



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de pavimento rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Herrera Tapara, Jean Jhony (orcid.org/000-0001-8813-8677)

Regalado Espinoza, Noe Angel (orcid.org/0000-0002-0167-5099)

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi mamá Marcelina, mi hermano Harold y a mi abuelito Patricio en el cielo, por su constante apoyo económico y moral para cumplir mis metas.

Herrera Tapara, Jean Jhony

El presente trabajo investigación lo dedico principalmente a Dios, por darme la fuerza y salud para continuar en este proceso de obtener uno de mis más grandes anhelos, a mis padres, por su apoyo moral en todos estos años.

Regalado Espinoza Noe Ángel

Agradecimientos

A mis padres, hermanos, a mi casa de estudios la Universidad César Vallejo y a los docentes que me apoyaron con sus conocimientos durante la elaboración de la tesis.

La universidad me dio la bienvenida al mundo como tal, las oportunidades que me ha brindado son incomparables.

Agradezco mucho por la ayuda de los maestros, mis compañeros y la universidad en general, por todo lo anterior en conjunto con todos los conocimientos que me han otorgado.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

Herrera Tapara Jean Jhony,
Regalado Espinoza Noe Ángel

Índice de contenidos

| | |
|---|-----------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimientos | iii |
| Índice de contenidos | iv |
| Índice de tablas..... | v |
| Índice de figuras..... | vi |
| Resumen..... | viii |
| Abstract..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 5 |
| III. METODOLOGÍA..... | 16 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 17 |
| 3.1.1. Tipo | 17 |
| 3.1.2. Diseño de investigación | 17 |
| 3.2 Variable y operacionalización..... | 17 |
| 3.2.1 Variable dependiente | 17 |
| 3.2.2. Variable independiente..... | 17 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 19 |
| 3.3.1. Población | 19 |
| 3.3.2. Muestra | 19 |
| 3.3.3. Muestreo | 19 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 19 |
| 3.4.1. Técnicas..... | 19 |
| 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos..... | 20 |
| 3.5. Procedimientos..... | 20 |
| 3.6. Metodología de análisis de datos | 20 |
| 3.7. Aspectos éticos | 21 |
| IV. RESULTADOS..... | 22 |
| V. DISCUSIÓN | 65 |
| VI. CONCLUSIONES | 68 |
| VII. RECOMENDACIONES | 70 |
| REFERENCIAS..... | 72 |
| ANEXOS | 77 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ventajas de la fibra de acero | 14 |
| Tabla 2. Ventajas de la fibra de vidrio | 15 |
| Tabla 3. Ventajas de la fibra de sintética | 15 |
| Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado muestra - 1..... | 23 |
| Tabla 5. Análisis granulométrico por tamizado muestra - 2..... | 27 |
| Tabla 6. Expansión ensayo de soporte california muestra -1 | 34 |
| Tabla 7. Penetración ensayo california muestra -1 | 34 |
| Tabla 8. Datos de muestra - 1 | 35 |
| Tabla 9. Expansión ensayo de soporte california muestra - 2..... | 40 |
| Tabla 10. Penetración ensayo de soporte california muestra -2 | 40 |
| Tabla 11. Datos de muestra - 2 | 40 |
| Tabla 12. Resistencia a compresión del concreto patrón | 49 |
| Tabla 13. Resistencia a compresión del concreto 200g/m ³ de fibra sintética | 50 |
| Tabla 14. Resistencia a compresión del concreto 400g/m ³ de fibra sintética . | 51 |
| Tabla 15. Resistencia a la flexión del concreto patrón | 53 |
| Tabla 16. Resistencia a flexión del concreto 200g/m ³ de fibra sintética | 53 |
| Tabla 17. Resistencia a flexión del concreto 400g/m ³ de fibra sintética | 54 |
| Tabla 18. Conteo vehicular de lunes a domingo | 54 |
| Tabla 19. Cantidad de vehículos transitan cada día de la semana | 55 |
| Tabla 20. Tipos de vehículos transitaron durante el conteo vehicular | 56 |
| Tabla 21. Cantidad de materiales para la elaboración del concreto patrón | 60 |
| Tabla 22. Cantidad de materiales para la elaboración de concreto 200g de fibra sintética por m ³ | 62 |
| Tabla 23. Cantidad de materiales para la elaboración de concreto 400g de fibra sintética por m ³ | 64 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructura del pavimento flexible..... | 12 |
| Figura 2. Elementos de construcción del pavimento rígido..... | 13 |
| Figura 3. Estructura del pavimento articulado | 14 |
| Figura 4. Contenido de humedad muestra - 1 | 24 |
| Figura 5. Límites de consistencia muestra - 1 | 24 |
| Figura 6. Porcentaje de humedad vs número de golpes muestra -1 | 25 |
| Figura 7. Porcentaje en función al tamaño de partículas de muestra- 1 | 25 |
| Figura 8. Carta de casa grande | 26 |
| Figura 9. Sistema de clasificación AASHTO | 26 |
| Figura 10. Clasificación del suelo muestra - 1..... | 26 |
| Figura 11. Curva granulométrica muestra -1 | 27 |
| Figura 12. Contenido de humedad muestra - 2..... | 28 |
| Figura 13. Límite de consistencia muestra - 2..... | 29 |
| Figura 14. Porcentaje de humedad vs número de golpes muestra - 2 | 29 |
| Figura 15. Porcentaje en función al tamaño de partículas de muestra- 2 | 30 |
| Figura 16. Carta de casa grande..... | 30 |
| Figura 17. Sistema de clasificación AASHTO | 31 |
| Figura 18. Clasificación del suelo muestra - 2..... | 31 |
| Figura 19. Curva granulométrica muestra - 2..... | 32 |
| Figura 20. Ensayo de compactación – Proctor modificado muestra - 1..... | 32 |
| Figura 21. Relación de humedad vs densidad seca..... | 33 |
| Figura 22. Cálculo relación de soporte california muestra - 1 | 33 |
| Figura 23. Contenido de humedad muestra - 1 | 34 |
| Figura 24. C.B.R. a los 56 golpes muestra - 1 | 35 |
| Figura 25. C.B.R. a los 25 golpes muestra - 1 | 36 |
| Figura 26. C.B.R. a los 10 golpes muestra - 1 | 36 |
| Figura 27. Curva de compactación muestra - 1..... | 37 |
| Figura 28. Curva de C.B.R vs densidad seca muestra -1 | 37 |
| Figura 29. Ensayo de compactación – Proctor modificado muestra - 2 | 38 |
| Figura 30. Densidad seca vs % de humedad | 38 |

| | |
|---|----|
| Figura 31. Cálculo relación de soporte california muestra - 2..... | 39 |
| Figura 32. Contenido de humedad muestra - 2..... | 39 |
| Figura 33. C.B.R. a los 56 golpes muestra - 2 | 41 |
| Figura 34. C.B.R. a los 25 golpes muestra - 2 | 41 |
| Figura 35. C.B.R. a los 10 golpes muestra - 2 | 42 |
| Figura 36. Curva de compactación muestra - 2..... | 42 |
| Figura 37. Curva de C.B.R vs densidad seca muestra - 2 | 43 |
| Figura 38. Análisis granulométrico del agregado fino..... | 43 |
| Figura 39. Curva granulométrica del agregado fino | 44 |
| Figura 40. Análisis granulométrico del agregado grueso..... | 44 |
| Figura 41. Curva granulométrica del agregado grueso | 45 |
| Figura 42. Contenido de humedad del agregado grueso | 45 |
| Figura 43. Contenido de humedad del agregado fino | 46 |
| Figura 44. Peso unitario suelto del agregado grueso | 46 |
| Figura 45. Peso unitario compactado del agregado grueso | 46 |
| Figura 46. Peso unitario suelto del agregado fino | 47 |
| Figura 47. Peso unitario compactado del agregado fino | 47 |
| Figura 48. Absorción del agregado grueso | 47 |
| Figura 49. Gravedad especifica del agregado grueso | 48 |
| Figura 50. Gravedad especifica del agregado fino | 48 |
| Figura 51. Curva de comportamiento a compresión del concreto patrón | 50 |
| Figura 52. Curva de comportamiento a compresión del concreto con fibra 200g/m ³ | 51 |
| Figura 53. Curva de comportamiento a compresión del concreto con fibra 400g/m ³ | 52 |
| Figura 54. Ábaco | 58 |
| Figura 55. Presión de contacto del neumático | 59 |

Resumen

En la presente investigación tuvo como objetivo general, el determinar de qué manera influye la fibra sintética en el diseño del pavimento rígido en la avenida Naranjal, San Martín de Porres. Esta propuesta presenta una metodología, de tipo aplicada, cuantitativa, con un diseño cuasiexperimental. Asimismo, como población, se consideró a la Avenida Naranjal del distrito de San Martín de Porres, con una totalidad de 10km, considerando solo 1.5km como muestra de estudio. Obteniendo como resultados en una resistencia a la compresión de una muestra de concreto patrón de 216.33 kg/cm², del concreto con 200grde fibra sintética con un valor de 225.33 kg/cm² y con la adición de 400% de fibra sintética con un valor de 229.33 kg/cm² y con resistencias a la flexión, logrando alcanzar 45.1 kg/cm² en el patrón, 47.2 kg/cm² con 200grde fibra sintética y 49.07 kg/cm² con 400gr de fibra sintética respectivamente, considerando en su diseño de pavimento rígido con una losa de concreto de 30.00 cm. Finalmente se concluyó que, la adición de 200grde fibra sintética tiene un aumento en su resistencia, con 400gr de fibra sintética tiene un mayor aumento en su resistencia donde se considera que a una mayor cantidad de fibra obtendrá una mayor resistencia.

Palabras clave: pavimento rígido, concreto, fibra sintética, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

ABSTRACT

The general objective of this research was to determine how synthetic fiber influences the design of the rigid pavement in Naranjal avenue, San Martín de Porres. This proposal presents an applied, quantitative methodology, with a quasi-experimental design. Likewise, as a population, Naranjal Avenue in the San Martín de Porres district is considered, with a total of 10km, considering only 1.5km as a study sample. Obtaining as results in a compression resistance of a sample of standard concrete of 216.33 kg / cm², of concrete with 200gr of synthetic fiber with a value of 225.33 kg / cm² and with the addition of 400% of synthetic fiber with a value of 229.33 kg / cm² and with flexural strengths, achieving 45.1 kg / cm² in the pattern, 47.2 kg / cm² with 200gr of synthetic fiber and 49.07 kg / cm² with 400gr of synthetic fiber respectively, considering in its design a rigid pavement with a slab of concrete of 30.00 cm. Finally, it was concluded that the addition of 200gr of synthetic fiber has an increase in its resistance, with 400gr of synthetic fiber it has a greater increase in its resistance where it is considered that a greater amount of fiber is a greater resistance.

Keywords: rigid pavement, concrete, synthetic fiber, compressive strength, flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son de gran importancia para el progreso del país, sin embargo, las condiciones atmosféricas, mala elección materiales, igual que la falta de un control riguroso de calidad con respecto a procesos constructivos, nos conllevan al deterioro prematuro del pavimento que por consiguiente no cumple con su propósito de servicio, generando malestar en los usuarios.

Según Carrillo, J., Silva, D., Sánchez, M. (2016) Colombia. En el planeta se desarrollaron métodos originales para maximizar la resistencia del concreto, la resistencia a tracción, resistencia a compresión, a cortante y ductilidad, así como el actuar de los agentes externos.

Partiendo de este punto es necesario la aplicación de nuevas tecnologías que nos ayuden a disipar estas anomalías.

Macea, L., Morales, L., Márquez, L. (2015) La evolución de la ciencia y tecnología ha generado el avance de tecnologías acertadas con respecto a la problemática que enfrenta la humanidad.

En la gestión de pavimentos es posible innovar con tecnologías que ayuden a tener certeza del cumplimiento de la función servicio y, así misma mejora sus propiedades.

Siendo uno de los principales materiales compuestos el concreto ha sido de mucha importancia para poder edificar distintos tipos de estructuras entre ellas los pavimentos rígidos, sin embargo, el mal estudio de tránsito, el actuar de agentes geológicos externos, mal cuidado, falta de mantenimiento y mala dosificación del mismo, hacen que no cumpla con la función para la que fueron diseñados y mucho menos su vida útil.

Urriago, T., Bocanegra, J., Doncel, W (2020) Colombia. uno de los materiales más que mayormente se produce en el mundo es el cemento, que tiene el uso mayoritario en la ingeniería civil, su producción tiene el costo elevado, que propaga una alta contaminación por esa razón es necesario buscar nuevas alternativas que genere menos costos, mejora de las características del concreto y disminuir el impacto ambiental.

Nuestro país no es la excepción, ya hace un tiempo se viene trabajando con distintos métodos, adicionando al concreto distintos tipos de elementos, los cuales tiene un

mismo propósito hacer más resistente al actuar de las fuerzas internas y cargas superficiales al elemento.

Briceño, J (2019) La Libertad. Desde sus inicios, el ser humano busco una vida plena, satisfaciendo sus necesidades, consiguiendo así interconectar distintos lugares, hoy en día el hombre sigue construyendo carreteras y autopistas con mezclas asfálticas desde vías rurales a autopistas. Desde hace ya buen tiempo el concreto es el material principal para construcción carreteras; por ello la tecnología conforme pasa el tiempo desarrollando nuevos inventos en materiales de construcción, para brindar elementos de mayor calidad y durabilidad.

Chagua, J (2018) Puno. La falta de variedad y la adecuación de uso del concreto en la construcción de pavimentos, es hasta la actualidad la alternativa de solución, y con frecuencia en la pavimentación de calles en los distritos de la región de puno, trabajos que generan muchas veces inconformidad de la población y gobiernos locales por la prematura vida útil de los pavimentos rígidos, por falta de resistencia a flexión.

Según Zegarra y Sotil (2015) En el presente estudio que se realizó en Perú se enfoca en la aplicación del concreto añadiendo fibras, aplicado a pavimentos rígidos, comparándolos de manera analítica, los cambios que pueda haber en las propiedades mecánicas y físicas detallando las mejoras y avances experimentales.

Chagua, J (2018) Nos manifiesta, Puno. El refuerzo del concreto mediante la adición de fibra en su elaboración, genera un refuerzo, mejorando así algunas de sus propiedades físicas y mecánicas. Por ende, se nos hace indispensable saber en cuanto influye la fibra de acero en el comportamiento de un pavimento rígido.

El estado de la Avenida Naranjal, San Martin de Porres 2021 se encuentra en condiciones desfavorables perjudicando así el tránsito de las personas y generando daños en los vehículos que circulan por la zona. Por ello en esta presente investigación proponemos realizar un diseño de pavimento rígido reforzado con fibra sintética para la Avenida Naranjal, San Martin de Porres 2021.

Donde se presenta el problema general:

¿Cómo incide la incorporación de fibra sintética en el pavimento rígido en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021?

Donde se presenta los siguientes problemas específicos:

¿cómo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a flexión del pavimento rígido?

¿cómo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a compresión del pavimento rígido?

¿De qué manera la incorporación de fibra sintética incide en la reducción de costos en la producción de concreto?

Dando a conocer el objetivo general:

Definir como contribuye la adición de fibra sintética en el diseño de pavimento rígido en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.

Dando a conocer los objetivos específicos:

- De qué modo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a flexión del pavimento rígido.
- De qué modo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a compresión del pavimento rígido.
- Establecer como la adición de fibra sintética incide en la reducción de costos de producción del concreto.

Así llegando a la hipótesis general:

- La adición de fibra sintética contribuye significativamente en el diseño de pavimento rígido en el la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.

Dando a conocer las hipótesis específicas:

- La adición de fibra sintética repercute considerablemente en la resistencia a flexión del pavimento rígido.
- La adición de fibra sintética influye en la resistencia a compresión del pavimento rígido.
- La adición de fibra sintética influye significativamente en la reducción de costos de producción del concreto.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, en Colombia. Vega (2019). En su tesis. "Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto", presentada en la Universidad Militar Nueva Granada, tuvo la finalidad de ver el desempeño de la fibra sintética y metálica en el módulo de rotura conforme a las distintas investigaciones llevadas a cabo de concreto en el país. Donde realiza diferentes ensayos para precisar la resistencia de compresión y resistencia de flexión, dando como resultado el aumento de la resistencia de flexión y de compresión al agregar fibras sintéticas y metálicas. La utilización de fibras sintéticas en la construcción de los pavimentos rígidos tiene por finalidad garantizar el tiempo de vida de servicio, la reducción de costo y el mantenimiento, ya que al incrementa el módulo de rotura con la incorporación de fibra sintética, al diseñar el concreto se puede reducir los espesores de la losa de pavimento al incrementar la resistencia de las cargas después de las fisuras de la losa de concreto, incrementa la capacidad de deformación, se tiene como resultado el incremento del esfuerzo residual, este va disminuyendo a medida que las fisuras surgen, incluso con la aparición de fisuras la fibra proporciona una mayor resistencia (Rangel M). El estudio posee un resultado de módulo de elasticidad para las muestras con fibra, por lo que la investigación de (Rangel M.), donde se puede extraer informaciones muy relevantes de las aportaciones de la fibra en cuanto a la dosis se refiere y los tipos de materiales de las mismas.

Jimenes, Zambrano (2019). En su tesis titulada Fibra de Sorbetes en la Elaboración de Hormigón para Pavimento. Presentado en la Universidad Laica Vicente-Guayaquil. Las técnicas empleadas en este estudio fueron los ensayos de compresión en probetas cilíndricas y los ensayos de resistencia a la flexión de viguetas de hormigón con fibras plásticas sorbetes. Se realizaron ensayos de laboratorio utilizando la prueba de resistencia a la flexión o módulo de ruptura ASTM C78 y la prueba de resistencia a la compresión ASTM C39. Se emplearon equipos de laboratorio, una prensa hidráulica, una máquina de flexión y otros materiales (hoja de observación). Al examinar el comportamiento a la flexión de los hormigones fabricados con fibras de sorbete derivadas del plástico, se comprobó que la adición de 1,17 kg de fibra/m³ (20 gr) a 1,76 kg de fibra/m³ (30 gr) aumentaba significativamente la resistencia a la flexión; sin embargo, si se aumentaba la cantidad después de esto en igual proporción, no se obtenían incrementos significativamente mayores en la resistencia a la flexión.

Robalino, López (2018). En su tesis titulada Cantidad necesaria de Fibra de Acero para la generación de Hormigón de Cemento Portland de MR= 4,5 MPA, para Pavimentos Rígidos. Presentado en la Universidad de Guayaquil, tiene como finalidad analizar la cantidad necesaria de fibras para la generación de concreto con cemento portland con el módulo de rotura MR=4,5 MPA a las losas mediante los resultados de laboratorio. Donde se realizó diferentes tipos de ensayo como el de resistencia de flexión, ensayo de deformación. dado a los diferentes resultados que se obtuvieron, se realizó el análisis de costo por m³ y la comparación de los diferentes espesores, además se realizó un comparativo de costos de un paño de (3x4) m entre el concreto patrón y el concreto con fibra. Donde demuestra que a pesar del alto costo por m³ del HRFA, se genera un beneficio económico al incorporar fibras al concreto, ya que al agregar la fibra mejora sus características y disminuye el espesor del concreto y lo hace viable para uso de grandes cantidades. Por lo tanto, se llegó a una conclusión que las losas de pavimentos con concreto reforzado con fibra con respecto al concreto convencional tiene un espesor menor de 2cm a 4cm lo que hace que el volumen disminuya y el rendimiento mayor, además el tiempo de la construcción de la losa de concreto se reduciría y así se ahorraría tiempo y dinero en la ejecución de obra.

Ibarra (2018), en su investigación variación del módulo de rotura de los pavimentos drenantes usando fibras sintéticas “, presentada en la Universidad Piloto de Colombia, Esta investigación tubo como finalidad adicionar fibras sintéticas a la muestra para poder medir la resistencia de flexión y determinar la incidencia de las fibras en el módulo de rotura. El presente trabajo es una investigación aplicada. El proyecto fue analizado por diferentes formas de ensayos, Ensayo a flexión por la manera para medir el módulo de rotura, en sayos de compresión de cilindros de concreto y pruebas preliminares para concretos drenantes. En el proyecto de utilizo los instrumentos usados fueron: En el equipo de concreto se utilizó (una mezcladora, balanza, cuchara y varilla punta roma), formaleta para vigas, piscina de curado y cono slump. En conclusión, la variabilidad del módulo de rotura del concreto poli granular empleada en el pavimento drenante incorporándole fibra sintética puede dar en un 32% depende de la muestra que se emplea. Donde la resistencia mecánica y la estructura petrográfica de los agregados, son de gran relevancia al relacionarlo con la resistencia ala flexión del pavimento drenante, por

lo tanto, la adición de fibra garantiza el incremento en la resistencia de este pavimento.

