



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Concreto con fibra de polipropileno para diseño de losa de pavimento
rígido, Avenida Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Zegarra Aliaga, Juan Alexander (orcid.org/0000-0002-0677-4862)

ASESORA:

Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a nuestro divino creador, asimismo, se lo dedico a mis amados padres e hijos, que me impulsan a continuar con mis estudios superiores y poder titularme como Ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

Estoy agradecido con Dios y la vida, por mantener la presencia de toda mi familia, ya que sin su apoyo, amor y consideración no me podría enfocar adecuadamente en mis propósitos y objetivos de vida.

Asimismo, estoy agradecido por la paciencia, experiencia y sabiduría de la Dra. Garcia Alvarez Maria Ysabel, quien me motiva a seguir investigando en profundidad mi tema de investigación y poder así ser de utilidad a mi comunidad como vecino del Distrito, al implementar mis conocimientos en cuanto a construcción de pavimentaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización	18
3.3. Población, muestra y muestreo	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5. Procedimientos	20
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	48
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificador de suelo	25
Tabla 2. Resumen de clasificación de suelos de C- 1 (M1) de la Av. Santa Rosa	26
Tabla 3. Resumen de clasificación de suelos de C- 2 (M1) de la Av. Santa Rosa	26
Tabla 4. Resultados de CBR	27
Tabla 5. Conteo vehicular de la Av. Santa Rosa	28
Tabla 6. Cálculo de E.E.	29
Tabla 7. <i>Núm. de Repeticiones Acumuladas de EE de 8.2 t</i>	29
Tabla 8. <i>Rango de servicio inic. (Pi) y Fin. (Pt)</i>	30
Tabla 9. <i>Valor de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (ZR) para un diseñar losa de 20 años según rango de tráfico.</i>	31
Tabla 10. <i>Mínimo de CBR de SubBase Granular</i>	32
Tabla 11. <i>Resultado de coeficiente de reacción combinado (Kc)</i>	32
Tabla 12. <i>Valor recomendado de resistencia del concreto según tráfico</i>	33
Tabla 13. <i>Resultado de módulo elástico del concreto</i>	33
Tabla 14. <i>Clasif. de calidad de drenaje</i>	34
Tabla 15. <i>Resultado de condiciones de drenaje</i>	34
Tabla 16. <i>Valores de transmisión de carga</i>	34
Tabla 17. <i>Resultado de transmisión de carga en juntas</i>	35
Tabla 18. Resumen de datos para ecuación de cálculo de espesor de losa	35
Tabla 19. Resumen de cálculo de espesor de losa de capa superficial y subbase granular.	35
Tabla 20. Propiedades de materiales	36
Tabla 21. Valor para calcular la resistencia promedio requerida	37
Tabla 22. Valores de cálculo de volumen unitario de agua	37
Tabla 23. Valores de cálculo de contenido de aire atrapado	38
Tabla 24. Valor para calcular relación a/c	38
Tabla 25. Valores de cantidad de cemento para el proyecto	39
Tabla 26. Volumen de agregado grueso, seco y compactado	39
Tabla 27. Resultados de volúmenes absolutos	40
Tabla 28. Resultados de cantidad de arena	40
Tabla 29. Resumen de valores para diseño	40
Tabla 30. Resumen de valor de corrección por humedad del agregado	41
Tabla 31. Resumen de valor de corrección por humedad y absorción	41
Tabla 32. Resumen de valor de diseño corregido por humedad del agregado	41
Tabla 33. <i>Resumen de valores para realización de diseño de mezcla</i>	42
Tabla 34. <i>Resumen de dosif. de mezcla</i>	43
Tabla 35. <i>Suma de esfuerzo por Kg/cm²</i>	44
Tabla 36. <i>Mr por Kg/cm²</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Detalle estructural de la pavimentación	35
Figura 2 Resumen de suma de esfuerzo por Kg/cm ²	44
Figura 3 Resumen de módulo de rotura por kg/cm ²	45
Figura 4 Resumen de módulo elástico por kg/cm ²	46
Figura 5 Resumen de espesor de losa con FPP por cada diseño	47

RESUMEN

La actual investigación tiene la finalidad en determinar los efectos estructurales del pavimento rígido reforzados con adiciones de fibras sintéticas de polipropileno en la Avenida Santa Rosa de San Juan de Lurigancho.

La consistencia metodológica fue a partir de una investigación básica con un enfoque cuantitativo, explicativo de diseño experimental con corte transversal, donde se realizaron ensayos en probetas cilíndricas para determinar la resistencia a la compresión, módulo rotura y elasticidad del concreto con estas fibras, por otro lado, se determinó la dosificación de estas fibras en el concreto seleccionando la más óptima para su aplicación, por lo que, se aplicó en primera instancia la técnica de observación, posterior a ello, se utilizó la ficha de registros de resultados de los ensayos de laboratorio para comparar el comportamiento del concreto con y sin fibras sintéticas.

En cuanto, a los hallazgos se demostró que la incorporación de fibras de polipropileno si influye en el diseño de losa de pavimento de la Av. Santa Rosa, esto debido a que proporciona una mejor resistencia en sus capacidades a compresión, flexión y elasticidad a los 28 días, así como una disminución en el espesor de losa.

Palabras clave: Pavimento, fibras, polipropileno, concreto.

ABSTRACT

The current research has the purpose of determining the structural effects of rigid pavement reinforced with additions of polypropylene synthetic fibers in Santa Rosa Avenue in San Juan de Lurigancho.

The methodological consistency was based on a basic research with a quantitative, explanatory approach of experimental design with cross section, where tests were carried out on cylindrical specimens to determine the compressive strength, modulus of rupture and elasticity of the concrete with these fibers, on the other hand, The dosage of these fibers in the concrete was determined by selecting the most optimal one for its application, therefore, the observation technique was applied in the first instance, after that, the record card of the results of the laboratory tests was used to compare the behavior of the concrete with and without synthetic fibers.

As for the findings, it was demonstrated that the incorporation of polypropylene fibers does influence the design of the pavement slab of Santa Rosa Avenue, because it provides better resistance in its compressive, flexural and elastic capacities at 28 days, as well as a decrease in the slab thickness.

Keywords: Pavement, fibers, polypropylene, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

La historia del transporte ha ido tomando relevancia en el mundo desde la antigüedad, por lo que, el continuo avance y mejoramiento ha proporcionado cambios y mejoras en las construcciones de las pavimentaciones donde a diario los vehículos se movilizan. Por lo tanto, esta investigación tiene como influencia y el propósito de mantener estas estructuras a partir de la utilización de materiales alternativos como la FPP en pavimentaciones rígidas.

Las primeras evidencias históricas de las pavimentaciones se remota en el siglo XIX en el continente europeo, precisamente en las calles británicas, asimismo, en las calles de Francia se dio lugar a las construcciones de vías con bases de piedras de gran tamaño, sin embargo, al llegar la Era industrial se realizaron cambios y mejoras en los asfaltos pavimentados, esto con la implementación de materiales como el adoquín. No obstante, con la aparición de los autos se planificó la extensión de vías aptas para la transitividad de estos, por lo que, se observó la utilización del alquitrán como un elemento para la construcción de vías en las calles londinenses y madrileñas (Arkiplus, 2021).

Por otro lado, en Estados Unidos con la llegada de la tecnología este se convirtió en pionero en la fabricación de capas asfálticas flexibles de alta transitividad para autos, por lo que, es considerado uno de los asfaltos más resistentes a nivel mundial, ya que estos tienen una durabilidad y funcionalidad mayor a 50 años ante las distintas condiciones a la que está sometida a diario (ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO, 2017).

No obstante, el Perú al encontrarse en el cinturón de fuego del Pacífico presenta niveles de riesgo sísmico alto, asimismo, al ser un país con diversas zonas geográficas hace que muchas pavimentaciones construidas sean sometidas a diversas temperaturas y condiciones que desgastan su vida útil, por lo que, muchos expertos en ingeniería de estructura vial ante esta situación optan por realizar construcciones de pavimentación rígida debido a que estas losas de concreto son altamente resistentes a la compresión, flexión y tracción muy diferente a aquellas losas flexibles que tienen una durabilidad corta donde se producen de manera rápida hoyos y fracturas en el asfalto, por lo que, este deberá ser modificado o reforzado para mantener su vida útil en el tiempo (ASOCEM, ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CEMENTO, 2017).

Ahora bien, en la actualidad en el año 2021 organizaciones estatales como el MTC proyectó la pavimentación de la Red vial Nacional al 100%, cuya iniciativa es favorable ya que gracias a ella se mejoran muchas vías pavimentadas que tienen la tarea de integrar a los ciudadanos del país, por lo que, su avance está al 75%, sin embargo, al transitar por las avenidas principales de la ciudad de Lima aún se observan deficiencias en vías de concreto hidráulico, concreto asfáltico y bases estabilizadas que sufren deterioros después de la fase de construcción, esto debido a la falta de un mantenimiento adecuado (Hinostroza, 2020).

Por lo tanto, con la expectativa de mejorar estas dificultades, investigadores como Vargas & Yataco (2020) proponen que agregar al concreto FPP aumentará la resistencia a la flexión, por ende, se reducirá la formación de fisuras, dando como resultado mejoras en las pavimentaciones rígidas y el cumplimiento de niveles de servicio de vida útil. Por lo tanto, la adición de estas fibras mejorará la resistencia a la tracción, sin embargo, se verá afectada por el tamaño máximo de agregado utilizado, cuyo tamaño máximo es de 9.5 mm que contribuye a una mejor distribución de los esfuerzos de tensión, por ende, este contribuirá en diseños estructurales actuales que son cada vez más exigentes.

Por esta razón, surge la necesidad de proponer que el uso de concreto reforzado con FPP mejora la resistencia a la flexión, ya que aporta mayor ductilidad y tenacidad al concreto y reduce el fenómeno de fisuración, dando como resultado pavimentaciones que cumplan con el nivel de servicio de vida útil. Además, las FPP son una opción con la que se ahorra tiempo en construcción y son más económicas que las losas de concreto armado convencionales.

Es así que, con ello se busca mejorar la estructura del pavimento rígido en la vía referida, ya que si no se toma acción pertinente provocará que estas vías se sigan deteriorando y causen accidentes durante su transitividad.

En ese sentido, se formuló la pregunta que abarca la objetividad del estudio, el cual corresponde ¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?, asimismo, se formularon aquellas preguntas que dan consistencia al estudio, ¿De qué manera el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa?, ¿De qué manera la resistencia a compresión con fibras de

polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa?, ¿De qué manera el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa? y ¿De qué manera el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa?

La presente investigación se justifica y está enfocada en el análisis estructural del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno. El estado actual de la avenida Santa Rosa presenta un índice elevado de deterioro, por lo que, es evidente la falta de mantenimiento por parte de la Municipalidad. Ante ello, el estudio se justifica en proponer alternativas para el diseño de pavimento rígido, con los materiales que permitan elevar las propiedades del concreto y aumenten la durabilidad del mismo. Por lo tanto, la finalidad del estudio se centró en determinar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa.; siendo su consistencia los objetivos específicos, los cuales se enfocan en determinar como el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa, Determinar como la resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa, Determinar como el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa y determinar como el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa.

Para cerrar el capítulo se planteó las hipótesis, comenzando con el general, el cual pretende comprobar como la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Sta Rosa, por otro lado, están los específicos, el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Sta Rosa, dos, la resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Sta Rosa, tres, el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Sta Rosa y cuatro, el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa.

II. MARCO TEÓRICO

La elaboración de esta sección fue a partir recopilaciones de investigaciones que sustentan y dan a conocer la interacción de las variables en el campo de las infraestructuras viales, por lo que, esta establece tesis, artículos científicos, normas legales y manuales para la planificación y construcción de la misma.

Por lo que, en su primera extensión se inició con los antecedentes internacionales, donde se contempló el artículo científico de Ozturk & Ozyurt (2022) quienes en Turquía realizaron una investigación enfocada en verificar los comportamientos mecánicos de resistencia a compresión, elasticidad y flexión con y sin fragmentos de FPP. La consistencia metodológica fue a partir de un estudio experimental, donde se puso a prueba ensayos de FFP de 40 mm en cantidades de 0,25 %, 0,50%, 0,75% y de 100% de Volumen que evalúan la resistencia a la compresión, elasticidad y flexión en las mezclas de concreto, por lo que, las técnicas e instrumentos fueron la observación de estos ensayos. En consecuencia, se evidenció que las fibras usadas no cambiaron considerablemente la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión de las mezclas de concreto. Sin embargo, se lograron mejoras considerables en el comportamiento a la flexión posterior al agrietamiento para las mezclas de concreto reforzado con fibra (FRC) dependiendo de la cantidad de la fibra utilizada. Asimismo, se halló que, a pesar de la disminución del requerimiento de espesor y emisión de CO_2 , el costo del material aumenta al utilizar mayor cantidad de FPP.

Asimismo, se consideró el artículo científico de Irshad (2021) quien en India realizó una evaluación de la resistencia del hormigón de cemento en pavimento con FPP y fibra de poliéster como material reforzado. La consistencia metodológica fue a partir de un estudio experimental, donde se realizó ensayos de cubos de grado M25 de tamaño 150x150x150 mm que se probaron después del curado, por lo que, la técnica e instrumento aplicado fue la observación y la utilización de la máquina CTM para evaluar la resistencia a compresión y flexión del concreto. En consecuencia, se evidenció que la resistencia a la compresión de la mezcla de concreto con 1.8 % y 0.5 % de FPP y la fibra de poliéster es de $48,76 N/mm^2$ a los 7 días y de $52,76 N/mm^2$ a los 28 días, asimismo, la resistencia a la flexión del concreto control común es menor que las otras tres mezclas, pero el concreto que se mezcla con 0.5% de poliéster y la mezcla con FPP y poliéster muestra un gran aumento en la resistencia a la flexión en la mezcla de concreto, por lo que, se halló

que la resistencia a la flexión promedio de la mezcla de concreto aumentó 1.8% y 0.5% con FPP, y poliéster $6,95 \text{ N/mm}^2$ a los 7 días y $8,89 \text{ N/mm}^2$ a los 28 días. Por lo tanto, el autor concluyó que la mezcla de concreto con poliéster y FPP aumentó su resistencia a la compresión.

Por otro lado, en India los investigadores Bhogone & Subramaniam (2021) desarrollaron un artículo científico cuya objetividad se enfocó en evaluar el comportamiento del concreto con adiciones de diferentes fibras como las de acero, micro y macro fibras sintéticas ante la flexión. La consistencia metodológica consistió en un estudio experimental, comparativo y descriptivo, donde se realizaron ensayos de fractura a los 3 componentes distintos. En cuanto a las evidencias, se halló que las fibras de acero proporcionan una recuperación rápida todas las edades de los ensayos, después que estas fueron expuestas a ablandamientos iniciales ante una carga máxima, asimismo, esta proporciona resistencia a flexión, así como una alta resistencia a la tracción y un módulo alto de elasticidad. Por otra parte, se halló que al añadir FPP mostraron una respuesta rápida de ablandamiento del concreto, esto por las deformaciones producidas después de cargas máximas, por lo que, se observó que estas generan una resistencia a la flexión residual constante al generar aumento de apertura de grietas, por consiguiente, las macrofibras más largas pueden generar soporte en la tensión residual aproximadamente en un 60% en la tracción por un período de 3 días, sin embargo, a los 7 días este se reduce en un 50% y 40% a los 28 días. Por lo tanto, los autores concluyeron que las FPP mejoran la tracción residual, asimismo, tiene índice de mejoras después del agrietamiento.

No obstante, en India los investigadores Kori & Goliya (2022) desarrollaron un artículo científico cuya finalidad se enfocó en analizar las variaciones de comportamientos de resistencia a la compresión y tracción en FPP y poliéster. La síntesis metodológica fue a partir de un estudio experimental, comparativo y experimental, donde se realizaron ensayos en probetas a tres tipos de muestra para determinar la resistencia como la tracción. En cuanto a las evidencias, se halló que la resistencia a la compresión en una mezcla de concreto sin fibras es de nivel bajo a comparación de las FPP y poliéster donde se observó mayor resistencia a la compresión, asimismo, se halló que la mezcla sin fibras es bajo ante la flexión, sin embargo, al agregarle un 0,5% de fibras se evidenció el aumento de su resistencia,

de igual manera, se evidenció que la tracción en la mezcla de concreto sin fibras es menor, sin embargo, al agregarle un 0,5% fibras este aumento. Por lo tanto, los autores concluyeron que las adiciones de estas fibras genera un aumento en la resistencia del concreto.

Finalmente, como último material internacional en China los investigadores Li & Liu (2020) elaboraron un artículo científico cuya finalidad consistió en establecer de qué manera las macro fibras sintéticas influyen en la cimentación de una losa de pavimentación rígida. La consistencia metodológica consistió en un estudio fue descriptiva, experimental y explicativa, donde se realizaron ensayos en probetas para evaluar el coeficiente de tortuosidad de las fisuraciones y la rugosidad de la superficie mediante el sistema MATLAB. En cuanto a las evidencias halladas, se evidenció que estas fibras afectaron las geometrías de las fisuraciones del concreto, sin embargo, la tortuosidad como rugosidad en la parte superficial de la fisuración mejoraron al incrementar las proporciones de fibras. Por lo tanto, los autores concluyeron exactamente que las macro FPP influyen de manera progresiva en la pavimentación ante la tortuosidad y rugosidad de las fisuraciones al aumentar las proporciones de estas.

Por otra parte, se sumó investigaciones nacionales como la tesis de Moya (2023) quien en Huancayo realizó una investigación enfocada en verificar que resultados consigue la adición de FPP en las propiedades de un concreto permeable para una resistencia de 210 kg/cm². La consistencia metodológica fue a partir de un estudio aplicado, de nivel explicativo y experimental, donde se puso a prueba ensayos de 72 probetas y 36 vigas de concreto a las cuales se les adicionó porcentajes de 0,04%, 0,08% y 0,12% en FPP, por lo que, las técnicas e instrumentos fueron la observación de estos ensayos y el análisis de los datos proporcionados por el laboratorio. En consecuencia, se evidenció que el añadir 0,08% de estas fibras establecen resultados óptimos en las propiedades del concreto cumpliendo la norma legal ACI 522 R-10, asimismo, la permeabilidad del mismo aumenta al adicionarse 0,04% y 0,12%, por lo que, el investigador concluyó que al añadir estas fibras se incrementará su resistencia a compresión y flexión, además de cumplir los parámetros de permeabilidad. En síntesis, se comprobó que la utilización de esta fibra es muy buena para elevar las propiedades del concreto

ya que aumenta su durabilidad a los 28 días, sin embargo, al adicionarse más fibra decae su resistencia a compresión. Muy diferente a la resistencia a la flexión que al añadirle más fibras incrementa su resistencia, el cual puede alcanzar una resistencia de diseño de 31 kg/cm² siendo el 15% de resistencia a compresión aceptable por la ASTM C78.

No obstante, también se contempló la tesis de Hinostroza (2020) quien en la ciudad de Lima elaboró una investigación cuya finalidad consistió en realizar un análisis estructural de una losa de pavimentación rígida con refuerzo de FPP con uno de acabado convencional. La consistencia metodológica fue a partir de un estudio cuantitativo de carácter descriptivo, asimismo, fue de diseño no experimental, cuya población a evaluar será la pavimentación rígida tradicional como aquellos con FPP, por lo que, los instrumentos aplicados fueron las fichas técnicas que evalúan la resistencia a la compresión y flexión, asimismo, se utilizaron las Normas ASTM C-39 y C-31. En cuanto a los hallazgos, se evidenció que al añadir FPP al concreto de la pavimentación rígida la resistencia a compresión aumento un 7%, asimismo, se observó un aumento en el módulo de rotura al 10%. Por lo que, el autor concluyó que los refuerzos a base de estas fibras generarán efectos positivos en la pavimentación rígida.

Asimismo, se contempló la tesis de Garcia & Córdova (2021) quienes en la ciudad de Pucallpa realizaron una investigación cuya finalidad se centró en identificar como el añadido de FPP influye en el concreto permeable de una Fuerza de compresión de 210 kg/cm² y 245 kg/cm² para un drenaje de la escorrentía en un pavimentación de transitividad ligera. La consistencia metodológica fue a partir de un estudio mixto, aplicado, explicativo y experimental, donde se realizó 180 pruebas en probetas de concreto permeable de una Fuerza de compresión de 210 kg/cm² y 245 kg/cm² con fracciones de FPP, los cuales se distribuyeron para evaluar la resistencia a compresión y la permeabilidad del concreto, por lo que, la técnica aplicada fue la observación y la experimentación. En consecuencia, se evidenció que la resistencia a compresión de un concreto permeable con una fuerza de compresión de 210 kg/cm² y 245 kg/cm² con fragmentos de FPP de 0,30%, 0,40% y 0,50% incrementa su resistencia a los 3, 7, 14 y 28 días. por lo que, el investigador concluyó que al añadir estas fibras se incrementará su resistencia a compresión en ambos ensayos, sin embargo, los ensayos de

permeabilidad sostuvieron que a mayores fragmentos de estas fibras menor será la tasa de infiltración, por lo que, no cumple con los valores promedios de 0.13 cm/s de acuerdo al reporte 22-10 DEL ACI (0.14 – 1.22 cm/s).

No obstante, también se contempló la tesis de Jalixto & Jaimez (2021), quienes en Lima elaboraron una investigación enfocada en determinar como la macro fibra de PP influye en la superficie de rodadura en una losa de pavimentación rígida de San Juan de Lurigancho. La consistencia metodológica consistió en una investigación aplicada, de carácter cuantitativo con un diseño cuasi experimental, donde la muestra a investigar fue 1 km de la avenida Las Lomas, por lo que, los instrumentos y técnicas a utilizar fueron las fichas técnicas de formato PCI y IMD donde se aplicó la observación para la recolección de datos. En cuanto a los hallazgos, se evidenció que el adiconamiento de un 2% de macro fibra mejora las propiedades físicas y mecánicas en los ensayos de asentamiento, compresión y flexión. Por lo que, los investigadores concluyeron que el añadir un 2% de estas fibras aumentará las condiciones en la resistencia de compresión y flexión en la pavimentación rígido tradicional, sin embargo, si excede de mismo, no se observaría mejoras en la composición del hormigon.

