:

"EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023"

Tramo 1
Cod Estación E - 1
Estación 1

Ubicacion AA.HH SAN VALENTIN
Sentido AMBOS
Dia Del 18/5/2023 AL 24/05/2023

SENTIDO	MOTO	MOTOKAR	AUTO	CAMION	MINI CAMION	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	
							2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
ENTRADA	43	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
SALIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AMBOS	43	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera

"EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA USADO PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2023"

Tramo
Cod Estación E - 1
Estación 1

Ubicacion AA.HH SAN VALENTIN
Sentido TOTAL
Dia Del 18/5/2023 AL 24/05/2023

DIA	MOTO	MOTOKAR	AUTO	CAMION	MINI CAMION	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
							2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
SÁBADO	47	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	15.17
DOMINGO	67	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	19.74
LUNES	48	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	17.55
MARTES	39	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	13.16
MIÉRCOLES	31	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	11.33
JUEVES	21	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	7.50
VIERNES	47	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	15.54
TOTAL	300	247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	547	100.00
IMD	43	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	
%	55.13	44.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
VEHICULOS LIGEROS			VEHICULOS PESADOS																			

TRAFICO VEHICULAR
IMD Sin Corrección
(Veh/día)

Tipo de Vehiculos	IMDS	Distrib.
		%
MOTO	43	55.1%
MOTOKAR	35	44.9%
AUTO	0	0.0%
CAMION	0	0.0%
MINI CAMION	0	0.0%
MICRO	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	78	100.0%

CALCULO DEL IMD Resumen de Metodologia	
$IMD = \frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros =	0.843053
Fc Veh. Pesados =	0.786872
IMD = 66 Vehiculos por dia 24,090 V. x año	

TRAFICO VEHICULAR
IMD ANUAL Y CLASIFICACION VEHICULAR
(Veh/día)

Tipo de Vehiculos	IMD	Distrib.
		%
MOTO	36	54.5%
MOTOKAR	30	45.5%
AUTO	0	0.0%
CAMION	0	0.0%
MINI CAMION	0	0.0%
MICRO	0	0.0%
Omnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	0	0.0%
Camión 3E	0	0.0%
Camión 4E	0	0.0%
Semi trayler	0	0.0%
Trayler	0	0.0%
TOTAL IMD	66	100.0%