Cedeño, L., Romero K, Cristina A (2018). en su tesis titulada "Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un Hormigón para Pavimento rígido $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ", presentada en la Universidad de Guayaquil, Colombia, esta investigación tiene como fin mejorar del comportamiento del concreto común añadiéndole fibras metálicas y de polietileno para un pavimento rígido $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. Los avances con la adición de fibra, hace que disminuyan considerablemente los agrietamientos, ya que aumenta su resistencia a tracción y otras propiedades. Con la necesidad de proporcionar durabilidad y reducir los esfuerzos, garantizando así el tiempo de vida del pavimento.

Los avances en materiales y procesos constructivos hacen que el concreto elaborado con fibras avance a pasos acelerados, en el campo de concretos especiales se presenta como el avance más significativo. El uso de concreto fibra-reforzado se está empleando más en la construcción en distintos tipos de obras civiles desde piscinas, estabilización de taludes, obras subterráneas, etc. En esta investigación se constata que los resultados obtenidos del concreto simple y concreto reforzado con fibras teniendo en cuenta el procedimiento constructivo, precios unitarios y metodología de diseño.

Córdoba (2015). En su tesis titulada Análisis Comparativo Teórico y Económica, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyados sobre suelos. Presentada en la Universidad de Costa Rica. Cuya investigación tuvo como objetivo efectuar el análisis comparativo teórico y económica, basándose en el parámetro obtenido en la prueba experimental entre la fibra sintética y la fibra de acero incorporada como refuerzo en la losa de concreto, con el propósito de saciar y dar la mejora de las propiedades en las que utilizaron el refuerzo tradicional. Se realizaron numerosas pruebas de laboratorio para comprobar el comportamiento de las fibras de acero y sintéticas en cuanto a la resistencia a la carga después de la fisuración y su comportamiento cuando se someten al fenómeno de la contracción plástica. Los procedimientos de laboratorio se desarrollaron utilizando las normas establecidas, y con ello se pretende controlar algunas de las variables del experimento. En consecuencia, los resultados pueden compararse con los de otros ensayos realizados con el mismo enfoque. En

conclusión, se comprobó la presencia de ductilidad cuando se añade fibra sintética o de acero a la mezcla de hormigón, demostrando el aumento de la capacidad del hormigón reforzado con fibra para soportar la carga después del pico o la fisuración y preservar la integridad del elemento.

En el ámbito nacional, Medina (2019), en su tesis titulada “Influencia de diferentes porcentajes de tiras de plástico en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable y su aplicación como pavimento rígido”, presentada en la UPN, el propósito del proyecto de investigación es determinar el efecto del porcentaje adecuado de tiras de plástico sobre la permeabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Esta investigación se califica como investigación aplicada, ya que requiere una planificación para lograr un objetivo determinado. La población de estudio consta de 80 testigos de concreto permeable, las muestras se dividen en 30 especímenes para la prueba de compresión, 30 para la prueba de permeabilidad y 20 para la prueba de resistencia a la flexión. Estas probetas se construirán utilizando el diseño estándar, así como las 4 dosis que se tuvieron en cuenta (0,00). El tiempo de curado será de 28 días. El equipo utilizado consta de probetas cilíndricas y se realizaron varios experimentos, como el ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39), el ensayo de resistencia a la flexión (ASTM C293), el ensayo de permeabilidad y el desarrollo de vigas (50 x 15 x 15 cm). Tras la realización de este estudio, se demostró que el impacto de los distintos porcentajes de cinta plástica sobre la permeabilidad, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del hormigón es notable, lo que apoya la hipótesis planteada. Los resultados son satisfactorios.

Pablo (2017), en su tesis titulado “Evaluación de la Influencia de las Fibras de Polietileno en el Diseño, Construcción y Durabilidad de Pavimento de concreto en la Ciudad de Cerro de Pasco – 2017”. El proyecto de estudio, que fue presentado en la Universidad Daniel Alcides Carrión en 2017, buscaba entender cómo las fibras de polietileno en el hormigón podían ser utilizadas para construir un pavimento rígido para la ciudad de Cerro de Pasco.

Las fibras adicionadas de polietileno. Los datos in situ, el bolso de conservación de pruebas, el centro de pruebas de mecánica de suelos y hormigón, el equipo de pruebas de flexión, el equipo de pruebas de compresión axial y otros formatos de laboratorio fueron las herramientas empleadas en los enfoques mencionados. En

conclusión, el agregado de fibra de polietileno afecta a la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón. Se llevaron a cabo varias pruebas y el resultado final fue el aumento del Mr en 114% por encima del hormigón convencional.

Valero, J (2015). Expone en su tesis titulada "influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014", presentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, donde el proyecto de investigación aplicada. El objetivo del proyecto es determinar cómo afecta la fibra a la prevención de fracturas en el pavimento de concreto provocadas por la contracción plástica. Los pavimentos y losas de hormigón de la ciudad de Huancayo son la población objetivo del estudio. Las losas de pavimento de hormigón de la ciudad de Huancayo sirven como evidencia. Los instrumentos utilizados en este proyecto de investigación serán las pruebas estándares e instrumentos o artefactos de medida. Las fisuras por la retracción que se presentan en el concreto disminuyen significativamente al añadirlas fibras de polipropileno, en consecuencia, ahí relación invertida, es decir, según se está agregando la porción de fibra se va reduciendo las grietas del pavimento rígido.

Sotil y Zegarra (2015), expresa en su tesis, que se tituló Análisis comparativo del comportamiento del hormigón no reforzado, del hormigón reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y del hormigón reforzado con fibras de acero Wirand FF4 aplicado a losas de pavimento rígido industrial. En este estudio se analizan analíticamente las características mecánicas del hormigón reforzado con fibras de acero wirand FF3 y wirand FF4 con las del hormigón no reforzado. la creación de estudios de campo para proporcionar comparaciones del hormigón no reforzado, el hormigón reforzado con fibras wirand FF3 y el hormigón reforzado con fibras wirand FF4. Una de las opciones preventivas para reducir las limitaciones centradas en el pavimento es el uso de fibras de acero, que reducen la energía de agrietamiento y, por tanto, pueden sustituir a los refuerzos de acero tradicionales.

En el nivel local, Gonzales, (2018). En su tesis titulada Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado con Acero para El Mejoramiento de la Avenida Gambetta, Tramo Refinería Pampilla, Callao 2018. Presentado en la Universidad Cesar Vallejo. Pretende averiguar si la avenida Gambetta, en el tramo de 200 millas entre la Refinería de Pampilla y Ovalo, mejorará como resultado del diseño del pavimento rígido reforzado con fibra de acero. El estudio de tráfico se llevó a cabo tras la

realización de muchos otros tipos de estudios, como el estudio del suelo, que evaluó las cualidades superficiales y estructurales del pavimento. Esto condujo al desarrollo del concepto de pavimento rígido reforzado con acero. Como resultado del trabajo realizado en esta investigación y de los hallazgos, se puede concluir que las fibras de acero son una alternativa para el control de dichas restricciones que se centran principalmente en las losas de hormigón o en el pavimento, ya que éstas acaban provocando un aumento de las roturas. Las fibras de acero alteran el comportamiento débil del hormigón en respuesta a la transferencia de esfuerzos generada. Al conseguir la ductilidad del defecto, es posible limitar la rapidez de propagación de las fracturas.

En todas las investigaciones que se realizan como un proyecto, tesis, y las de más redacciones científicas y académicas se requiere tener una información detallada, veraz y concisa a través de diversas fuentes bibliográficas de confianza para realizar futuras metodologías y experimentaciones, por esa razón es necesario conocer nuestro objeto de estudio, a lo que menciona Gallego(2018) en su artículo de investigación que no se puede construir un marco teórico si no se tiene definido el objeto de estudio.

Por lo tanto, el diseño del pavimento rígido reforzado con fibra sintética en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021 es el objeto de estudio de este proyecto de investigación. Para ello, se requiere conocer todas las bases teóricas y nacionales e internacionales que se enumeran a continuación.

Existen una variedad de conceptos respecto al pavimento donde se define los siguientes autores:

Becerra (2012) Define que los pavimentos son una estructura formada por una carpeta de rodadura con un conjunto de capas de rodadura que pueden ser simples o tratadas, que reposan sobre la subrasante. El pavimento está diseñado para distribuir cargas de los vehículos donde toda la estructura tiene como objetivo proteger el suelo natural.

Así como el manual de carreteras, suelos, geotecnia y pavimento (2013) donde define que el pavimento es una estructura que está conformada por varias capas que está construido encima de una subrasante del camino así poder distribuir y

resistir los esfuerzos que se originan de los vehículos, así perfeccionar las condiciones de comodidad y seguridad de los vehículos al momento del tránsito.

A si mismo existe diferentes tipos de pavimentos, que cuentan con sus respectivas características físicas, mecánicas y estructurales, donde ya fueron estudiadas, en general se divide en pavimento flexible, rígido y articulado a continuación se describe los conceptos de los pavimentos por diferentes autores.

Gomes (2014). Define que los pavimentos flexibles están formados por capas bituminosas que se apoyan normalmente en la base y en dos capas ligeras de subbase. La subbase es la encargada de regular los cambios de elasticidad y volumen que perjudican al pavimento, mientras que la función de la base es distribuir y transferir las cargas provocadas por el tráfico.

Según Briceño, Narciso (2019) Las estructuras viales formadas por una capa de asfalto apoyada sobre capas de material menos rígido, de material granular, y unidas a la base, a la subbase y, en determinadas circunstancias, a una subrasante mejorada, se denominan estructuras de pavimento flexible.



Figura 1: Estructura del pavimento flexible.
Fuente: <http://slideplayer.es/slide/10916850>

Conforme lo indica el Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia y Pavimentos (2014) el pavimento rígido es una capa sólida de concreto de cemento hidráulico que se apoya en la capa de subbase, compuesta por materiales granulares o está estabilizada con cemento o cal.

Pavimento rígido según Mora, Arguelles (2015) Colombia, es aquella que se crea colocando una fuerte losa de hormigón Portland sobre la base o directamente

sobre la subrasante, donde es autorresistente y distribuye las tensiones del suelo de forma mínimamente invasiva.

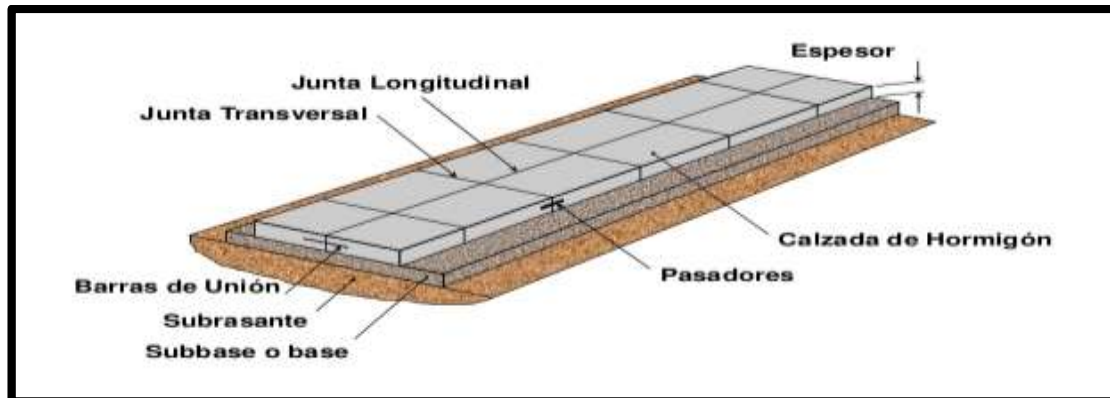


Figura 2: Elementos de construcción del pavimento rígido.

Fuente: Mora, Arguelles (2015).

Según el portal Rivelsur. Los elementos de hormigón auto bloqueantes del pavimento articulado están incrustados en una capa flexible que es extremadamente resistente. Su forma le permite operar con sus elementos de forma que la carga transferida a la base de apoyo es inferior al 50% ya que puede transferir las cargas recibidas a varios de sus elementos adyacentes.

Navas, Rincón (2020). El pavimento articulado está formado por capas de bloques de concreto premoldeados, debido a su dimensión reducida se permite su manipulación y colocación de forma más sencilla, la capa puede estar colocada sobre la subrasante si está en un buen estado o puede ir colocada sobre una subbase, en cualquiera de los casos el asentamiento de los bloques se realiza sobre una delgada capa de arena.

Según Diaz (2018). Un pavimento articulado es aquel que tiene una capa de rodamiento, don de los pequeños adoquines se encuentran unidos por un sellante que logra retenerlos y logra impermeabilizar la estructurara, debido a su forma de estar entrelazado le permite transferir las cargas a todas sus adyacentes.

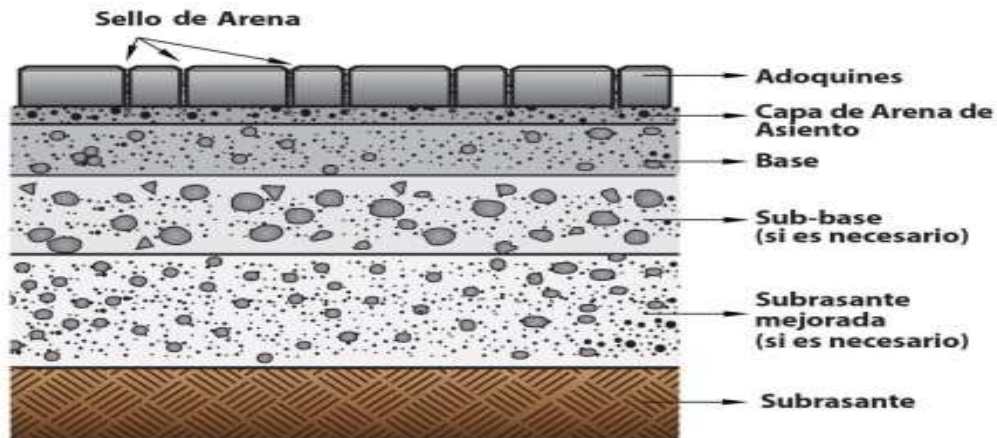


Figura 3: Estructura del pavimento articulado.

Fuente: Diaz (2018).

Según Argos 360. Las fibras siempre estuvieron presentes en el uso de estructuras semejante al concreto como por ejemplo el adobe, los morteros de cal, la tapia pisada y entre otros. Las fibras han sido utilizadas tras el transcurso de los siglos para mejorar la resistencia y la durabilidad de los adobes, etc. En la actualidad las fibras ansiado obtenidas de diferentes materiales como el acero, vidrio, sintéticas y las naturales.

Fibra de acero son trozos pequeños de acero que varía su longitud y su diámetro entre 20 y 100, donde presenta un módulo de elasticidad elevada, la fibra de acero comúnmente se usa en el pavimento de aeropuertos también se usan en las autopistas o pisos industriales.

Tabla 1:

Ventajas de la fibra de acero.

FIBRA DE ACERO

Mayor aguante a la tracción.

Mayor absorción de energía con el uso de alambre de bajo carbono.

Sustituir la malla y las varillas tradicionales por fibra de acero.

Aumenta la resistencia al impacto, al corte y a la fatiga de las estructuras de concreto.

Nota: Sika Perú.

Las fibras de acero están compuestas por las fibras del vidrio, donde su matriz de resistencia es el mortero de cemento hidráulico, esta específicamente diseñado para ser compatible con los ambientes alcalinos.

Tabla 2:

Ventajas de la fibra de vidrio.

FIBRA DE VIDRIO

Las fibras de vidrio impiden físicamente que la humedad se desplace por el concreto durante y después de su colocación.

Se consigue un concreto con mayor homogeneidad, lo que ocasiona, con el incremento de la resistencia global media.

El refuerzo de acero se elimina de varios componentes no estructurales, mejorando la resistencia a la tracción y a la flexión.

El agrietamiento del concreto provocado por la contracción plástica se minimiza utilizando fibras de vidrio.

Nota: Argos 360.

La fibra sintética puede reducir la fisuración y la contracción plástica, y puede apoyar al concreto después de su figuración, se producen de mono filamentos y las fibras están compuesta por pequeñas fibrillas de sección transversal rectangular.

Tabla 3:

Ventajas de la fibra sintética.

VENTAJAS DE LAS FIBRAS SINTÉTICA

Reduce las fisuras por retracción y detiene su propagación.

Refuerza notablemente el hormigón.

Reduce su comportamiento inconsistente aumentando su dureza al impacto.

Aumenta la resistencia a la compresión y a la tracción al aumentar la cantidad.

Nota: Sika Perú

III. METODOLOGÍA

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Según Gómez (2020). el proyecto es de tipo aplicada donde utiliza conocimientos, descubrimientos de investigaciones básicas para solucionar los problemas.

Partiendo por la explicación del autor, la presente investigación será de tipo aplicada, buscado dar solución al problema en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Cabezas, Andrade, Torres (2018). Se denomina la investigación cuasi experimental donde no es factible emplear el método experimental verdadero, donde difiere por los experimentos verdaderos por grado de la seguridad, se caracteriza de aleatoriedad o grupo de control.

El presente esfuerzo de estudio tendrá un diseño cuasi experimental, a partir de las presentaciones de los autores.

3.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

3.2.1. Variable dependiente

Según Cabezas, Andrade, Torres (2018). Es la consecuencia y el efecto por la acción de la variable independiente y es el objeto de estudio a lo largo del proyecto de investigación.

Según exponen los autores, el siguiente proyecto de investigación tendrá como variable dependiente al diseño de pavimento rígido.

3.2.2. Variable independiente

Según Cabezas, Andrade, Torres (2018). Expone que la variable independiente se relaciona con la causa y que genera cambios en la variable dependiente, en los estudios donde el investigador manipula la variable y se da a conocer como investigación experimental. Según los autores, la fibra sintética será una variable independiente en el presente estudio.

3.2.3 OPERACIONALIZACIÓN.

| VARIABLES | DIMENSIÓN CONCEPTUAL | DIMENSIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN |
|--|--|--|---|---|-------------------------------|
| <p>Variable Independiente: Fibra Sintética</p> | <p>Según Carampoma (2018) Al adherirse al hormigón, las fibras mantienen las cargas de tracción que son capaces de soportar, regulan el agrietamiento y disminuyen la intensidad de la fractura al tiempo que aumentan la tenacidad.</p> | <p>La fibra sintética trabaja conjuntamente con el concreto para reforzarlo, mejorar la distribución de las cargas y evitar las fisuras. Se expande aleatoriamente dentro de la masa, antes de llegar a su vértice en el encofrado, formando una red tridimensional muy uniforme que refuerza la estructura y garantiza una larga vida útil.</p> | <p>Propiedades físicas de la fibra sintética.</p> <p>-Propiedades mecánicas de a la fibra sintética.</p> <p>-índice medio diario.</p> | <p>Elongación de Rotura.</p> <p>-Poder de tracción.</p> <p>- Absorción de Agua.</p> <p>-resistencia al desgaste.</p> <p>-Reducción de la figuración.</p> <p>-Aumento de tenacidad del concreto.</p> <p>-conteo vehicular.</p> | <p>Ensayos de laboratorio</p> |
| <p>Variable Dependiente: Diseño de Pavimento Rígido</p> | <p>Manual de Carreteras (2014). El pavimento regido es una estructura sólida que está constituido por una losa de concreto que se encuentra apoyada sobre una base o subbase.</p> | <p>El pavimento rígido está diseñado para soportar las cargas de tránsito, y las losas están diseñadas para absorber casi la totalidad de los esfuerzos producidos por el tránsito vehicular.</p> | <p>Resistencia a la flexión.</p> <p>--Resistencia a compresión.</p> <p>-Relación de costos de la fibra al ser incorporado</p> | <p>-Evaluación Física.</p> <p>- la cantidad necesaria de fibra a utilizar.</p> <p>-Evaluación.</p> <p>-Diseños de mezclas.</p> <p>-Ruptura de probetas.</p> <p>- como evaluar los costos al incorporar la fibra sintética</p> | <p>Ensayos de laboratorio</p> |

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTRO POBLACIÓN

3.3.1. Población:

Según Cabezas, Andrade, Torres (2018). Es el conjunto de datos que se utiliza para desarrollar el estudio de un grupo de individuos estrechamente relacionados con la zona de estudio.

Por lo expuesto la población del presente proyecto de investigación será la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.

3.3.2. Muestra:

Según Cabezas, Andrade, Torres (2018). Es, en esencia, el subgrupo de una población, o el subconjunto de elementos que forman parte del conjunto definido de la población.

De acuerdo con los autores la muestra del siguiente proyecto de investigación será la avenida Naranjal.

3.3.3. Muestreo:

El muestreo no probabilístico intencional nos permite seleccionar casos característicos relacionados a la investigación no se fundamenta por fórmulas probabilísticas dependen de la toma de decisión del investigador.