Como última investigación nacional, se contempló con la tesis Hernando & Huamaní (2019) quienes en Lima elaboraron una investigación cuya finalidad consistió en establecer como las FPP influyen en la resistencia a compresión, flexión y costo en la ejecución de pavimentación rígido. La consistencia metodológica consistió en una investigación aplicada, descriptivo correlacional con un diseño no experimental, donde se realizó ensayos en 24 probetas cilindricas para evaluar el concreto con adición de FPP y otras 24 probetas rectangulares para evaluar el concreto tradicional, las cuales evaluaran la resistencia a la compresión y flexión con probetas de edades de 7 y 28 días, por lo que, se estableció las evaluaciones de forma observacional y con fichas de recolección de datos. En cuanto a los hallazgos, se evidenció que las probetas que tienen adiciones de FPP en el concreto con $f'c=280\text{kg/cm}^2$ tienen máxima resistencia a la compresión demostrando resultados en el grupo A 310kg/cm^2 , grupo B 311kg/cm^2 , grupo C 315.66 kg/cm^2 y el grupo D 318.66kg/cm^2 . Sin embargo, la variaciones en aquel concreto sin la adición de estas con 200gr/m^3 de fibra aumento 0.32%, asimismo, se observó que con la adición de 400 gr/m^3 aumento 1.82%, por otro lado, se

observó un aumento de 2.79% con una adición de 600 gr/m³, sin embargo, se observó máxima resistencia de compresión en el grupo D con la adición de 318.66 kg/cm² a los 28 días. Por otra parte, la máxima resistencia a flexión alcanzó el grupo D de 600kg/m³ proporcionando valor 41.55 kg/cm² a los 28 días. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que la influencia de las FPP mejoran la resistencia de compresión y flexión del concreto, por lo que, este proporcionaría reducción de costos.

En cuanto a las bases teóricas que sustentan la investigación, se contempló el libro de Becerra (2017) quien sustenta que un **concreto con FPP** es aquella mezcla de composición plástica que es manejable desde sus inicios, por lo que, está compuesta por un conjunto de agregados, aditivos, cemento y agua. Donde las FPP constituyen a aditivos cuya función se centra en mejorar el comportamiento del concreto, por ende, aumentar la capacidad de resistencia de este (p. 165 y 177).

Por otro lado, para sustentar el **diseño de mezcla de concreto** se consideró los aportes de Becerra (2017), quien sostiene que son aquellos parámetros importantes para la mezcla del concreto, los cuales establecen un **contenido de aire** que puede oscilar entre 4% al 8%, no obstante, **el volumen del agua** corresponde a una variación del 14 al 21%, asimismo, este establece **el volumen de los agregados**, los cuales constituyen el 60 y 75% del total del **volumen del cemento**, sin embargo, para que la pasta de este tenga mejores características la **relación agua / cementante** no debe ser superior a 0.5, esto a acorde a los parametros del Manual del MTC, el cual establece como límite inferior de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a lo antes mencionado. Por lo tanto, es importante seguir estos factores para realizar los cálculos de **resistencia promedio** del concreto, asimismo, se tiene que tomar en cuenta la exposición cambios de **temperatura** que causen deterioro a la mezcla (p. 165 – 167).

Por otra parte, para sustentar la **trabajabilidad del concreto fresco**, se considero los aportes de Becerra (2017), quien sostiene que es la facilidad con la que se llega a colocar, consolidar y dar acabado al concreto en su estado plástico. Sin embargo, diferentes estructuras requieren distinta trabajabilidad, por lo que, en el caso de diseño de mezclas para pavimentos que sean colocados de manera tradicional, a través de reglas vibratorias que tienen encofrados fijos estos deberán trabajar con asentamientos entre 4 a 5 pulgadas. Por el contrario, si la mezcla para

pavimentos se coloca con pavimentadoras de encofrado deslizante, requerirá que el asentamiento sea menor, sujeto a 1.5 pulgadas. Sin embargo, la tolerancia de **asentamientos (Slump)** para mezclas de concreto que oscilan entre 3 y 4 pulgadas es de una aproximación de 1.0 pulgada, el cual no aplica para mezcla de concreto colocados por encofrado deslizante que requiere una tolerancia de un aproximado de 0.5 pulgadas de acuerdo a la norma ASTM C94 (p. 167 – 169).

No obstante, la **resistencia del concreto endurecido** fue sustentado como aquella capacidad de resistencia que se logra a través del tiempo, donde el cemento aún se encuentra en etapa de hidratación, por lo que, para observar mejoras en su resistencia a edades tempranas será importante mantener una humedad y temperatura favorable, es decir, curarlo (Becerra, 2017,p.170).

Donde al tener una composición dura pasará por un proceso de evaluación de comportamiento mecánico (Lamus & Andrade,2015,p.46). El cual tiene la tarea de evaluar la resistencia, la trabajabilidad, contracción del concreto, donde el requisito para este sera el curado, especialmente en el concreto colado sobre el terreno con condiciones climáticas adversas (De Belie & Soutsos, 2018, p.vii). En síntesis, las propiedades del concreto endurecido cubre la resistencia a la compresión, tracción, propiedades elásticas, contracción, fluencia, resistencia al agrietamiento, propiedades eléctricas, térmicas, de transporte y otras (Kovler & Roussel, 2011, p.776).

Por lo tanto, se entiende que la **resistencia a la compresión** es aquel parámetro que evalúa la resistencia de la cara axial del concreto en edades de 7 a 28 días, donde la resistencia de 7 días estima el 75% de la resistencia del concreto de 28 días. Por lo que, esta es requerida para poder correlacionarla y obtener el valor del módulo elástico (Becerra, 2017, p. 138 y 170). Por lo tanto, es definida como aquel parámetro de rendimiento más importante para diseñar estructuras de hormigón convencional y de alto rendimiento cuya predicción precisa de este parámetro, ya que se vuelve más crucial cuando se considera este parámetro para el análisis de costo-beneficio y el punto de vista del tiempo (Kaloop et al.,2020, p.1).

Por lo que, se entiende que son aquellos experimentos o pruebas donde se observa la resistencia máxima que tiene el material durante el ciclo de carga (Crawford et al., 2003, p. 745). Por lo tanto, es una de las pruebas más comunes, fáciles y económicas que se lleva acabo en el concreto, sin embargo, existen

requisitos como normas de ensayos para diferentes geometrías de especímenes, donde una de las geometrías más utilizadas son aquellas de formación cilíndrica, las cuales a través de observaciones experimentales confirman que se desarrolla un área localizada de microfisuras en el pico de tensión o justo antes este. Por esta razón, la falla por compresión es adecuada para ser analizada por medio de la mecánica de fractura (Del Viso et al., 2008, p. 386).

Por otro lado, el **módulo de rotura** es uno de los parámetros principales establecidos para el diseño de pavimentaciones, que proporciona valores que impactan de manera alta en el deterioro del concreto, por lo que, su cálculo se dará a partir de la correlación de la resistencia a compresión. En ese contexto, se sostiene que para el diseño de mezcla para concreto de pavimentos generalmente se debe tener módulos de rotura que oscilan entre los 40 a 50 kg/m², por lo que, a mayor resistencia a flexión menor será el espesor del concreto para la carpeta de rodadura, sin embargo, resistencias mayores y menores no son apropiadas para realizar pruebas de desgaste, ya que estas son demasiado rígidas. Es así que, para pavimentaciones de zonas urbanas es recomendable trabajar con módulos de rotura de 40 a 45kg/cm² (Becerra, 2017, p. 138, 170-171).

Por lo tanto, es aquella propiedad mecánica donde se observa la tensión máxima del material, por lo que, esta soporta cargas de flexión sin proporcionar fracturas en el concreto (Sharma et al., 2021, p.420). Dicha afirmación tiene similitud con los aportes de Goud et al. (2019) quienes sostienen que la resistencia a la flexión es aquella tensión máxima que se observa en la superficie de una determinada muestra que es la fuerza máxima del concreto antes de enmarcarse la falla (p. 60-61). En síntesis, se sostiene que estas pruebas de flexión demuestran la capacidad que tiene el material para resistir deformaciones ante una carga (Chidighikaobi, 2019, p. 2468 -2469).

Por último, el **módulo elástico** es uno parámetro importantes que proporciona el dimensionamiento estructural del concreto, por lo que, su predicción esta asociado al cálculo de resistencia a compresión o flexotracción, sin embargo, para realizar cálculos que estimen el alto desempeño del concreto de resistencia a compresión superior a 400kg/cm², podrian generar resultados inexactos. Por lo que, se sostiene que al incrementarse la resistencia del concreto también aumentará el módulo elástico, lo que hará que la contracción de la mezcla se

incremento perdiendo efectos beneficiosos en el diseño. En ese contexto, se sugiere que para mantener una misma resistencia, el módulo elástico debe ser menor ya que este tendrá mejores efectos ante los agrietamientos, por lo que, proporcionara que las deflexiones aumente, favoreciendo el escalonamiento a partir del empleo de los pasadores (Becerra, 2017, p.173).

Por otra parte, para definir **la dimensión diseño de losa**, se consideró el Manual de carreteras del MTC(2014), el cual establece que es aquel proceso que determina el cálculo de **espesor del concreto de la carpeta de rodadura** que permite soportar cargas determinadas sin que exista deterioro en el nivel de servicio de la pavimentación (p. 211).

Donde una de las metodologías a aplicar para el diseño será el método ASSHTO93, cuyo sistema realiza pruebas que establecen parámetros reales en los pavimentos experimentales luego de aplicarles cargas controladas de tránsito. En ese contexto, este proporcionará como las construcciones nuevas establecen niveles altos de servicio a diferencia de aquellas que están sometidas a continuas cargas de tránsito que degeneran los niveles de servicialidad. Por lo tanto, el periodo de diseño está asociado al tipo de suelo, las continuas cargas de exposición al tránsito, por ende, una de las características del método será introducir los niveles de tránsito a través del concepto de ejes equivalentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 212).

En ese contexto, el **tránsito (ESALs)** está relacionado al periodo de vida útil del diseño, donde las cargas de los ejes de todos los vehículos que transitan pasan a ser transformados a ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas de peso (MTC, 2014, p. 212).

No obstante, otro factor es la **serviciabilidad** que a través del servicio inicial y final determinará cambios o diferencias entre estos parámetros (Δ PSI) (MTC, 2014, p. 213).

Por otro lado, la **confiabilidad “R” y la desviación estándar (So)** es uno de los factores de seguridad para establecer un periodo de diseño donde se ve un incremento en la cantidad del tránsito. En ese contexto, la guía ASSHTO sugiere un So de 0.30 a 0.40, sin embargo, la sugerencia del manual de carreteras sostiene que este debe ser igual a 0.35 (MTC, 2014, p. 215).

Otro factor, es el **el suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc)** cuya capacidad consiste en evaluar la reacción de la sub rasante al someterla a cargas que causen deformaciones. Por lo tanto, uno de los medios para su evaluación es a través de los ensayos de clasificación de suelo y CBR (MTC, 2014, p. 215).

Seguidamente, otro de los factores es la evaluación del **módulo de rotura (Mr)**, el cual a partir de ensayos de concreto con vigas evaluará la resistencia de estas a los 28 días de ser curado esto al someterlas a cargas y forzar que se produzcan deformaciones en el tercio central de la viga (MTC, 2014, p. 217).

Por otro lado, para estimar el cálculo del **módulo elástico del concreto** se sugiere tomar la fórmula $E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}$, donde $f'c$ se calcula PSI, sin embargo, hay que tener cuidado al evaluar un concreto de alto desempeño que proporcione una resistencia a compresión a 40Mpa, ya que podría generarse resultados inexactos (MTC, 2014, p. 218).

No obstante, la evaluación del **coeficiente de Drenaje (Cd)** es calculado a través de las dimensiones, granulometría y características de permeabilidad, por lo que, este se calcula al correlacionar el grado de exposición de humedad y saturación (MTC, 2014, p. 219).

Por otra parte, las **transferencias de cargas (J)**, es un parámetro enfocado en transmitir cargas estructurales a juntas y grietas, por lo que, su valoración dependerá de la construcción de una pavimentación en específico, así como la existencia o no de las bermas laterales y dispositivos que transmiten las cargas. Por ende, este se encuentra sujeto al valor final del espesor de losa, por lo tanto, se deduce que mientras menor sean los valores de transferencia de carga, menor será la cantidad del espesor de losa (MTC, 2014, p. 219).

Por otro lado, la dimensión **diseño de juntas** es una de las responsables de controlar las fisuraciones y agrietamientos que puede padecer la losa, esto debido a las contracciones propias del concreto generadas por la disminución de humedad y otros factores como la variación climática y separación de los cambios de temperatura existente en la superficie de la base hasta la subbase (MTC, 2014, p. 231).

Por lo tanto, en el caso de las **juntas longitudinales**, estas se observan en las delimitaciones del carril donde existe transividad de vehículos, a diferencia de las **juntas transversales**, que se observan en sentido perpendicular. Por lo que,

para determinar su tamaño, dependerá que el ancho de la losa no exceda de 1.25m y no tenga una longitud de losa mayor a 4.50m (MTC, 2014, p. 231).

No obstante, entre los **mecanismos de transferencia de carga** se tiene al trabazón de agregados, cuyo engranaje mecánico que se encuentra entre los agregados de ambas caras de las losas contiguas. Por otra parte, están los pasadores o dowells, los cuales se insertan a partir de la mitad de una junta con la iniciativa de traspasar las cargas sin limitar los movimientos de la losa, permitiéndole alinearse de manera horizontal y vertical (MTC, 2014, p. 233- 234).

Por otro lado, hablar de **barras de amarre**, es referirse a aceros corrugados situados en el centro de la junta longitudinal, esto con la finalidad de anclar carriles contiguos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 234).

Con respecto al **sellado de las juntas** cumple la principal función de reducir que se filtre el agua y otros elementos dentro de las juntas, por lo que, para su empleo se debe tener en consideración el espaciamiento de estas, el tipo, agentes agresivos a los está expuesto. Por lo que, se requiere que este sellador pueda tolerar las cargas generadas por el movimiento de la losa contigua (MTC, 2014, p. 235).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El desarrollo de la investigación fue básico, ya que a partir de teorías y ejemplares científicos se pretende ampliar conocimientos acerca del tema investigado. En síntesis, esto fue sustentado bajo las apreciaciones de Hernández & Mendoza (2018) quienes sostienen que una investigación básica se enfoca en construir un marco teórico que mejora y amplía conocimientos acerca de las variables investigadas.

Asimismo, fue de desarrollo cuantitativo debido a que se llegará a recopilar y analizar datos numéricos. Por lo que, esto fue sustentado por Hernández & Mendoza (2018) quienes sostienen que este se enfoca en recolectar y realizar un análisis de datos en mención a las variables.

3.1.2. Diseño de investigación

Por otro lado, fue experimental de condición transversal porque el investigador realizará ensayos en probetas con y sin adiciones de macro fibras sintéticas, donde estas serán sometidas a cargas con la intención de observar el comportamiento de la resistencia a la compresión, modulo de rotura y elasticidad. En síntesis, esto fue sustentado por Hernández & Mendoza (2018) quienes sostienen que esta se realiza a partir del recogo de datos y manipulación de las variables estudiadas con el fin de verificar los probables efectos al cual somete el investigador en un periodo determinado.

En conclusión, su desarrollo fue totalmente explicativo porque el investigador explicará la clasificación del concreto, elementos de estructura de un pavimento, el método de diseño, la mezcla de concreto con y sin adiciones de FPP, para finalmente observar los comportamientos de estos. Por lo que, este es sustentado por los investigadores Hernández & Mendoza (2018) quienes mencionan que son explicaciones estructuradas a partir de la exploración, descripción y correlación que permiten hallar y entender las causas del fenómeno.

3.2. Variables y operacionalización

a. Variable independiente: Concreto con fibra de polipropileno.

- **Definición conceptual:** Es aquella mezcla de composición plástica que es manejable desde sus inicios, por lo que, está compuesta por un conjunto de agregados, aditivos, cemento y agua. Donde las FPP constituyen a aditivos cuya función se centra en mejorar el comportamiento del concreto, por ende, aumentar la capacidad de resistencia de este (p. 165 y 177).
- **Definición operacional:** Para determinar el cálculo de dosificación de mezcla se utilizará el método ACI 211, asimismo, para determinar la resistencia del concreto se realizarán ensayos en laboratorio.
- **Indicadores:** Ensayos de resistencia a la compresión, módulo de rotura y elasticidad.
- **Escala de medición:** nominal.

b. Variable dependiente: Diseño de losa de pavimento rígido

- **Definición conceptual:** Es aquel proceso que determina el cálculo de espesor del concreto de la carpeta de rodadura que permite soportar cargas determinadas sin que exista deterioro en el nivel de servicio del pavimento (MTC, 2014, p. 211).
- **Definición operacional:** Para determinar el cálculo de espesor de la capa estructural se utilizará la metodología AASHTO93, el cual a través de un análisis de tráfico vehicular y CBR determinará la capacidad de soporte del suelo y número de ejes.
- **Indicadores:** Espesor de losa, diseño de juntas.
- **Escala de medición:** nominal.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

A partir de probetas cilíndricas con composiciones de concreto con y sin agregados de FPP, se pretende evaluar la capacidad de resistencia del concreto al someterlas a cargas. En síntesis, la población es aquel elemento de la investigación que se explica en el planteamiento del problema (Hernández & Mendoza, 2018).

3.3.2. Muestra

Se muestreó 8 probetas cilíndricas de 6"x12" con concreto y 8 vigas de 0.15x0.15x0.50, cuyas composiciones rigieron desde concreto patrón y otras con adiciones de fibras de 2kg/m³, 5kg/m³ y 10kg/m³, por lo que, se utilizó 2 probetas para cada uno de los concretos dosificados. En síntesis, la muestra pertenece al subgrupo de la población donde el investigador recolectará información y datos (Hernández & Mendoza, 2018).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Durante la exploración de la Av. Santa Rosa el investigador observó y tomó muestras para realizar ensayos con el fin de determinar el tipo de suelo, propiedades del mismo y la capacidad de soporte, los mismos que fueron entregados en certificados (ficha de resultados).

Por otra parte, a partir de la observación se realizó el conteo y clasificación de vehículos para determinar los ejes equivalentes, cuyos datos fueron colocados en fichas.

No obstante, para la mezcla de concreto se observó y tomó muestras de los agregados de la cantera de Unicon de Carapongo y la cantera Sur Miranda, mismos que fueron analizados bajo ensayos de laboratorio, cuyos resultados fueron entregados en certificados (ficha de resultados).

Por otro lado, para determinar la resistencia del concreto, el investigador a través de la observación y parámetros realizó la mezcla de concreto para cada diseño y dosificación de fibras, el cual paso por un control de calidad, para posteriormente realizar el muestreo de probetas cilíndricas y vigas, luego de ello, se pasó a la identificación de diseño, después de 24

horas se desencofró las probetas para luego pasarlas a la poza de curado por 28 días, habiendo pasado los días de curado se sacan las probetas y se ingresa estas al laboratorio para las roturas, cuyos resultados fueron entregados en certificados (ficha de resultados).

Por lo tanto, a partir de todas las certificaciones (ficha de resultados) firmadas y selladas por un ingeniero civil experto en pavimentaciones se avala que el instrumento tiene validez.

Asimismo, la confiabilidad del instrumento está avalado por la certificación de calibración de los equipos utilizados en laboratorio, por lo que, brinda confianza y seguridad en los resultados de los ensayos.

En síntesis, esto es sustentado por Hernández & Mendoza (2018), quienes sostienen que la técnica observacional se logra a través del registro sistemático, que valida y proporciona confianza ante los comportamiento o ciertas conductas que pueda manifestar las variables estudiadas, asimismo, sostienen que los instrumentos son aquellos elementos que el investigador construye para que sea de ayuda a la hora de recolectar información y así poder medir estos.

Por otra parte, los mismos investigadores sostienen que la validez de un instrumento esta condicionado al apoyo, evaluación y supervisión del experto, por lo que, este se encarga de avalar dichos materiales. Asimismo, reafirman que la confiabilidad del mismo, es aquella que a través del grado genera que los resultados sean seguros, confiables y coherentes.

3.5. Procedimientos

Con la finalidad de brindar un aporte técnico a la presente investigación se detalla a continuación el procedimiento a ejecutar:

Inicialmente se propuso el tema a investigar, para posteriormente analizar y evaluar el factor problema de esta, el cual corresponde a las mejoras que necesita la pavimentación rígida para aumentar su duración y serviciabilidad.

Posterior a ello, se revisaron libros, tesis como artículos científicos para la construcción del marco teórico, por otra parte, se planteó la síntesis metodológica, donde se observará el tipo y diseño de investigación, así como la población y muestra a investigar, donde la técnica e instrumento para la

recolección de datos fue a través de la observación y la ficha de registro de los resultados de los ensayos de resistencia, asimismo, estableció las consideraciones del desarrollo, procesamiento analítico y aspectos éticos contemplados durante el desarrollo de la investigación.

Asimismo, se continuo con los resultados e interpretaciones de estos, los cuales a través de los ensayos comprobarán la hipótesis planteada, dando validez y veracidad como las adiciones de FPP en el concreto de pavimentación rígida mejoran la resistencia del mismo. En esa misma línea, estos resultados pasaran a ser discutidos y comparados con nuestros antecedentes para verificar las conductas o comportamientos de esto, para luego finalizar con las conclusiones halladas y las recomendaciones para investigaciones similares.