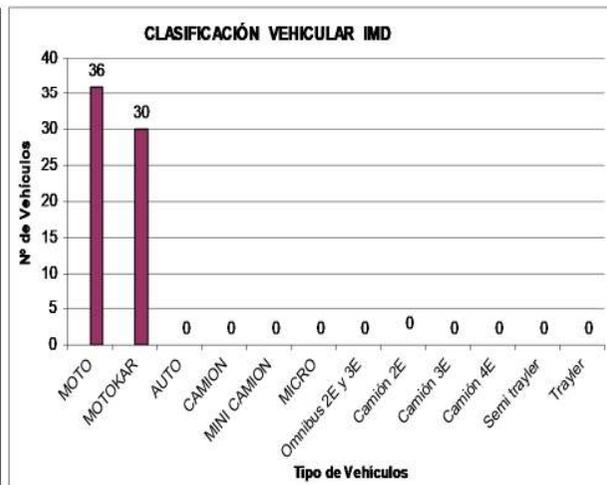


Tabla 32. Resumen de resultados

ENSAYO	MUESTRA	EDAD DE CONCRETO	RESISTENCIA ESPECIFICADA	RESISTENCIA DEL CONCRETO	ORIENTACIÓN DE MARTILLO	VALORES PROMEDIO DE LECTURA	OBSERVACIÓN	
ENSAYO CON ESCLERÓMETRO* (mínimo 06 puntos como requerido por la NT. ASTM C805)	PUNTO 1-Pavimento	4 años	210 kg/cm ²	145 kg/cm ²	+90°	31	DI 17.6 MPa = 179.47 kg/cm ²	
	PUNTO 2-Pavimento	4 años	210 kg/cm ²	280 kg/cm ²	+90°	35	DI 24.1 MPa = 245.75 kg/cm ²	
	PUNTO 3-Pavimento	4 años	210 kg/cm ²	280 kg/cm ²	+90°	35	DI 24.1 MPa = 245.75 kg/cm ²	
	PUNTO 4-Vereda	4 años	175 kg/cm ²	170 kg/cm ²	+90°	32	DI 19.1 MPa = 194.77 kg/cm ²	
	PUNTO 5-Vereda	4 años	175 kg/cm ²	170 kg/cm ²	+90°	33	DI 20.8 MPa = 212.10 kg/cm ²	
	PUNTO 6-Muro	4 años	175 kg/cm ²	280 kg/cm ²	0°	33	DI 28.2 MPa = 287.56 kg/cm ²	
	PUNTO 7-Muro	4 años	175 kg/cm ²	280 kg/cm ²	0°	36	DI 33.6 MPa = 342.62 kg/cm ²	
	PUNTO 8-Muro	4 años	175 kg/cm ²	280 kg/cm ²	+0°	35	DI 31.8 MPa = 324.27 kg/cm ²	
	PUNTO 9-Muro	4 años	175 kg/cm ²	280 kg/cm ²	+0°	35	DI 31.8 MPa = 324.27 kg/cm ²	
	PROMEDIO					34*		
ENSAYO	MUESTRA	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	CÓDIGO DE FALLA	SEVERIDAD	CANTIDAD DE FALLA	OBSERVACIÓN	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO PCI-01- CARRETERAS CON PAVIMENTO RÍGIDO	MUESTRA 1	0+000	0+014	22	L	2	Grieta de esquina	
		0+000	0+014	24	L	4	Grieta de Durabilidad "D"	
		0+000	0+014	35	L	2	Cruce de vía Férrea	
		0+000	0+014	38	L	1	Desconchamiento de esquina	
	MUESTRA 2	0+000	0+014	22	L	1	Grieta de esquina	
		0+000	0+014	38	L	1	Desconchamiento de esquina	
	MUESTRA 3	0+000	0+014	22	L	1	Grieta de esquina	
		0+000	0+014	38	L	1	Desconchamiento de esquina	
		PROMEDIO						Grieta de esquina y Desconchamiento de esquina
		MUESTRA	PROGRESIVA INICIO	PROGRESIVA FINAL	VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO	PCI	CONDICIÓN	OBSERVACIÓN
	PAVIMENTO DE TERRAPLÉN	0+000	0+014	5	90	EXCELENTE	Se determina vida útil prolongada de vía existente	
	MURO DE CONFINAMIENTO DE TERRAPLÉN	0+000	0+014	3	92	EXCELENTE	Se determina vida útil prolongada de vía existente	

ENSAYO	PUNTO DE CONTROL	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD DE NIVELACIÓN	PROMEDIO DE COTA AL 2020	PROMEDIO DE COTA INICIAL AL 20203	PROMEDIO DE VARIACIÓN (m)	OBSERVACIONES
ASENTAMIENTOS	10	0+000	0+014	25m	119.6219	119.6223	0.0004	El Asentamiento de la estructura de pavimento alcanza 0.4mm, por tanto, está por debajo de lo indicado en la Tabla 6.3.1. ACI 211.1** Es decir, no ha tenido asentamiento significativo hasta la fecha del periodo de muestreo.
ENSAYO	IMD	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	LONGITUD DE NIVELACIÓN	DISTRIBUCIÓN (%)	CLASIFICACIÓN VEHICULAR IMD	VARIACIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS (día de mayor incidencia)	OBSERVACIONES
VOLUMEN DE TRÁFICO	66	0+000	0+014	25m	100	MOTO MOTOKAR	DOMINGO	Se observa que en la vía no existe tránsito pesado, debido a que el IMD señala que los vehículos que transitan son ligeros.

Nota (*) : Promedio de los valores medios de lecturas.

Nota (**): Tabla 6.3.1. ACI 211.1 Standart Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweigt, and Mass Concrete.

DI=Dirección de Impacto.