Los autores afirman que se utilizará un muestreo intencional no probabilístico, lo que nos permitirá seleccionar la muestra a nuestra discreción como investigadores

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas:

Según Sánchez, Reyes, Mejía (2018). Es el conjunto de instrumentos y de medios por las cuales se efectúa el método, es el grupo de operaciones y reglas para poder manejar los instrumentos que ayudan al investigador en la utilización de los procedimientos.

En la presente investigación se utilizará la técnica de observación en la que consiste en observar el desarrollo del de los fenómenos que se desea analizar y este método se utiliza para recolectar información.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos:

Según Sánchez, Reyes, Mejía (2018). Son instrumentos utilizados en los métodos de recolección de datos, como un manual, una prueba, un instrumento o un cuestionario.

Los instrumentos utilizados son:

- Ficha de observación de datos
- Ficha de laboratorio

3.5. Procedimientos:

En este proyecto de investigación se realizará ensayos de laboratorio para poder determinar materiales que constituirán en el diseño de la mezcla de concreto incorporándole fibra sintética. Una vez el realizado de la mezcla, se toman muestras de vigas y probetas de hormigón para calcular las distintas dosis de evaluación de la resistencia a la compresión y a la flexión. Estos resultados serán necesarios para el diseño de pavimentos rígidos al añadir fibra sintética al concreto.

3.6. Método de análisis de datos:

En esta investigación se elaborarán formatos estandarizados según las Normas Técnicas del Perú, con la finalidad de una base de datos de las actividades que se realizaron en los laboratorios, el programa Microsoft Excel facilitara sistematización de la información, las estadísticas en el proceso de dosificación, organización y presentación de datos.

3.7. Aspectos éticos

Este proyecto de investigación ha sido realizado cumpliendo los principios éticos que esta normado en el código ético del colegio de ingenieros del Perú, donde hace mención a los criterios, normas y los valores que deben guiar al ingeniero en el desarrollo de sus actividades profesionales. se extrajo la información de diversas investigaciones para poder emplearlo en el desarrollo como libros, artículos, tesis, donde sea respetado los derechos al autor en las investigaciones empleadas así respetando su autoría.

IV. RESULTADOS

ENSAYO DE SUELOS (C-1)

Se iniciaron con las pruebas, determinando el estado en el que se encuentra la zona de estudio. Los ensayos de suelo se realizaron en el laboratorio de **INGEOCONTROL S.A.C.** certificándolos utilizando las normas **ASTM D6913**, **ASTM D2216** y **ASTM D4318**.

Las muestras del campo Calicata -1 se recolectaron para dar comienzo al análisis granulométrico, que utilizó los siguientes números de tamices de acuerdo con la norma **AASHTO T-27**, proporcionando pruebas en forma de porcentaje de muestras que pasaron por cada tamiz y arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 4:

Análisis granulométrico por tamizado muestra - 1.

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO CALICATA - 1 | | |
|--|--------------------------|----------------------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
| 3" | 76.2 | 100 |
| 2" | 50.8 | 100 |
| 1 1/2" | 38.1 | 100 |
| 1" | 25.4 | 97.2 |
| 3/4" | 19 | 95.3 |
| 3/8" | 9.5 | 94.8 |
| Nº 4 | 4.75 | 94.2 |
| Nº 10 | 2 | 93 |
| Nº 20 | 0.84 | 90.7 |
| Nº 40 | 0.425 | 85.2 |
| Nº 60 | 0.25 | 76.8 |
| Nº 100 | 0.15 | 66.8 |
| Nº 140 | 0.106 | 62 |
| Nº 200 | 0.075 | 58.3 |

Nota: Elaboración propia.

El contenido de humedad del suelo fue de 9,2%, lo que, de acuerdo con la norma **ASTM D2216**, indica que está seco y tiene poca cantidad de agua en su contexto.

Contenido de humedad M-1.

| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | |
|--|---------------------------------|
| Porcentaje de humedad (%) | 9.2 |
| Técnica de secado | Horno a 110 +/-5°C |
| Método de reporte | "B" |
| Materiales excluidos | Ninguno |
| Procedimiento de obtención de muestra | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| Procedimiento de tamizado | Tamizado compuesto |
| Tamiz separador | N°4 |
| Método de reporte de resultados | "B" |

Figura 4: Contenido de humedad muestra – 1.
Fuente: elaboración propia.

El límite líquido (**LL**), que tiene un valor de 29,0, y el límite plástico (**LP**), que tiene un valor de 15,0, sirven ambos como ejemplos de los límites de consistencia de la norma **ASTM D4318**, lo que supone una diferencia de 14,0, o el índice plástico (**PI**).

$$LL - LP = IP$$

$$29 - 15 = 14$$

Límite de consistencia M-1.

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---|------------|
| LÍMITE LIQUIDO | 29 |
| LÍMITE PLASTICO | 15 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 14 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (I _c) | 1.4 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ (I _L) | -0.4 |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LIQUIDO | Multipoint |

Figura 5: Límites de consistencia muestra – 1.
Fuente: Elaboración propia.

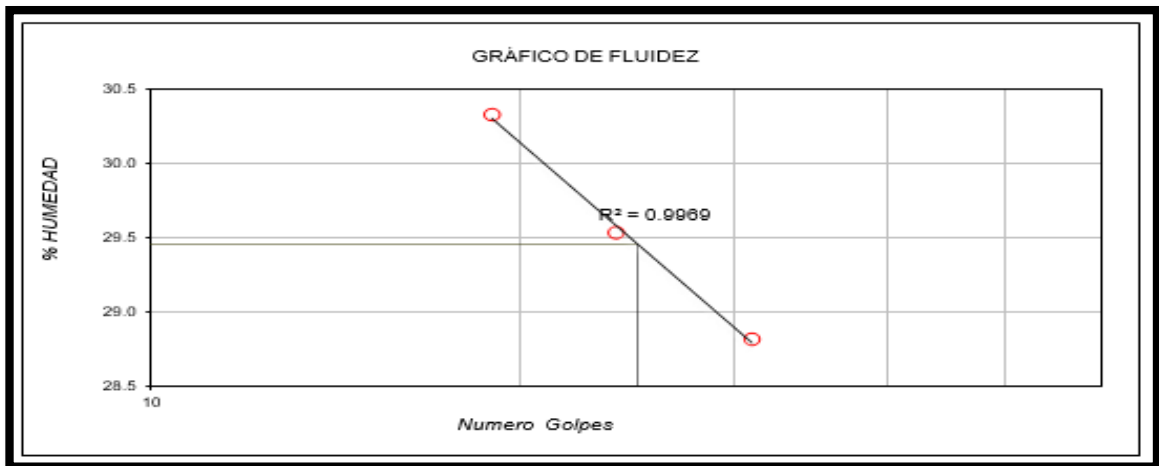


Figura 6: Porcentaje de humedad vs número de golpes muestra -1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Adicionalmente, se muestra el porcentaje de acuerdo a la clasificación del suelo en relación a los diferentes tipos de suelos, siendo la grava el 5,8%, la arena el 35,9% y los finos el 58,3%. Se obtuvo una clasificación "CL" según la figura 7, que se denomina como una **Arcilla arenosa de baja plasticidad**, de acuerdo con la clasificación de los suelos según el régimen **SUCS** y la norma **ASTM D2487**.

| COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS | |
|--|------|
| Contenido de grava presente en el suelo % | 5.8 |
| Contenido de arena presente en el suelo % | 35.9 |
| Contenido de finos presentes en el suelo % | 58.3 |

Figura 7: Porcentaje en función al tamaño de partículas de muestra- 1
Fuente: Elaboración propia.

Además, el resultado de la prueba de clasificación de suelos **AASHTO D3282** fue **A-6 (3)**, lo que indica que el material está entre un material aceptable y malo.

$$LL = 29$$

$$IP = 14$$

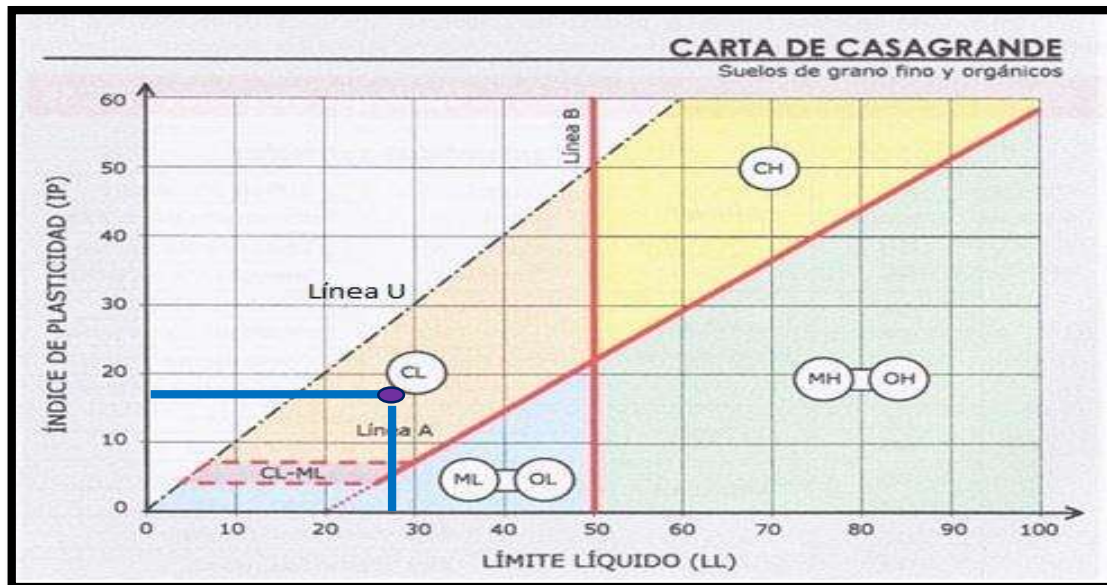


Figura 8: Carta de casa grande muestra – 1..

Fuente: <https://es.scribd.com/document/391598306/carta-plasticidad-casagrande>.

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO C-1 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-----------|------------|--------------------------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|-----------|-------------------|--------------------|-----------|
| Clasif. General | Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08 mm) | | | | | | Suelos Finos ($> 35\%$ bajo 0.08 mm) | | | | |
| Grupo | A - 1 | | A-3 | A-2 | | | A - 4 | A - 5 | A - 6 | A - 7 | |
| Sub-Grupo | A-1a | A-1b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6* | A-2-7* | | | A-7-5** A-7-6** | |
| Nº 10 | ≤ 50 | | | | | | | | | | |
| Nº 40 | ≤ 30 | ≤ 50 | ≥ 51 | | | | | | | | |
| Nº 200 | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | | | ≥ 36 | | | | |
| LI | | | | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 |
| IP | ≤ 6 | | NP | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 |
| Descripción | Gravas y Arenas | | Arena fina | Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas | | | Suelos Limosos | | Suelos Arcillosos | | |

Figura 9: Sistema de Clasificación AASHTO.

Fuente: <https://geo-webonline.com/el-sistema-de-clasificación-de-suelos-aashto>.

| clasificación del suelo M-1. | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-6 (3) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

Figura 10: Clasificación de suelo muestra-1.

Fuente: Elaboración propia.

De forma similar, la curva granulométrica se apoya en la prueba granulométrica, que establece la cantidad proporcional de cada elemento y proporciona la prueba de la cantidad que prevalece sobre la arena en la muestra.

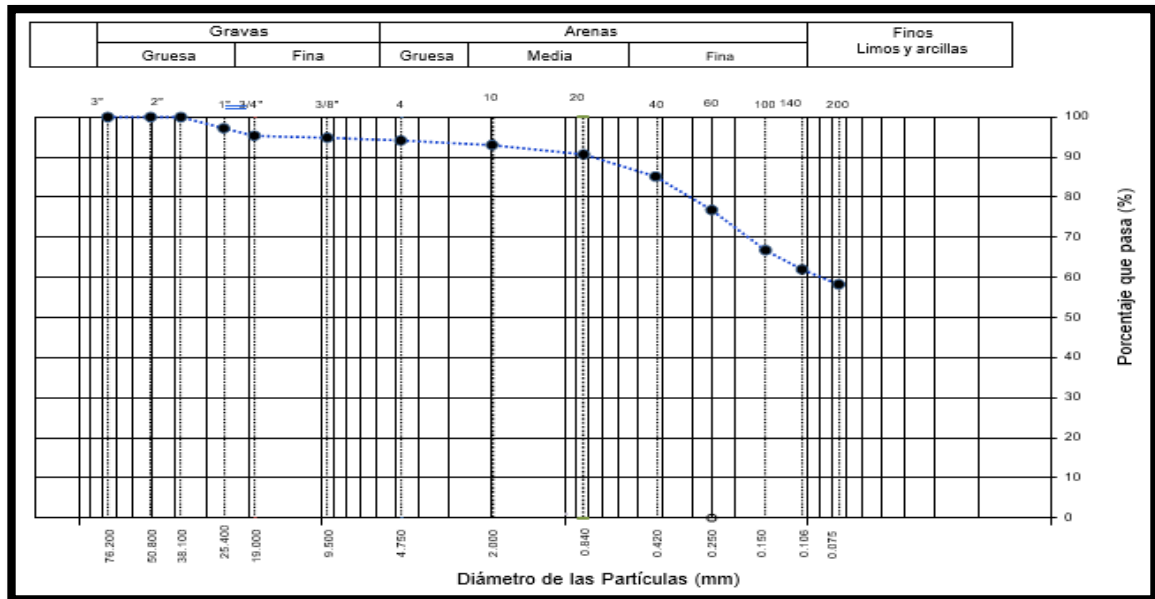


Figura 11: Curva granulométrica muestra – 1.

Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

De igual manera, se comenzó a talar las muestras para la calicata 2 (C-2), se recolectaron para dar comienzo al análisis granulométrico, que utilizó los siguientes números de tamices de acuerdo con la norma **AASHTO T-27**, proporcionando pruebas en forma de porcentaje de muestras que pasaron por cada tamiz y arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 5:

Análisis granulométrico por tamizado muestra - 2.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|---------------|---------------------|
| 3" | 76.200 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 99.8 |
| Nº 4 | 4.750 | 99.4 |

| | | |
|--------|-------|------|
| Nº 10 | 2.000 | 96.6 |
| Nº 20 | 0.840 | 90.5 |
| Nº 40 | 0.425 | 80.3 |
| Nº 60 | 0.250 | 69.8 |
| Nº 100 | 0.150 | 59.0 |
| Nº 140 | 0.106 | 53.8 |
| Nº 200 | 0.075 | 50.2 |

Nota: Elaboración propia.

El contenido de humedad del suelo fue de **13.3%**, lo que, de acuerdo con la norma **ASTM D2216**, indica que está seco y tiene poca cantidad de agua en su contexto.

| <i>Contenido de humedad M-2.</i> | |
|--|---------------------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | |
| Porcentaje de humedad (%) | 13.3 |
| Técnica de secado | Horno a 110 +/-5°C |
| Método de reporte | "B" |
| Materiales excluidos | Ninguno |
| Procedimiento de obtención de muestra | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| Procedimiento de tamizado | Tamizado compuesto |
| Tamiz separador | Nº4 |
| Método de reporte de resultados | "B" |

Figura 12: Contenido de humedad muestra – 2.

Fuente: Elaboración propia.

Los límites de consistencia de la norma **ASTM D4318** también se demuestran con el límite líquido (**LL**), que tiene un valor de 32,0 y el límite plástico (**LP**), que tiene un valor de 18,0. Dándonos una diferencia de 14,0 que representa al índice plástico (**IP**).

$$LL - LP = IP$$

$$32 - 18 = 14$$

Límite de consistencia M-2.

| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---|------------|
| Límite líquido | 32 |
| Límite plástico | 18 |
| Índice de plasticidad | 14 |
| Índice de consistencia (I _c) | 1.3 |
| Índice de liquidez (IL) | -0.3 |
| Método de ensayo de límite líquido | Multipunto |

Figura 13: Límite de consistencia muestra – 2.
Fuente: Elaboración propia.

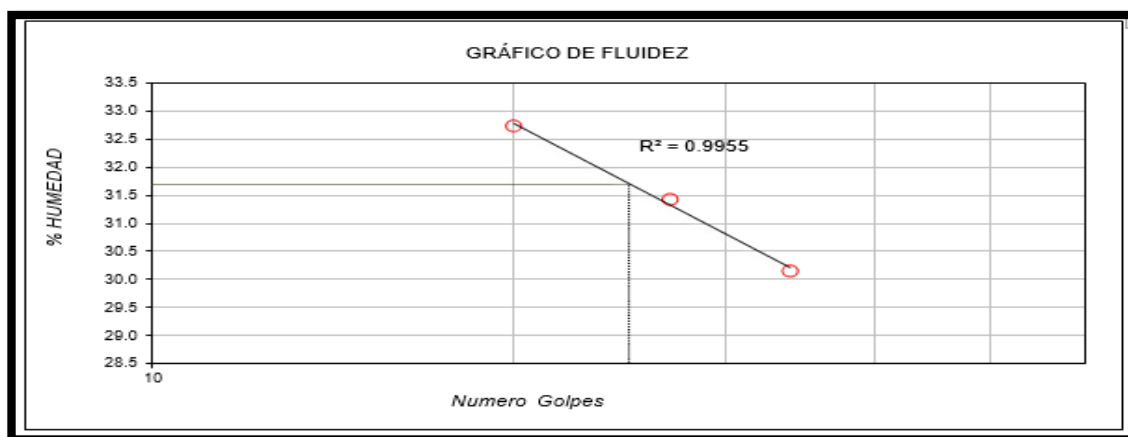


Figura 14: Porcentaje de humedad vs numero de golpes muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Adicionalmente, se muestra el porcentaje de acuerdo a la clasificación del suelo en relación a los diferentes tipos de suelos, siendo la grava el **0,6%**, arena un **49,2%** y los finos el **50,2%**. Se obtuvo una clasificación "CL" según la figura 15 , que se denomina como una **Arcilla arenosa de baja plasticidad**, de acuerdo con la clasificación de los suelos según el régimen **SUCS** y la norma **ASTM D2487**.

| COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS | |
|--|------|
| Contenido de grava presente en el suelo % | 0.6 |
| Contenido de arena presente en el suelo % | 49.2 |
| Contenido de finos presentes en el suelo % | 50.2 |

Figura 15: Porcentaje en función al tamaño de partículas de muestra- 2
Fuente: Elaboración propia.

Además, el resultado de la prueba de clasificación de suelos **AASHTO D3282** fue **A-6 (2)**, lo que indica que el material está entre un material aceptable y malo.

$$LL = 32$$

$$IP = 14$$

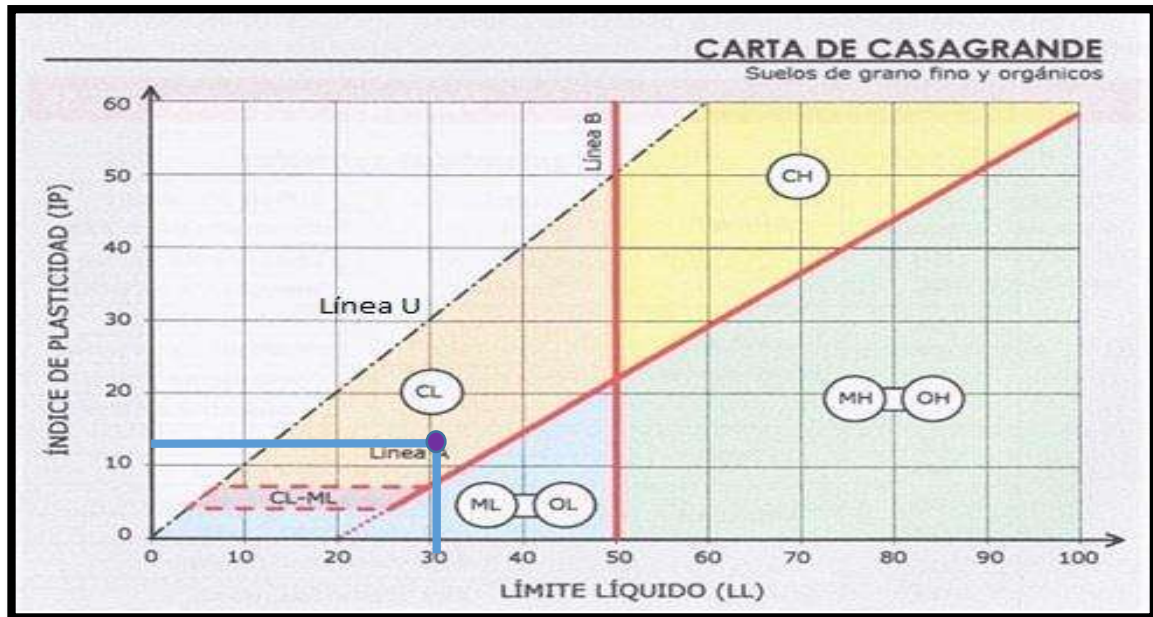


Figura 16: Carta de casa grande muestra - 2.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/391598306/carta-plasticidad-casagrande>.

| SISTEMA DE CLASIFICACIÓN AASHTO C-2 | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-----------|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------|--------------------|-----------|-----------|
| Clasif. General | Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0.08 mm) | | | | Suelos Finos ($> 35\%$ bajo 0.08 mm) | | | | | |
| Grupo | A-1 | A-3 | A-2 | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | | |
| Sub-Grupo | A-1a | A-1b | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6* | A-2-7* | | A-7-5** A-7-6** | | |
| Nº 10 | ≤ 50 | | | | | | | | | |
| Nº 40 | ≤ 30 | ≤ 50 | ≥ 51 | | | | | | | |
| Nº 200 | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 10 | ≤ 35 | | ≥ 36 | | | | |
| LI | | | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | ≤ 40 | ≥ 41 | | |
| IP | ≤ 6 | NP | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 | ≤ 10 | ≤ 10 | ≥ 11 | ≥ 11 |
| Descripción | Gravas y Arenas | | Arena fina | Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas | | Suelos Limosos | | Suelos Arcillosos | | |

Figura 17: Sistema de Clasificación AASHTO.