3.6. Método de análisis de datos

En base a ser una investigación cuantitativa, básica y experimental, los resultados hallados bajo los ensayos de especímenes de concreto, estos serán analizados y comparados.

Para ello, se procederá a:

1. Recolectar muestras que establezcan el grado de conservación del pavimento, así como las fallas y grietas de esta.
2. Realizar ensayos en probetas cilíndricas que establezcan el comportamiento del concreto con o sin adiciones de FPP.
3. Someter a cargas máximas las probetas cilíndricas para determinar su resistencia a la compresión, módulo de rotura y elasticidad.
4. Seleccionar el tipo de metodología para diseño de pavimento, en este caso se utilizará el AASHTO93, por lo que, será necesario un análisis de tránsito y reconocer los parámetros de dosificación de fibras.
5. Verificar la trabajabilidad del concreto en estado fresco con o sin adiciones de estas fibras.
6. Verificar la resistencia de estas después de 28 días de curado.

Por lo tanto, cabe precisar que estos aspectos en su mayoría se trabajarán en los programas de Excel y formatos de laboratorio, con la finalidad de comparar los resultados, para luego proporcionar un informe final del trabajo de investigación con los resultados encontrados.

3.7. Aspectos éticos

Durante todo el proceso de elaboración de la actual tesis, se contempló el respeto por la propiedad intelectual de los investigadores citados, asimismo, se consideró la implementación de las normas legales para la realización de los ensayos, así como la previa autorización de la autoridad competente del distrito para la recolección de muestras.

IV. RESULTADOS

➤ **Trabajo de campo**

Fue desarrollada a partir de la información recolectada de la empresa ECOANDINA en relación a ECO Fibra RC – 60, así como ejemplares científicos vinculados al tema y normas técnicas.

➤ **Objetivo**

El desarrollo de la investigación tiene como propósito establecer la resistencia de la losa de concreto con adiciones de FPP.

➤ **Diseño de pavimentación rígida**

Para determinar el espesor de losa, se contempló el diseño de metodología AASHTO 93, el cual evalúa parámetros relacionados al suelo y ejes equivalentes.

Contemplando estos indicadores, se realizó el estudio de suelo, ensayos de CBR. Asimismo, se realizó un conteo vehicular para determinar los ejes equivalentes.

1. Estudio de suelos

Esto se llevó a cabo a partir del método AASHTO, el cual clasifica 7 grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7); basados en su granulometría y el límite plástico. Para la clasificación la muestra fue extraída de una calicata de una profundidad de 1.50 metros hecha en la av. Santa Rosa del distrito de San Juan de Lurigancho.

Tabla 1. Clasificador de suelo

Clasific. Gerl.	S. granular 35% máxi. que pasa por tamiz de 0.075mm (N°200)							S. fino Más de 35% pasa por el tamiz de 0.075mm(N°200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Clasific. de grup.	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análi. granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2mm(N°10)	Máx50											
0.425mm(N°40)	Máx30	Máx50	Máx51									
F: 0.075mm (N°200)	Máx15	Máx25	Máx10	Máx35	Máx35	Máx35	Máx35	Mín36	Mín36	Mín36	Mín36	Mín36
Carac. de la frac. que pasa el 0.425(N°40)												
Carac. de la frac. que pasa del tamiz (N°40)												
LL: Lím. de Líquido				Máx40	Máx41	Máx. 40	Máx41	Máx40	Máx. 41	Máx40	Máx41	Máx41
IP: índ. de plasticidad	Máx6	Máx6	NP	Máx10	Máx10	Máx. 10	Máx10	Máx10	Máx. 10	Máx11	Máx11	Máx11
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelo limoso		Suelo arcilloso		
Estima. Gen. del suelo como sub rasante	Excelente a bueno							Regular insuficiente				

Tabla 2. *Resumen de clasificación de suelos de C- 1 (M1) de la Av. Santa Rosa*

Peso de material	Unidad	C-1
Pe. inicial total	Kg	1,640.0
Pe. de fracción fina para lavar	Gr	1,607.0
Características	Unidad	C-1
T. Máximo		¾"
T. máximo nominal		½"
Grava	%	2.0
Arena	%	57.6
Finos	%	40.4
Mód. de fineza	%	-
Clasificación	Unidad	C-1
Lím. líquido	%	22.00
Lím. plástico	%	17.68
Índ. de plasticidad	%	4.32
Clasifi. SUC		SC-SM
Clasifi. AASHTO		A-4 (0)

Fuente: Elaboración propia.

Se concluyó que el suelo estudiado de la calicata 1 pertenece al grupo A-4 (0), siendo este un suelo de composición de arena arcillosa color marrón donde al pasar una muestra de 1640 kg el tamaño máximo de tamiz utilizado fue de ¾", por otro lado, el tamaño máximo nominal fue de ½", donde el porcentaje de grava fue de 2.0%, 57.6% de arena y 40,4% de finos. No obstante, en cuanto a los lím. de consistencia, el lím. líquido fue de 22.00%, el lím. plástico de 17.68% y el índ. de plasticidad de 4.32%.

Tabla 3. *Resumen de clasificación de suelos de C- 2 (M1) de la Av. Santa Rosa*

Peso de material	Unidad	C-2
Pe. Inic. total	Kg	546.0
Pe. de frac. fina para lavar	Gr	546.0
Características	Unidad	C-2

T. Máximo		N°4
T. máximo nominal		N°10
Grava	%	-
Arena	%	81.9
Finos	%	18.1
Mód. de fineza	%	-
Clasificación	Unidad	C-2
Lím. líquido	%	20.61
Lím. plástico	%	N P
Índ. de plasticidad	%	N P
Clasif. SUC		S M
Clasif. AASHTO		A – 2 – 4 (0)

Se concluyó que el suelo estudiado de la calicata 2 pertenece al grupo A-2-4(0), siendo este un suelo de composición de arena fina color gris no plástico donde al pasar una muestra de 546 kg, el tamaño máximo de tamiz utilizado fue de N°4, por otro lado, el tamaño máximo nominal fue de N°10, donde no hubo presencia de grava, pero si un 81.9% de arena y 18,1% de finos. No obstante, en cuanto a los límites de consistencia, se observó que existe un lím. líquido de 20.61%, sin embargo, el lím. plástico y el índ. de plasticidad no registraron plástico (NP).

2. CBR

Tabla 4. *Resultados de CBR*

N°	CBR	Und	C-1
1	Máx Densidad Seca	gr/cm3	2.051
2	Op. Cont. de Humedad	%	11.0%
3	CBR 100 %	%	19.1%
4	CBR 95 %	%	15.0%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al ensayo de CBR de la calicata 1, se determinó que el CBR consta de 19,1%.

3. Estudio de tráfico de la Av. Santa Rosa

Tabla 1. Conteo vehicular de la Av. Santa Rosa

Carretera		PAVIMENTACION AV SANTA ROSA						Año de estudio		2023		Modificar datos:													
Tramo		Av. Los Postes Este - Av. Los Tusilagos						Tiempo de estudio a la ejecución de proyecto		4		Cálculos automáticos													
Cod Estación								TIPO DE PAVIMENTO		Pavimentación rígida		Resultados													
Estación		Factor de corrección estacional		Veh. Livianos		fe:		1.0758		Ubicación		SAN JUAN DE LURIGANCHO													
				Veh. Pesados		fe:		0.9753		Sentido		Dos Sentidos													
Día		Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro	Omnibus			Camion			Semitraylers					Traylers						
		Pick Up	Panel	Rural	2E	3E	4E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
miércoles 31/05/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4717	425	144	118	133	198	7	1		736	67	6	1		1		0	0	4		2	5	38	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4640	448	166	109	191	281	0	0		728	88	8	1		3		0	2	0		0	0	32	
	Total	9357	873	310	227	324	479	7	1	0	1464	155	14	2	0	4	0	0	2	4	2	5	70		
jueves 01/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4430	764	126	81	194	255	11	2		546	75	10	4		0		1	0	0		2	0	39	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4351	780	115	93	165	283	7	0		530	63	1	1		0		1	0	0		2	3	27	
	Total	8781	1544	241	174	359	538	18	2	0	1076	138	11	5	0	0	0	2	0	0	4	3	66		
viernes 02/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4666	888	174	109	217	269	2	3		581	110	40	6		0		2	0	0		5	0	57	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4466	963	143	125	218	305	3	0		685	93	62	0		0		4	0	0		6	0	47	
	Total	9132	1851	317	234	435	574	5	3	0	1266	203	102	6	0	0	0	6	0	0	11	0	104		
sábado 03/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4544	341	81	105	122	166	7	1		716	47	2	1		1		0	0	4		2	5	31	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4406	438	155	104	176	282	4	0		614	73	5	2		3		0	2	0		0	0	30	
	Total	8950	779	236	209	298	448	11	1	0	1330	120	7	3	0	4	0	0	2	4	2	5	61		
domingo 04/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4204	328	80	89	106	144	9	2		669	47	2	0		0		0	0	6		2	2	23	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4263	409	135	80	163	244	2	0		542	73	1	1		0		0	3	0		0	0	23	
	Total	8467	737	215	169	269	388	11	2	0	1211	120	3	1	0	0	0	0	3	6	2	2	46		
lunes 05/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4760	479	163	139	150	224	7	2		746	74	10	0		1		0	0	5		2	5	57	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4672	448	166	109	191	281	0	0		728	88	8	1		3		0	2	0		0	0	32	
	Total	9432	927	329	248	341	505	7	2	0	1474	162	18	1	0	4	0	0	2	5	2	5	89		
martes 06/06/2023	Los Tusilagos - Los Postes Este	4533	740	127	81	227	263	7	2		546	101	16	2		0		2	0	0		2	0	43	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4576	770	127	73	247	263	7	2		564	111	8	4		0		3	0	0		5	0	68	
	Total	9109	1510	254	154	474	526	14	4	0	1110	212	24	6	0	0	0	5	0	0	7	0	111		
IMDs	Los Tusilagos - Los Postes Este	4550.6	566.4	127.9	103.1	164.1	217.0	7.1	1.9	0.0	648.6	74.4	12.3	2.0	0.0	0.4	0.0	0.7	0.0	2.7		2.4	2.4	41.1	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4482.0	608.0	143.9	99.0	193.0	277.0	3.3	0.3	0.0	627.3	84.1	13.3	1.4	0.0	1.3	0.0	1.1	1.3	0.0		1.9	0.4	37.0	
	Total	9032.6	1174.4	271.7	202.1	357.1	494.0	10.4	2.1	0.0	1275.9	158.6	25.6	3.4	0.0	1.7	0.0	1.9	1.3	2.7	4.3	2.9	78.1		
IMDa	Los Tusilagos - Los Postes Este	4895.45	609.36	137.55	110.96	176.58	233.45	6.97	1.81	0.00	632.56	72.59	11.98	1.95	0.00	0.42	0.00	0.70	0.00	2.65		2.37	2.37	40.13	
	Los Postes Este - Los Tusilagos	4821.69	654.08	154.76	106.50	207.63	297.99	3.20	0.28	0.00	611.80	82.07	12.96	1.39	0.00	1.25	0.00	1.11	1.25	0.00		1.81	0.42	36.09	
	Total	9717.14	1263.44	292.31	217.46	384.21	531.44	10.17	2.09	0.00	1244.36	154.66	24.94	3.34	0.00	1.67	0.00	1.81	1.25	2.65	4.18	2.79	76.21		
2023	Total vehículos	9717	1263	292	217	384	531	10	2	0	1244	155	25	3	0	2	0	2	1	3	4	3	76		
T. anual de crec. vehículos livianos		r:		12.50 %																					
T. anual de crec. vehículos pesados		r:		1.90 %																					
Tiempo que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución (años)		n:		4																					
<i>Población futura de vehículos</i>																									
2027	Tot.	13835	1798	416	309	547	756	11	2	0	1316	164	26	3	0	2	0	2	1	3	4	3	80		

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un conteo vehicular durante 7 días consecutivos como mínimo desde la estación Av. Los Tusilagos hasta la Av. Los Postes Este, el cual es un requerimiento mínimo según lo establece la tabla técnica del manual de carreteras interurbanas del MTC, iniciando el jueves 25 de mayo y finalizando el miércoles 31 de mayo del presente año.

a) Cálculo ESALs

Tabla 6. *Cálculo de E.E.*

Pavimentación rígida		
T. anual de crec. de vehículos	r:	1.90%
Tiempo vida útil de pavimentos (años)	n:	20
Factor Fca vehículos pesados	Factor Fca = $\frac{(1+r)^n-1}{r}$	Fca 24.06
N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido		2 calzadas, 2 sentidos, 2 carriles
Factor direccional * Factor carril (Fc*Fd)	Fc*Fd	0.40
Número de ejes equivalentes (ESAL) #EE = 365 × (Σf . IMDa) × Fd × Fc × Fca	ESAL	28664543

Fuente: *Elaboración propia.*

Luego de generar el conteo vehicular de la Av. Santa Rosa, se realizó el cálculo de EE para un aproximado de 20 años, el cual tuvo una estimación 28664543 EE, por lo tanto, el tipo de tráfico fue Tp14 (tabla 7).

Tabla 7. *Núm. de Repeticiones Acumuladas de EE de 8.2 t*

T. Tráfico Pesado en EE	Rangos de tráfico pesado EE
Tp. 5	> 1 '000, 000 ≤ 1 '500, 000 EE
Tp. 6	> 1 '500, 000 ≤ 3 '000, 000 EE
Tp. 7	> 3 '000, 000 ≤ 5 '000, 000 EE
Tp. 8	> 5 '000, 000 ≤ 7 '500, 000 EE
Tp. 9	> 7 '500, 000 ≤ 10 '000, 000 EE
Tp. 10	> 10 '000, 000 ≤ 12 '500, 000 EE
Tp. 11	> 12 '500, 000 ≤ 15 '000, 000 EE
Tp. 12	> 15 '000, 000 ≤ 20 '000, 000 EE
Tp. 13	> 20 '000, 000 ≤ 25 '000, 000 EE
Tp. 14	> 25 '000, 000 ≤ 30 '000, 000 EE

Fuente: *MTC.*

b) Servicialidad

Una vez establecido el cálculo de ejes equivalentes se determinó el valor de serviciabilidad inicial y final.

Tabla 8. Rango de servicio inic. (Pi) y Fin. (Pt)

Tipo de caminos	Tráfico	Rangos de tráfico pesado expresado en EE		Servicio inicial (Pi)	Servicio final (Pt)	Diferencial de servicio (Δ PSI)
Caminos de bajo volumen de tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	301,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	501,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	2'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

Fuente: MTC

De acuerdo a la tabla 8, se determinó que el índice de serviciabilidad inicial de acuerdo a los ejes equivalentes es de **4.50** y el índice de serviciabilidad final es de **3.00**.

c) Confiabilidad “R” y desviación estándar (So)

Los rangos típicos establecidos en la norma AASHTO son aquellos comprendidos entre 0.30 a 0.40. Sin embargo, el manual de carreteras recomienda un **So** igual **0.35**.

Tabla 9. Valor de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (ZR) para un diseñar losa de 20 años según rango de tráfico.

Clase de camino	Tráfico	tráfico pesado EE		Nivel de confiabilidad (R)	Desviación estándar Normal (ZR)
Camino de bajo tránsito	Tp 0	100,000	150,000	65 %	- 0.385
	Tp 1	150, 001	300,000	70 %	- 0.524
	Tp 2	301, 001	500,000	75 %	- 0.674
	Tp 3	501, 001	750,000	80 %	- 0.842
Rest. de caminos	Tp 4	750, 001	1,000,000	80 %	- 0.842
	Tp 5	1,000, 001	1,500,000	85 %	-1.036
	Tp 6	1,500, 001	3,000,000	85 %	-1.036
	Tp 7	3,000, 001	5,000,000	85 %	-1.036
	Tp 8	5,000, 001	7,500,000	90 %	-1.282
	Tp 9	7,500, 001	10'000,000	90 %	-1.282
	Tp 10	10'000,001	12'500,000	90 %	-1.282
	Tp 11	2'500,001	15'000,000	90 %	-1.282
	Tp 12	15'000,001	20'000,000	90 %	-1.282
	Tp 13	20'000,001	25'000,000	90 %	-1.282
	Tp 14	25'000,001	30'000,000	90 %	-1.282
	Tp 15		>30'000,000	95 %	-1.645

Fuente: MTC

De acuerdo a la tabla 9, se estableció que los valores de nivel de confiabilidad corresponden al 90% y la desviación estándar normal a un -1.282.

d) Coeficiente de reacción combinado (Kc)

Se utilizó la siguiente fórmula y la tabla de CBR mínimos recomendados para la SubBase granular.

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{h}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_0$$

Tabla 10. Mínimo de CBR de SubBase Granular

Tráfico	Ensayo	Requerimientos
≤ 15x106 E E	MTC E 132	CBR mín 40 %
> 15x106 E E	MTC E 132	CBR mín 60 %

Fuente: MTC

De acuerdo a la tabla, el mínimo de CBR de Subbase granular para este estudio será del 60%.

Tabla 11. Resultado de coeficiente de reacción combinado (Kc)

Descripción	Unidad	n
Mód. de reacción de la subrasante (Mpa/m)	Ko	69.00
Mín. de CBR de subbase (%)	CBR (subB.)	60.0 %
Mín. de CBR de subbase - definido (%)	CBR DEF.	70.0 %
Mód. de reacción de subbase granular (Mpa/m)	K1(subB.)	177.00
Espesor de la subbase granular (cm) sugerido por la MTC	H	15.00
Coeficiente de reacción combinado (Mpa)	Kc	78.43

Fuente: Elaboración propia

Luego de reemplazar los datos, se determinó que el coeficiente de reacción combinado (kc) fue igual a 78.43.

e) Resistencia a flexotracción del concreto (Mr)

Se utilizó la siguiente fórmula y tabla de valores recomendados de resistencia del concreto según el rango de tráfico establecido en el manual de carreteras.

$$M_r = a\sqrt{f'c}$$

Donde:

El valor "a" varía entre 1.99 y 3.18.

Tabla 12. Valor recomendado de resistencia del concreto según tráfico

Rangos de tráfico pesado EE	(Mr)	(F'c)
≤ 5 '000, 000 E E	40 kilogramos / cm ²	280 kilogramos / cm ²
> 5 '000, 000 ≤ 15' 000, 000 E E	42 kilogramos/ cm ²	300 kilogramos / cm ²
> 15 '000, 000 E E	45 kilogramos/ cm ²	350 kilogramos / cm ²

Fuente: MTC

De acuerdo a la tabla, se estableció que el rango mínimo de Mr fue de 45kg/ cm² o su equivalente a F'c de 350kg/cm².

f) Modulo elástico del concreto

Para determinar este valor se realizó la siguiente fórmula:

$$E = 57000x(fc)^{0.5} ; (fc \text{ en PSI})$$

Tabla 13. Resultado de módulo elástico del concreto

Descripción	Unidad	n
Módulo elástico del concreto (PSI)	E	4021694.369

Fuente: Elaboración propia

Luego de reemplazar los datos, se determinó que el módulo elástico fue igual a 4021694.369.

g) Condiciones de drenaje (Cd)

Para determinar la calidad de drenaje de las capas granulares, se contempló la siguiente tabla.

Tabla 14. Clasif. de calidad de drenaje

Calidad de drenaje	% del tiempo en que la pavimentación se encuentra en exposición a humedad			
	< 1%	1 a 5 %	5 a 25 %	> 25 %
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 – 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 – 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 – 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Insuficiente	1.10 - 1.00	1.00 – 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Insuficiente	1.00 - 0.90	0.90 – 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: MTC

Tabla 15. Resultado de condiciones de drenaje

Descripción	Unidad	n
Condiciones de drenaje	Cd	1.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 15, se estableció que la calidad de drenaje fue buena, debido a que tiene un índice de 1.00 que es > 25% % del tiempo en que la pavimentación se encuentra en exposición a humedad (tabla 14).

h) Transferencia de cargas en las juntas (J)

Para determinar la transferencia de cargas en las juntas se contempló la siguiente tabla de valores.

Tabla 16. Valores de transmisión de carga

T. de berma	J			
	Granular o asfáltica		Concreto hidráulico	
Valor J	Con pasador	Sin pasador	Con pasador	Sin pasador
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Fuente: MTC

Tabla 17. Resultado de transmisión de carga en juntas

Descripción	Unidad	n
Transmisión de carga en juntas	J	2.8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 17, se estableció que se tiene un valor J de 2.8, que según la tabla de valores (tabla 16) corresponde a un concreto hidráulico con pasadores.

Cálculo para pavimentación rígida

Se utilizó la fórmula AASHTO 93.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Tabla 18. Resumen de datos para ecuación de cálculo de espesor de losa

Descripción	Und	N
Espesor de pavimento de concreto en milímetros (mm)	D=	303.72

Tabla 19. Resumen de cálculo de espesor de losa de capa superficial y subbase granular.

D-0	D-1
30 centímetros	15 centímetros
Capa superficial	SubBase Granular

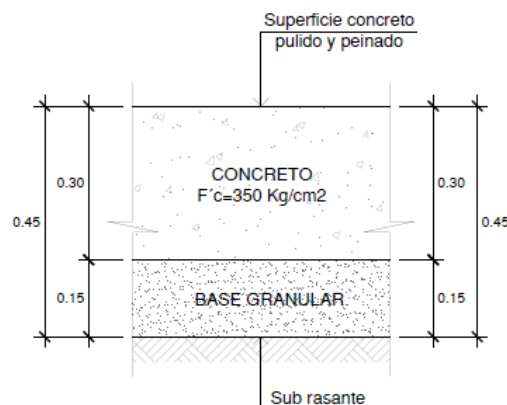


Figura 1 Detalle estructural de la pavimentación

Luego de calcular los datos mediante la fórmula AASHTO93, se evidenció que el espesor de la losa corresponde a 303.72 mm, donde el espesor de la capa superficial tendrá 30 cm y la subbase granular tendrá un espesor de 15 cm.