V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

- Tras utilizar el poliestireno expandido como Geobloques en una estructura de pavimento en zona inundable entre los pasaje las Gardenias y Prolongación Independencia del AAHH San Valentín (Justiniano & Mori, 2021), en Iquitos, se aligeró el relleno de cimentaciones, obteniendo características estables en el terraplén, en flotabilidad, estabilidad de volteo y asentamiento.

De este modo Justiniano & Mori (2021) y Andrade & Nazareno (2019), coincidieron al encontrar que los bloques de Poliestireno Expandido presentan características mejoradas respecto a la estabilidad.

Sin embargo, a la afirmación que precede estas líneas, en el estudio efectuado en el 2024, se encontró que a 03 (tres) años de servicio del pavimento, su uso fue exclusivo con vehículos Ligeros, tales como Moto y Motokar, con Índice Medio Diario (IMD), de 66 vehículos por día, con una incidencia de 36 Motos, y 30 Motokar por día.

Es preciso mencionar la estructura de estudio de Pavimento con relleno de terraplén con Geoespuma, fue construido en el año 2020, de los cuales se determinó valores estables, sin inundación, según consta en los registros de Justiniano & Mori (2021).

- Por otro lado, al 2024, esos valores siguen manteniéndose, toda vez que se encontró que, en estos años, aunque ha presentado grietas de esquina y desconchamiento de esquina, se determinó vida útil prolongada de vía existente, sin embargo, se debe enfatizar que la vía es circulada únicamente con vehículos ligeros, por lo que el asentamiento es mínimo respecto a lo requerido en la Tabla 6.3.1. ACI

211.1 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, aun cuando el Pavimento se encuentra cimentado sobre suelos blandos, en zona inundable.

Este análisis difiere con lo encontrado por Kas Quiroz (2019), puesto que el investigador indica que *“los bloques de poliestireno deben usarse en suelos muy compresibles”* (p. 75).

- Por otro lado, el asentamiento de la estructura ha disminuido en 0.4mm, por debajo de lo indicado en la Tabla 6.3.1. ACI 211.1, por lo que no se tiene asentamiento significativo hasta la fecha del periodo de muestreo, en concordancia con Almeida (2014), quien en su tesis *“Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes”*, refiere que el pavimento conformado por bloques de poliestireno, disminuye el asentamiento considerablemente del 65% al 70%.
- Aunque la muestra ha tenido resultados favorables en evaluaciones, tiempos y comportamientos a largo plazo, es importante analizar el costo de inversión respecto a un pavimento convencional.
- Tal como asevera Dávila Martín (2014), al encontrar resultados óptimos en una estructura de pavimento con relleno de Geoespuma, nos permite aseverar que es una solución demostrativa viable, con ventajas frente a las construcciones convencionales en el área.

5.2. Conclusiones

La Geoespuma en la geotecnia, se ha implementado básicamente como material sustituto de los rellenos de cantera, ofreciendo ventajas constructivas, así como propiedades mecánicas que favorecen el desempeño de las estructuras conformadas.

- La afirmación de que *“el comportamiento del terraplén de Geoespuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023, tiende a valores óptimos durante sus años de servicio”*, es correcto.

Puesto que el estudio realizado a la muestra de un pavimento con terraplén de Geoespuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana - Maynas 2023, se encontró que aunque los pavimentos rígidos tienden a una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante en condiciones óptimas, el pavimento de estudio, tiende a un comportamiento con capacidad de resistencia de su sistema, con valores promedios de resistencia de concreto en Pavimento 223.66kg/cm², vereda 203.44 kg/cm² y muro 319.68kg/cm² con diferencia de 04 años respecto al año de su conformación estructural (2020).

- Sobre el estado estructural y funcional del terraplén de Geoespuma, después del periodo de servicio 2020-2023, se encontró que este tiene un asentamiento es de 0.4mm respecto a lo establecido en la Tabla 6.3.1. ACI 211.1 Standart Practice for Selecting Proporciona for Normal, Heavyweigt, and Mass Concrete.
- Por otro lado, se encontró que los factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geoespuma, durante el periodo de servicio 2020-2023, son de baja condición según el método de PCI.