Fuente: <https://geo-webonline.com/el-sistema-de-clasificacion-de-suelos-aashto>.

| <i>Clasificación de suelos M-2.</i> | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-6 (2) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

Figura 18: Clasificación de suelo muestra - 2.
Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma, la curva granulométrica se apoya en la prueba granulométrica, que establece la cantidad proporcional de cada elemento y proporciona la prueba de la cantidad que prevalece sobre la arena en la muestra.

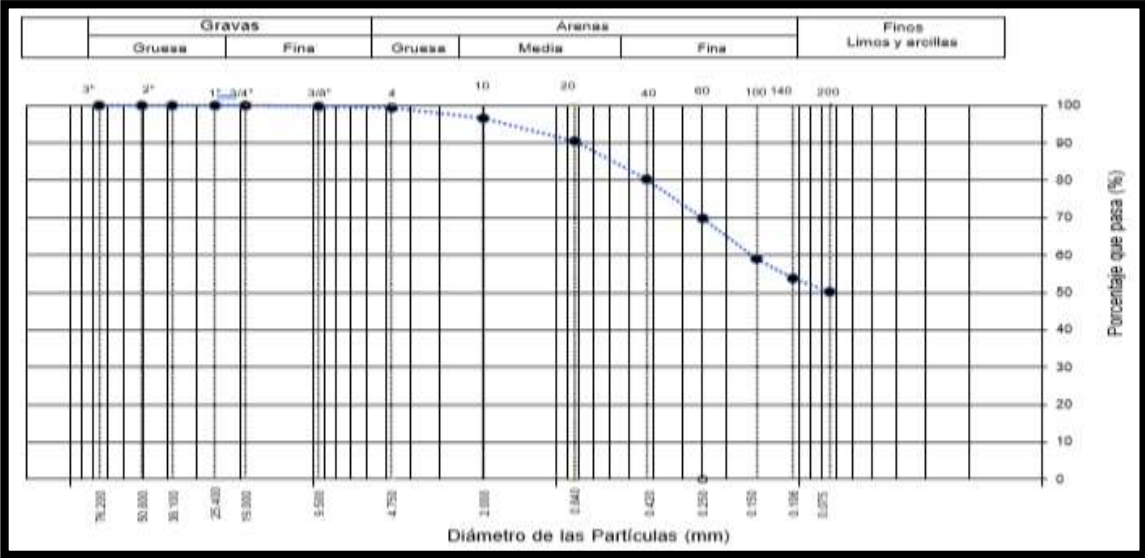


Figura 19: Curva granulométrica muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

También se evaluó el ensayo de Proctor modificado con el fin de establecer la densidad seca máxima del suelo y el contenido de humedad ideal para evaluar las demás pruebas. Los resultados de las pruebas, la extracción de material de la **C-1** y las cantidades proporcionales obtenidas de los muestreos apoyan la adopción del procedimiento "C" de la norma **ASTM D1883**.

ensayo de compactación - Proctor modificado M-1.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883

| | | | | | |
|--------------------------|---------------|----------|-----------------|----------|----------|
| | Volumen Molde | 2127 | cm ³ | | |
| | Peso Molde | 6262 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Volumétrico Húmedo | gr. | 1.882 | 2.016 | 2.122 | 2.122 |
| Contenido de agua | % | 8.2 | 11.4 | 14.5 | 17.1 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.740 | 1.810 | 1.854 | 1.812 |

Densidad Máxima Seca: 1.85 gr/c Contenido Humedad Optima: 14.7 %

Figura 20: Ensayo de compactación - Proctor modificado muestra - 1.
Fuente: Elaboración propia.

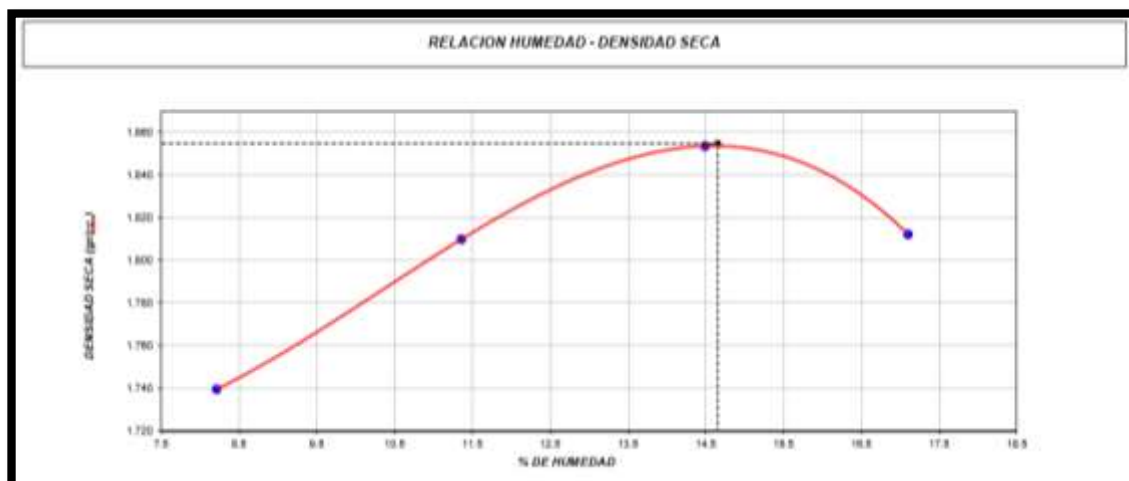


Figura 21: Relación % humedad vs densidad seca.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021)

Además, recogimos los resultados de las pruebas de cálculo de soporte de California (C.B.R.), donde se muestra el porcentaje de penetración empleado en la prueba de acuerdo con las densidades y la humedad medidas.

Ensayo de valor de soporte califonia **ASTM D1883.**

Cálculo de relación soporte california M-1.

| CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| Molde N° | 4 | | 3 | | 13 |
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr.) | 12,497 | | 12,253 | | 11,709 |
| Peso molde (gr.) | 7,976 | | 7,925 | | 7,637 |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4,521 | | 4,328 | | 4,072 |
| Volumen del molde (cm ³) | 2,123 | | 2,138 | | 2,125 |
| Densidad húmeda (gr./cm ³) | 2.130 | | 2.024 | | 1.916 |
| Densidad Seca (gr./cm ³) | 1.857 | | 1.765046 | | 1.671 |

Figura 22: Cálculo de relación soporte california muestra – 1.
Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la figura 22 los resultados del soporte california que se realizó en los moldes 4, 3 y 13, donde la cantidad de capas es de 5 y se realizó con los siguientes números de golpes 56 golpes, 25 golpes y 10 golpes respectivamente.

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | |
|-----------------------------|-------|-------|-------|
| Peso de tara (gr.) | 117.8 | 117.0 | 154.8 |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 425.5 | 466.0 | 765.5 |
| Tara + suelo seco (gr.) | 386.1 | 421.3 | 687.3 |
| Peso de agua (gr.) | 39.4 | 44.7 | 78.2 |
| Peso de suelo seco (gr.) | 268.3 | 304.3 | 532.5 |
| Humedad (%) | 14.7 | 14.7 | 14.7 |

Figura 23: Contenido de humedad muestra – 1.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 23 se halló el contenido de humedad con respecto a los siguientes números de golpes que son golpes 56 golpes, 25 golpes y 10 golpes respectivamente.

Tabla 6:

Expansión del ensayo california muestra - 1.

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|------------------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | 0.01" | mm % | | mm % | mm % | | | |
| 29-Oct | 11:28 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 30-Oct | 11:28 | 24 | 65 | 1.65 | 1.42 | 113 | 2.87 | 2.47 | 215 | 5.46 | 4.69 |
| 31-Oct | 11:28 | 48 | 72 | 1.83 | 1.57 | 188 | 4.78 | 4.10 | 294 | 7.47 | 6.42 |
| 1-Nov | 11:28 | 72 | 84 | 2.13 | 1.83 | 205 | 5.21 | 4.47 | 333 | 8.46 | 7.27 |
| 2-Nov | 11:28 | 96 | 85 | 2.15 | 1.84 | 209 | 5.31 | 4.56 | 340 | 8.64 | 7.42 |

Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 6 la expansión de la muestra se realizó según el tiempo que son 24 horas, 48 horas, 72 horas y 96 horas respectivamente.

Tabla 7:

Penetración ensayo california muestra -1.

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|------------|--------------------|---------------------|------------|------------|---------------------|---------------------|------------|-------------|---------------------|---------------------|-------|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm ²) | Molde N° 3 | | | | Molde N° 3 | | | | Molde N° 13 | | | |
| | | Carga | Corrección | Carga | Corrección | Carga | Corrección | Carga | Corrección | | | | |
| | | kg | kg/cm ² | kg/c m ² | CBR % | kg | kg/c m ² | kg/c m ² | CBR % | kg | kg/c m ² | kg/c m ² | CBR % |
| 0.025 | | 20 | 1.0 | | | 17 | 0.8 | | | 9 | 0.4 | | |
| 0.050 | | 53 | 2.6 | | | 52 | 2.6 | | | 27 | 1.3 | | |
| 0.075 | | 98 | 4.9 | | | 100 | 5.0 | | | 51 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.307 | 151 | 7.5 | 9.2 | 13.1 | 141 | 7.0 | 7.6 | 10.8 | 81 | 4.0 | 3.9 | 5.5 |
| 0.150 | | 260 | 12.9 | | | 224 | 11.1 | | | 121 | 6.0 | | |
| 0.200 | 105.460 | 359 | 17.8 | 19.3 | 18.3 | 287 | 14.2 | 15.0 | 14.2 | 147 | 7.3 | 7.6 | 7.2 |
| 0.300 | | 511 | 25.3 | | | 369 | 18.3 | | | 189 | 9.3 | | |
| 0.400 | | 642 | 31.8 | | | 452 | 22.4 | | | 232 | 11.5 | | |
| 0.500 | | 701 | 34.7 | | | 503 | 24.9 | | | 244 | 12.1 | | |

Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 7 penetración se realiza en las, 10 y 200 con una carga estándar de 70.307kg/cm² y 105.46 kg/cm² respectivamente donde se obtuvo resultados.

Tabla 8:

Datos de muestra -1.

Datos de muestra

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| Máxima Densidad Seca | 1.85 gr./cm ³ |
| Máxima Densidad Seca al 95% | 1.762gr./cm ³ |
| Optima Contenido de Humedad | 1.47 % |

Nota: Elaboración propia.

CBR con en el nuero de golpes:

En las siguientes figuras se muestra los resultados con sus correspondiente numero de golpes 56, 25 y 10 esta relacionado en penetracion y kg/cm2.

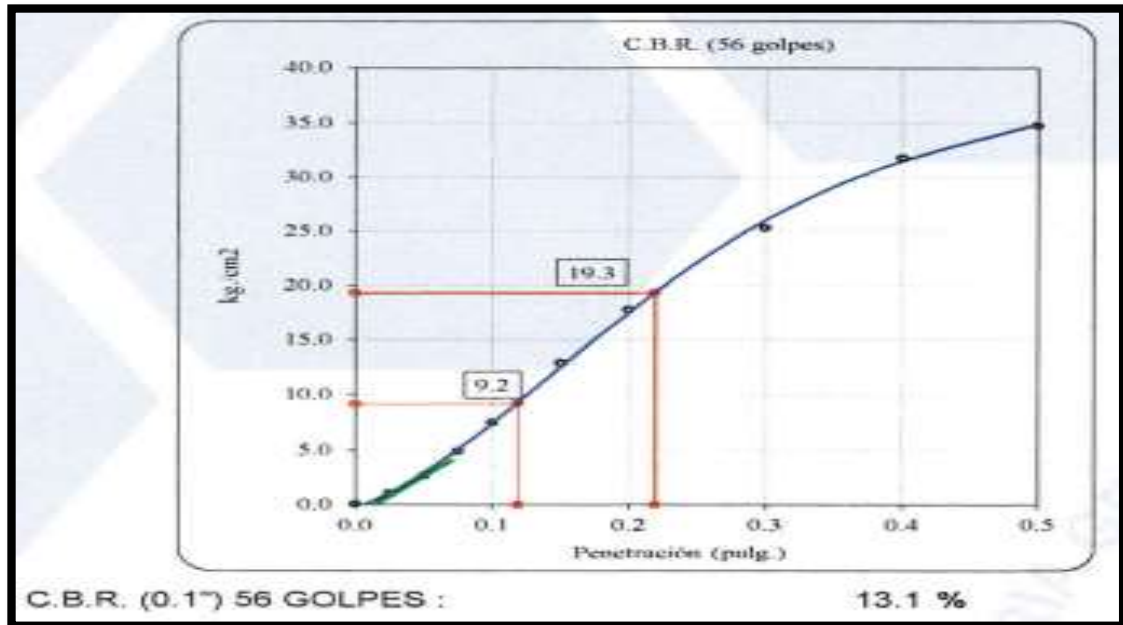


Figura 24: C.B.R. a los 56 golpes muestra - 1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

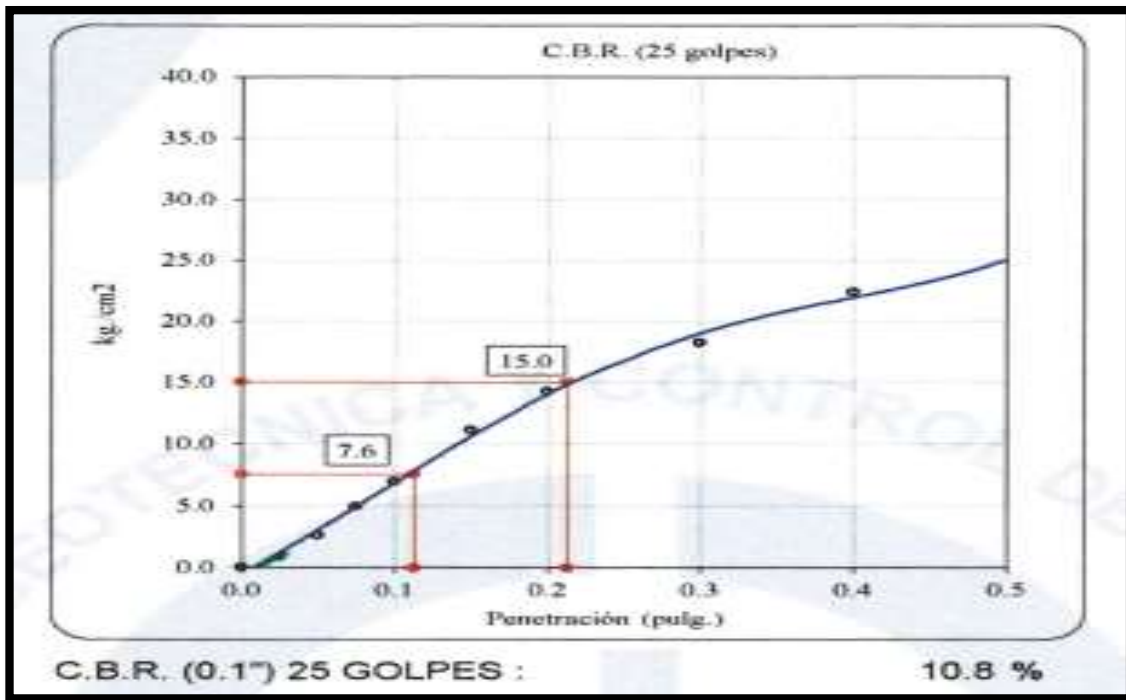


Figura 25: C.B.R. a los 25 golpes muestra-1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

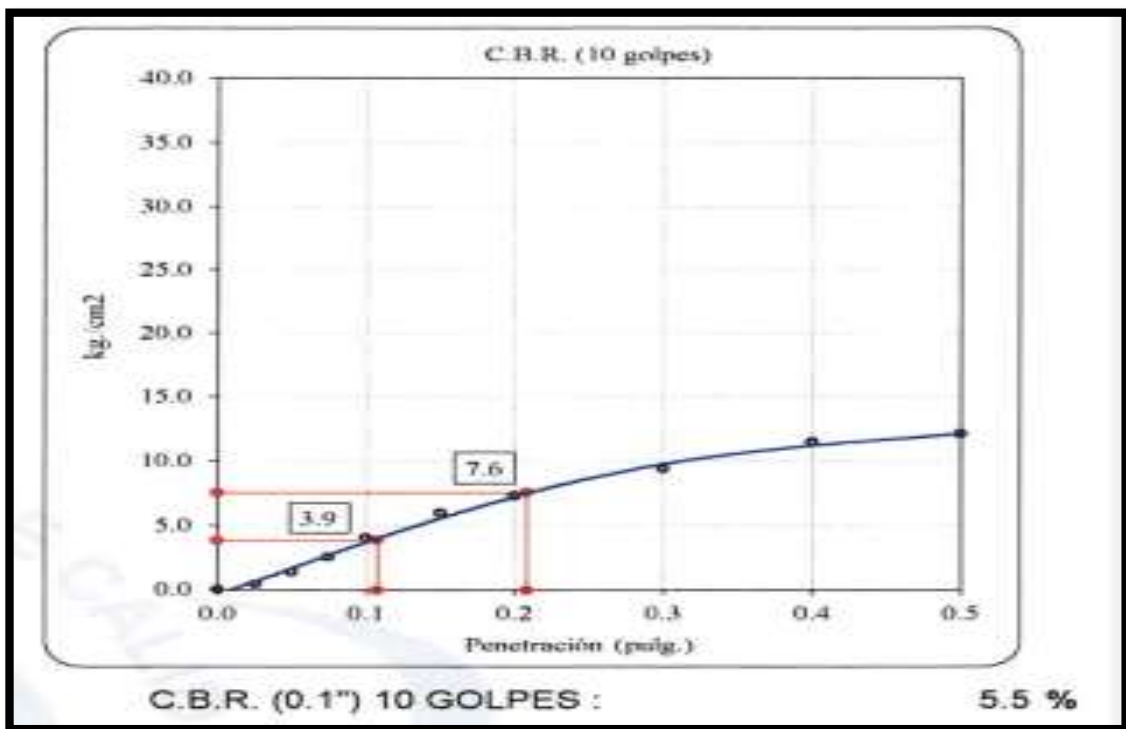


Figura 26: C.B.R. a los 10 golpes muestra -1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

En la siguiente figura se muestra la donde presenta % de humedad por densidad seca, que da un C.B.R. con un porcentaje de 100% y 95% dando como resultado 13.1 % y 10.7% según la curva de compactación.