➤ **Diseño de concreto**

Para establecer el cálculo de mezcla se contempló el método comité ACI 211.

I. Propiedades de materiales

Se realizaron ensayos de los agregados:

Tabla 20. *Propiedades de materiales*

Materiales	P.e.	% humedad	% absorción	P.U.c	P.U.s.	Módulo de fineza	Tamaño máximo de agregado	F'c
Agua	1.000							
Cemento	3.150							350kg/cm2
Grava	2.728	1.456	0.782	1636	1527		¾"	
Arena	2.615	2.264	1.812	1828	1635	2.9		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de los agregados, el peso específico de grava fue de 2.728 gr/cm³ cuyo valor de humedad fue 1.456 %, el cual presento un porcentaje de absorción de 0.782, así como un peso unitario compactado de 1636 kg/cm³ y un peso unitario suelto de 1527 kg/cm³. Asimismo, se estableció que el tamaño máximo nominal del agregado grueso, el cual se encuentra en la malla ¾".

Por otro lado, se evidenció un peso específico de arena de 2.615gr/cm³ cuyo valor de humedad fue de 2.264%, el cual presento un porcentaje de absorción de 1.812, así como un peso unitario compactado de 1828 kg/cm³ y un peso unitario suelto de 1635 kg/cm³. Asimismo, se estableció que módulo de finura del agregado fino, el el cual es igual a 2.79% del total.

Asimismo, se observó peso unitario de agua de 1.000 Lt., y un peso específico de cemento de 3.150 gr/cm³.

Finamente, se estableció que la resistencia del concreto tiene una F'c de 350kg/cm².

II. Resistencia promedio para el diseño

Tabla 21. Valor para calcular la resistencia promedio requerida

F'c (Kg/cm2)	F'c (kg/cm2)
Menos de 210	F'c +70
210- 350	F'c +84
>350	F'c +98

Fuente. Comité ACI 211.

Conociendo que la resistencia del concreto para el proyecto es de 350 kg/cm², se calculó que la resistencia promedio requerida tendrá un valor de F'c = 434 kg/cm².

III. Volumen de agua

Tabla 22. Valores de cálculo de volumen unitario de agua

Asent.	Agua en 1m3 para los tam. máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Cont. sin aire incorp.								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Cont. con aire incorp.								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente. Comité ACI 211.

Para calcular el volumen de agua se tuvo como referencia los valores de la tabla 21, el cual, a partir del análisis de los ensayos de los agregados, estableció que el tamaño máximo nominal del agregado grueso fue de 3/4" donde su asentamiento fue de 3", por lo tanto, se calcula que el volumen de agua requerido corresponde a 205 L/m³, por lo que, se concluyó que si se cumple con los valores de la tabla.

IV. Aire atrapado

Tabla 23. Valores de cálculo de contenido de aire atrapado

Tam. Máx. nominal del agregado grueso	Aire atrap.
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

Fuente. Comité ACI 211.

Para calcular el contenido de aire atrapado, se contempló el tamaño máximo nominal del agregado grueso el cual corresponde a 3/4" según el análisis de laboratorio, por lo que, el contenido de aire atrapado sugerido fue del 2%.

V. Relación agua/ cemento

Tabla 24. Valor para calcular relación a/c

F'c (kg / cm2)	Relación agua / cemento en peso	
	Concreto s/aire	Concreto c/aire
150	0, 8	0, 71
200	0, 7	0, 61
250	0, 62	0, 53
300	0, 55	0, 46
350	0, 48	0, 4
400	0, 43	
450	0, 38	

Fuente. Comité ACI 211.

Conociendo que la resistencia promedio requerida fue de 434 kg/cm² se estableció que el rango de relación a/c fue de 0.40.

VI. Cantidad de cemento

Tabla 25. Valores de cantidad de cemento para el proyecto

Descripción	Unidad	Peso
Cantidad de cemento	kg	517,70

Fuente. Elaboración propia.

Para determinar la cantidad de cemento por metro cubico, se consideró la tabla 23 que corresponde a los valores de relación de a/c, asimismo, se utilizó la tabla 26 que corresponde a los valores de cálculo de volumen unitario de agua. Por lo tanto, para un contenido de cemento de valor 517.70kg se concluyó que la cantidad de agua por metro cubico será de 205 Litros y una relación a/c de 0.40.

VII. Contenido de grava

Tabla 26. Volumen de agregado grueso, seco y compactado

Tam. máx. nominal del agregado grueso	Vol. de agregado grueso, seco y compactado por unid. de vol. del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/bo)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente. Comité ACI 211.

Conociendo que el tamaño máximo nominal de grava es igual a $\frac{3}{4}$ " y el módulo de fineza de la arena de 2.79, el volumen de grava será 0.621, por lo que, al multiplicar el peso de la grava (1636 kg) nos proporcionará un valor de 1015.956 kg/m³.

VIII. Cálculo de volúmenes absolutos

Tabla 27. Resultados de volúmenes absolutos

Descripción	ecuación matemática	Cantidad total
Cemento	517.70 kg / 3150	0.164m ³
Agua	205.00 L. / 1000	0.205m ³
Grava	1015.96 kg / 2728	0.372cm ³
Aire atrapado	2.00% / 100	0.020m ³
Total		0.762m³

Luego de realizar los cálculos, se determinó que la cantidad total de cemento para la preparación de la mezcla fue de 0.164 m³, donde se le proporcionó 0.205 m³ de agua, por otro lado, la cantidad de grava fue de 0.372 cm³, donde el aire atrapado fue 0.020 m³.

IX. Cálculo de cantidad de agregado fino

Tabla 28. Resultados de cantidad de arena

Descripción	Ecuación matemática	Cantidad total
Valor absoluto de arena	1 - 0.762	0.238 m ³
Peso de la arena	0.238 x 2.615x1000kg	622.847kg/m ³

En cuanto a la cantidad de agregado fino, se determinó un valor absoluto de 0.238 m³, donde el peso de a arena constó de 622.847kg/m³.

X. Valores para diseño

Tabla 29. Resumen de valores para diseño

Descripción	Cantidad total
Valor para cemento	517.70kg/m ³
Valor para agua	205.00L/m ³
Valor de grava	1015.96kg/m ³
Valor de arena	622.85 kg/m ³

Luego de realizar los cálculos, se estableció un valor de diseño de cemento de 517.7kg/m³, donde se determinó un valor de agua 205 L/m³, un valor de grava de 1015.96kg/m³ y valor de arena de 622.85 kg/m³ para el diseño de mezcla de concreto.

XI. Valores de corrección por humedad del agregado

Tabla 30. Resumen de valor de corrección por humedad del agregado

Descripción	Ecuación matemática	Cantidad
Valor de grava	$1015.96 \times (1 + 1.456/100)$	1030.751
Valor de arena	$622.85 \times (1 + 2.264/100)$	636.951

En el caso de la humedad por agregado, se determinó que los valores de grava llegaron a 1030.751, por otro lado, la arena llegó a un valor de 636.951.

XII. Valores de corrección por humedad y absorción

Tabla 31. Resumen de valor de corrección por humedad y absorción

Descripción	Ecuación matemática	Cantidad
Valor de grava	$1015.96 \times (1.456 - 0.782) / 100$	+2.816
Valor de arena	$622.85 \times (2.264 - 1.812) / 100$	+6.851
Valor de agua efectiva		195.363L/m ³

En el caso de humedad y absorción, se determinó que los valores de grava llegaron a +2.816, por otro lado, la arena llegó a un valor de +6.851 y valor de agua efectiva a un 195.363L/m³.

XIII. Valores de diseño corregidos por humedad del agregado

Tabla 32. Resumen de valor de diseño corregido por humedad del agregado

Descripción	Total
Valor de cemento	517.700 kg/m ³
Valor de agua	195.363L/m ³
Valor de grava	1030.751kg/m ³
Valor de arena	636.951kg/m ³

En cuanto a la humedad del agregado, se determinó un total de cemento de 517.700 kg/m³, un valor de agua de 195.363L/m³, un total de 1030.751kg/m³ de grava y arena de 636.951 kg/m³.

XIV. Resumen de valores para realización de diseño de mezcla

Tabla 33. Resumen de valores para realización de diseño de mezcla

Descripción	Peso x 1m ³		Relación	Vol. x 1m ³	Para 50L	Para 1 bolsa de cemento
	Seco	Húmedo				
Valor de cemento	205.00	195.33	0.38	0.195	9.8	18.9
Valor de agua	517.68	517.68	1.00	0.164	25.9	50
Valor de grava	1025.96	1030.75	1.99	0.372	51.5	99.6
Valor de arena	622.85	636.95	1.23	0.238	31.8	61.5

Para el diseño de mezcla se consideró un valor de cemento de 18.90 por bolsa de cemento, por otra parte, la cantidad de agua se estableció un 50 por bolsa de cemento, un 99.6 por grava y un valor de arena de 61.5.

Dosificación de mezcla

Tabla 34. Resumen de dosif. de mezcla

Dosif. F'c=350 Kg/cm2					
Diseño de mezcla comparativo					
Material	Und.	D-1 (Patrón)	D-2 Fibra PP 2 Kg/m3	D-3 Fibra PP 5 Kg/m3	D-4 Fibra PP 10Kg/m3
Cemento Sol T-I	Kg.	517.68	517.68	517.68	517.68
Agua	L.	205.00	205.00	205.00	205
Arena sur	Kg.	622.85	622.85	622.85	622.85
Piedra H-56 (Unicón)	Kg.	1015.96	1015.96	1015.96	1015.96
Macro fibra PP	Kg.	0.00	2.00	5.00	10
Aire	%	0.02	0.02	0.02	0.02
Total	Kg.	2361.51	2363.51	2366.51	2371.51
Dosif. de fibra de PP					
Dosis aditivo	%	0.00	2 Kg/m3	5 Kg/m3	10 Kg/m3
Prop. del concreto estado plástico					
Asentam.	00:00 min.	8 cm.	6 cm.	5 cm.	4 cm.
Aire atrap.	%	2.0	2.0	2.0	2.0
Pe. Unit.	Kg.	16.44	16.45	16.45	16.47
	Obs.	Slump inic. requer. (8cm)	Pierde Slump inic. requer. (2 cm).	Pierde Slump inic. requer. (3 cm).	Pierde Slump inic. requer. (4 cm).

Resistencia del concreto

Para establecer la resistencia del concreto se realizaron ensayos en 8 probetas cilíndricas de 6"x12" y 8 vigas de 0.15x0.15x0.50 de concreto con edades de 28 días, donde 1 proporcionará un diseño tradicional y otras 3 abarcará distintas concentraciones de fibras sintéticas, por lo tanto, existirá 2 probetas para cada uno de los concretos.

Tabla 35. Suma de esfuerzo por Kg/cm²

Tipo	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Días	Dosifi. (Kg/cm ²)	Diám. (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kgf)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	(%)
D-1 PATRÓN	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	87695	495.93	142
	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	87582		
D-2 2 Kg / m ³	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	87518	502.23	143
	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	89985		
D-3 5 Kg / m ³	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	91535	518.94	148
	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	91873		
D-4 10Kg / m ³	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	89345	502.24	143
	11/05/2023	8/06/2023	28	350	15.00	176.71	88161		

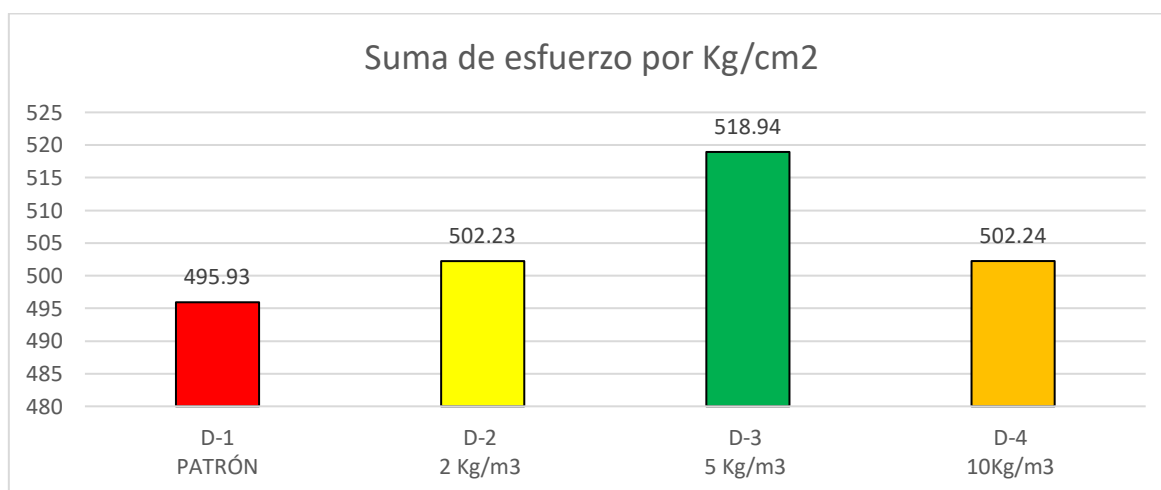


Figura 2 Resumen de suma de esfuerzo por Kg/cm²

En el caso a la resistencia a compresión, se demostró que el diseño 3 con adiciones de FPP de 5kg/m³ presenta una resistencia superior de 518.94 kg/cm² a diferencia del diseño convencional (D1) y aquellas de 2kg/m³(D2) y 10kg/m³ (D4).

Módulo de rotura

Tabla 36. M_r por Kg/cm^2

Tipo	F. de muestreo	F. de rotura	Días	Dosif. (Kg/cm)	Base B (cm)	Altura H (cm)	Long. L (cm)	Carga max. (Kn)	Carga max. P (Kg)	M_r (Kg/cm ²)	%
D-1 PATRÓN	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.20	45.00	39.95	4073.77	51.86	15
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	38.25	3900.42	49.01	14
D-2 2 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.10	15.10	45.00	35.70	3640.39	47.58	14
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.40	15.30	45.00	36.55	3727.06	46.52	13
D-3 5 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.40	45.00	45.05	4593.82	56.97	16
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.10	15.20	45.00	42.70	4354.19	56.16	16
D-4 10 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	39.95	4073.77	51.18	15
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	39.95	4073.77	51.18	15

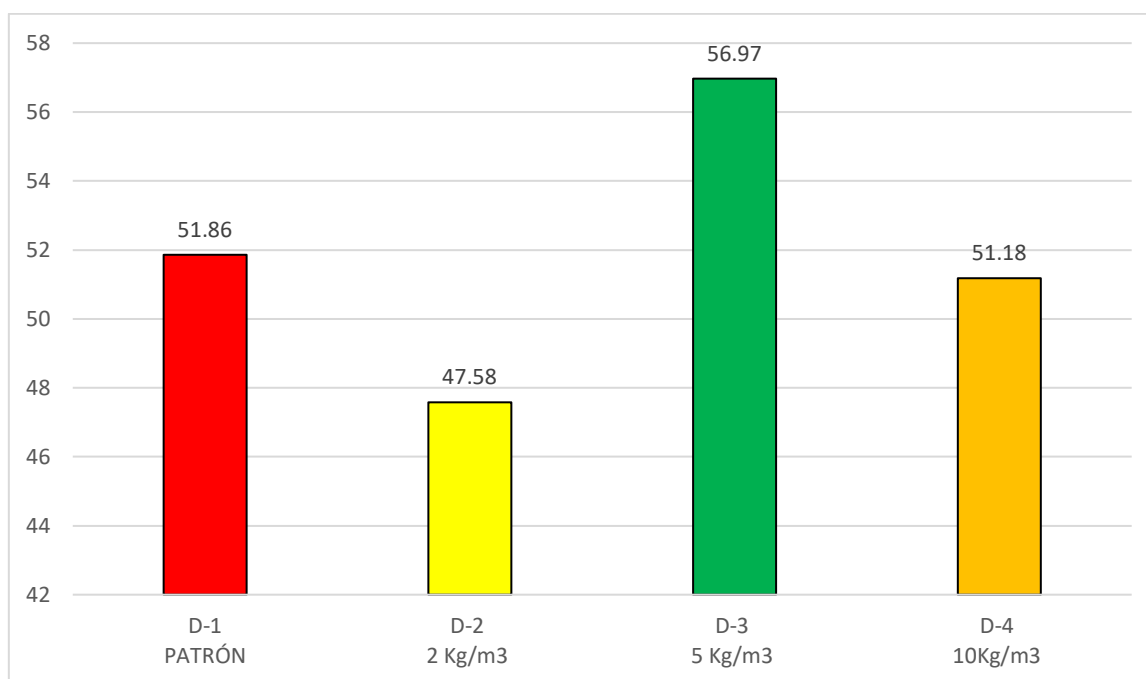


Figura 3 Resumen de módulo de rotura por kg/cm^2

En el caso del módulo rotura, se demostró que el diseño 3 con adiciones de FPP de 5kg/m³ presenta un mejor módulo de rotura de 56.97 kg/cm² y 51.86 a diferencia del diseño convencional (D1) y aquellas de 2kg/m³(D2) y 10kg/m³ (D4).

Módulo de elasticidad

Para establecer la elasticidad del concreto se consideró la siguiente fórmula:

$$E = 57000x(fc28días x 14,2233)$$

Conociendo estos factores:

El módulo elástico de D-1 Patrón

$$E = 57000x(495.93 x 14,2233) = 4787240,336$$

El módulo elástico de D-2 2 Kg/m³

$$E = 57000x(502.23 x 14,2233) = 4817551,504$$

El módulo elástico de D-3 5Kg/m³

$$E = 57000x(518.94 x 14,2233) = 4897039,584$$

El módulo elástico de D-4 10Kg/m³

$$E = 57000x(502.24 x 14,2233) = 4817599,465$$

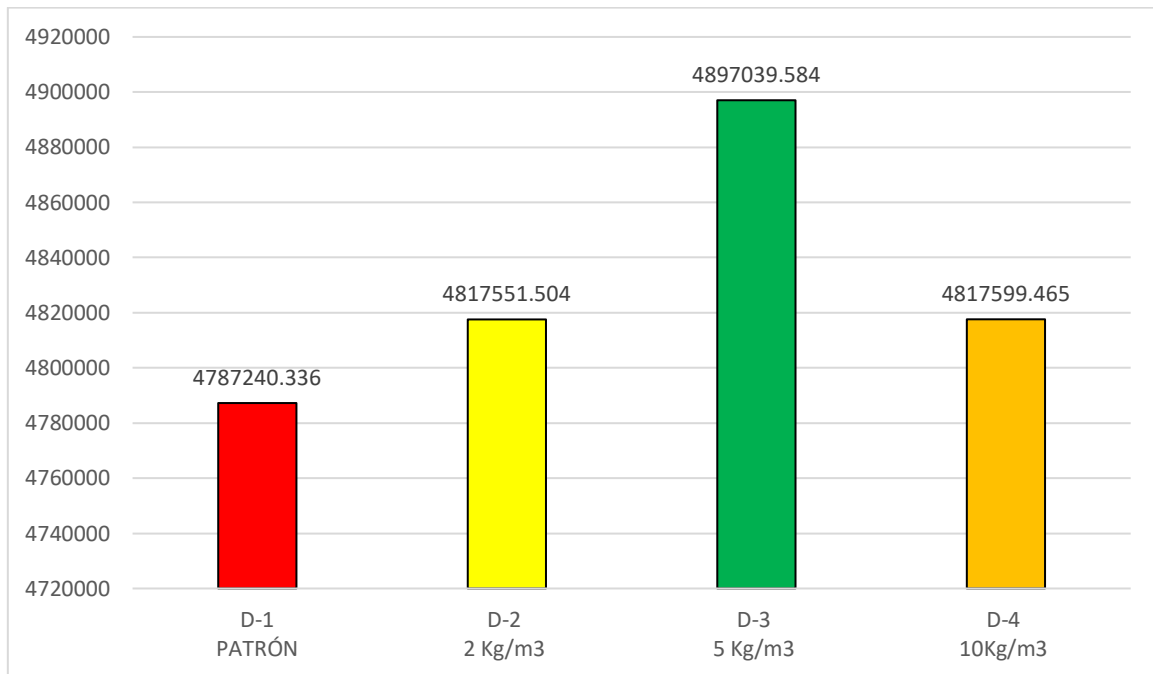


Figura 4 Resumen de módulo elástico por kg/cm²

En el caso del módulo elástico, se observó que la probeta de concreto de Diseño 3 con adiciones de FPP de 5kg/m³ presenta un mejor módulo elástico de 4897039,584 kg/cm² y 4787240,336 a diferencia del diseño convencional (D1) y aquellas de 2kg/m³(D2) y 10kg/m³ (D4).