Las Grieta de esquina se deben a la posibilidad de cargas mal consideradas, asentamientos diferenciales y mala disposición de las juntas. las cuales fueron encontradas por el método del PCI, puesto que en las 03 (tres) muestras determinadas.

Por otro lado, el desconchamiento de esquina, posiblemente se deban a la acción del bombeo a través de bordes y juntas, que debilita y erosiona en apoyo de la fundación; deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece se produzcan altas deflexiones de esquina y el debilitamiento de las condiciones de soporte de la fundación; pavimentos muy estrechos que favorecen la concentración de las repeticiones de las cargas muy próximas al borde y Albeo de las losas por variaciones térmicas o de contenido de humedad.

- Respecto a los elementos estructurales con mayor deterioro del terraplén de Geoespuma, no se encontró elementos en deterioro, puesto que el terraplén y el muro de confinamiento tienen un PCI de 90 y 92, respectivamente en condición de excelente.

- **EVALUACIÓN DEL TRAFICO DE SERVICIO**
Dentro del análisis de datos obtenidos, se verifico que el tráfico existente es de vehículos Ligeros, tales como Moto y Motokar. El Índice Medio Diario (IMD), es de 66 Vehículos por Dia, con una incidencia de 36 Motos, y 30 Motokar por día.
Se concluye que el terraplén de Geoespuma no fue expuesto a un volumen de tráfico que influya en su deterioro; el bajo volumen de transito y los vehículos menores no aportan la carga suficiente para poder exponer al terraplén de Geoespuma a la falla. El terraplén de Geoespuma, fue diseñado para soportar vehículos de la categoría C-3, con pesos de hasta 40 ton.

- **EFFECTOS AMBIENTALES EN EL TERRAPLÉN DE GEOESPUMA**

De acuerdo a los datos de servicio obtenidos, de las épocas de inundaciones a la que el terraplén de Geospuma fue expuesta, se concluye que durante las 3 épocas de inundaciones desde su puesta en servicio, el terraplén de Geospuma no ha sufrido fallas de diseño, por empujes hidrostáticos, producidos por las épocas de avenidas o inundaciones, dentro del margen de influencia del río Amazonas.

El diseño del terraplén con relleno de Geospuma, ha cumplido con la finalidad de ser usado en zonas inundables.

- **ESTADO DEL TERRAPLÉN DE GEOESPUMA**

De acuerdo con la evaluación mediante la metodología del índice de condición PCI se obtiene que el estado del terraplén es excelente.

El pavimento rígido evaluado no presenta daños con severidad alta.

5.3. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un monitoreo periódico anual del estado del terraplén, sobre todo después de cada época de inundación a la que es expuesta la estructura.
- Impulsar evaluaciones de comportamiento en, tiempos y comportamientos a largo plazo, y hacer análisis de costo de inversión respecto a un pavimento convencional.
- Se recomienda impulsar futuros proyectos con el uso de la Geospuma, que sean ejecutados en zonas de alto tránsito, con la finalidad de exponer el material a cargas que den la confiabilidad necesaria antes de ser usados en proyectos de uso masivo de la Geospuma.
- Se recomienda realizar una evaluación estructural, al interior del terraplén, para evaluar la condición del núcleo de Geospuma del terraplén, asimismo hacer un monitoreo de las redes de flujo en su interior, mediante el accionamiento de niveles piezométricos, para determinar el empuje hidrostático real dentro de la estructura.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, C. (2014). *Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes*. Quito: *Universidad Central del Ecuador*.
2. ASTM D1621. (2010). *ASTM D1621 Compressive Properties Rigid Cellular Plastics*. <https://www.instron.com/es-ar/testing-solutions/astm-standards/astm-d1621>
3. D1621. (2010). *D1621—04a* | *Normas AENOR*. <https://tienda.aenor.com/norma-astm-d1621-04a-037133>
4. *D6817/D6817M - 17(2021)* | *Normas AENOR*. (2021). <https://tienda.aenor.com/norma-astm-d6817-d6817m-17-2021-108917>
5. Dávila Martín, J. M. (2014). *La utilización del poliestireno expandido en obras de geotécnia*. <https://idus.us.es/handle/11441/74934>
6. ECOPOR. (2021). *Geoespuma: Soluciones para la Construcción* [Ficha Técnica de Bloques de Geoespuma].
7. ECOPORPERU. (2020). *Geoespuma*. <https://www.ecoporperu.com/geoespuma/>
8. GEOSEC. (2023). *Asentamiento del Terreno*. <https://www.geosec.es/mejora-de-terreno/asentamiento-del-terreno/>
9. Improtek. (2021). *HT-225 | Martillo de Concreto, Esclerómetro o Martillo Schmidt*.
10. Justiniano Ayala, P. G., & Mori Torres, R. R. (2021). *USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO*

- SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA-MAYNAS 2019.* <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1320>
11. Landi Andrade, J. C., & Nazareno Ayovi, K. A. (2019). *Análisis comparativo de un relleno tradicional y la aplicación de bloques de Poliestireno expandido (EPS) para la cimentación del bloque de aulas de la unidad Milenio Chinca cantón Esmeraldas* [PhD Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas ...]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44407>
 12. Laterlite. (2023). *Construcción de terraplenes y rellenos ligeros.* <https://www.laterlite.es/aplicaciones/geotecnia/construccion-terraplenes-rellenos-ligeros/>
 13. Lizcano, F. R., & Quintana, H. R. (2015). *Pavimentos: Materiales, construcción y diseño.* ECOE ediciones. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zuwcDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP5&dq=Estructura+del+pavimento&ots=s9RTrHdJa&sig=a61iRIAPwyxYD5_7lsmrUnpdEBc
 14. Manual de Carreteras. (2018). *Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
 15. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006). *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial.*
 16. Norma CE.010. (2010). *Pavimentos Urbanos.*
 17. Norma E.050. (2018). *Suelos y Cimentaciones.* Reglamento Nacional de Construcciones.

18. Occupational Safety and Health Administration. (2021). *Clasificación del Suelo*. <https://www.osha.gov/vtools/construction/soil-testing-fnl-spa-web-transcript>
19. Quiroz Vélez, J. E. (2019). *ANÁLISIS DEL USO DE GEOBLOQUES PARA ALIGERAR EL RELLENO EN CIMENTACIONES DE EDIFICIOS* [B.S. thesis]. <http://201.159.223.2/handle/123456789/2911>
20. R.D N° 10-2014-MTC/14. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos Geología, Geotécnia y Pavimentos*.
21. Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. (2013). *Dirección General de Caminos y Ferrocarriles*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

VII. ANEXOS

7.1. Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores				Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores			REVISIÓN DE INFORMACIÓN CLIMATOLÓGICA, ESTUDIO DE TRAFICO, EVALUACIÓN DE SUPERFICIAL PAVIMENTO, NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA Análisis modelamiento numérico y
				definición	medida	fFuente de información	
¿Cuál es el estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma, después del periodo de servicio 2020-2023?	Determinar cuál es el estado estructural y funcional del terraplén de Geospuma después del periodo de servicio 2020-2023	Mediante la evaluación superficial del terraplén con relleno de Geospuma, se espera determinar el deterioro estructural y funcional del terraplén de Geospuma, para Validar el diseño ejecutado a escala real del proyecto de tesis, "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"	Variable Independiente V1				
			Niveles de Inundación	INUNDACIÓN	Cotas	INFORMACIÓN HISTÓRICA DE HIDROGRAFÍA	
			Trafico de servicio	Promedio diario de Transito	IMD	ESTUDIO DE TRAFICO	
			Variable Dependiente V2				
			Deterioro del pavimento	Resultado de estabilidad	Adimensional	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE PAVIMENTO	
			Asentamientos y Deformaciones	Asentamiento, de deformación	Metros	NIVELACIÓN TOPOGRÁFICA	
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipótesis Específicas	Variable Especificas	definición	medida	fFuente de información	