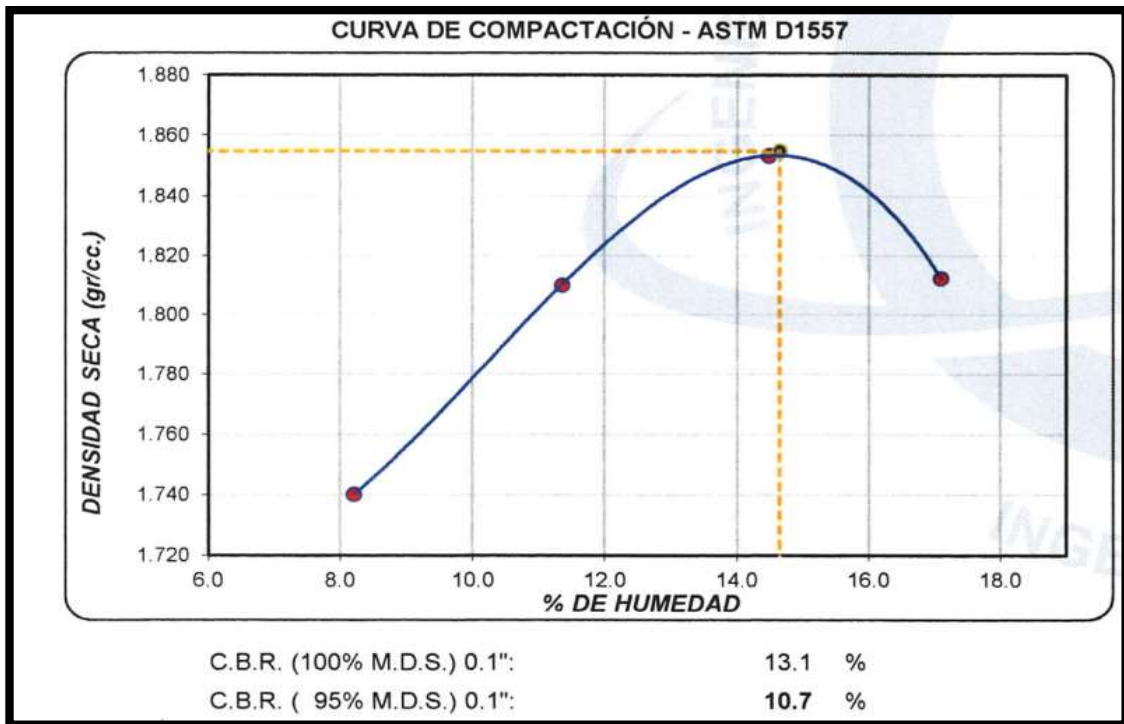


Figura 27: Curva de compactación muestra - 1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

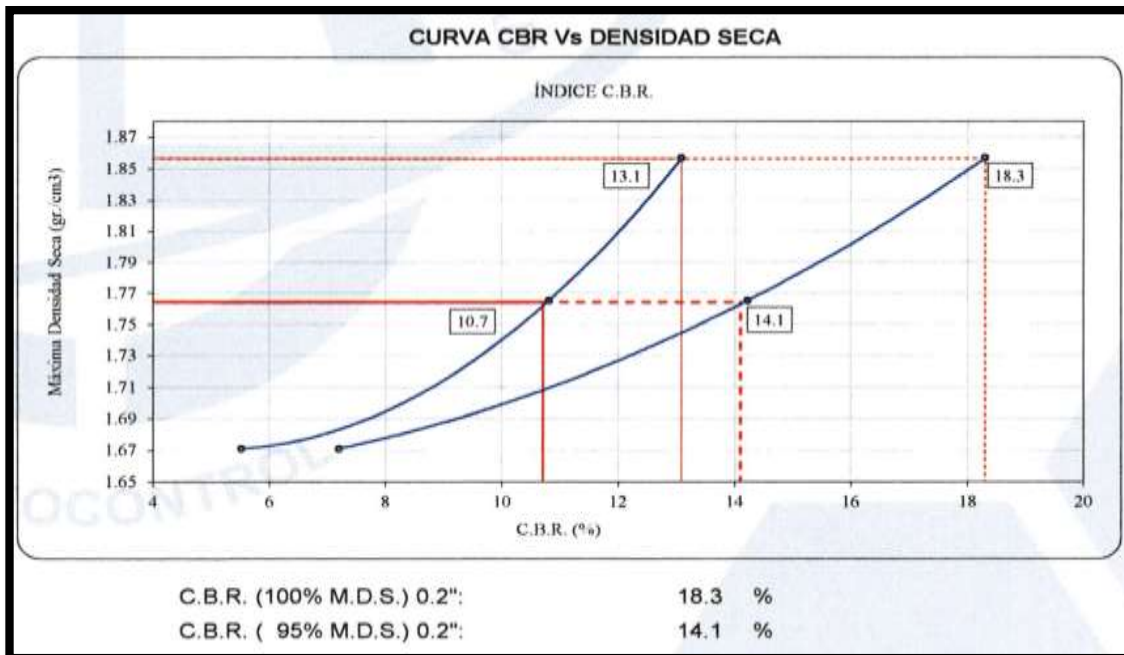


Figura 28: Curva de C.B.R vs densidad seca muestra - 1.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Los resultados de las pruebas, la extracción de material en la **C-2** y las cantidades proporcionales recogidas en los muestreos son la prueba de que se utilizó el procedimiento "**C**" de la norma **ASTM D1883**.

Ensayo de compactación - Proctor modificado M-2.

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR ASTM D1557 / ASTM D1883

| | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|-----------------|----------|----------|
| | <u>Volumen Molde</u> | 2127 | cm ³ | | |
| | Peso Molde | 6262 | gr. | | |
| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso Volumétrico | gr. | 1.788 | 1.926 | 2.036 | 2.028 |
| Húmedo | | | | | |
| Contenido de agua | % | 10.2 | 14.1 | 18.4 | 22.6 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.623 | 1.688 | 1.720 | 1.654 |
| Densidad Máxima Seca: | 1.721 gr/cm ³ | Contenido Humedad Optima: 18.2 % | | | |

Figura 29: Ensayo de compactación - Proctor modificado muestra - 2.

Fuente: Elaboración propia.

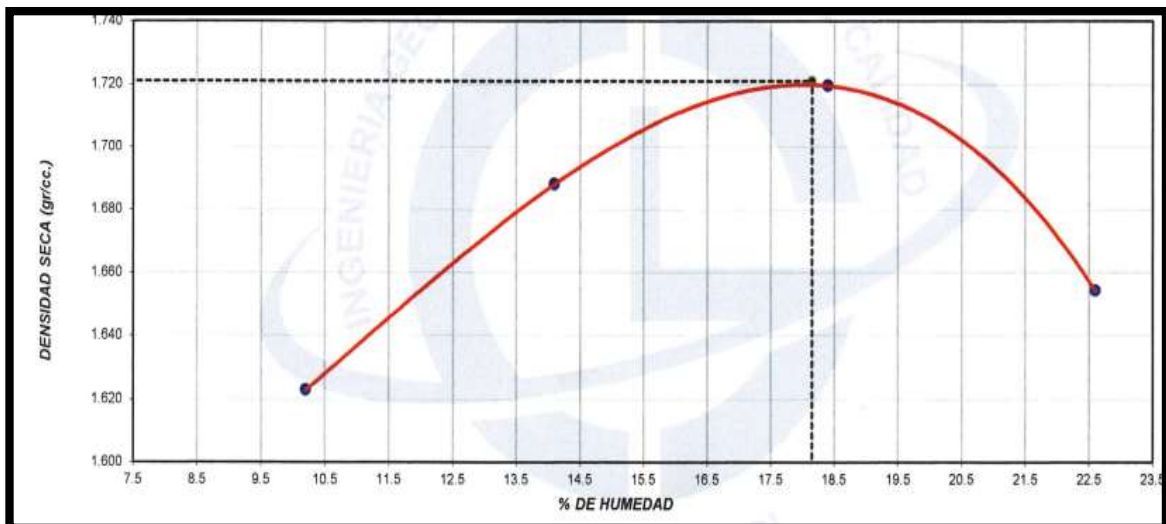


Figura 30: Relación % humedad vs densidad seca.

Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Recogimos los resultados de las pruebas de cálculo de soporte de California (C.B.R.) de **M-2**, donde se muestra el porcentaje de penetración empleado en la prueba de acuerdo con las densidades y la humedad medidas.

Ensayo de valor de soporte califonia **ASTM D1883**

Cálculo de relación soporte california M-2.

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

| | | | | | | |
|--|-------------|---|-------------|---|-------------|----------|
| molde n° | 7 | | 10 | | 1 | |
| numero de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| numero de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | No saturado | | no saturado | | No saturado | saturado |
| peso suelo + molde (gr.) | 11,935 | | 11,744 | | 11,515 | |
| peso molde (gr.) | 7,606 | | 7,637 | | 7,640 | |
| peso suelo compactado (gr.) | 4,329 | 0 | 4,107 | 0 | 3,875 | 0 |
| volumen del molde (cm ³) | 2,123 | | 2,125 | | 2,120 | |
| densidad húmeda (ar./cm ³) | 2.039 | | 1.933 | | 1.828 | |
| densidad seca /ar./cm ³ | 1.722 | | 1.635 | | 1.549 | |

Figura 31: Cálculo relación de soporte california muestra – 2.

Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia los resultados del soporte california en la figura 31, se realizaron en los moldes 7, 10 y 1, en 5 capas con los siguientes números de golpes 56, 25 y 10 golpes respectivamente en la **M-2**.

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | | | |
|---------------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| Peso de tara (gr.) | 146.4 | | 118.0 | | 116.8 | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 438.0 | | 458.0 | | 568.1 | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 392.6 | | 405.6 | | 499.3 | |
| Peso de agua (gr.) | 45.4 | 0.0 | 52.4 | 0.0 | 68.9 | 0.0 |
| Peso de suelo seco (gr.) | 246.2 | 0.0 | 287.6 | 0.0 | 382.5 | 0.0 |
| Humedad (%) | 18.4 | | 18.2 | | 18.0 | |

Figura 32: Contenido de humedad muestra – 2.

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la figura 32 se halló el contenido de humedad con respecto a los siguientes números de golpes que son golpes, 56, 25 y 10 respectivamente.

Tabla 9:

Expansión ensayo de soporte california muestra - 2.

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|--------|-------|-----------|-----|------|-----------|-----|-------|-----------|---|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansion | | Dial | Expansión | % |
| | | Hr | 0.01" | mm | % | mm | % | mm | mm | | |
| 29-Oct | 11:28 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| 30-Oct | 11:28 | 61 | 1.55 | 1.33 | 231 | 5.87 | 5.04 | 328 | 8.33 | 7.16 | |
| 31-Oct | 11:28 | 70 | 1.78 | 1.53 | 287 | 7.29 | 6.26 | 386 | 9.80 | 8.42 | |
| 1-Nov | 11:28 | 76 | 1.93 | 1.66 | 302 | 7.67 | 6.59 | 488 | 12.40 | 10.65 | |
| 2-Nov | 11:28 | 80 | 2.03 | 1.75 | 303 | 7.70 | 6.61 | 496 | 12.60 | 10.82 | |

Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 9 la expansión de la muestra se realizó según el tiempo que son 24 horas, 48 horas, 72 horas y 96 horas respectivamente

Tabla 10:

Penetración ensayo de soporte california muestra -2.

| PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-------------|----------------------------------|------|------|-------------|----------------------------------|------|------|-------------|----------------------------------|-----|-----|
| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm ²) | Molde N° 3 | | | | Molde N° 10 | | | | Molde N° 1 | | | |
| | | Carga kg | Corrección kg/cm ² | CS | R % | Carga kg | Corrección kg/cm ² | CS | R % | Carga kg | Corrección kg/cm ² | CS | R % |
| 0.025 | | 28 | 1.4 | | | 22 | 1.1 | | | 9 | 0.4 | | |
| 0.050 | | 73 | 3.6 | | | 59 | 2.9 | | | 24 | 1.2 | | |
| 0.075 | | 127 | 6.3 | | | 100 | 4.9 | | | 41 | 2.0 | | |
| 0.100 | 70.307 | 181 | 9.0 | 9.5 | 13.5 | 144 | 7.1 | 7.4 | 10.5 | 59 | 2.9 | 3.0 | 4.3 |
| 0.150 | | 272 | 13.5 | | | 227 | 11.3 | | | 94 | 4.6 | | |
| 0.200 | 105.460 | 339 | 16.8 | 17.3 | 16.4 | 299 | 14.8 | 15.0 | 14.2 | 122 | 6.1 | 6.2 | 5.9 |
| 0.300 | | 431 | 21.3 | | | 371 | 18.4 | | | 156 | 7.7 | | |
| 0.400 | | 508 | 25.2 | | | 419 | 20.7 | | | 171 | 8.5 | | |
| 0.500 | | 599 | 29.7 | | | 481 | 23.8 | | | 197 | 9.7 | | |

Nota: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 10 la penetración se realiza en las 10 y 200 con una carga estándar de 70.307kg/cm² y 105.460 kg/cm² respectivamente donde se obtuvo resultados.

Tabla 11:

Datos de muestra -2.

Datos de muestra

| | |
|------------------------------|---------------------------|
| Máxima Densidad Seca | 1.721 gr./cm ³ |
| vMáxima Densidad Seca al 95% | 1635 gr./cm ³ |
| Optima Contenido de Humedad | 18.2 % |

Nota: Elaboración propia.

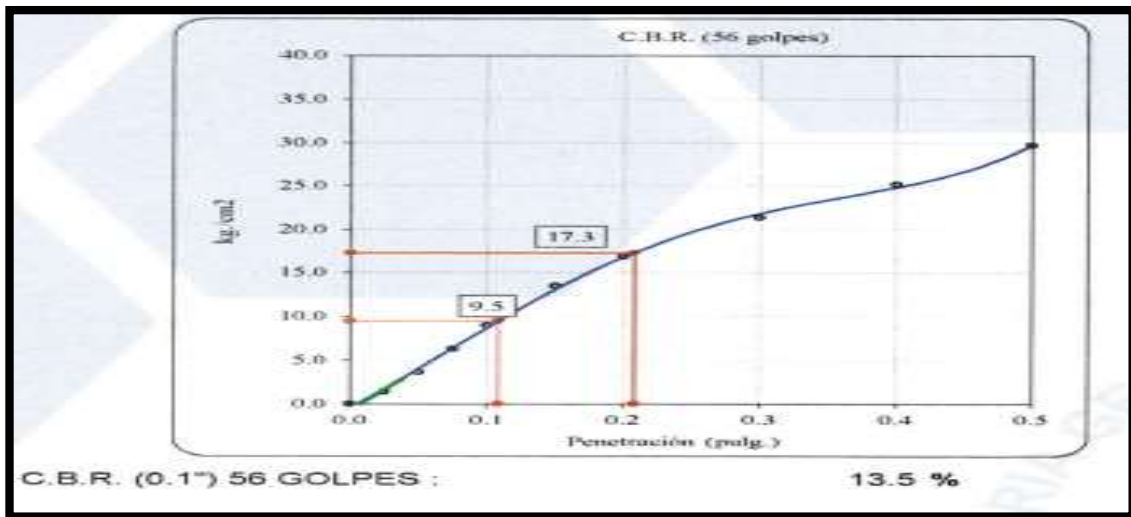


Figura 33: C.B.R. con 56 golpes muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).



Figura 34: C.B.R. con 25 golpes muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

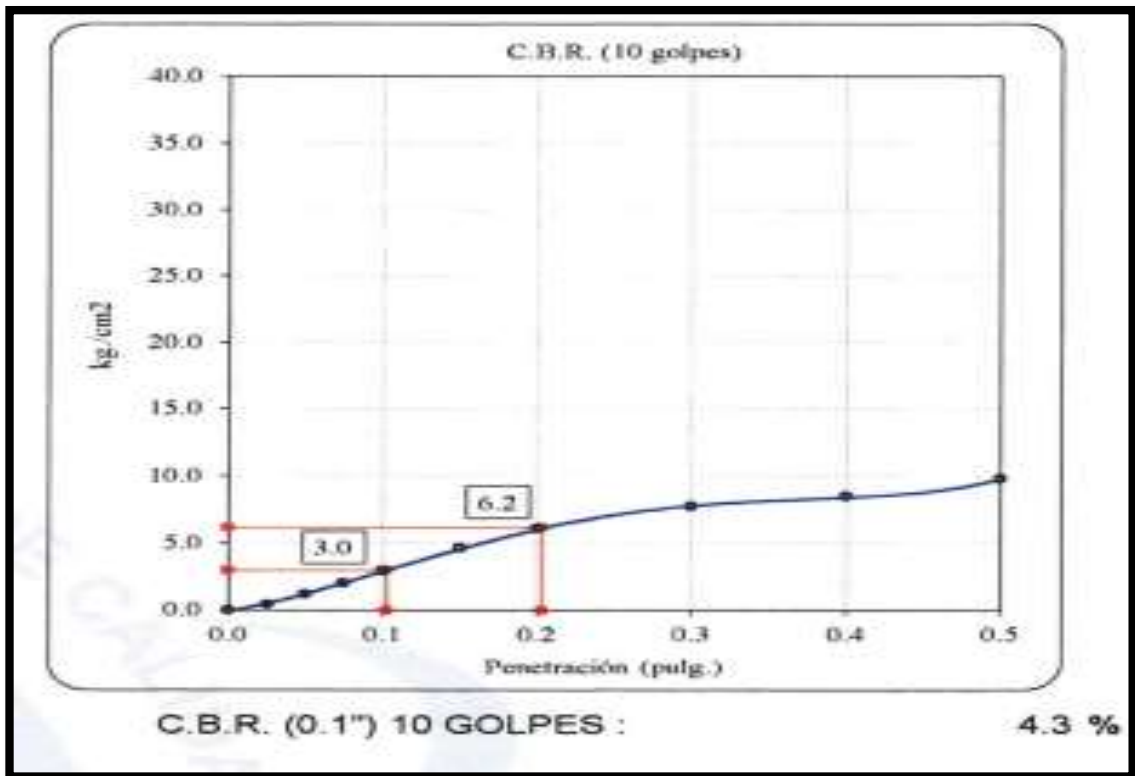


Figura 35: C.B.R. con 10 golpes muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

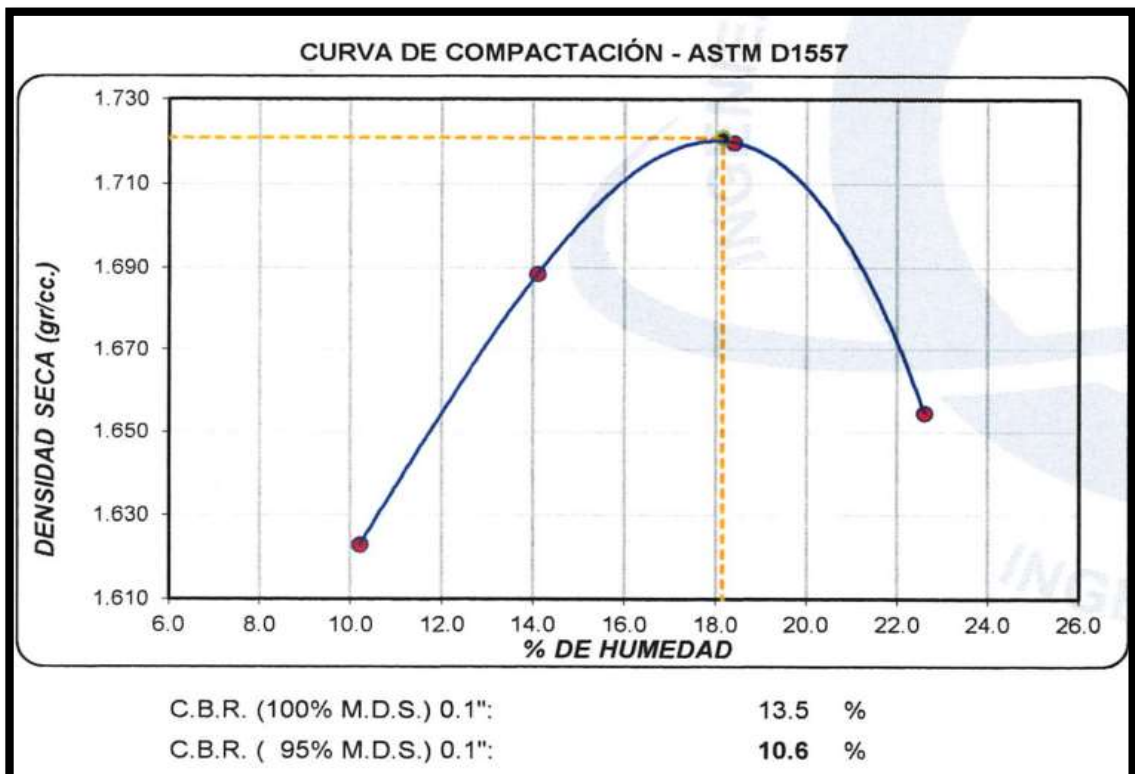


Figura 36: Curva de compactación muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