➤ **Diseño de espesor de losa con FPP.**

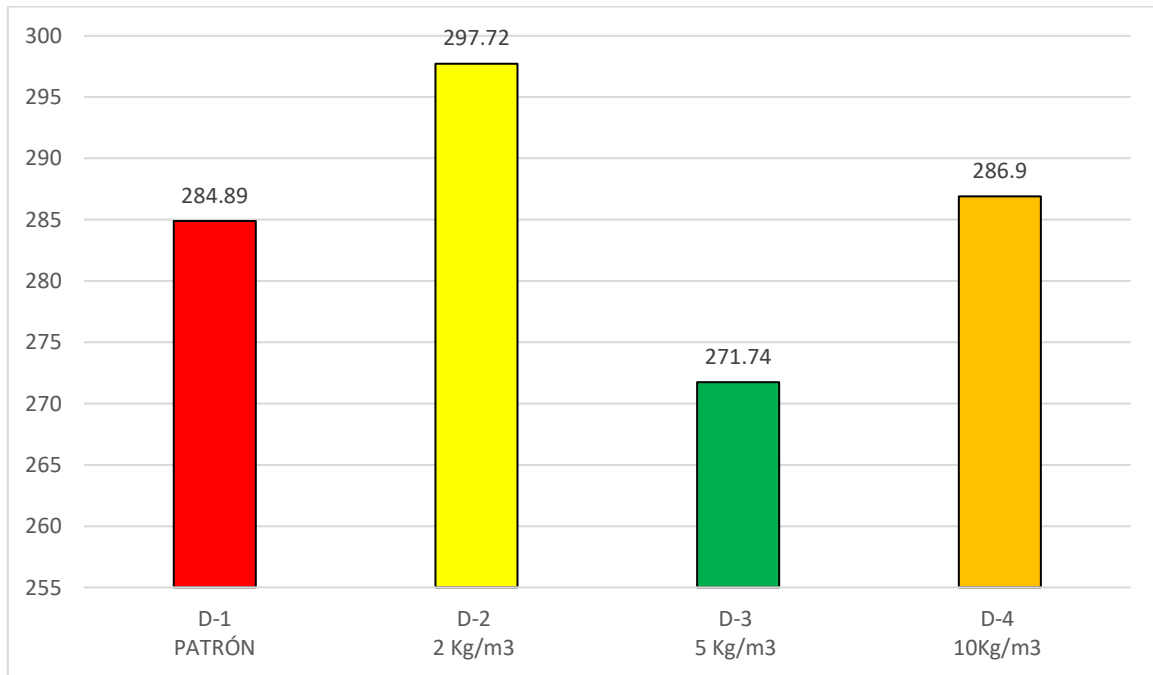


Figura 5 Resumen de espesor de losa con FPP por cada diseño

En el caso de los espesores de losa, se demostró que el diseño 3 con adiciones de FPP de 5kg/m³ presenta una disminución en su espesor de 271.74mm a diferencia de los otros diseños, por lo que, es el más favorable para su aplicación.

V. DISCUSIÓN

El presente capítulo tiene la finalidad de contrastar las evidencias halladas en la sección de resultados, por lo que, estas serán comparadas, relacionadas y sustentadas con las teorías y ejemplares científicos desarrollados en el marco teórico.

En síntesis, la investigación se enfocó en determinar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho, al respecto, se evidenció que la incorporación de fibras de PP aporta mejoras en las propiedades mecánicas en el concreto convencional proporcionando un incremento en resistencia a compresión, módulo de rotura y elasticidad a los 28 días al incorporar una dosificación de 5kg/m³ de FPP, asimismo, esta proporciona la disminución de un espesor de losa de pavimento rígido de 303.72 a 271.74 mm.

En contraste, la teoría de Becerra (2017) sustenta que el concreto con FPP es aquella mezcla de composición plástica que es manejable desde sus inicios, por lo que, está compuesta por un conjunto de agregados, aditivos, cemento y agua. Donde las FPP constituyen a aditivos cuya función se centra en mejorar el comportamiento del concreto, por ende, aumentar la capacidad de resistencia de este. Por otro lado, de acuerdo al manual de carreteras del MTC (2014) un diseño de losa de pavimento rígido es aquel proceso donde se determina el cálculo de espesor del concreto de la carpeta de rodadura que permite soportar cargas determinadas sin que exista deterioro en el nivel de servicio del pavimento.

Es así que lo señalado guarda similitud con la tesis nacional de Moya (2023) quien sostuvo que la utilización de la fibra de PP es muy buena para elevar las propiedades del concreto ya que aumenta su durabilidad a los 28 días, sin embargo, al adicionarse más fibra decae su resistencia a compresión. Muy diferente a la resistencia a la flexión que al añadirle más fibras incrementa su resistencia. Asimismo, el artículo científico internacional de Kori & Goliya (2022) demostró que la resistencia a la compresión en una mezcla de concreto sin fibras de PP es de nivel bajo a comparación de aquellas que contienen fibras donde se observó una mayor resistencia a la compresión, asimismo, se halló que la mezcla sin fibras es bajo ante la flexión, sin embargo, al agregarle un 0,5% de fibras se evidenció el aumento de su resistencia, de igual manera, se evidenció que la tracción en la mezcla de concreto sin fibras es menor, sin embargo, al agregarle un 0,5% de fibras

esta aumenta. Por otra parte, otro estudio que guarda similitud fue el artículo científico de Ozturk & Ozyurt (2022) quienes evidenciaron que las capacidades de resistencia del concreto con FPP no cambiaron considerablemente la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión de las mezclas de concreto, sin embargo, se observaron mejoras considerables en el comportamiento a la flexión posterior al agrietamiento. Por ende, a pesar de la disminución del requerimiento de espesor y emisión de CO_2 , el costo del material aumenta al utilizar mayor cantidad de fibra de PP.

En efecto, a partir de estas tres visualizaciones de ejemplares se concluyó que las adiciones de estas fibras generan un aumento en la resistencia del concreto en sus capacidades a compresión, flexión y elasticidad, el cual proporciona una disminución de espesor de losa.

Por otro lado, el primer objetivo específico se enfocó en determinar como el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho, para ello se realizaron ensayos en 8 probetas cilíndricas con 4 distintos diseños de mezcla de concreto con edades de 28 días, donde 1 consta de un diseño tradicional y las otras 3 abarcan concentraciones de fibras de 2kg/m³, 5kg/m³ y 10kg/m³, que al ser comparadas se evidenció que el diseño con una dosificación de 5kg/m³ aporta mejor capacidad de resistencia al concreto a diferencia del diseño convencional y otros, lo que genera que se establezca una disminución en el espesor de losa para el diseño de pavimento rígido con FPP, pasando de 303.72mm(concreto convencional) a 271.74 mm(concreto con adiciones de FPP), donde la base superficial será de 27 cm y Subbase granular de 15 cm.

En contraste, el Manual de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) estableció que el cálculo de espesor del concreto de la carpeta de rodadura permite soportar cargas determinadas sin que exista deterioro en el nivel de servicio del pavimento.

Es así que estas afirmaciones guarda similitud con el artículo científico de Ozturk & Ozyurt (2022) quienes sostuvieron que a pesar de que no exista un alto índice en la resistencia en las capacidades mecánicas del concreto, se observa la disminución del espesor de la losa del pavimento.

Por lo que, se evidenció que al incorporar una dosificación de 5kg/m³ de FPP no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto sino que aporta una disminución en el espesor de losa, que significa ahorro de costos.

No obstante, el segundo objetivo específico se enfocó en determinar como la resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho, al respecto, los resultados de ensayos a compresión axial demostraron que el concreto tuvo una compresión de 495.93kg/cm², que al incorporarle una dosificación de 2kg/m³ de FPP su resistencia a compresión incrementó a 502.23 kg/cm², asimismo, al agregarle 5kg/m³ de fibras generaría un incremento de resistencia a 518.94 kg/cm², sin embargo, al agregarle 10kg/m³ su resistencia descendió a 502.24kg/cm² muy similar a la resistencia de 2kg/m³.

En contraste, la teoría de Becerra (2017), sostiene que es aquel parámetro que evalúa la resistencia de la cara axial del concreto en edades de 7 a 28 días, por lo que, se entiende que son pruebas donde se observa la capacidad máxima de resistencia de material durante un ciclo de carga.

Es así que lo señalado guarda similitud con el artículo extranjero de los investigadores Kori & Goliya (2022) quienes hallaron que la resistencia a la compresión en una mezcla de concreto sin fibras es de nivel bajo a comparación de las FPP y poliéster donde se observó mayor resistencia a la compresión, Asimismo, guarda relación con la tesis nacional de Moya (2023), el cual evidenció que la adición de estas fibras incrementa su resistencia a compresión, en síntesis, el investigador comprobó que la utilización de esta fibra es muy buena para elevar las propiedades del concreto ya que aumenta su durabilidad a los 28 días, sin embargo, al adicionarse más fibra decae su resistencia a compresión.

Por lo que, se concluyó que en efecto la resistencia a compresión mejora al incorporar FPP al concreto convencional, especialmente con aquella de 5kg/m³.

Por otra parte, el tercer objetivo específico se enfocó en determinar como el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho, al respecto, los resultados de ensayos de módulo de rotura demostraron que el concreto con un Mr de 51.86 kg/cm² al incorporarle una dosificación de 2kg/m³ de FPP, el Mr incrementaría a 47.58kg/cm², asimismo, al agregarle 5kg/m³ de fibras

generaría su incremento de M_r a 56.97 kg/cm², sin embargo, al agregarle 10kg/m³ su M_r descendió a 51.18kg/cm².

En contraste, la teoría de Becerra (2017), sostiene que un módulo de rotura es uno de los parámetros principales establecidos para el diseño de pavimentaciones, que proporciona valores que impactan de manera alta en el deterioro del concreto, por lo que, su cálculo se dará a partir de la correlación de la resistencia a compresión.

Es así que estas afirmaciones guarda similitud con la tesis de Hinostroza (2020) quien evidenció en su investigación que añadir FFP al concreto, este aumenta el módulo de rotura al 10%, por lo que, este tiene efectos positivos para su aplicación. Asimismo, otra tesis que guarda similitud fue de Jalixto & Jaimez (2021), quienes evidenciaron en su investigación que al añadir un 2% de estas fibras aumentará las condiciones en la resistencia de compresión y flexión en el pavimento rígido tradicional, sin embargo, si excede de mismo, no se observaría mejoras en la composición del hormigón.

Por lo que, se concluyó que en efecto a partir de estos que el módulo de rotura mejora al incorporar FFP al concreto convencional, especialmente con aquella de 5kg/m³ para esta investigación.

Por último, el cuarto objetivo específico se enfocó en determinar como el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho, al respecto, se observó que el diseño patrón sin fibras alcanzó un módulo de elástico de 4787240,336 kg/cm², sin embargo, al incorporar 2kg/m³ de FFP, esta ascendió a 4817551,504 kg/cm², asimismo, al añadir 5kg/m³ se observó que este se elevó a 4897039,584 kg/cm², sin embargo, al añadirle 10kg/m³ se observó que el módulo elástico descendió a 4817599.465 kg/cm².

En contraste, la teoría de Becerra (2017) sostiene que el módulo de elasticidad es aquel parámetro importante para el dimensionamiento estructural del concreto, su predicción se establece a partir de la correlación de la resistencia a compresión o flexotracción.

Es así que estas afirmaciones difiere con el artículo científico de Ozturk & Ozyurt (2022) quienes evidenciaron que las capacidades de resistencia del concreto con FFP no cambiaron considerablemente la resistencia a la compresión,

módulo de elasticidad y resistencia a la flexión de las mezclas de concreto, sin embargo, se observaron ver mejoras considerables en el comportamiento a la flexión posterior al agrietamiento. Por ende, a pesar de la disminución del requerimiento de espesor y emisión de CO₂, el costo del material aumenta al utilizar mayor cantidad de FPP.

Por lo que, se concluyó que el módulo de elástico dependerá de la cantidad de fibra que se le añada al concreto patrón, asimismo, este dependerá del cálculo a partir de la resistencia a compresión.

VI. CONCLUSIONES

- Se demostró que la incorporación de fibras de polipropileno si influye en el diseño de losa de pavimento de la Av. Santa Rosa del distrito de San Juan de Lurigancho, esto debido a que proporciona una mejor resistencia en sus capacidades a compresión, flexión y elasticidad a los 28 días, así como una disminución en el espesor de losa.
- Se demostró que al incorporar una dosificación de 5kg/m³ de FPP no solo mejora las propiedades mecánicas del concreto sino que aporta una disminución en el espesor de losa de 303.72 a 271.74 mm, donde la base superficial será de 27 cm y Subbase granular de 15 cm, por lo que esto significa ahorro de costos.
- Se demostró que al añadir 5kg/m³ de FPP a la dosificación del concreto de $F'c = 350\text{kg/cm}^2$, esta mejora su resistencia a compresión de 495.93 a 518.94 kg/cm² a los 28 días.
- Se demostró que al añadir 5 Kg/m³ de FPP al diseño de losa de pavimento rígido, la capacidad del módulo de rotura del concreto se eleva de 51.86 a 56.97kg/cm² a los 28 días.
- Se demostró que al añadir 5 Kg/m³ de FPP al diseño de losa de pavimento rígido, la capacidad del módulo elástico del concreto se eleva de 4787240,336 a 4897039,584 kg/cm² a los 28 días

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere emplear una dosificación de 5kg/m³ de fibras de polipropileno, si su intención es incrementar la resistencia a compresión, el módulo de rotura y elasticidad del concreto, ya que este proporciona un índice mayor de vida útil en la pavimentación.
- Se sugiere tener un buen control de calidad en el muestreo del concreto fresco (NTP 339.036), así como la elaboración, curado y transporte de probetas cilíndricas y vigas (NTP 339.033).
- Se sugiere que para realizar los cálculos de resistencia del concreto se siga los lineamientos de NTP 339.034– 99 para los ensayos de resistencia a compresión y NTP 339.078:2012 para módulo de rotura con vigas.
- Se sugiere que, para realizar el cálculo de diseño de pavimento rígido, por lo menos es necesario realizar una evaluación de tráfico de 7 días para determinar el índice diario y semanal así como la clasificación de ejes equivalentes.
- Se sugiere realizar un estudio de suelo cuidadoso, ya que del CBR dependerá el incremento o disminución de la capa superficial de la losa de concreto.

REFERENCIAS

- Akın, Süleyman, Kartal, Saruhan, Müsevitoğlu, Abdullah, Sancioğlu, Sadrrettin, Zia, Ahmad, & İlgün, Addulkerim. Macro and micro polypropylene fiber effect on reinforced concrete beams with insufficient lap splice length. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Junio 2022, n °16. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509522001371?token=0F78E9967D16D44401678DE7A056295DD9081CFD8A16EE6995A02454E7B3B71A73587D652A8AA04F04815F67733A657A&originRegion=us-east-1&originCreation=20230506200340>
- Al-Alawi, Adil, & Mashrei, M.A. Shear capacity of sustainable ultra-high performance concrete beam reinforced with macro synthetic fiber as a sustainable alternative for stirrups and steel fiber. *Case Studies in Construction Materials* [en línea]. Diciembre 2022, n °17. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509522005757?token=0537A47F0FB8DDFBB009699567E997C0A8B853CE23C46815B44CC3CB27FD6C83EBB488975A932ACF7F79167A986C1523&originRegion=us-east-1&originCreation=20230428061019>
- *Historia del pavimento*. Arkiplus. 15 de diciembre 2021. Disponible en <https://www.arkiplus.com/historia-del-pavimento/>
- *Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú*. Asociación de Productores de Cemento. 21 de setiembre del 2017. Disponible en <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>
- *Por qué la Pavimentación de Concreto es la Mejor Opción*. Asociación de Productores de Cemento. 11 de enero del 2019. Disponible en <http://www.asocem.org.pe/noticias-internacionales/por-que-la-pavimentacion-de-concreto-es-la-mejor->

- De Belie, Nele, Soutsos, Mario & Gruyaert, Elker (2018). *Properties of fresh and Hardened concrete containing Supplementary Cementitious Materials*. 1.^a ed. Belfast: RILEM, 2018, 8pp.

- Dhandapani, Bhuyana & Mullapudi, Ramya. Design and performance characteristics of cement grouted bituminous mixtures - a review. *Construction and Building Materials* [en línea]. Marzo 2023, vol.369. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061823002970?token=6656D0C194F82E734108EC74223FF51F3346C0F16A28A93EE957EBAF74A56B849C3EA1EF922E468045743745CC01A795&originRegion=us-east-1&originCreation=20230505214328>

- Del Viso, J.R., Carmona, J.R., & Ruiz, G. Shape and size effects on the compressive strength of high-strength concrete. *Cement and Concrete Research* [en línea]. Marzo 2008, vol.38. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0008884607002293?token=2034CD9E7A6E7E6C6726BF8235764AFD3D1632568599F34A80736236BD8B0AD86B6D231D9D6335F9BB56D79F547E793C&originRegion=us-east-1&originCreation=20230429155624>

- Dhandapani, Bhuvana & Mullapudi, Ramya. Design and performance characteristics of cement grouted bituminous mixtures - a review. *Construction and Building Materials* [en línea]. Marzo 2023, vol.369. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061823002970?token=6656D0C194F82E734108EC74223FF51F3346C0F16A28A93EE957EBAF74A56B849C3EA1EF922E468045743745CC01A795&originRegion=us-east-1&originCreation=20230505214328>

- Garcia, Carlos & Córdova, Kevin. *Evaluación del concreto permeable con incorporación de fibra de polipropileno para pavimento de tránsito ligero -*

Ucayali. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2021. Disponible en <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5152>

- Goud, Vijay, Alagirusamy, Ramasamy, Das, Apurba, & Kalyanasundaram, Dinesh. Influence of various forms of polypropylene matrix (fiber, powder and film states) on the flexural strength of carbon-polypropylene composites. *Composites Part B: Engineering*, [en línea]. Junio 2019, vol.166. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836818317244>
- Hernández, Roberto, & Mendoza, Christian. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. 1.^a ed. México D.F.: Mc Graw Hill Education, 2018, 176pp.
- Hernando, Angelo & Huamaní, Nahúm (2019). *Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/49292>
- Hinojosa, Carlos. *Análisis estructural del pavimento rígido con refuerzo de fibras de polipropileno y el pavimento rígido*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/69559>
- Irshad, Aatif . Strength Evaluation of Cement Concrete Pavement by Using Polypropylene and Polyester Fiber as Reinforced Material. *International Journal of creative research thoughts* [en línea]. Diciembre 2021, vol.9. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://ijcrt.org/papers/IJCRT2112019.pdf>

- Jalixto, Maicol & Jaimez, Damisela. *Diseño de pavimento rígido empleando macro-fibra de polipropileno en la superficie de rodadura, avenida Las Lomas, San Juan de Lurigancho-2021*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/90302>
- Kaloop, Mosbeh, Kumar, Deepak, Samui, Pijush, Hu, Jong W., & Kim, Dongwook. Compressive strength prediction of high-performance concrete using gradient tree boosting machine. *Construction and Building Materials* [en línea]. Diciembre 2020, vol.264. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061820322030?token=8C503D5825637C3F14E75BC52F23E4FAEBA19BCAC8AE4C3EB21C9CB28D0C7E590179130E25910E0FC4C7E9664F2B94BA&originRegion=us-east-1&originCreation=20230429135045>
- Kori, Kalpna, & Goliya, S..Use of Discrete fiber in road pavement. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Julio 2022, vol.65. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214785322033132?token=F4594633B0A417A356D3D45A481A5833C3BEC7A6FDA133A8BC3C1090D047F4129B978C7D7CBF6A8CD11D598DFE90789C&originRegion=us-east-1&originCreation=20230506202202>
- Kovler, Konstantin, & Roussel, Nicolas. Properties of fresh and hardened concrete. *Cement and Concrete Research* [en línea]. Julio 2011, vol.41. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0008884611000858?token=3149215033A1F9D55027430C450E49798F9113A0DB9EFF9BEE8963B2991DCD6429777021ED1984D5324CC91839820368&originRegion=us-east-1&originCreation=20230429195829>

- Lamus, Fabián & Andrade, Sofía . *Concreto reforzado: fundamentos*. 1.^a ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2015, 44pp.
- Li, Dong, & Liu, Shi. Macro polypropylene fiber influences on crack geometry and water permeability of concrete. *Construction and Building Materials* [en línea]. Enero 2020, vol.231. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S095006181932570X?token=94A5E2C99E9931BA64363C2083A81DB9DC1E89C4221616D2536EC7448EC242A7628D4F4DCC6D3E656A8CC7BC3AABD576&originRegion=us-east-1&originCreation=20230506063907>
- Melo, Luigui. *Aplicación de la geomalla en pavimentos flexibles para su diseño en avenida Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, 2021*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92481>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (Perú). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnica y Pavimentos* . Lima: MTC, 2014, 211pp.
- Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). *Norma técnica de edificación e.060 concreto armado*. Lima: MVCS, 2009, 18pp.
- Moya, Arthur. *Análisis de las propiedades de un concreto permeable con fibras de polipropileno para una resistencia de 210 kg/cm² en la ciudad de Huancayo-Junín*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12848/5259>
- Obando, Humberto, Carranza, Zully, Díaz, Janina, Serrano, Diego & Muñoz Sócrates. Resistencia a la compresión de hormigones reforzados con fibra de polipropileno. *PAIDEIA XXI* [en línea]. Diciembre 2021, vol. 11. [Fecha

de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en
<https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/4039>

- Ojeda, Juan. A meta-analysis on the use of plastic waste as fibers and aggregates in concrete composites. *Construction and Building Materials* [en línea]. Agosto 2021, vol. 295. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061821011806>
- Ozturk, Onur & Ozyurt, Nilufer . Effects of Polypropylene Macro Fibers on the Structural Requirements, Cost and Environmental Impact of Concrete Pavements. *Engineering proceeding* [en línea]. Junio 2022, vol. 17. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en
<https://www.mdpi.com/2673-4591/17/1/32>
- Parsajoo, M., Armaghani, D. J., Mohammed, A. S., Khari, M., & Jahandari, S. (2021). Tensile strength prediction of rock material using non-destructive tests: A comparative intelligent study. *Transportation Geotechnics* [en línea]. Noviembre 2021, vol. 31. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214391221001422?token=F1A03625EECA8A901BE14D3A44D5A86D804C05E96A622DC73E0DF5B3009B28F9090E73B35C917391B9001DD1451B379F&originRegion=us-east-1&originCreation=20230429080233>
- Pasquel, E. *Diseño y construcción de pisos y pavimentos de concreto : ACI 360 / ACI 302.2*.^a ed. Lima: Capítulo Peruano ACI, 2002. 2pp.
- Sharma, Kapil., Shrivastava, Yogesh, Neha, Eram, Jain, Akshay & Singh, Bhagat (2021). Evaluation of flexural strength of hybrid FRP composites having three distinct laminates. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. Junio 2021, vol. 38. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532035714X>