<p>¿Cuáles son los factores de diseño que más influyeron en el deterioro del terraplén de Geospuma, durante el periodo de servicio 2020-2023?</p>	<p>Determinar cuáles son los factores más incidentes en el deterioro del terraplén de Geospuma, durante el periodo de servicio 2020-2023</p>	<p>Mediante la revisión de los antecedentes de diseño y recopilación de información técnica del periodo de servicio 2020-2023 del terraplén de Geospuma, se espera analizar y determinar cuáles son los factores de diseño más incidentes en el deterioro de la estructura.</p>					
<p>¿Cuáles son los elementos estructurales con mayor deterioro del terraplén de Geospuma?</p>	<p>Describir los impactos sociales producidos en el área de la construcción del terraplén con relleno de Geospuma</p>	<p>Ejecutando la evaluación superficial, y ensayos de esclerometría, se analizará cuáles son los elementos estructurales con mayor deterioro físico, para poder tener conocimiento nuevo sobre terraplenes con relleno de Geospuma.</p>					

7.3. Anexo 3. Panel Fotográfico



Foto 01: Ensayo Esclerométrico

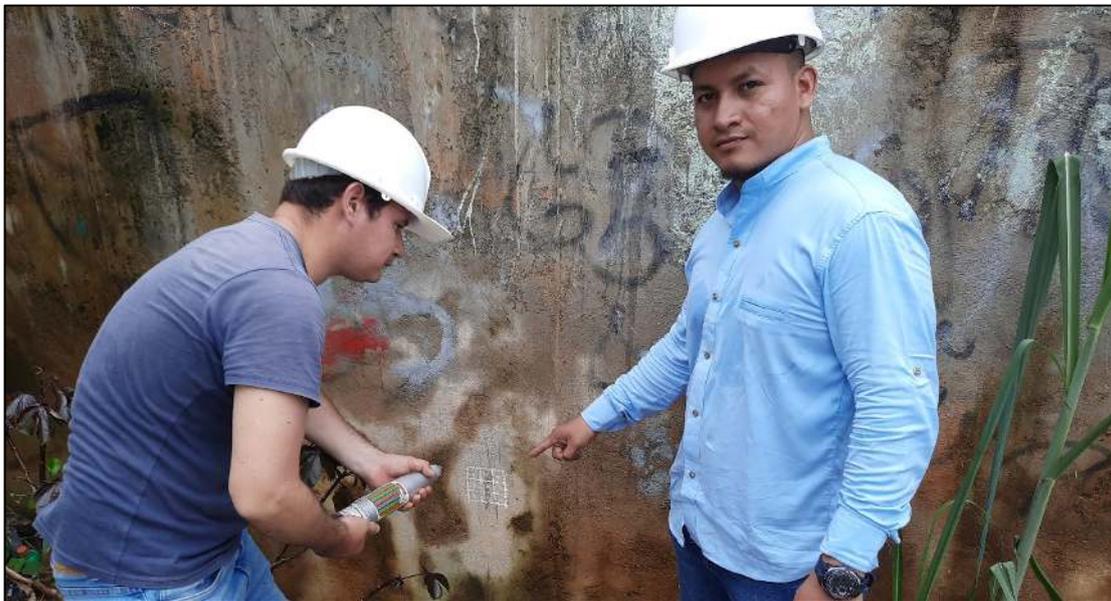


Foto 02: Ensayo esclerométrico



Foto 03: Nivelación vertical



Foto 04: Levantamiento Topográfico



Foto 05: Levantamiento Topográfico



Foto 06: Levantamiento Topográfico



Foto 07: Levantamiento Topográfico



Foto 08: Ensayo esclerométrico



Foto 09: Evaluación superficial de pavimento rígido



Foto 10: Evaluación superficial de pavimento rígido



Foto 11: Control vehicular



Foto 12: Control vehicular

Foto 13: Control vehicular



Foto 14: Control vehicular