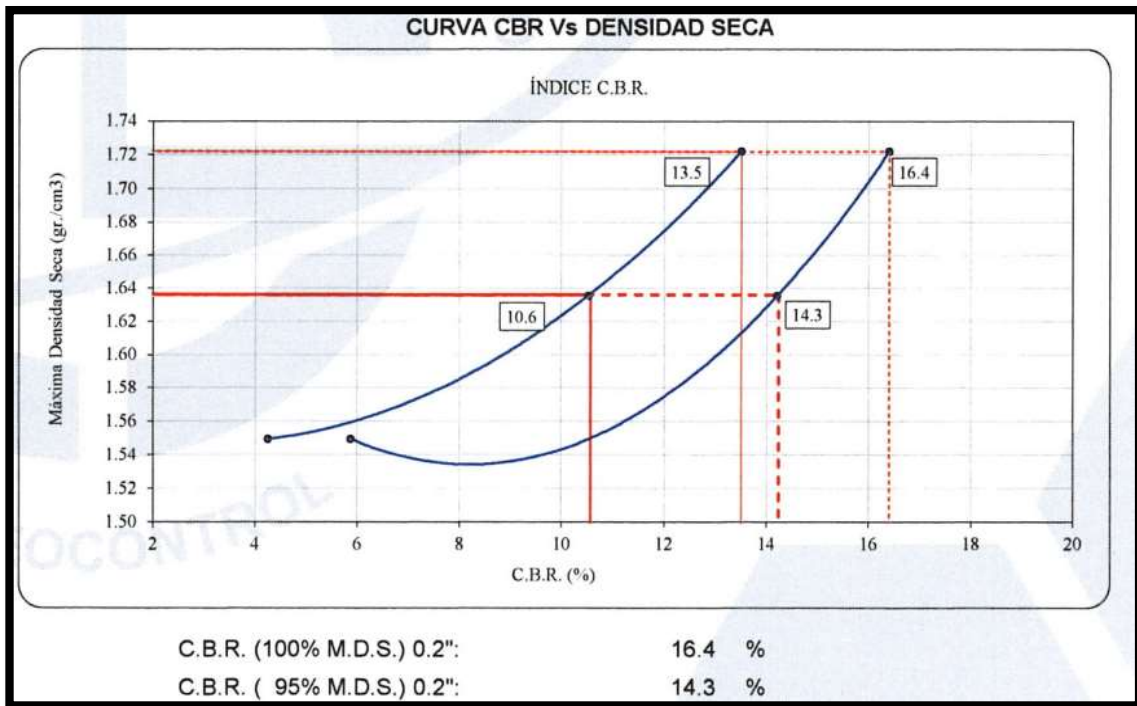


Figura 37: Curva C.B.R vs densidad seca muestra - 2.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

ANEXO 4: ESTUDIO DE CANTERA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS:

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO | | | | | |
|---|------------------|-------------------|------|--------------|--------|
| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO | | % ACUMULADOS | |
| | | (g) | (%) | Retenido | Pasa |
| 1/2" | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Nº4 | 4.76 | 13.5 | 2.04 | 2.04 | 97.96 |
| Nº8 | 2.38 | 91.0 | 13.8 | 15.85 | 84.15 |
| Nº 16 | 1.19 | 136.0 | 20.6 | 36.49 | 63.51 |
| Nº 30 | 0.60 | 141.5 | 21.4 | 57.95 | 42.05 |
| Nº 50 | 0.30 | 103.6 | 15.7 | 73.67 | 26.33 |
| Nº 100 | 0.15 | 86.0 | 13.0 | 86.72 | 13.28 |
| FONDO | | 49.8 | 7.56 | 100.0 | 0.0 |

Figura 38: Análisis granulométrico del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

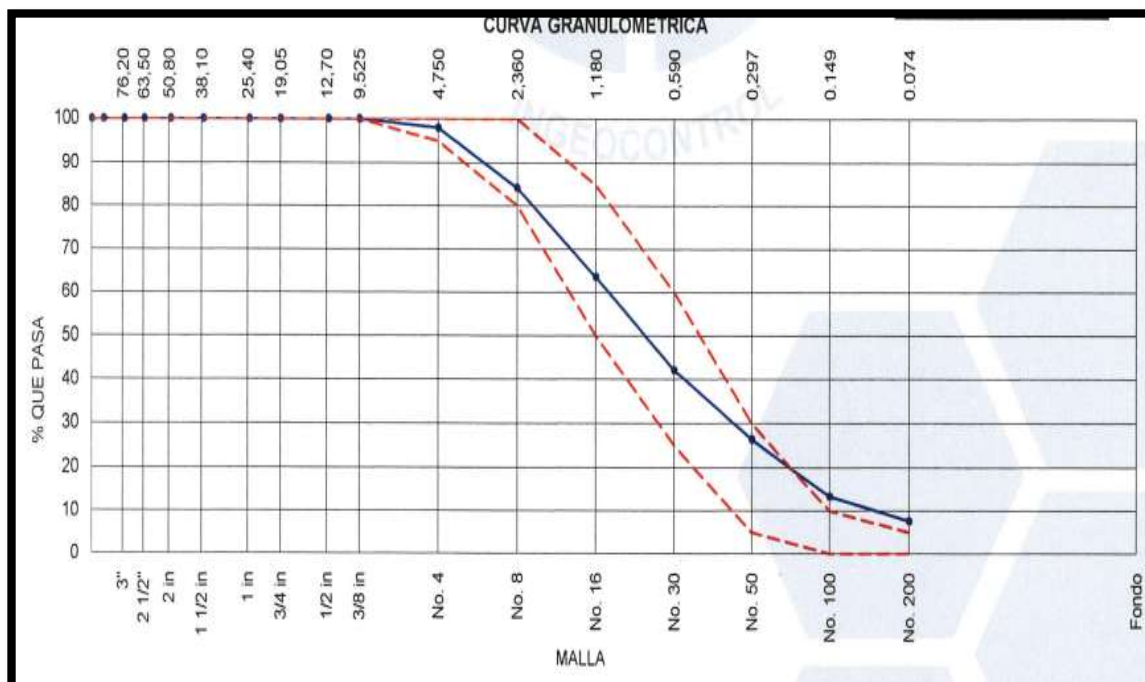


Figura 39: Curva granulométrica del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO | | | | | |
|--|--------------------------|------------------------------|------------|----------------------|-------------|
| MALLAS | ABERTURA (mm) | MATERIAL RETENIDO | | % ACUMULADOS | |
| | | (g) | (%) | Reteni do | Pasa |
| 2" | 50.00 | | | | |
| 1 1/2" | 37.50 | | | | |
| 1" | 24.50 | 4213 | 43.35 | 43.35 | 56.65 |
| 3/4" | 19.05 | 3948 | 40.63 | 83.96 | 16.02 |
| 1/2" | 12.50 | 1361 | 14.01 | 97.98 | 2.02 |
| 3/8" | 9.53 | 82.0 | 0.84 | 98.83 | 1.17 |
| Nº 4 | 4.76 | 11.0 | 0.1 | 98.94 | 1.06 |
| Nº 8 | 2.38 | 9.8 | 0.1 | 99.04 | 0.96 |
| Nº 16 | 1.18 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 0.0 |
| FONDO | | 0.0 | 0.0 | | |

Figura 40: Análisis granulométrico del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

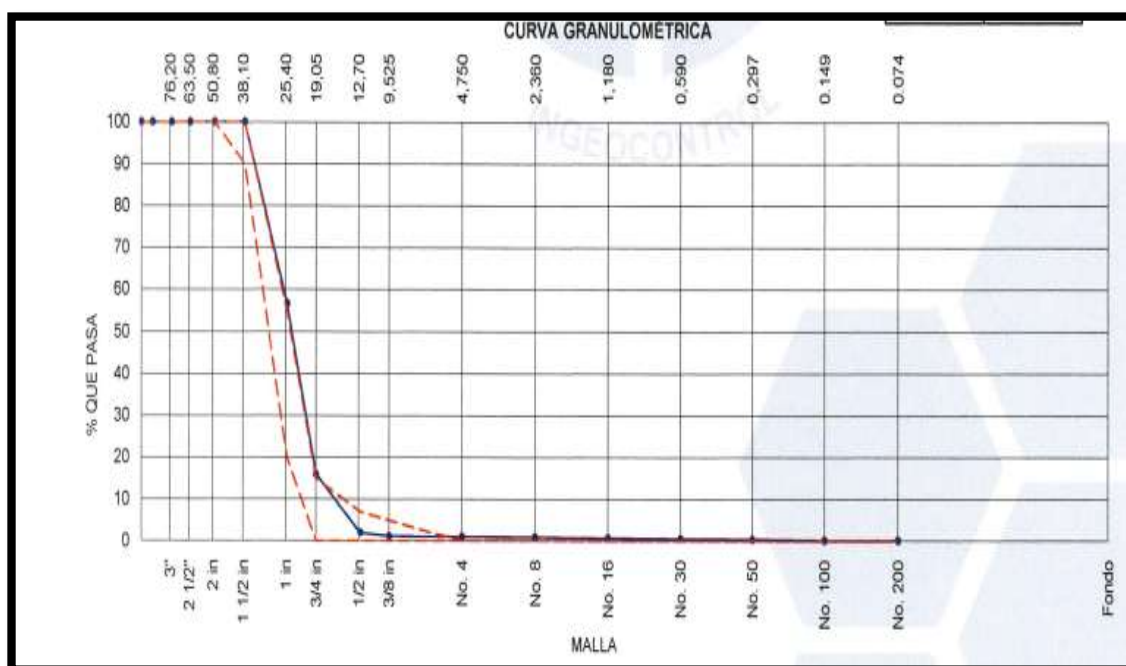


Figura 41: Curva granulométrica del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19

En las siguientes tablas se evidencia el contenido de humedad que se obtuvo del material que se compró de la cantera trapiche en el laboratorio.

| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UN O. | DATOS | CANTERA |
| 1 | Masa del Recipiente | g | 1095 | |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 8238 | |
| | | | | TRAPICHE |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 8210 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 0.4 | |

Figura 42: Contenido de humedad del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO | | | | |
|---|--------------------------------------|--------------|--------------|----------------|
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | UN O. | DATOS | CANTERA |
| 1 | Masa del Recipiente | g | 0.0 | |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 666.6 | |
| | | | | TRAPICHE |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 659.1 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 1.1 | |

Figura 43: Contenido de humedad del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

DETERMINACIÓN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M-17a

Agregado Grueso

| Peso unitario suelto del agregado grueso. | | | |
|---|----------|----------|-----------------|
| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
| Peso del molde (kg) | 6.376 | 6.376 | |
| Volumen del molde (m3) | 0.009273 | 0.00927 | |
| | | 3 | |
| Peso del molde + muestra suelta (kg) | 20.073 | 19.875 | |
| Peso de la muestra suelta (kg) | 13.697 | 13.499 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3) | 1477 | 1456 | 1466 |

Figura 44: Peso unitario suelto del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

| Peso unitario compactado del agregado grueso. | | | |
|---|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
| Peso del molde (kg) | 6.376 | 6.376 | |
| Volumen del molde (m3) | 0.009273 | 0.009273 | |
| Peso del molde + muestra suelta (kg) | 21.608 | 21.845 | |
| Peso de la muestra suelta (kg) | 15.232 | 15.469 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3) | 1643 | 1668 | 1655 |

Figura 45: Peso unitario compactado del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Agregado Fino

| Peso unitario suelto del agregado fino. | | | |
|---|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
| Peso del molde (kg) | 1.625 | 1.625 | |
| Volumen del molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso del molde + muestra suelta (kg) | 6.330 | 6.292 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.705 | 4.667 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3) | 1675 | 1661 | 1668 |

Figura 46: Peso unitario suelto del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

| Peso unitario compactado del agregado fino. | | | |
|---|----------|----------|----------|
| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
| Peso del molde (kg) | 1.625 | 1.625 | |
| Volumen del molde (m3) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso del molde + muestra suelta (kg) | 6.793 | 6.813 | |
| Peso de la muestra suelta (kg) | 5.168 | 5.188 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3) | 1840 | 1847 | 1843 |

Figura 47: Peso unitario compactado del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15

| Absorción de agregados grueso. | | | |
|--------------------------------|---|------|------|
| DATOS | | A | B |
| 1 | Masa de la muestra <u>sss</u> | 2947 | 2541 |
| 2 | Masa de la muestra <u>sss</u> sumergida | 1905 | 1640 |
| 3 | Masa de la muestra secada al homo | 2930 | 2525 |

*Figura 48: Absorción de agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).*

| Gravedad especifica del agregado grueso. | | | |
|--|-------|-------|--------------|
| RESULTADOS | 1 | 2 | PROMEDIO |
| Gravedad especifica de masa | 2.812 | 2.803 | 2.807 |
| Gravedad especifica SSS | 2.828 | 2.821 | 2.824 |
| Densidad relativa (Gravedad especifica aparente) | 2.859 | 2.854 | 2.856 |
| Absorción (%) | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

*Figura 49: Gravedad especifica del agregado grueso.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).*

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS ASTM C128-15

| Gravedad especifica y absorción del agregado fino. | | | |
|---|--------|--------|--------------|
| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | |
| A Masa Mat. Sat. Sup. <u>Secca</u> (SSS) | 500.01 | 500.04 | |
| B Masa Frasco+ agua | 646.32 | 683.21 | |
| C Masa Frasco + agua + muestra SSS | 95608 | 991.94 | |
| D Masa del Mat. Seco | 490.52 | 490.47 | |
| Gravedad especifica OD = D/(B+A-C) | 2.578 | 2.564 | 2.571 |
| Gravedad especifica SSS = A/(B+A-C) | 2.628 | 2.614 | 2.621 |
| Densidad relativa (Gravedad especifica aparente) = D/(B+D-C) | 2.714 | 2.699 | 2.706 |
| % Absorción = 100*((A-D)/D) | 1.9 | 2.0 | 1.9 |

*Figura 50: Gravedad especifica y absorción del agregado fino.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).*

A continuación, se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio y su tratamiento posterior.

También se empleó la metodología de análisis para dar el apoyo técnico suficiente para obtener los resultados mediante el enfoque cuantitativo.

Influencia a la resistencia a compresión y flexión

Como se muestra en la siguiente tabla, se realizaron ensayos de compresión sobre hormigón normal y hormigón con adiciones de fibra sintética de 200 g/m³ y 400 g/m³ a las siguientes edades de 7, 14 y 28 días.

Concreto patrón

Los resultados de la resistencia máxima y la resistencia a la compresión de tres muestras de hormigón estándar para cada día adecuado para la prueba se dan en la siguiente tabla.

Tabla 12:
Resistencia a compresión del concreto patrón.

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN | | | | | | | |
|---|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| MUESTR A | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | DIAME TRO CM | ALTUR A CM | ESFUERZO kg/cm² | F^{''}c Diseño kg/cm² | F^{''}c |
| PATRÓN | 7 | 19196 | 15.02 | 30.01 | 165 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 78.5% |
| PATRÓN | 7 | 30075 | 15.04 | 30.12 | 169 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 80.6% |
| PATRÓN | 7 | 301020 | 15.03 | 30.10 | 170 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 80.8% |
| PATRÓN | 14 | 35105 | 15.06 | 30.16 | 197 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 93.8% |
| PATRÓN | 14 | 34596 | 15.11 | 30.19 | 193 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 91.9% |
| PATRÓN | 14 | 34951 | 15.04 | 30.16 | 197 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 93.7% |
| PATRÓN | 28 | 38753 | 15.11 | 30.11 | 216 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 102.9% |
| PATRÓN | 28 | 38952 | 15.13 | 30.14 | 217 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 103.2% |
| PATRÓN | 28 | 38691 | 15.06 | 30.09 | 217 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 103.4% |

Nota: Elaboración propia.

La figura muestra la resistencia promedio de los ensayos a compresión que se realizó, de acuerdo a las siguientes edades de 185.33 kg/cm² a los 7 días, 207.33 kg/cm² a los 14 días y 229 kg/cm² a los 28 días.

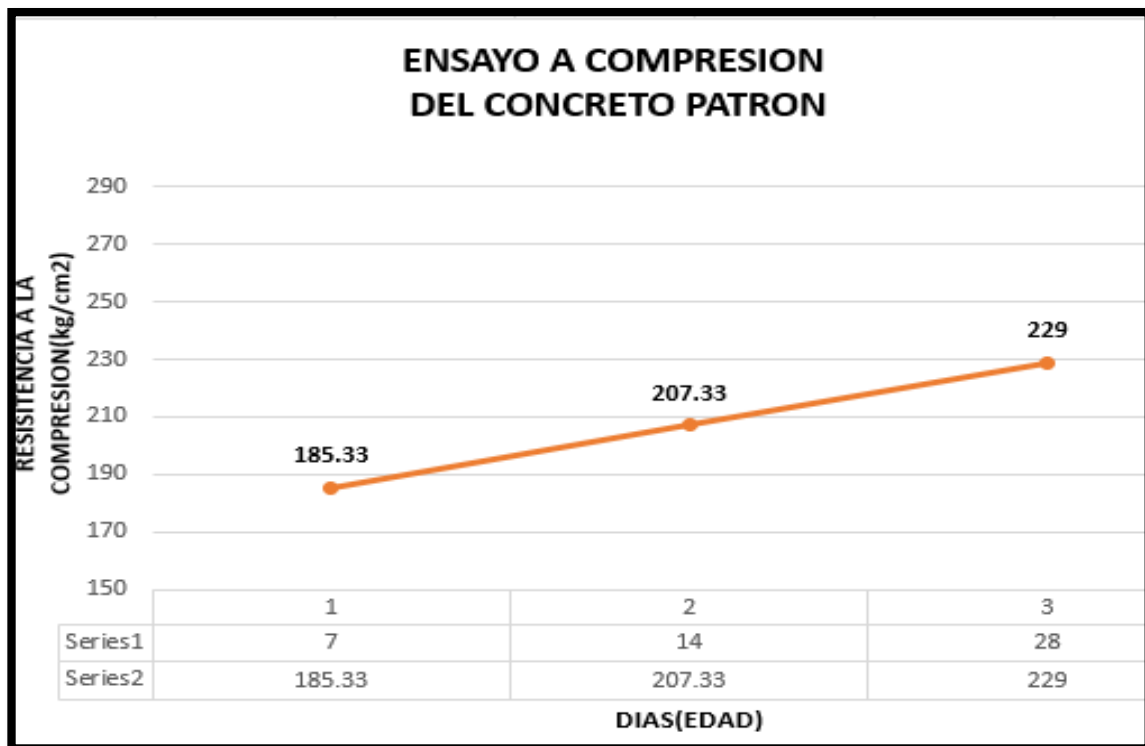


Figura 51: Curva del comportamiento a compresión del concreto patrón.
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Concreto con 200gr/m³ de fibra sintética.

Los resultados de la resistencia máxima y de la resistencia a la compresión de cada día que se consideraron significativos para el ensayo se muestran en la tabla siguiente para las tres muestras de hormigón que incluían fibra sintética de 200 g/cm³.

Tabla 13:

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 200G/M³ DE FIBRA SINTÉTICA | | | | | | | |
|--|--------------|------------------|-------------|-----------|-----------------------------|---|-------------------|
| MUESTRA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | DIAMETRO CM | ALTURA CM | ESFUERZO kg/cm ² | F ^{''} c Diseño kg/cm ² | F ^{''} c |
| Fibra-200g/m ³ | 7 | 31054 | 15.4 | 30.11 | 175 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 83.2% |
| Fibra-200g/m ³ | 7 | 30589 | 14.99 | 30.15 | 173 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 82.5% |
| Fibra-200g/m ³ | 7 | 30754 | 14.01 | 30.05 | 199 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 95.0% |
| Fibra-200g/m ³ | 14 | 36051 | 15.02 | 30.14 | 203 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 96.9% |
| Fibra-200g/m ³ | 14 | 35737 | 15.05 | 30.16 | 201 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 95.7% |
| Fibra-200g/m ³ | 14 | 35795 | 15.02 | 30.05 | 202 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 96.2% |
| Fibra-200g/m ³ | 28 | 39961 | 15.1 | 30.08 | 226 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 107.5% |
| Fibra-200g/m ³ | 28 | 39625 | 15.00 | 30.10 | 224 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 106.8% |
| Fibra-200g/m ³ | 28 | 39753 | 15.04 | 30.11 | 224 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 106.6% |

Nota: Elaboración propia.

El gráfico muestra la resistencia a la compresión para los tres grupos de edad diferentes: 182,33 kg/cm² después de 7 días, 202 kg/cm² después de 14 días y 224,67 kg/cm² después de 28 días.