- Vaillancout, Colin & Sorelli, Luca. Characterization of concrete composites with recycled plastic aggregates from postconsumer material streams *Construction and Building Materials* [en línea]. Setiembre 2018, vol. 182. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818314752>
- Vargas, Guadalupe, & Yataco, Alvaro. *Efectos de las fibras de acero y Polipropileno en la Resistencia a la flexión del Concreto para pavimentos rígidos*. Tesis (Titulación en Ingeniería civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2020. Disponible en <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-ingenieria/pavimento/tesis-ricardo-palma-pavimentos-rigidos/20472010>
- Wasil, Mariola & Zabielska-Adamska, Katarzyna. Tensile Strength of Class F Fly Ash and Fly Ash with Bentonite Addition as a Material for Earth Structures. *Materials* [en línea]. Abril 2022, vol. 15. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/8/2887>
- Zerbino, Raúl. El hormigón reforzado con fibras y sus proyecciones dentro de la industria de la construcción. *Revista de Ingeniería* [en línea]. Noviembre 2020, n ° 153 [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/109925>
- Zhang, Tinglian, Yuan, Huang & Yang, Shun. Fracture energy and tensile strength depending on stress triaxiality along a running crack front in three-dimensional cohesive modeling. *Engineering Fracture Mechanics* [en línea]. Marzo 2020, vol. 227. [Fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. Disponible en <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0013794419309488?token=FDDBF025AA5CA708A70B208625A1D78D53B29397ADAF418C374C0A890290E79036695E39607979E6EC765A686656290D&originRegion=us-east-1&originCreation=20230429081608>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Concreto con fibra de polipropileno para diseño de losa de pavimento rígido, Avenida Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, 2023.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general					
¿De qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?	Determinar de qué manera la incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	La incorporación de fibra de polipropileno influye en el diseño de losa de concreto de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	Independiente	Concreto con fibra de polipropileno	Diseño de mezcla	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia promedio Contenido de aire Selección de volumen de agua Relación agua / cemento Contenido de cemento Volumen de agregado grueso y fino Temperatura Asentamiento (Slump) Volumen de fibra de polipropileno 	<p>Método ACI 211</p> <ul style="list-style-type: none"> Ensayos granulométricos de agregados Ensayo de resistencia mecánica del concreto
					Resistencia del concreto	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la compresión Módulo de rotura Módulo de elasticidad 	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas					
¿De qué manera el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?	Determinar como el diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	El diseño de mezcla con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	Dependiente	Diseño de losa de pavimento rígido	Espesor (D)	<ul style="list-style-type: none"> Tránsito (ESALs) Serviciabilidad La confiabilidad "R" y la desviación estándar (So) El suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc) Resistencia a la flexotracción (Mr) Módulo elástico del concreto Coefficiente de drenaje Transferencia de cargas 	<p>Metodología AASHTO 93</p> <ul style="list-style-type: none"> % CBR Ejes equivalentes (ESALs)
¿De qué manera la resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?	Determinar como la resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	La resistencia a compresión con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.				Juntas	
¿De qué manera el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?	Determinar como el módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	El módulo de rotura con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.					
¿De qué manera el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho?	Determinar como el módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.	El módulo de elasticidad con fibras de polipropileno influye en el diseño de losa de pavimento rígido de la Av. Santa Rosa del Distrito de San Juan de Lurigancho.					

Anexo 2. Matriz de operacionalización de variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Concreto con fibra de polipropileno</p>	<p>Es aquella mezcla de composición plástica que es manejable desde sus inicios, por lo que, está compuesta por un conjunto de agregados, aditivos, cemento y agua. Donde las fibras de polipropileno constituyen a aditivos cuya función se centra en mejorar el comportamiento del concreto, por ende, aumentar la capacidad de resistencia de este (p. 165 y 177).</p>	<p>Para determinar el cálculo de dosificación de mezcla se utilizará el método ACI 211, asimismo, para determinar la resistencia del concreto se realizarán ensayos en laboratorio.</p>	<p>Diseño de concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia promedio • Contenido de aire • Selección de volumen de agua • Relación agua / cemento • Contenido de cemento • Volumen de agregado grueso y fino • Asentamiento (Slump) • Volumen de fibra de polipropileno 	<p>nominal</p>
			<p>Resistencia del concreto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión • Módulo de rotura • Módulo de elasticidad 	
<p>Diseño de losa de pavimento rígido</p>	<p>Es aquel proceso que determina el cálculo de espesor del concreto de la carpeta de rodadura que permite soportar cargas determinadas sin que exista deterioro en el nivel de servicio del pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p. 211).</p>	<p>Para determinar el cálculo de espesor de la capa estructural se utilizará la metodología AASHTO93, el cual a través de un análisis de tráfico vehicular y CBR determinará la capacidad de soporte del suelo y número de ejes.</p>	<p>Espesor (D)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tránsito (ESALs) • Serviciabilidad • La confiabilidad "R" y la desviación estándar (So) • El suelo y el efecto de las capas de apoyo (Kc) • Resistencia a la flexotracción (Mr) • Módulo elástico del concreto • Coeficiente de drenaje • Transferencia de cargas 	<p>nominal</p>
			<p>Juntas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Juntas longitudinales • Juntas transversales • Mecanismo de transferencia de carga • Barras de amarre • Sellado de juntas 	

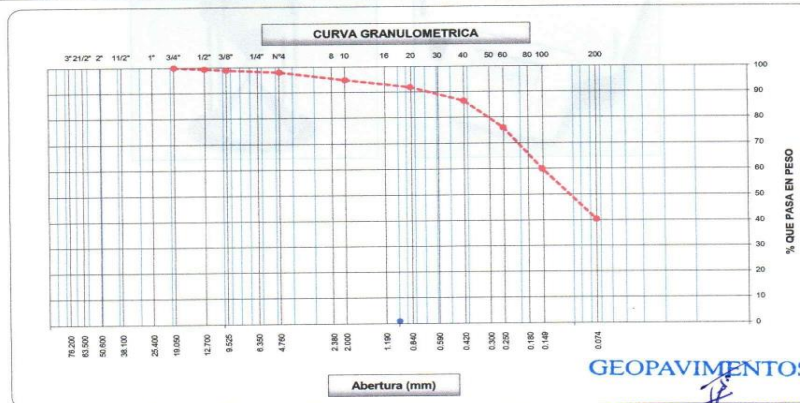
Anexo 3. Validez del instrumento.



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)							
CERTIFICADO N° 449.GEO-2023							
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido							
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lufigancho							
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA							
Calicata : C-1 (B-1) Prof. 1.50 m.	Arena Arcillosa color marrón			Ing. Responsable : J. Baltazar P.			
Calicata :	Profundidad : 1.50 metros	Fecha : 10/05/2023	Ing. Control Calidad : R. Pantigosa A.				
Calicata :	Pto. de Muestreo :	Lado :	Jefe Laboratorio : T. Mucha A.				
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 1,640.0
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) 1,607.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo 3/4"
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal 1/2"
3/4"	19.000				100.0		Grava (%) 2.0
1/2"	12.700	10.0	0.6	0.6	99.4		Arena (%) 57.6
3/8"	9.520	7.0	0.4	1.0	99.0		Finos (%) 40.4
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	16.0	1.0	2.0	98.0		
N° 8	2.360						3. Clasificación
N° 10	2.000	52.0	3.2	5.2	94.8		Limite Líquido (%) 22.00
N° 16	1.190						Limite Plástico (%) 17.68
N° 20	0.850	49.0	2.9	8.1	91.9		Indice de Plasticidad (%) 4.32
N° 30	0.600						Clasificación SUCS SC-SM
N° 40	0.420	89.0	5.4	13.6	86.5		Clasificación AASHTO A-4 (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	174.0	10.6	24.2	75.8		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	262.0	16.0	40.1	59.9		4. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 200	0.074	320.0	19.5	59.6	40.4		Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)
Pasante		662.0	40.4	100.0			



OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
 Laboratorio Control de Calidad



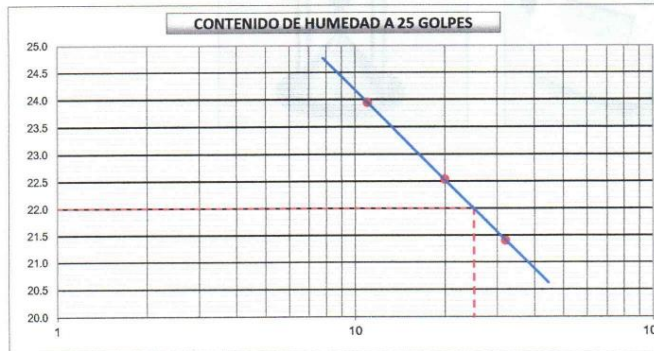
GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
CERTIFICADO N° 450.GEO-2023			
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido			
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho			
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA			
Calicata : C-1 (M-1) Prof. 1.50 m.	Arena Arcillosa color marrón		Ing. Responsable : J. Baltazar P.
Calicata :	Profundidad : 1.50 metros	Fecha : 10/05/2023	Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.
Calicata :	Pto. de Muestreo :	Lado :	Jefe Laboratorio : T. Mucha A.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		6	7	8	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	44.64	43.74	45.23	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	39.06	37.66	39.34	
Peso de Tarro	gr.	10.58	10.68	11.82	
Peso de Agua	gr.	6.58	6.08	5.89	
Peso del Suelo Seco	gr.	27.48	26.98	27.52	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	23.94	22.54	21.40	22.00
Numero de Golpes		11	20	32	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro		10	11		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	16.25	17.01		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	15.37	16.12		
Peso de Tarro	gr.	10.42	11.06		
Peso de Agua	gr.	0.88	0.89		
Peso de Suelo seco	gr.	4.95	5.06		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	17.78	17.59		17.68



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	22.00
Limite Plastico	17.68
Indice de Plasticidad	4.32
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

GEOPAVIMENTOS S.R.L

Jesus Salvador Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
 Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)
CERTIFICADO N° 451.GEO-2023

Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido

Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho

Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA

Calicata : C-1 (M-1) Prof. 1.50 m.	Arena Arcillosa color marrón	Ing. Responsable : J. Baltazar P.	
Calicata :	Profundidad : 1.50 metros	Fecha : 10/05/2023	Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.
Calicata :	Pto. de Muestreo : -	Lado : -	Jefe Laboratorio : T. Mucha A.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	181.3	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1025.3	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	970.1	
Peso del agua contenida (gr)	55.2	
Peso de la muestra seca (gr)	788.8	
Contenido de Humedad (%)	7.00	
Contenido de Humedad Promedio (%)		7.00

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante.

GEOPAVIMENTOS S.R.L

Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO									
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)									
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)									
CERTIFICADO N° 452.GEO-2023									
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido									
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Luigancho									
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA									
Calicata : C-1 (M-1) Prof. 1.50 m.		<i>Arena Arcillosa color marrón</i>				Ing. Responsable : J. Baltazar P.			
Calicata :		Profundidad : 1.50 metros		Fecha : 10/05/2023		Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.			
Calicata :		Pto. de Muestreo : -		Lado : -		Jefe Laboratorio : T. Mucha A.			
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	1925	gr.	N° de golpes	56Glp.
NUMERO DE ENSAYOS									
					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde		gr.			3,875	3,987	4,070	4,028	
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.			1,950	2,062	2,145	2,101	
Peso Volumetrico Humedo		gr.			2,068	2,187	2,275	2,228	
Recipiente Numero					5	6	7	8	
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.			638.4	628.2	540.7	762.4	
Peso Suelo Seco + Tara		gr.			600.6	581.5	493.5	682.7	
Peso de la Tara		gr.			62.4	65.8	61.4	67.4	
Peso del agua		gr.			37.8	46.7	47.2	79.7	
Peso del suelo seco		gr.			538	516	432	615	
Contenido de agua		%			7.0	9.1	10.9	13.0	
Densidad Seca		gr/cc			1.932	2.005	2.051	1.972	
RESULTADOS									
Densidad Máxima Seca		2.05			(gr/cm3)	Humedad óptima	11.0		%
Densidad Máxima Seca Corregida					(gr/cm3)	Humedad óptima			%
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA									
GEOPAVIMENTOS S.R.L. Jesus Salvador Baltazar Flores Ing. Civil Reg C.I.P. 66670 Laboratorio Control de Calidad									
OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante. Ensayo Método "A"									



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)													
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR													
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)													
CERTIFICADO N° 453.GEO-2023													
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido													
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho													
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA													
Calicata : C-1 (M-1) Prof. 1.50 m. Arena Arcillosa color marrón													
Ing. Responsable : J. Baltazar P.													
Calicata : Profundidad : 1.50 metros Fecha : 10/05/2023 Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.													
Calicata : Pto. de Muestreo : Lado : Jefe Laboratorio : T. Mucha A.													
CALCULO DEL CBR													
Molde N°	3			6			8						
Capas N°	5			5			5						
Golpes por capa N°	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO			SATURADO			NO SATURADO			SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10044.0			8870.0			9500.0						
Peso de molde (g)	5234.0			4277.0			5244.0						
Peso del suelo húmedo (g)	4810.0			4593.0			4356.0						
Volumen del molde (cm³)	2113.0			2107.0			2116.0						
Densidad húmeda (g/cm³)	2.276			2.180			2.059						
Tara (N°)	34			35			36						
Peso suelo húmedo + tara (g)	397.7			405.9			413.0						
Peso suelo seco + tara (g)	364.8			371.9			378.5						
Peso de tara (g)	66.5			65.9			68.1						
Peso de agua (g)	32.9			34.0			34.5						
Peso de suelo seco (g)	298.3			306.0			310.4						
Contenido de humedad (%)	11.0			11.1			11.1						
Densidad seca (g/cm³)	2.050			1.962			1.853						
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
10/05/2023			0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000		
11/05/2023			6	0.152	0.133	8	0.203	0.177	12	0.305	0.265		
12/05/2023			10	0.254	0.221	12	0.305	0.265	18	0.457	0.398		
13/05/2023			11	0.279	0.243	15	0.381	0.331	20	0.508	0.442		
PENETRACION													
PENETRACION	CARGA	MOLDE N°	M-03		MOLDE N°		M-06		MOLDE N°		M-08		
			STAND.	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0	
0.635	0.025		20	55.3			24	65.1			13	38.1	
1.270	0.050		43	111.6			51	131.3			30	79.8	
1.905	0.075		76	192.5			69	175.4			47	121.5	
2.540	0.100	70.455	100	251.3	260	19.0	84	212.1	-	15.5	58	148.4	10.9
3.810	0.150		156	388.6			121	302.8			77	194.4	
5.080	0.200	105.68	206	511.1	519	25.4	154	383.7	-	18.7	113	283.2	13.8
6.350	0.250		260	643.4			189	469.4			140	349.4	
7.620	0.300		309	763.5			211	523.4			160	404.4	
10.160	0.400		391	964.5			262	648.3			200	504.4	
12.700	0.500												

OBSERVACIONES :

GEOPAVIMENTOS S.R.L.
 Jesús Salazar Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C.T.P. 66670
 Laboratorio Control de Calidad

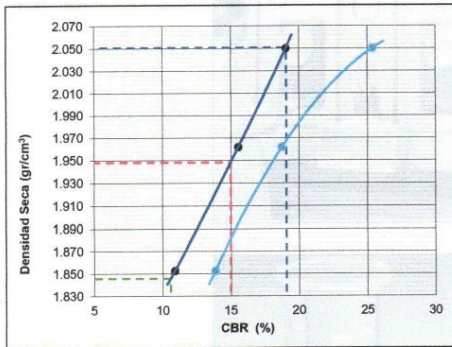


GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO			
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR (MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193) ANEXO AL CERTIFICADO N° 453.GEO-2023			
Obra :	Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido		
Ubicación :	Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho		
Solicitante :	BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA		
Calicata :	C-1 (M-1) Prof. 1.50 m.	Arena Arcillosa color marrón	Ing. Responsable :
Calicata :	Profundidad : 1.50 metros	Fecha : 10/05/2023	Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.
Calicata :	Pto. de Muestreo : -	Lado : -	Jefe Laboratorio : T. Mucha A.

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	:	AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	2.051
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.0
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.948
90% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	1.846

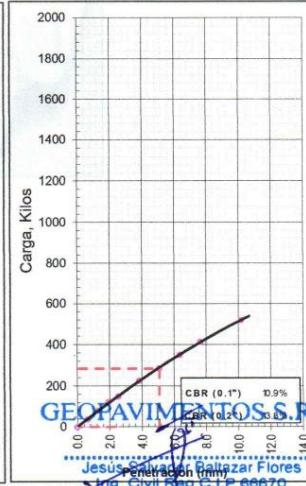
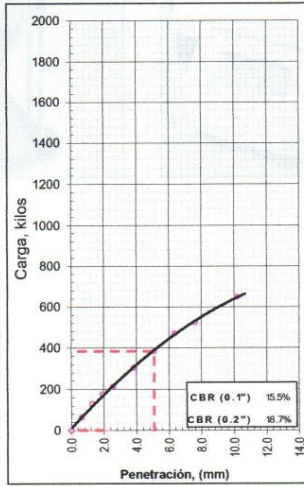
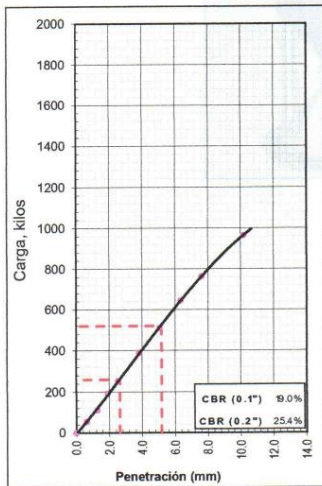
RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 2" =	25.4% 1" = 19.1 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 2" =	17.9% 1" = 15.0 %
Valor de C.B.R. al 90% de la M.D.S. a 2" =	13.6% 1" = 10.6 %

OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



GEOPAVIMENTOS S.R.L.
 Jesús Salvador Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C. 17 66670
 Laboratorio Control de Calidad

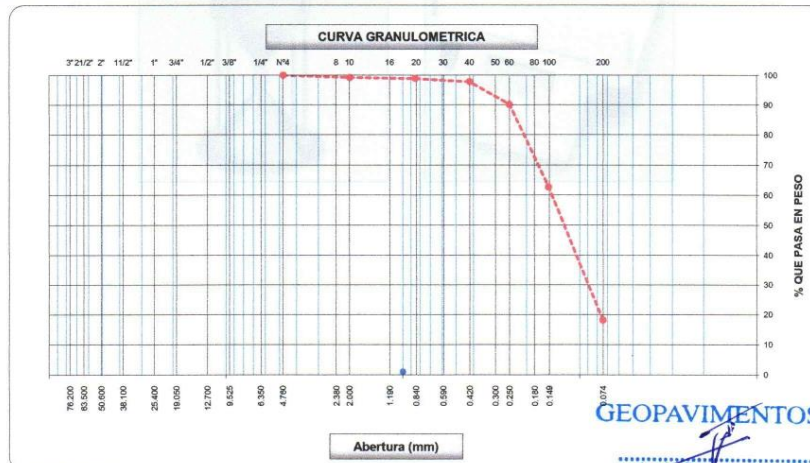


GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)						
CERTIFICADO N° 454.GEO-2023						
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido						
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho						
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA						
Calicata : C-2 (M-1) Prof. 1.50 m. Arena Fina color Gris no plástico						
Calicata :		Profundidad : 1.50 metros		Fecha : 10/05/2023		Ing. Responsable : J. Baltazar P.
Calicata :		Pto. de Muestreo : -		Lado : -		Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.
Calicata :						Jefe Laboratorio : T. Muche A.

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripción
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) = 546.0
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) = 546.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Características
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo = N° 4
1"	25.400						Tamaño Máximo Nominal = N° 10
3/4"	19.000						Grava (%) =
1/2"	12.700						Arena (%) = 81.9
3/8"	9.520						Finos (%) = 18.1
1/4"	6.350						Modulo de Finezza (%) =
N° 4	4.750				100.0		
N° 8	2.360						3. Clasificación
N° 10	2.000	4.0	0.7	0.7	99.3		Limite Líquido (%) = 20.61
N° 16	1.190						Limite Plástico (%) = NP
N° 20	0.850	2.0	0.4	1.1	98.9		Indice de Plasticidad (%) = NP
N° 30	0.600						Clasificación SUCS = SM
N° 40	0.420	6.0	1.1	2.2	97.8		Clasificación AASHTO = A-2-4 (0)
N° 50	0.300						
N° 60	0.250	42.0	7.7	9.9	90.1		
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	160.0	27.5	37.4	62.6		4. Observaciones (Fuente de Normalización)
N° 200	0.074	243.0	44.5	81.9	18.1		Manual de carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2000)
Pasante		99.0	18.1	100.0			



OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante.