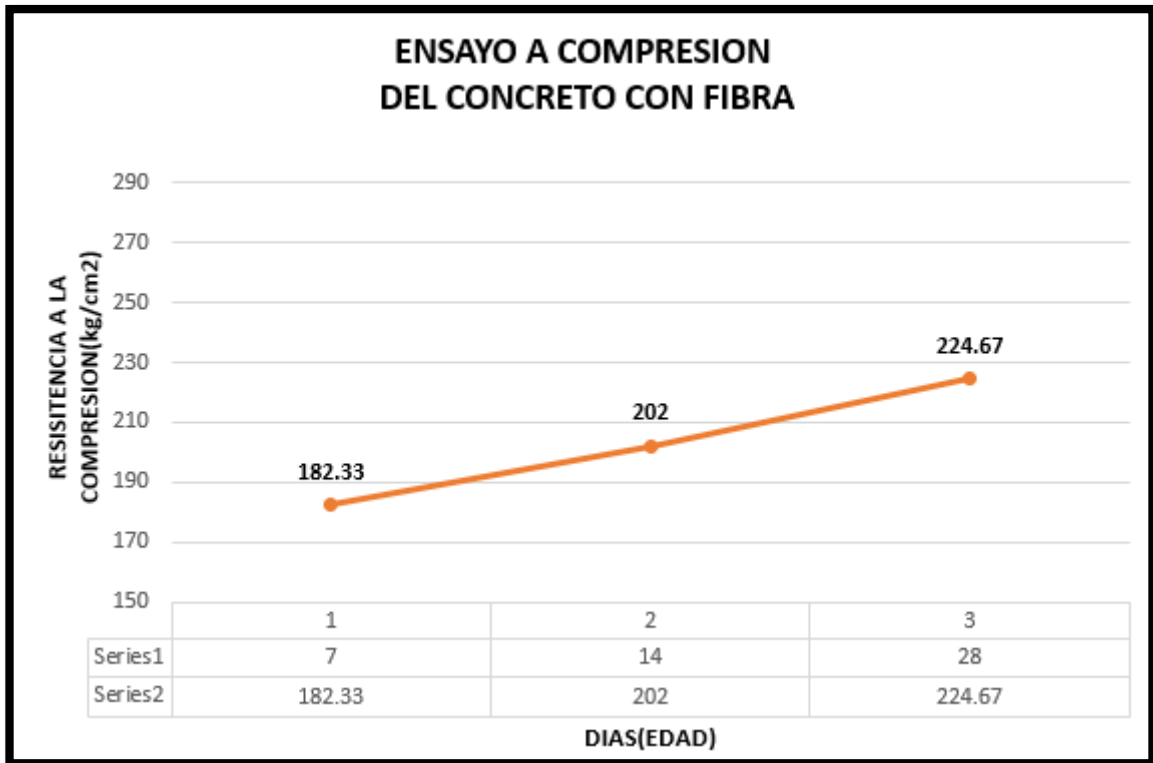


Figura 52: Curva de comportamiento a compresión del concreto con fibra. 200g/m³.

Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Concreto con 400gr/m³ de fibra sintética.

Los resultados de las tres muestras de concreto que incluían fibra sintética a una densidad de 200g/cm³ para la resistencia máxima y la resistencia a la compresión se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 14:

| RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 400G/M ³ DE FIBRA SINTÉTICA | | | | | | | |
|--|--------------|------------------|-------------|-----------|-----------------------------|---|-------------------|
| MUESTRA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | DIAMETRO CM | ALTURA CM | ESFUERZO kg/cm ² | F ^{''} c Diseño kg/cm ² | F ^{''} c |
| Fibra-400g/m ³ | 7 | 32118 | 15.01 | 30.15 | 182 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 86.4% |
| Fibra-400g/m ³ | 7 | 33644 | 15.06 | 30.12 | 189 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 89.9% |
| Fibra-400g/m ³ | 7 | 32754 | 15.03 | 30.10 | 185 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 87.9% |
| Fibra-400g/m ³ | 14 | 36415 | 14.98 | 30.12 | 207 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 98.4% |
| Fibra-400g/m ³ | 14 | 36117 | 14.99 | 30.14 | 205 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 97.5% |
| Fibra-400g/m ³ | 14 | 37371 | 15.04 | 30.10 | 210 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 100.2% |
| Fibra-400g/m ³ | 28 | 40951 | 15.03 | 30.07 | 231 kg/cm ² | 210kg/cm ² | 109.9% |

| | | | | | | | |
|---------------|----|-------|-------|-------|------------|-----------|--------|
| Fibra-400g/m3 | 28 | 39901 | 15.01 | 30.07 | 225 kg/cm2 | 210kg/cm2 | 107.4% |
| Fibra-400g/m3 | 28 | 41077 | 15.03 | 30.14 | 232 kg/cm2 | 210kg/cm2 | 110.2% |

Nota: Elaboración propia.

La figura muestra la resistencia promedio de los ensayos a compresión que se realizó, de acuerdo a las siguientes edades 185.3 kg/cm² a los 7 días, 222kg/cm² a los 14 días y 229.33 kg/cm² a los 28 días.

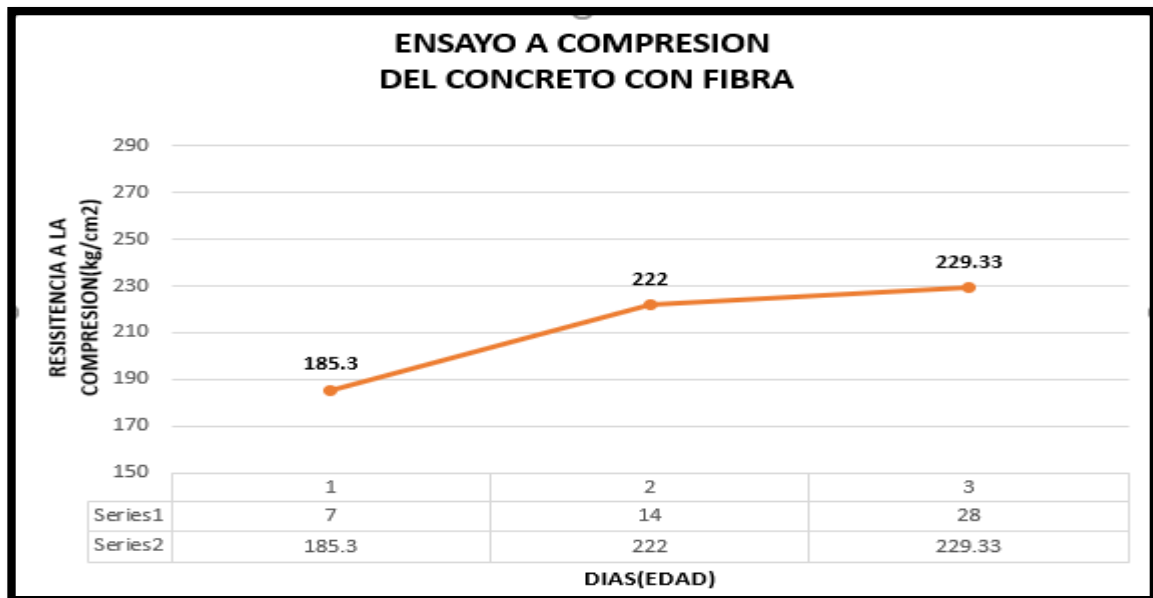


Figura 53: Curva de comportamiento a compresión del concreto con fibra 400g/m³
Fuente: INGEOCONTROL S.A.C (2021).

Resistencia a flexión

Al tener en cuenta la norma ASTM C78-08 para el ensayo de flexión, que implica la carga de 2/3 de una probeta prismática de concreto(viga) para el desarrollo del mismo, es necesario tener en cuenta la altura, la anchura y el fallo de la muestra. Esto permite calcular adecuadamente el módulo de rotura de las muestras de concreto estándar, así como del concreto con la adición de 200g y 400g de fibra sintética, como se demostrará más adelante.

Resistencia a flexión del concreto patrón

La ubicación de los defectos correspondientes al tercio medio, donde se calcula el módulo de rotura, o la resistencia a la flexión determinada, en 3 muestras a de 28 días, se da en la tabla junto con los resultados de la resistencia máxima de las vigas de hormigón, cuyo ancho o alto sea de 15 cm.

Tabla 15:

| RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN | | | | | | |
|--|--------------|------------------|----------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| MUESTRA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | ANCHO CM | ALTURA CM | MODULO DE ROTURA kg/cm2 | UBICACIÓN DE FALLA Kg/cm2 |
| PATRON | 28 | 3438 | 15 | 15 | 44.9 kg/cm2 | Tercio central |
| PATRON | 28 | 3514 | 15 | 15 | 45.7kg/cm2 | Tercio central |
| PATRON | 28 | 3407 | 15 | 15 | 44.7kg/cm2 | Tercio central |

Nota: Elaboración propia.

En la tabla se muestra la resistencia promedio de los ensayos a flexión que se realizó a lo largo de la investigación que corresponden a la edad de 28 días con 45.1kg/cm2.

Resistencia a flexión del concreto con 200g de fibra sintética

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia máxima de las vigas de concreto, con un ancho o altura de 15 cm, se indica la ubicación de los defectos, que corresponde al tercio medio, donde se calcula el factor de falla o resistencia, 3 muestras en los 28 días del concreto con la incorporación de 200g de fibra sintética.

Tabla 16:

| RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO 200G/M3 DE FIBRA SINTÉTICA | | | | | | |
|--|--------------|------------------|----------|-----------|-------------------------|---------------------------|
| MUESTRA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | ANCHO CM | ALTURA CM | MODULO DE ROTURA kg/cm2 | UBICACIÓN DE FALLA Kg/cm2 |
| Fibra-200g/m3 | 28 | 3584 | 15 | 15 | 47.4 kg/cm2 | Tercio central |
| Fibra-200g/m3 | 28 | 3602 | 15 | 15 | 47.3kg/cm2 | Tercio central |
| Fibra-200g/m3 | 28 | 3569 | 15 | 15 | 446.9kg/cm2 | Tercio central |

Nota: Elaboración propia.

En la tabla se muestra la resistencia promedio de los ensayos a flexión que se realizó a lo largo de la investigación que corresponden a la edad de 28 días con 47.2kg/cm².

Resistencia a flexión del concreto con 400g de fibra sintética.

En la tabla se muestran los resultados de la resistencia máxima de las vigas de concreto, con un ancho o altura de 15 cm, se indica la ubicación de los defectos, que corresponde al tercio medio, donde se calcula el factor de falla o resistencia, 3 muestras en los 28 días del concreto con la incorporación de 400g de fibra sintética.

Tabla 17:

| RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO 400G/M3 DE FIBRA SINTÉTICA | | | | | | |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------|------------------|---|---|
| MUESTRA | EDAD EN DIAS | FUERZA MAXIMA kg | ANCHO CM | ALTURA CM | MODULO DE ROTURA kg/cm² | UBICACIÓN DE FALLA Kg/cm² |
| Fibra-400g/m ³ | 28 | 3744 | 15 | 15 | 49.3 kg/cm ² | Tercio central |
| Fibra-400g/m ³ | 28 | 3718 | 15 | 15 | 48.8kg/cm ² | Tercio central |
| Fibra-400g/m ³ | 28 | 3768 | 15 | 15 | 49.1kg/cm ² | Tercio central |

Nota: Elaboración propia.

En la tabla se muestra la resistencia promedio de los ensayos a flexión que se realizó a lo largo de la investigación que corresponden a la edad de 28 días con 49.07kg/cm².

Carga de la Zona de Estudio

El conteo de vehículos se realizó en un punto específico de la avenida naranjal en San Martín de Porres, se tomó en cuenta el lugar de mayor flujo vehicular en el transcurso de los 7 días de la semana, se contabilizó los diferentes vehículos que transitaban.

Tabla 18:

Conteo vehicular de lunes a domingo.

| CONTEO VEHICULAR DE LUNES A DOMINGO | | | | | | | |
|--|--------------|---------------|------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Tipos de vehículos | lunes | martes | miércoles | jueves | viernes | sábado | domingo |
| Auto | 261 | 225 | 192 | 281 | 248 | 212 | 195 |
| Station Wagon | 178 | 209 | 199 | 225 | 195 | 229 | 185 |
| Pick Up | 100 | 106 | 57 | 51 | 83 | 44 | 101 |

| | | | | | | | |
|------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Panel | 61 | 82 | 33 | 7 | 53 | 74 | 82 |
| Rural Combi | 149 | 133 | 164 | 147 | 207 | 245 | 117 |
| Micro | 12 | 14 | 16 | 19 | 14 | 17 | 11 |
| Bus 2E | 20 | 12 | 13 | 10 | 7 | 23 | 9 |
| Bus 3E | 15 | 9 | 7 | 3 | 4 | 10 | 5 |
| Camión 2E | 48 | 45 | 40 | 37 | 30 | 18 | 45 |
| Camión 3E | 21 | 18 | 21 | 19 | 12 | 16 | 18 |
| Camión 4E | 12 | 5 | 3 | 8 | 5 | 12 | 5 |
| Semi Trayler 2sw2s2 | 11 | 10 | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 |
| Semi Trayler 2se | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 7 | 1 |
| Semi Trayler 3sw3s2 | 8 | 3 | 4 | 5 | 2 | 4 | 3 |
| Semi Trayler 3s3 | 9 | 10 | 9 | 6 | 6 | 7 | 9 |
| Semi Trayler 2T2 | 8 | 11 | 10 | 4 | 7 | 5 | 9 |
| Semi Trayler 2T3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| Semi Trayler 3T2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| Semi Trayler 3T3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SUB TOTAL | 917 | 899 | 783 | 902 | 891 | 936 | 808 |
| TOTAL | 6136 | | | | | | |

Nota: Elaboración propia.

Asimismo, se constata que 6136 vehículos pasan por la estación de estudio cada semana, siendo 917 los que pasan el lunes, 899 los que pasan el martes, 783 los que pasan el miércoles, 902 los que pasan el jueves, 891 los que pasan el viernes, 936 los que pasan el sábado y 808 los que pasan el domingo.

Tabla 19:

CANTIDAD DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN CADA DÍA DE LA SEMANA.

| Días de la semana | Cantidad de vehículos |
|-------------------|-----------------------|
| Lunes | 917 |
| Martes | 899 |
| Miércoles | 783 |
| Jueves | 902 |
| Viernes | 891 |
| Sábado | 936 |
| Domingo | 808 |
| Total | 6136 |

Nota: Elaboración propia.

Por lo tanto, en un año (48 semanas)

$$6136 \times 48 = 294528 \text{ veh\u00edculos}$$

En el c\u00e1lculo del volumen de tr\u00e1fico semanal del gr\u00e1fico se incluyen los siguientes veh\u00edculos: un coche, una furgoneta, una pick-up, un panel, una combi rural, un micro, un autob\u00fas 2e, un autob\u00fas 3e, un cami\u00f3n 2e, un cami\u00f3n 3e, un cami\u00f3n 4e, un semirremolque 2sw2s2, un semirremolque 3s3, un semirremolque 2t2 y un semirremolque 3t2.

Tabla 20:

| TIPOS DE VEH\u00cdCULOS TRANSITARON DURANTE EL CONTEO VEHICULAR. | | | | |
|---|-----------------|--------------|--------------|----------------|
| Tipos de veh\u00edculos | cantidad | ejes | peso | llantas |
| auto | 1665 | 3330 | 11655 | 6620 |
| Station Wagon | 2611 | 2900 | 10150 | 5800 |
| Pick Up | 2285 | 1094 | 6017 | 2188 |
| Panel | 831 | 900 | 3150 | 1800 |
| Rural Combi | 726 | 2340 | 12870 | 4680 |
| Micro | 1887 | 200 | 1100 | 400 |
| Bus 2E | 161 | 150 | 1200 | 300 |
| Bus 3E | 121 | 36 | 216 | 96 |
| Cami\u00f3n 2E | 24 | 534 | 6141 | 1068 |
| Cami\u00f3n 3E | 401 | 500 | 2875 | 750 |
| Cami\u00f3n 4E | 190 | 140 | 875 | 280 |
| Semi Trayler 2sw2s2 | 61 | 360 | 1656 | 720 |
| Semi Trayler 2se | 114 | 56 | 322 | 112 |
| Semi Trayler 3sw3s2 | 25 | 110 | 506 | 220 |
| Semi Trayler 3s3 | 34 | 312 | 2496 | 624 |
| Semi Trayler 2T2 | 79 | 212 | 2120 | 424 |
| Semi Trayler 2T3 | 79 | 50 | 470 | 530 |
| Semi Trayler 3T2 | 16 | 85 | 799 | 100 |
| Semi Trayler 3T3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | 11310 | 13309 | 64618 | 26712 |

NOTA: *Elaboraci\u00f3n propia.*

La carga total anual que recibirá en un año:

$$(64618 \text{ tn/sem}) * (48 \text{ año/sem}) = 3101664 \text{ tn/año}$$

$$3101664 \text{ tn/año} * 12 \text{ tn/} 2204.07 \text{ lb} = 6.836606746 * 10^9 \text{ lb}$$

Diseño de pavimento rígido

Vida útil: $n=20$

Tasa de incremento vehicular $R = 5\%$

$$Fca = \text{Factor } fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r} = 33$$

Numero de sentidos y carriles por sentido. 2 sentidos – 1 carril

Factor de dirección * factor de carril ($FD * Fca$). $FD * Fca = 0.50$

$$\#EE = 365 * (\sum fIMDa) + Fd + Fc + Fca$$

$$ESAL 289.728 * 0.50 = 144864 \text{ nuestra realidad}$$

Espesor de subbase granular MTC

CBR mínimo sub base %

Índice de servicio según grado de tráfico

Índice de servicio inicial

Diferencia de servicio

Nivel de confiabilidad 90 %

Número de eje equivalente (ESAL)

$$\text{Fuerza de crecimiento} = Fc = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

El manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de suelos geológicos y geotecnia y pavimentos del Perú, señala que el crecimiento del MTC está entre el 2% y el 6%. (2013).

$$\text{Fuerza de crecimiento} = Fc = \frac{(1+0.5)^{20} - 1}{0.5} = 33$$

$$\#EE = EE_{auto} + EESW + EEPick\ Up + EERural\ Combi + EEBus2E + EEBus3E + EECamion2E + EECamion3E + EECamion4E + EESemiTrayler2sw2s3 + EESemiTrayler2sw3s2 + EESemi\ Trayler3s3 + EETrayler\ 3s3 + EETrayler2t2 + EETrayler2t3 + EETrayler3t2 + EETrayler3t3$$

$$\#EE = \left(\frac{auto}{606}\right)^{4.1} + \left(\frac{sw}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{pinck\ up}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{panel}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Ruralcombi}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{micro}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{bUS2E}{13}\right)^{4.1} + \left(\frac{bUS3E}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{Camion2E}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{Camion3E}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{Camion4E}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw2s3}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw3s2}{16.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST2sw3s2}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{ST3s3}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T2t2}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T2t3}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T3t2}{17.5}\right)^{4.1} + \left(\frac{T3t3}{17.5}\right)^{4.1}$$

$$EE = 15.6$$

$$W18 = \sum EE_i * Fca * 365$$

$$W18 = 15.6 * 33 * 365 = 187902 * 10^4$$

Utilizando el ábaco 200pci

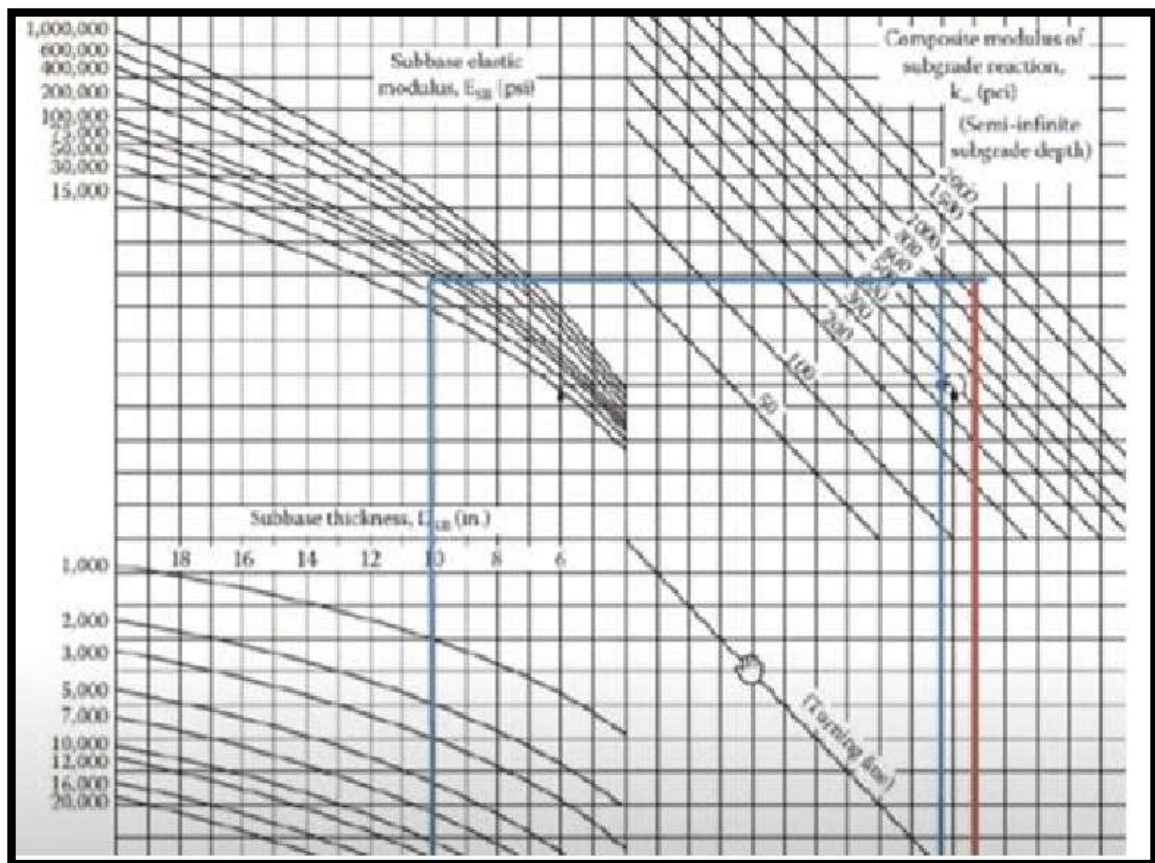


Figura 54: Abaco

TP1 se considera pesado trafico

R= Nivel de confiabilidad de 70%

Desviación estándar de -0.524

Índice de servicio inicial = 4.10

Índice de servicio final = 2

Variación $\Delta = 2.10$

Según el manual se acepta utilizar $S_o = 0.35$

AASSTO $0.30 < S_o < 0.40$

La conclusión es que la losa de concreto está a unos 30 cm del material observado en el ábaco.