GEOPAVIMENTOS S.R.L

Jesús Salvador Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
 Laboratorio Control de Calidad



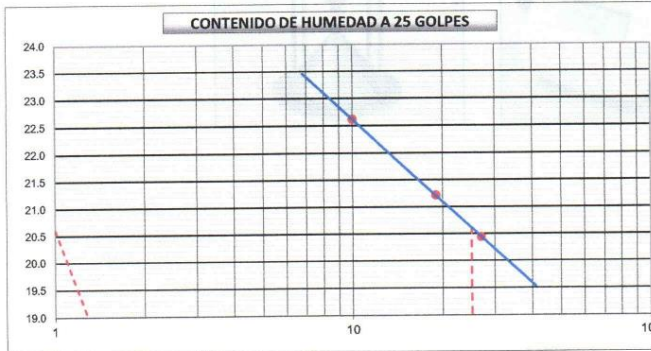
GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LIMITES DE CONSISTENCIA			
(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)			
CERTIFICADO N° 455.GEO-2023			
Obra: Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido			
Ubicación: Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho			
Solicitante: BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA			
Calicata: C-2 (M-1) Prof. 1.50 m.	Arena Fina color Gris no plástico		Ing. Responsable: J. Baltazar P.
Calicata:	Profundidad: 1.50 metros	Fecha: 10/05/2023	Ing. Control Calidad: R. Pantigoso A.
Calicata:	Pto. de Muestreo:	Lado:	Jefe Laboratorio: T. Mucha A.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO					
N° de Tarro		42	43	44	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	48.88	51.81	60.36	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	42.18	45.41	44.48	
Peso de Tarro	gr.	12.55	15.25	15.71	
Peso de Agua	gr.	6.70	6.40	5.88	
Peso del Suelo Seco	gr.	29.63	30.16	28.77	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22.61	21.22	20.44	20.61
Numero de Golpes		10	19	27	

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD					
N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP



Constantes Físicas de la Muestra	
Limite Liquido	20.61
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP

Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
 Jesus Salvador Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg.C.I.P 66670
 Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)
CERTIFICADO N° 456.GEO-2023

Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido			
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho			
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA			
Calicata : C-2 (M-1) Prof. 1.50 m.	Arena Fina color Gris no plástico		Ing. Responsable : J. Baltazar P.
Calicata :	Profundidad : 1.50 metros	Fecha : 10/05/2023	Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.
Calicata :	Pto. de Muestreo : -	Lado : -	Jefe Laboratorio : T. Mucha A.

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)	66.0	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	505.3	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	491.6	
Peso del agua contenida (gr)	13.7	
Peso de la muestra seca (gr)	425.6	
Contenido de Humedad (%)	3.22	
Contenido de Humedad Promedio (%)		3.22

2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 3/4") :

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante.

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO										
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)										
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)										
CERTIFICADO N° 457.GEO-2023										
Obra : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido										
Ubicación : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho										
Solicitante : BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA										
Calicata : C-2 (M-1) Prof. 1.50 m.		Arena Fina color Gris no plástico				Ing. Responsable : J. Baltazar P.				
Calicata :		Profundidad : 1.50 metros		Fecha : 10/05/2023		Ing. Control Calidad : R. Pantigoso A.				
Calicata :		Pto. de Muestreo : -		Lado : -		Jefe Laboratorio : T. Mucha A.				
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	943	m3.	N° de capas		5	
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	1925	gr.	N° de golpes		
								56Glp.		
NUMERO DE ENSAYOS										
				1	2	3	4			
Peso Suelo + Molde				gr.	3,732	3,797	3,848	3,862		
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1,807	1,872	1,923	1,937		
Peso Volumetrico Humedo				gr.	1,916	1,985	2,039	2,054		
Recipiente Numero					11	12	13	14		
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	612.6	524.4	620.8	608.5		
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	571.4	483.1	560.8	541.1		
Peso de la Tara				gr.	62.2	68.1	60.4	64.4		
Peso del agua				gr.	41.2	41.3	60.0	67.4		
Peso del suelo seco				gr.	509	415	500	477		
Contenido de agua				%	8.1	10.0	12.0	14.1		
Densidad Seca				gr/cc	1.773	1.805	1.821	1.800		
RESULTADOS										
Densidad Máxima Seca				1.82	(gr/cm3)	Humedad óptima		12.0	%	
Densidad Máxima Seca Corregida				(gr/cm3)	Humedad óptima		%			
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA										
GEOPAVIMENTOS S.R.L. Jesús Salvador Baltazar Flores Ing. Civil Reg. C.I.P. 68670 Laboratorio Control de Calidad										
OBSERVACIONES : Muestra proporcionada por el Solicitante. Ensayo Método "A"										



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ENSAYO QUIMICO DE SUELOS ASTM D-5821 CERTIFICADO N° 458.GEO-2023

PROYECTO : Estudio de Suelos Concreto con Fibra Polipropileno para Diseño de Losa de Pavimento Rígido
UBICACIÓN : Av. Santa Rosa - Distrito de San Juan de Lurigancho
SOLICITANTE BACHILLER JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA
CANTERA :
TECNICO : T. Mucha A.
ING. RESP. : J. Baltazar P.
FECHA : 10/05/2023

MUESTRA	CI	SO ₄	S.S.T.
NORMA	ASTM D-1889 APH-AWWA-B	ASTM D-516 NTP-339-178	ASTM D-512
C-1 (M-1) Prof.: 1.50 m. C-2 (M-2) Prof.: 1.50 m.	ppm	530.00	842.00
	%	0.053	0.084

Observaciones :

Muestra proporcionada por el Solicitante.



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido

UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima

SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarri Aliaga

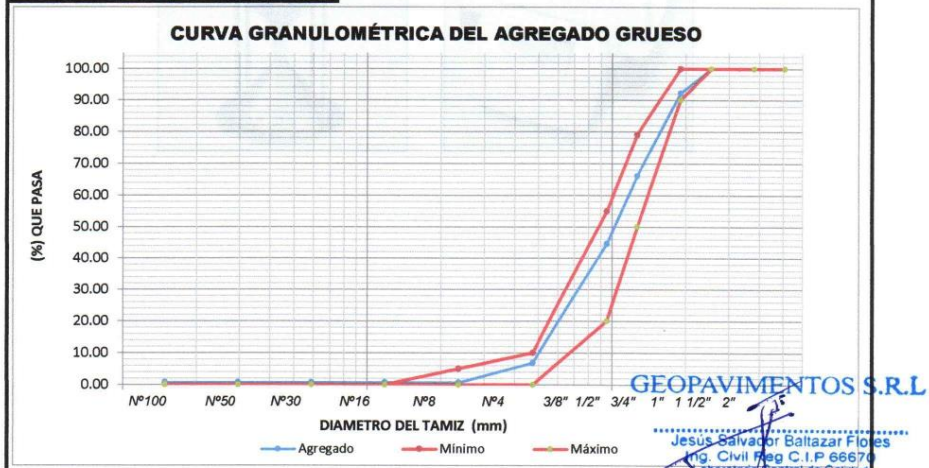
MUESTRA: Piedra para concreto

CANTERA : Unicon Carapongo Huachipa

FECHA: 21 de abril 2023

GRANULOMETRIA						HUSO: 67	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MAXIMO	MINIMO
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	842.40	7.82	7.82	92.18	100	90
1/2"	12.700	2801.90	26.01	33.83	66.17	79	50
3/8"	9.525	2323.80	21.57	55.40	44.60	55	20
N° 4	4.75	4062.50	37.71	93.11	6.89	10	0
N° 8	2.36	672.80	6.25	99.36	0.64	5	0
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.36	0.64	0	0
N° 30	0.59	0.00	0.00	99.36	0.64	0	0
N° 50	0.297	0.00	0.00	99.36	0.64	0	0
N° 100	0.149	0.00	0.00	99.36	0.64	0	0
FONDO	0.000	69.00	0.64	100.00	0.00		
SUMA		10772.40	100.00				

Módulo de finura	6.53
Tamaño máximo	1"
Tamaño máximo nominal	3/4"





GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA: Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

I. DATOS

1.- Peso de la muestra saturado superficialmente seca	(gr)	683.10
2.- Volumen inicial en probeta	(gr)	600.00
3.- Volumen final en probeta	(gr)	848.50
4.- Volumen desplazado	(gr)	248.50
5.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	677.80

I.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.73
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.75
3.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.78

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA: Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	31025
.- Peso del recipiente	(gr.)	9060
.- Peso de muestra	(gr.)	21965
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0144
.- Peso unitario suelto P.U.S. piedra	(kg/m ³)	1527

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	32590
.- Peso del recipiente	(gr.)	9060
.- Peso de muestra	(gr.)	23530
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0144
.- Peso unitario compactado P.U.C. piedra	(kg/m ³)	1636

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1045
.- Peso de muestra seca	(gr.)	1030
.- Contenido de humedad	(%)	1.46

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA : Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Ensayo Resistencia de abrasión Maquina de los Angeles**
Referencia : N.T.P. 400.019

Ensayo Prueba Los Angeles

GRADACIÓN : "B"
REVOLUCIONES : 500

MUESTRA	NORMA	RESULTADO
AGREGADO GRUESO (PIEDRA)	ASTM C-131	15.21%

Nota. Muestra remitida e identificada por el solicitante

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg C.I.P 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA: Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Ensayo de Durabilidad del agregado**
Referencia : N.T.P. 400.016

Ensayo Durabilidad de la Piedra

MUESTRA	NORMA	RESULTADO
AGREGADO GRUESO (PIEDRA)	NTP 400.016 ASTM C-88	2.10%

El material ensayado de inalterabilidad de los Agregados utilizando Sulfato de Sodio y de acuerdo a las normas es adecuado para utilizar en la elaboración de concreto.

GEOPAVIMENTOS S.R.L

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA: Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Ensayos Químicos en Agregados
Referencia : N.T.P. 339.157 / 339.178

ENSAYO	RESULTADOS (ppm)	NORMA NTP/AASHTO
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	893	339.157
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	685	339.178/T290

GEOPAVIMENTOS S.R.L

Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Piedra para concreto
CANTERA: Unicon Carapongo Huachipa
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables**
Referencia : N.T.P. 400.024

Ensayo Terrones de arcilla y partículas friables

MUESTRA	NORMA	RESULTADO
AGREGADO GRUESO (PIEDRA)	ASTM C-142	0.12%

Nota. Muestra remitida e identificada por el solicitante

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
 CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del **agregado fino**
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido

UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima

SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga

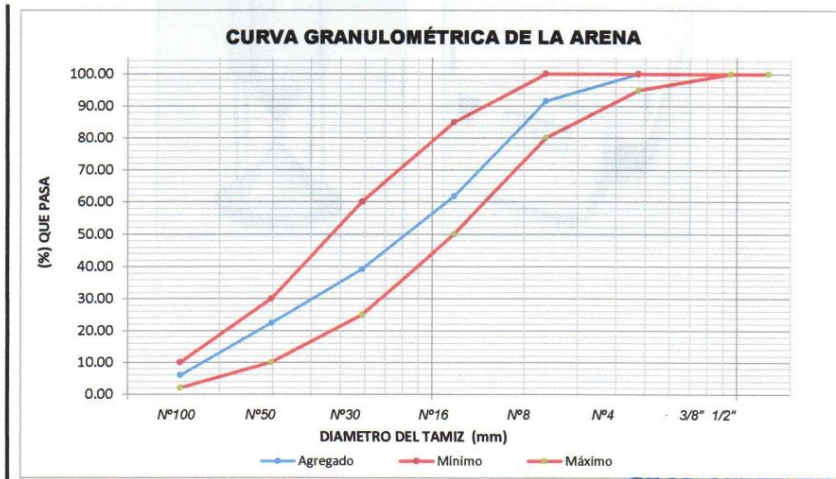
MUESTRA: Arena para concreto

CANTERA : Sur Miranda

FECHA: 21 de abril 2023

GRANULOMETRIA						HUSO: Arena Gruesa	
TAMIZ	DIAMETRO DEL TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RET. ACUM.	(%) Q' PASA	MAXIMO	MINIMO
1/2"	12.700	0	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.525	0	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0	0.00	0.00	100.00	100	95
N° 8	2.36	164.4	8.40	8.40	91.60	100	80
N° 16	1.18	582.9	29.80	38.20	61.80	85	50
N° 30	0.59	440.5	22.52	60.72	39.28	60	25
N° 50	0.297	331.4	16.94	77.66	22.34	30	10
N° 100	0.149	319.9	16.35	94.01	5.99	10	2
FONDO	0.000	117.24	5.99	100.00	0.00		
	SUMA	1956.30	100.00				

Módulo de finura	2.79
TM	N° 04



GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
 Jesú Salazar Baltazar Flores
 Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
 Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.00
2.- Peso del frasco + peso del agua	(gr)	709.80
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	1022.00
4.- Volumen de la arena saturado superficialmente seca	(gr)	187.80
5.- Peso de la arena secada al horno	(gr)	491.10

I.- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.62
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.66
3.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.81

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8687
.- Peso del recipiente	(gr.)	4108
.- Peso de muestra	(gr.)	4579
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028
.- Peso unitario suelto P.U.S. arena	(kg/m ³)	1635

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9227
.- Peso del recipiente	(gr.)	4108
.- Peso de muestra	(gr.)	5119
.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0028
.- Peso unitario compactado P.U.C. arena	(kg/m ³)	1828

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1007.1
.- Peso de muestra seca	(gr.)	984.8
.- Contenido de humedad	(%)	2.26

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido

UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima

SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga

MUESTRA: Arena para concreto

CANTERA: Sur Miranda

FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Pasante de malla N° 200 del agregado fino

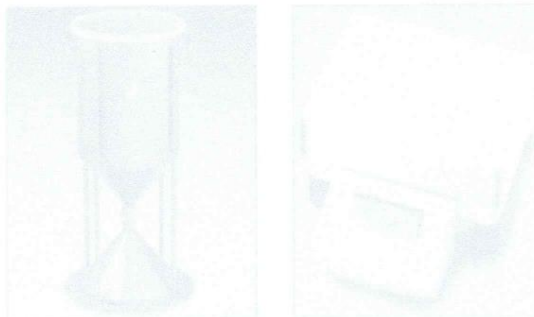
Referencia : Norma ASTM C-117 ó N.T.P. 400.018

I. DATOS

Peso seco de la muestra original	(gr)	1000.00
Peso seco de la muestra despues de lavada	(gr)	968.20

I.- RESULTADOS

% en peso de material mas fino que el matiz #200 por lavado	(%)	3.18
---	-----	------



GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P 66670
Laboratono Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Ensayo de Durabilidad del agregado**
Referencia : N.T.P. 400.016

Ensayo Durabilidad de la Arena

MUESTRA	NORMA	RESULTADO
AGREGADO FINO (ARENA)	NTP 400.016 ASTM C-88	1.90%

El material ensayado de inalterabilidad de los Agregados utilizando Sulfato de Sodio y de acuerdo a las normas es adecuado para utilizar en la elaboración de concreto.

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Equivalente de arena**
Referencia : ASTM D-2419

FECHA MUESTREO: 21/04/2021
HORA MUESTRO: 8:30 a. m.
FECHA ENSAYO: 21/04/2021

		IDENTIFICACION			Promedio
		1	2	3	
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	mm				
Hora de entrada a saturación		9:10 AM	9:12 AM	9:14 AM	
Hora de salida de saturación (mas 10")		9:20 AM	9:22 AM	9:24 AM	
Hora de entrada a decantación		9:22 AM	9:24 AM	9:26 AM	
Hora de salida de decantación (mas 20")		9:42 AM	9:44 AM	9:46 AM	
Altura máxima de material fino	mm	3.7	3.9	3.8	
Altura máxima de la arena	mm	3.1	3.1	3.0	
Equivalente de Arena	%	83.8%	79.5%	78.9%	
					81%

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

.....
Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : Ensayos Químicos en Agregados
Referencia : N.T.P. 339.157 / 339.178

ENSAYO	RESULTADOS (ppm)	NORMA NTP/AASHTO
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	851	339.157
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	660	339.178/T290

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus-Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

PROYECTO: Concreto con fibra polipropileno para diseño de Losa de pavimento Rígido
UBICACIÓN: Av. Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, Lima
SOLICITANTE: Bach. Juan Alexander Zegarra Aliaga
MUESTRA: Arena para concreto
CANTERA: Sur Miranda
FECHA: 21 de abril 2023

Ensayo : **Ensayo de terrones de arcilla y partículas friables**
Referencia : N.T.P. 400.024

Ensayo Terrones de arcilla y partículas friables

MUESTRA	NORMA	RESULTADO
ARENA GRUESA	ASTM C-142	0.40%

Nota. Muestra remitida e identificada por el solicitante

GEOPAVIMENTOS S.R.L

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-617 NTP 339.034-99

SOLICITANTE: BACH. JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA

PROYECTO: CONCRETO CON FIBRA POLIPROPILENO PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO

UBICACION: AV. SANTA ROSA, DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO

FECHA DE ENSAYO: 8 de junio de 2023

CERTIFICADO N° 0200-23

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD (DIAS)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO Kg./cm ²	%
1	Diseño 1 - Patrón	28	11-05-23	08-06-23	15.0	87,695	496	142
2		28	11-05-23	08-06-23	15.0	87,582		

OBSERVACIONES:

Los resultados corresponden a probetas moldeadas y curadas por el solicitante. $f_c = 350 \text{ Kg./cm}^2$
El laboratorio de ensayos se ubica en el jirón Los Alcanfores N° 1075, Santa Anita, Lima.
referencia Huaca Perales, Santa Anita.

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

.....
Jesus Serrador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 66670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-617 NTP 339.034-99

SOLICITANTE: BACH. JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA
PROYECTO: CONCRETO CON FIBRA POLIPROPILENO PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACION: AV. SANTA ROSA, DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE ENSAYO: 8 de junio de 2023

CERTIFICADO N° 0201-23

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD (DIAS)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO Kg./cm ²	%
1	Diseño 2 - 2 Kg/m ³	28	11-05-23	08-06-23	15.0	87,518	502	143
2		28	11-05-23	08-06-23	15.0	89,985		

OBSERVACIONES:

Los resultados corresponden a probetas moldeadas y curadas por el solicitante. $f_c = 350 \text{ Kg./cm}^2$
El laboratorio de ensayos se ubica en el jirón Los Alcanfores N° 1075, Santa Anita, Lima.
referencia Huaca Perales, Santa Anita.

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 6667
Laboratorio Control de Caroad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-617 NTP 339.034-99

SOLICITANTE: BACH. JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA
PROYECTO: CONCRETO CON FIBRA POLIPROPILENO PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACION: AV. SANTA ROSA, DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE ENSAYO: 8 de junio de 2023

CERTIFICADO N° 0202-23

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD (DIAS)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO Kg./cm ²	%
1	Diseño 3 - 5 Kg/m ³	28	11-05-23	08-06-23	15.0	91,535	519	148
2		28	11-05-23	08-06-23	15.0	91,873		

OBSERVACIONES:

Los resultados corresponden a probetas moldeadas y curadas por el solicitante. $f_c = 350 \text{ Kg./cm}^2$
El laboratorio de ensayos se ubica en el jirón Los Alcanfores N° 1075, Santa Anita, Lima.
referencia Huaca Perales, Santa Anita.

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 6667
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

ENSAYOS DE COMPRESIÓN AXIAL EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO

NORMAS DE ENSAYO: ASTM C-39, C-617 NTP 339.034-99

SOLICITANTE: BACH. JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA
PROYECTO: CONCRETO CON FIBRA POLIPROPILENO PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO
UBICACION: AV. SANTA ROSA, DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO
FECHA DE ENSAYO: 8 de junio de 2023

CERTIFICADO N° 0203-23

N°	IDENTIFICACIÓN	EDAD (DIAS)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO (cm)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	ESFUERZO Kg./cm ²	%
1	Diseño 4 - 10 Kg/m ³	28	11-05-23	08-06-23	15.0	89,345	502	143
2		28	11-05-23	08-06-23	15.0	88,161		

OBSERVACIONES:

Los resultados corresponden a probetas moldeadas y curadas por el solicitante. $f'c = 350 \text{ Kg./cm}^2$
El laboratorio de ensayos se ubica en el jirón Los Alcañores N° 1075, Santa Anita, Lima.
referencia Huaca Perales, Santa Anita.

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

.....
Jesus Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.P. 68670
Laboratorio Control de Calidad



GEOPAVIMENTOS S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS PARA CIMENTACION Y PAVIMENTACION - DISEÑOS EN CONCRETO Y ASFALTO
CONTROL DE PAVIMENTOS - ASESORIA TECNICA
ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE LABORATORIO DEBIDAMENTE CERTIFICADOS

CERTIFICADO N° 0204-23

SOLICITANTE: BACH. JUAN ALEXANDER ZEGARRA ALIAGA

PROYECTO: CONCRETO CON FIBRA POLIPROPILENO PARA DISEÑO DE LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO

UBICACION: AV. SANTA ROSA, DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO

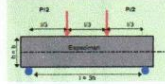
FECHA DE ENSAYO: 10 de junio de 2023

ENSAYO: METODO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO, NTP 339.078:2012

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS											
Tipo	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Días	Dosificación (Kg/cm ²)	Base B (cm)	Altura H (cm)	Longitud L (cm)	Carga max. (Kn)	Carga max. P (Kg)	Mr (Kg/cm ²)	%
D-1 PATRÓN	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.20	45.00	39.95	4073.77	51.86	15
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	38.25	3900.42	49.01	14
D-2 2 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.10	15.10	45.00	35.70	3640.39	47.58	14
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.40	15.30	45.00	36.55	3727.06	46.52	13
D-3 5 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.40	45.00	45.05	4593.82	56.97	16
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.10	15.20	45.00	42.70	4354.19	56.16	16
D-4 10 Kg/m ³	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	39.95	4073.77	51.18	15
	13/05/2023	10/06/2023	28	350	15.30	15.30	45.00	39.95	4073.77	51.18	15

La resistencia a la flexión se expresa como el Modulo de Rotura (MR) en kg/cm²

Se mide mediante ensayos de vigas de concreto, aplicándole cargas en los tercios de su claro de apoyo (ASTM C78) o cargada en el punto medio (ASTM C293)



Ensayo Estándar

- Vigas Normadas 150 X 150 X 450 mm
- Ensayadas a 28 días
- Correlación entre MR y f'c

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg
L: Claro
b: Ancho
h: Peralte

1 Kn = 101.97 Kg.

GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Jesús Salvador Baltazar Flores
Ing. Civil Reg. C.I.F. 6667
Laboratorio Control de Calidad

Anexo 4. Confiabilidad del instrumento



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 122 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 080-2023
Fecha de emisión : 2023-02-16

1. Solicitante : GEOPAVIMENTOS S.R.L.

Dirección : JR. LOS ALCANFORES MZA. T2 LOTE. 30 - SANTA ANITA - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : MCC
Modelo de Indicador : SAFIR
Serie de Indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : AEP TRANSDUCERS
Modelo de Transductor : TP12BL53R
Serie de Transductor : 628198

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. LOS ALCANFORES MZA. T2 LOTE. 30 - SANTA ANITA - LIMA
15 - FEBRERO - 2023

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS HIGH WEIGHT	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

6. Condiciones Ambientales

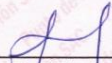
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,3	26,3
Humedad %	68	67

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LFP - 122 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACI3N (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9961	10005	0,39	-0,05	9983,0	0,17	-0,44
20000	20001	20020	-0,01	-0,10	20010,5	-0,05	-0,10
30000	30037	30068	-0,12	-0,23	30052,5	-0,17	-0,10
40000	40014	40068	-0,04	-0,17	40041,0	-0,10	-0,14
50000	49990	49936	0,02	0,13	49963,0	0,07	0,11
60000	60053	60014	-0,09	-0,02	60033,5	-0,06	0,07
70000	69996	70024	0,01	-0,03	70010,0	-0,01	-0,04

NOTAS SOBRE LA CALIBRACI3N

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A - B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlaci3n : $R^2 = 1$

Ecuaci3n de ajuste : $y = 0,9999x - 7,9114$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

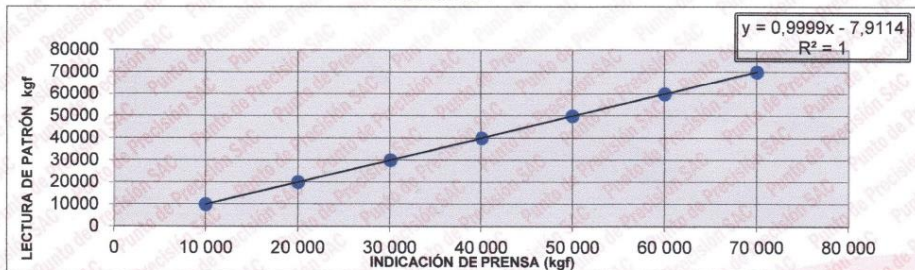
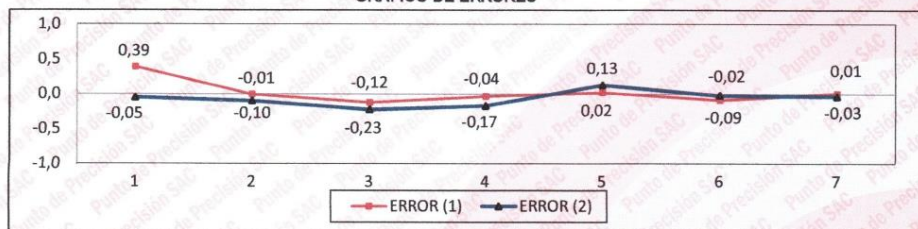


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

Anexo 5. Levantamiento topográfico

El presente proyecto se estableció en las delimitaciones de la Avenida Santa Rosa del distrito de San Juan de Lurigancho, esto a través de la aplicación de equipos topográficos para definir las coordenadas geográficas y las coordenadas UTM con datum WG84.

Ubicación política del lugar estudiado

Departamento:	Lima
Distrito	S.J.L.
Zona :	WGS84
Altitud:	222 m.s.n.m

Coordenadas UTM de ubicación política

COORDENADAS UTM (DATUM WGS84) BENCH MARCK (BM)				
Punto	Descripción	Norte	Este	Elevación (m)
1	BM-1	8672706.883	281711.190	225.244
2	BM-2	8673083.273	282142.070	222.611

Lista de puntos de levantamiento topográfico

Lista de puntos				
ID	Este (Metro)	Norte (Metro)	Elevación (Metro)	Código de característica
BASE	281711.190	8672706.883	225.244	BASE ESTACIONARIA
PAF1	282142.070	8673083.273	222.611	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF2	282185.717	8673108.518	222.405	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF3	282218.323	8672650.268	219.762	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF4	282240.004	8672663.598	219.878	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF5	282332.185	8672337.538	218.362	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF6	282376.179	8672354.744	217.987	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF7	282445.539	8672055.757	218.521	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF8	282467.850	8672091.593	218.775	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF9	282562.934	8671750.533	220.020	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF10	282584.524	8671770.712	222.238	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF11	282561.994	8671461.140	219.249	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO
PAF12	282592.763	8671449.183	219.169	PUNTOS DE CONTROL FOTOGRAFICO

Anexo 6. Evidencias de fallas

En primera instancia, el investigador exploró el terreno para determinar el índice de condición en el que se encuentra el pavimento de la Avenida Santa Rosa del distrito de San Juan de Lurigancho.

Evidencia fotográfica del pavimento 1



La fotografía mostrada constató la existencia de piel de cocodrilo con una clasificación severa de nivel alto. Asimismo, evidenció un estado de pérdida de agregado de la superficie con una clasificación severa de nivel alto.

Evidencia fotográfica del pavimento 2



La fotografía mostrada constató le evidencia de desnivel de carril/ berma con una clasificación severa de nivel alto.

Asimismo, se evidenció la pérdida de agregados en la superficie con una clasificación severa de nivel alto.

Evidencia fotográfica del pavimento 3



La fotografía mostrada constató la presencia de Grietas en bloques con una clasificación severa de nivel alto.

Evidencia fotográfica del pavimento 4



La fotografía mostrada constató la presencia de abultamiento con una clasificación de nivel alto, asimismo, se evidenció la presencia de pulimiento de agregados en un nivel medio.

Evidencia fotográfica del pavimento 5



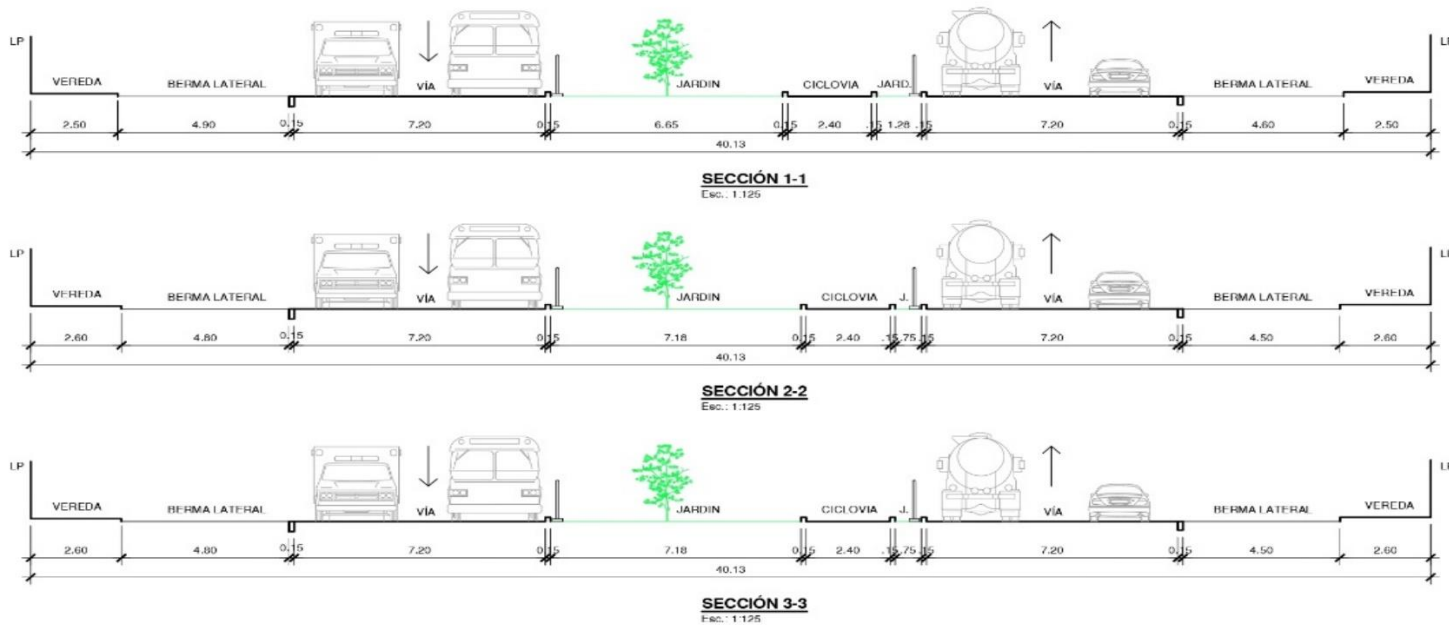
La fotografía mostrada constató la presencia de exudación con una clasificación severa de nivel bajo. Asimismo, se evidenció la presencia de fisuras de borde con una clasificación severa de nivel alto.

Evidencia fotográfica del pavimento 6



La fotografía mostrada constató la presencia de desnivel de carril con una clasificación severa de nivel alto.

Anexo 7. Secciones de la Vía-ST-01



 UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
PROYECTO: Concreto con fibra de polipropileno en losa de pavimento rígido, Avonida Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, 2023		PLANO: SECCIONES DE VÍA	
AUTOR: JUAN A. ZEGARRA ALIAGA		PROPIETARIO: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - IIMA ESTE	
APROBACION DEL PROYECTO:		LAMINA: ST-01	N° DE ORDEN: 01
ESCALAS: INDICADA	REVISION N° 01	FECHA: MAYO 2023	DIBUJO: J.A.Z.A.

Anexo 8. Secciones Transversales



Anexo 9. Informe de los agregados para el concreto.

Materiales para el Concreto

Cemento

El cemento utilizado en la preparación de los diversos tipos de concreto será el Portland Tipo 1.

El cemento Portland para todo el concreto, mortero e inyecciones debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C-150 Tipo I.

En caso de constatarse la presencia de sulfatos en concentraciones tales que puedan afectar al concreto, se utilizará cemento tipo V.

Se efectuarán pruebas de falsa fragua de acuerdo a lo establecido en la Norma ASTM C- 451.

El cemento será probado en cuanto a la fineza, tiempo de fragua, pérdida de ignición, resistencia a la compresión, análisis químico, incluyendo álcalis y composición. El porcentaje total de álcalis no será mayor del 0.6%, para el caso en que los agregados presenten características reactivas al ser ensayados de acuerdo a las normas ASTM C-289 y C-267.

Cada lote de cemento presentado en bolsas deberá ser almacenado en forma tal que permita el acceso para su inspección y/o identificación y deberá estar adecuadamente protegido de la humedad. El cemento deberá estar libre de grumos y partes endurecidas debido a un almacenaje prolongado o inadecuado.

En el caso que se encuentre en el cemento grumos como consecuencia de haberse alargado el tiempo de almacenaje o contenga materiales extraños, el cemento será tamizado por una malla W 100 estándar o será descartado, a juicio del Supervisor.

Cualquier cantidad de cemento mantenido en almacenaje por el Contratista por períodos superiores a los 90 días, deberá ser retirado por cuenta del Contratista. El costo de adquisición de nuevo cemento en reemplazo del retirado por la causal señalada será cubierto exclusivamente por el Contratista.

El Supervisor podrá solicitar los certificados de prueba de cemento en fábrica durante el desarrollo de la Obra, y otorgar o no su conformidad sobre el contenido de dicho certificado. Sin embargo, la aceptación del cemento en planta

no elimina el derecho del Supervisor de requerir adicionales al costo del Contratista en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

Agregado Fino (Arena)

La arena para la mezcla del concreto y para los morteros será de origen natural, limpia, de una granulometría tal que pase la malla W 4 (4.46 mm) y sea retenida en la malla N° 200 (0.074 mm) y deberá cumplir con lo indicado en la norma ASTM C-33. La arena será obtenida de canteras apropiadas indicadas en el Expediente Técnico y/o en canteras propuestas por el Contratista siempre que cumpla con las especificaciones establecidas y sea aprobado por el Supervisor.

El Contratista presentará planos detallados del sistema para cargar, descargar, transportar y almacenar estos agregados dentro de los 30 días calendario posteriores al inicio de Obra.

La arena deberá consistir de fragmentos de rocas duras, fuertes, densos y durables. El porcentaje de sustancias dañinas en la arena no excederá a los valores siguientes:

Material dañino	% de peso
Material que pasa tamiz N° 200 (ASTM C-110)	5
Materiales ligeros (ASTM C-330)	2
Grumos de arcilla (ASTM C-142)	2
Total de otras sustancias dañinas (Álcalis, mica, granos recubiertos, partículas blandas y limo)	2

El Supervisor podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas de agregados de concreto, tales como:

- Prueba de color para detectar impurezas orgánicas (norma. ASTM C-40)
- Peso específico (norma ASTM C-128): el peso no será menor de 2.40 g/cm³
- Prueba de sulfato de sodio (norma ASTM C-88): las pérdidas no serán mayores del 1^o% por peso.
- Prueba de equivalente de arena (método de prueba de la División de Caminos N° Calif. 217): el equivalente de arena no será menor de 30.
- La arena utilizada para la mezcla de concreto será bien seleccionada y su granulometría (Norma ASTM C-136) cumplirá con los límites siguientes:

MALLA		% EN PESO QUE PASA
N°	Mm	
4	4.80	95-100
8	2.40	80-100
16	1.20	50-85
30	0.76	25-60
50	0.30	10-30
100	0.15	2-10

El módulo de fineza de la arena deberá estar entre los valores de 2.2 a 3.1 y el promedio de quince pruebas consecutivas no deberá presentar un cambio mayor de 0.20.

El Supervisor podrá requerir las pruebas de la arena que será empleada en la Obra.

La arena será aceptada si cumple con las especificaciones y las pruebas que efectúe el Contratista y apruebe el Supervisor.

En el caso que los agregados finos provenientes de las canteras ubicadas en la zona del Proyecto no cumplan con las especificaciones descritas en este acápite, pero que a través de la ejecución de pruebas especiales se demuestre que producen concreto de la resistencia y durabilidad requeridas, serán utilizadas con la autorización escrita, vía Cuaderno de Obra, del Supervisor

Agregado Grueso (Piedra)

El agregado grueso consistirá de fragmentos de roca dura, resistente, denso y durable, sin estar cubiertos de otros materiales.

El agregado grueso estará constituido por grava natural con dimensión mínima de 3/16" y dimensión máxima de 1 1/2", de acuerdo a la clase de concreto donde será utilizado y la autorización del Supervisor.

El porcentaje de sustancias dañinas de cualquier tamaño de los agregados no excederá los valores siguientes:

Material Dañino	% en Peso
- Material pasante la malla N°200 (ASTM C-1 17)	0,5
- Material/ligero (ASTM C-330)	2,0
- Grumos de arcilla (ASTM C-142)	0,5
- Otras sustancias dañinas	1,0

El agregado será lavado antes de ser clasificado en mallas finales en la planta de agregados.

El agregado grueso deberá cumplir los requisitos mínimos establecidas en las pruebas siguientes, las que podrán ser requeridas por el Supervisor, cuando lo considere necesario:

Prueba de los Ángeles (ASTM C-131): No debe superar el 10 % en peso para 100 revoluciones o 40 % en peso a 500 revoluciones.

Prueba del sulfato de sodio (ASTMC C-88): Contenido menos del 14 % por peso.

Peso específico (Norma ASTM C-127): No será menor de 2.6 g/cm³

El agregado grueso para concretos debe ser separados en las siguientes clases:

CLASE	INTERVALO DE DIMENSIONES	% EN PESO MÍNIMO RETENIDO EN LOS TAMICES INDICADOS
$\frac{3}{4}$ "	3/16" - $\frac{3}{4}$ "	56 %, 3/8"
1"	$\frac{3}{4}$ " - 1"	50 %, 7/8"
1 1/2"	1" - 1 1/2"	25 %, 1 1/4"

La granulometría del agregado grueso para cada tamaño máximo especificado cumplirá con la norma ASTM C-33.

Los agregados gruesos de los tamaños especificados, luego de pasar por las mallas finales, estarán seleccionados y separados de tal manera que al hacer las pruebas en las mallas designadas en el cuadro siguiente, los materiales

que pasen las mallas de prueba de tamaño mínimo, no excederán el 2% por peso mientras que todo el material deberá pasar la malla de prueba de tamaño máximo.

Tamaño nominal	Para prueba Tamaño mínimo	Para prueba tamaño máximo
¾"	Nº 4	1"
1 ½"	5/8"	2"

De encontrar que el agregado grueso proveniente de canteras ubicadas en la zona del Proyecto no cumple con las especificaciones aquí exigidas, pero que a través de la ejecución de pruebas especiales se demuestre que producen concreto de la resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados con la autorización del Supervisor.

Agua

El agua que se empleará para mezcla y curado del concreto será limpia y libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materias orgánicas o minerales y otras impurezas que puedan reducir la resistencia, durabilidad o calidad del concreto.

El agua deberá cumplir con los requisitos siguientes:

IONES Sales	TOLERANCIA
Ion cloruro	300 PPM
Sulfatos (SO4)	1 500 PPM
Cloruro en mezcla	500 m2/l
Sulfatos en mezcla	500 m2/l
Total sales solubles	1 500 ppm
Sólidos en suspensión	1 000 ppm
Sales de Mg	150 ppm
ph	5.5 < v < 8.5

El costo del suministro, distribución, almacenamiento y uso del agua para los concretos estará incluido como parte del proceso de producción del concreto.

Aditivos

El uso de aditivos en el concreto, tales como incorporadores de aire para protegerlo del clima frío, los plastificantes retardadores, acelerantes de fragua, curadores, etc., para protegerlo durante el fraguado, pueden ser permitidos en su fabricación con la previa autorización del Supervisor.

Los aditivos se agregarán racionalmente a la mezcla siempre que sea necesario, en proporciones definidas por el Contratista y siempre que sea autorizado por el Supervisor en base a los ensayos realizados por el Contratista en el laboratorio de concreto.

Cuando se requiera o se permita el uso de aditivos, éstos: cumplirán con las normas apropiadas siguientes:

Incorporadores de aire	Norma ASTM 260
Acelerantes o retardadores de fragua, plastificantes o reductores de agua	Norma ASTM 494

Los aditivos tendrán la misma composición y se emplearán en las proporciones señaladas en el diseño de mezcla. No se permitirá el empleo de aditivos que contengan cloruro de calcio en zonas donde se embeban elementos galvanizados o de aluminio o donde los suelos tengan alto contenido de sulfatos solubles.

Los aditivos incorporadores de aire serán usados en tal proporción que provoque una inclusión del aire en el concreto fresco en porcentaje del volumen de muestra entre 4 y 5% con tolerancia de ± 1 .

Anexo 10. Ficha técnica de las fibras de polipropileno



ECOANDINA

CCL ASOCIADO
CÁMARA DE COMERCIO - LIMA

ECO FIBRA RC-60

Descripción

La macro fibra sintética estructural ECO FIBRA RC-60, diseñada y usada como refuerzo de concreto. Su textura especial permite obtener una excelente adherencia con el concreto y evitar la pérdida excesiva cuando se proyecta.

ECO FIBRA RC-60 está diseñada para tener una mayor unión interfacial y eficiencia de la resistencia a flexión, absorción de energía y reducción del agrietamiento. Cumple con la norma ASTM C 1116/ C 1116 M, concreto Tipo III reforzado con fibra y con la norma Europea EN- 14889-como clase II.

Beneficios

- Libre de corrosión.
- Más seguro, económico y fácil de utilizar que el refuerzo metálico.
- No afecta notoriamente la fluidez (slump) de la mezcla como otras fibras multifilamento.
- Disminuye la tendencia al agrietamiento en estado fresco como endurecido del concreto.
- Menor costo de mano de obra vs el uso del acero.
- Alta resistencia a los ataques químicos y a los álcalis.
- Mejora la resistencia a la compresión y flexión del concreto.

Dosaje

La dosis de aplicación de la fibra macro sintética estructural ECO FIBRA RC-60 es de 2 a 10 Kg por m³ de concreto, dependiendo de la ductilidad, resistencia residual, tenacidad o absorción de energía requerido.

Mezclado

La macro fibra ECO FIBRA RC-60 ha sido embalada en sacos de papel con la dosis requerida por metro cúbico. Se puede añadir en cualquier punto de la preparación de la mezcla y se debe mezclar en el trompo a velocidad alta por al menos 1 minuto por saco.



Característica

Material base	Polipropileno
Textura	Moleteado
Longitud	50 mm
Diámetro equivalente	0.88 mm
Densidad relativa	0.90 - 0.92
Tensión a la rotura	500 MPa
Punto de Fusión	150 °C - 170 °C
Absorción de agua	0 %
Conductividad eléctrica	Nula
Resistencia Química	Alta
Fibras por kg.	> 32,500

Propiedad del Material

Aplicaciones

- Losas industriales sobre el piso; para tráfico ligero, medio o pesado.
- Áreas de estacionamiento.
- Elemento Prefabricados.
- Pavimento rígido; de tráfico liviano, medio o pesado.
- Aceras y entradas de automóviles.
- Concreto proyectado vía húmeda o vía seca.

Pruebas

El concreto reforzado con ECO FIBRA RC-60 cumple con las pruebas de resistencia residual según la norma ASTM C1609.

Información de Seguridad e higiene

Consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, esta contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Concreto con fibra de polipropileno para diseño de losa de pavimento rígido, Avenida Santa Rosa, San Juan de Lurigancho, 2023", cuyo autor es ZEGARRA ALIAGA JUAN ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ DNI: 21453567 ORCID: 0000-0001-8529-878X	Firmado electrónicamente por: MGARCIALV el 01- 08-2023 18:32:43

Código documento Trilce: TRI - 0580572