Disponemos de transferencia de carga J, concreto con pasadores de 2.80

Coefficiente de drenaje ($C_d = 1.00$)

| Espesor de Capa de Rodadura [mm] | Presión de Contacto del Neumático [PCN] en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] [psi] | | | | | | |
|----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 |
| 50 | 1.00 | 1.36 | 1.80 | 2.31 | 2.91 | 3.59 | 4.37 |
| 60 | 1.00 | 1.33 | 1.72 | 2.18 | 2.69 | 3.27 | 3.92 |
| 70 | 1.00 | 1.30 | 1.65 | 2.05 | 2.49 | 2.99 | 3.53 |
| 80 | 1.00 | 1.28 | 1.59 | 1.94 | 2.32 | 2.74 | 3.20 |

Figura 55: Presión de contacto del neumático.

De acuerdo con el gráfico, el espesor de rotura corresponde a 80mm, debido a que su F_p es 1, que es un valor útil para el diseño.

Cálculo del módulo de reacción de la subrasante K

$$ME = MR \rightarrow MR = ME = 255546.125^{0.64}$$

$$MR = ME = 29669.4973 = 2.9 \cdot 10^4 \frac{\text{lb}}{\text{tn}^2}$$

Diseño de concreto patrón

Valores de diseño

| | |
|----------------------------|---------|
| Asentamiento | 3" – 4" |
| Relación agua cemento | 0.61 |
| Agua | 215L |
| Total, de aire atrapado | 1.5 |
| Volumen de agregado grueso | 0.3992 |

Análisis de diseño

Factor de cemento

| | |
|---------------------|----------------------|
| Volumen del cemento | 0.1121m ³ |
| Volumen del agua | 0.2150m ³ |

| | |
|---|----------------------|
| Volumen del aire | 0.0150m ³ |
| Volumen de agregados | |
| Volumen del agregado fino | 0.2587m ³ |
| Volumen del agregado grueso | 0.3992m ³ |
| Cantidad de materiales m³ por peso seco | |
| Cemento | 350kg |
| Agua | 215L |
| Agregado fino | 665kg |
| Agregado grueso | 1120kg |
| Peso de mezcla | 2350kg |
| Cantidad de materiales m³ por peso húmedo | |
| C | 380kg |
| A | 223L |
| A.F | 673kg |
| A.G | 1125kg |
| Peso de mezcla | 2370kg |
| Cantidad de materiales | |
| C | 23.937kg |
| A | 14.009 L |
| A.F | 40.796kg |
| A.G | 70.87kg |

La siguiente tabla muestra la cantidad de material que se utilizó en los ensayos de laboratorio para preparar el diseño de concreto patrón, que se utilizó 22.037kg de cemento, 14.021L de agua, 42.369kg de agregado fino y 70.87 de agregado grueso.

Tabla 21:

Cantidad de materiales para la elaboración del concreto patrón.

| Cantidad de materiales | |
|-------------------------------|-----------|
| Cemento | 22.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Agregado fino | 42.369 kg |
| Agregado grueso | 70.87 kg |

Nota: Elaboración propia.

Diseño de concreto con 200g de fibra sintética

Valores de diseño

| | |
|----------------------------|---------|
| Asentamiento | 3" – 4" |
| Relación agua cemento | 0.61 |
| Agua | 215L |
| Total, de aire atrapado | 1.5 |
| Volumen de agregado grueso | 0.3992 |

Análisis de diseño

Factor de cemento

| | |
|---------------------|----------------------|
| Volumen del cemento | 0.1121m ³ |
| Volumen del agua | 0.2150m ³ |
| Volumen del aire | 0.0150m ³ |

Volumen de agregados

| | |
|-----------------------------|----------------------|
| Volumen del agregado fino | 0.2587m ³ |
| Volumen del agregado grueso | 0.3992m ³ |

Cantidad de materiales m³ por peso seco

| | |
|----------------|--------|
| Cemento | 350kg |
| Agua | 215L |
| Arena fina | 665kg |
| Arena gruesa | 1120kg |
| Peso de mezcla | 2350kg |

Cantidad de materiales m³ por peso húmedo

| | |
|----------------|--------|
| C | 380kg |
| A | 223L |
| A.F | 673kg |
| A.G | 1125kg |
| Peso de mezcla | 2370kg |

Cantidad de materiales

| | |
|---|----------|
| C | 23.937kg |
| A | 14.009 L |

| | |
|-----------------|----------|
| A.F | 40.796kg |
| A.G | 70.87kg |
| Fibra sintética | 12.6gr |

La siguiente tabla muestra la cantidad de material utilizado para el desarrollar el diseño de concreto con fibra sintética en la prueba de laboratorio de 200/m3, que se utilizó 22.037kg de cemento, 14.021L de agua, 42.369kg de agregado fino, 70.97 de agregado grueso y 12.6gr de fibra sintética.

Tabla 22:

Cantidad de materiales para la elaboración del concreto 200g de fibra sintética por m3.

| Cantidad de materiales | |
|-------------------------------|-----------|
| Cemento | 22.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Agregado fino | 42.369 kg |
| Agregado grueso | 70.87 kg |
| Fibra sintética | 12.6 gr |

Nota: Elaboración propia

Diseño de concreto con 400gr de fibra sintética

Valores de diseño

| | |
|----------------------------|---------|
| Asentamiento | 3" – 4" |
| Relación agua cemento | 0.615 |
| H2O | 215L |
| Total, de aire atrapado | 1.5 |
| Volumen de agregado grueso | 0.3992 |

Análisis de diseño

Valores de diseño

| | |
|-------------------------|---------|
| Asentamiento | 3" – 4" |
| Relación agua cemento | 0.61 |
| H2O | 215L |
| Total, de aire atrapado | 1.5 |
| Volumen de arena gruesa | 0.3992 |

Análisis de diseño

Factor de cemento

| | |
|---------------------|----------------------|
| Volumen del cemento | 0.1121m ³ |
| Volumen del agua | 0.2150m ³ |
| Volumen del aire | 0.0150m ³ |

Volumen de agregados

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Volumen de arena fina | 0.2587m ³ |
| Volumen de arena gruesa | 0.3992m ³ |

Cantidad de materiales m³ por peso seco

| | |
|----------------|--------|
| Cemento | 350kg |
| Agua | 215L |
| Arena fina | 665kg |
| Arena gruesa | 1120kg |
| Peso de mezcla | 2350kg |

Cantidad de materiales m³ por peso húmedo

| | |
|----------------|--------|
| C | 380kg |
| A | 223L |
| A.F | 673kg |
| A.G | 1125kg |
| Peso de mezcla | 2370kg |

Cantidad de materiales

| | |
|-----------------|----------|
| C | 23.937kg |
| A | 14.009 L |
| A.F | 40.796kg |
| A.G | 70.87kg |
| Fibra sintética | 25.2gr |

La siguiente tabla muestra la cantidad de material utilizado para el desarrollar el diseño de concreto con fibra sintética en la prueba de laboratorio de 400g/m³, que se utilizó 22.037kg de cemento, 14.021L de agua, 42.369kg de agregado fino, 70.97 de agregado grueso y 25.2gr de fibra sintética.

Tabla 23:

Cantidad de materiales para la elaboración de concreto 400g de fibra sintética por m3.

| Cantidad de materiales | |
|-------------------------------|-----------|
| Cemento | 22.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Arena fina | 42.369 kg |
| Arena gruesa | 70.87 kg |
| Fibra sintética | 25.2 gr |

Nota: *Elaboración propia.*

V. DISCUSIÓN

En este proyecto de investigación se realizó la adición de fibra sintética a la mezcla de concreto del pavimento rígido. la resistencia a la compresión resultante del concreto patrón fue de 217 kg/cm² con una resistencia a la flexión de 45.7 kg/cm², la resistencia a la compresión del concreto que contenía 200gr de fibra sintética fue de 224 kg/cm² con una resistencia a flexión de 47.4 kg/cm² y con la adición de 400gr de fibra sintética resulto en un valor de 232 kg/cm² con una resistencia a la flexión de 49.3 kg/cm².

Según la investigación de Isidro (2017), añadir fibra sintética al hormigón lo hace más resistente. Por ejemplo, al añadir 600 gr/cm³ de fibra sintética al hormigón se obtiene una resistencia a la compresión de 191,95 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 34,90 kg/cm² después de 28 días, al añadir 1,2 kg/m³ de fibra sintética al hormigón se obtiene una resistencia a la compresión de 196,96 kg/cm² y una resistencia a la flexión de 34.73.

Pablo (2018). (2018). En este investigación se realizaron ensayos a compresión y a flexión con las edades de 7 y 28 días, los resultados se obtuvieron en ensayos de compresión con concreto patrón, los resultados se obtuvieron con una resistencia a la compresión a los 7 días de 206.09 kg/cm² y el día 28 la compresión fue de 312.56 kg/cm², así como en la M1 se obtuvo como resultados a los 7 días con una compresión de 199.26 kg/cm² y el día 28 con una compresión de 299.06 kg/cm², en la M2 se obtuvo como resultados a los 7 días con una compresión de 204.21 kg/cm² y compresión a los 28 días de 319.32 kg/cm², en la M3 se obtuvo como resultados a los 7 días con una compresión de 199.71 kg/cm² y en el día 28 la compresión fue de 305.46 kg/cm². En la resistencia a flexión se obtuvo como resultado en el patrón 40.93 kg/cm², M1 se obtuvo una flexión de 41.10, M2 se tuvo una flexión de 44.37 kg/cm² y en la M3 dio como resultado 46.62 kg/cm².

Según Córdoba (2015). En este estudio se realizaron diversos ensayos de concreto, los cuales fueron sometidos a ensayos a compresión y flexión respectivamente, el resultado del ensayo a compresión sobre concreto estándar fue de 387 kg/cm², con una resistencia de diseño de 280 kg/cm². El resultado promedio del concreto fibro reforzado a los 28 días de edad que contiene la fibra X fiber-54 de 3.5kg/m³ donde la dosificación aplicada fue de 4.5 kg/m³ dando

como resultado una compresión de 392 kg/cm². Dando como resultado de los ensayos a flexión en el concreto patrón de 45kg/cm².

En la investigación de Sotil; Zegarra (2015) se relisto en total de 27 probetas donde se realiza los ensayos a compresión teniendo en cuenta q da como resultado a la edad de los 28 días, el concreto patrón con valor de 284.79 kg/cm², en la muestra con la fibra FF3 da como valor 323.19 kg/cm² y con la muestra que se incorpora la fibra FF4 da como valor 295.63 kg/cm². En la flexión da como resultado en el concreto patrón de 3.65 Mpa, con la fibra FF3 la resistencia a flexión da como valor 4.26 Mpa y con la fibra FF4 la flexión dio como 4.40 Mpa.

VI. CONCLUSIONES

En esta investigación se concluye, que con la adición de fibra sintética se logra mejorar de las propiedades de un concreto $f'c=210$ kg/cm², evidenciando que con incorporación de 200gr/m³ y 400gr/m³ tiene un incremento de significativo de 3.8% y 6% en resistencia a compresión a comparación del concreto patrón.

En el ensayo de resistencia a flexión, con una viga de 15x15 y un $f'c=210$ kg/cm² se obtuvo los siguientes promedios con respecto al módulo de rotura en el tercio central de la viga con una luz de 45 cm, 45.1 kg/cm² en viga patrón, 47.2kg/cm² en viga-200g/m³ y 49.1kg/cm² en viga-400g/m³, teniendo un incremento considerable de 4.7% y 8.9% con la adición en 200g/m³ y 400g/m³ mejorando sustancialmente su resistencia a flexión.

En el presente trabajo de investigación las dosificaciones resultan ser óptimas al adicionar fibra sintética en las proporciones de 200 y 400g/m³, modificando el frágil comportamiento del concreto gracias a los esfuerzos que genera, donde se logra disipar la propagación de fisuras en el pavimento, mejorando sus propiedades mecánicas (resistencia a compresión flexión y compresión) tratando de garantizar el cumplimiento de su vida útil.

De acuerdo al estudio realizado se calculó de los ejes equivalentes dando como resultado un promedio de 1000000 de ejes equivalentes, con este valor y agregado de parámetros necesarios para poder realizar un cálculo del espesor del pavimento, se procedió a realizar el cálculo del pavimento la cual salió 10.54 pulgadas, tomando como valor 26.80 centímetros, se dio como promedio un espesor de 30 centímetros en el cual se asegura el funcionamiento y vida útil de 20 años.

En conclusión, la adición de fibra sintética si cumple con mejorar en el aumento de la resistencia de compresión (ruptura de probetas) y el aumento de la resistencia a flexión (flexión en vigas), concluyendo que el resultado previsto en cuanto a el aumento de sus propiedades físicas es viable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios de mayor cantidad de dosificación, así poder generar curvas de resistencia y el porcentaje de adición, que permitirá tener una gran referencia de distintas alternativas de aviación de fibra sintética.

Se sugiere realizar un análisis de beneficios y costos de las alternativas de mayor eficiencia al incorporar la fibra sintética al concreto, con la finalidad de brindar una propuesta adecuada en los aspectos técnico, económico.

Es de vital importancia saber que la fibra sintética controla el agrietamiento del concreto mejorando el comportamiento mecánico y físico, pero no puede eliminar al 100% porque a que es un material muy variable que depende de los factores de diseño.

Para evaluar el comportamiento a flexión del concreto, se puede generar una curva de comportamiento, se aconseja evaluar dosis de 1,2, 1,4, 1,6, 1,8 y 2 kg en futuras investigaciones. Esto se debe a que al aumentar la dosificación se tendrá una mayor capacidad de carga, aunque los resultados pueden variar dependiendo del tipo de fibra sintética utilizada.

REFERENCIAS

Pablo (2017), en su tesis titulado Evaluación de la Influencia de las Fibras de Polietileno en el Diseño, Construcción y Durabilidad de Pavimento de concreto en la Ciudad de Cerro de Pasco – 2017, presentado en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Recuperado por: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1047/1/T026_70771434_T.pdf

Medina (2019), en su tesis titulada “Influencia de diferentes porcentajes de tiras de plástico en la permeabilidad, resistencia a la compresión y flexión del concreto permeable y su aplicación como pavimento rígido”, presentada en la Universidad Privada del Norte. Rescatado por: <file:///C:/Users/pc/Downloads/Medina%20Torres%20D%C3%ADn%20Ena%C3%AD.pdf>

Ibarra (2018), en su tesis titulada variación del módulo de rotura de los pavimentos drenantes usando fibras sintéticas “, presentada en la Universidad Piloto de Colombia. Rescatado por: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5685/ibarra%20omateo%20final%20icontec.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valero, J (2015). En su tesis titulada "influencia de las fibras de polipropileno en la fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014", presentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú, Rescatado por: http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/399/TCIV_09.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jimenes, Zambrano (2019). En su tesis titulada Fibra Proveniente de Sorbetes en la Elaboración de Hormigón para Pavimento Rígido. Presentado en la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Rescatado por: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3458/1/T-ULVR-3038.pdf>

Robalino, López (2018). En su tesis titulada Determinación de la Cantidad Optima de Fibra de Acero para la Elaboración de Hormigón de Cemento Portland de MR= 4,5 MPA, para Losas de Pavimentos Rígidos. Presentado en la Universidad de Guayaquil. Rescatado por: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33170/1/ROBALINO_DIANA_L%C3

%93PEZ_CRISTOPHER_TRABAJO_TITULACI%C3%93N_V%C3%8DAS_EN
ERO_2018.pdf

Gonzales, (2018). En su tesis titulada Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado con Acero para El Mejoramiento de la Avenida Gambetta, Tramo Refinería Pampilla, Callao 2018. Presentado en la Universidad Cesar Vallejo. Rescatado por: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32653/Gonzales_CRF.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gallego (2018): En su artículo como se construye el marco teórico de la investigación. Rescatado por: <https://www.scielo.br/pdf/cp/v48n169/1980-5314-cp-48-169-830.pdf>

Becerra (2013): en su libro tópicos de pavimentos de concreto diseño, construcción y supervisión. Rescatado por: https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2

manual de carreteras suelos, geología geotecnia y pavimento (2014). Rescatado por: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Gomes (2014). en su tesis titulado diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau, Trujillo, la Libertad. Presentado en la Universidad Privada Antenor Orrego. Rescatado por: <https://es.scribd.com/doc/289694365/Gomez-Susan-Pavimento-Flexible-Ovalo-Tesis-Trujillo>

Briceño, Narciso (2019): En su tesis titulado análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la aashto-93 y la del instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, la libertad. Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. Rescatado por: file:///C:/Users/pc/Downloads/RE_ING.CIVIL_LUIS.BRICE%C3%91O_WILLY.NARCIZO_DISE%C3%91O.ESTRUCTURAL_DATOS.PDF

manual de carreteras suelos, geología geotecnia y pavimento (2014). Rescatado por: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Mora, Arguelles (2015): en su tesis titulada diseño de pavimento rígido para la urbanización caballero y Góngora, municipio de Honda – Tolima. Colombia. Presentado en la Universidad Católica de Colombia. Rescatado por: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2687/1/dise%C3%B1o%20de%20pavimento%20r%C3%ADgido%20para%20la%20urbanizaci%C3%B3n%20de%20Caballero%20de%20Honda-Tolima.pdf>

Navas, Rincón (2020): en su tesis titulado adoquín avanzado, un prototipo de pavimento articulado para vías de alto flujo vehicular. Presentado en la Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/7757/Proyecto%20de%20grado%20%28ADOQUIN%20AVANZADO%20CUN%20PROTOTIPO%20DE%20PAVIMENTO%20ARTICULADO%20PARA%20VIAS%20DE%20ALTO%20FLUJO%20VEHICULAR%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Según Díaz (2018): en su tesis titulado la revaloración de la performance funcional y estructural de los pavimentos articulados en la ciudad de Jaén. Presentado en la Universidad Nacional de Cajamarca. Rescatado por: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2571/Tesis%20Informe%20100%25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Argos 360 (2020). Publicación del blog de materiales: rescatado por: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/categoria/aditivos-adiciones-y-fibras/las-fibras-en-el-concreto>

Argos 360 (2020). Publicación del blog de materiales: rescatado por: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/el-concreto-reforzado-con-fibras-de-vidrio>

Sika Perú (2018). Fibra para concreto. rescatado por: <https://aplitekbolivia.com/producto/sikafiber-pe/>

Sika Perú (2018). Fibra para concreto. rescatado por: <https://studylib.es/doc/7139998/fibra-de-acero-para-concreto-sika-fiber-cho6535nb>

Córdoba, C (2015). Análisis Comparativo Teórico y Económica, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyados sobre suelos. Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Rescatado por: <file:///C:/Users/pc/Downloads/39189.pdf>

Jimenes, R; Zambrano, K (2019). Fibra Proveniente de Sorbetes en la Elaboración de Hormigón para Pavimento Rígido. Ecuador. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Rescatado por: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3458/1/T-ULVR-3038.pdf>

Robalino, D; López, C (2018). Determinación de la Cantidad Optima de Fibra de Acero para la Elaboración de Hormigón de Cemento Portland de MR= 4,5 MPA, para Losas de Pavimentos Rígidos. Ecuador. Universidad de Guayaquil. Rescatado por : http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33170/1/ROBALINO_DIANA_L%C3%93PEZ_CRISTOPHER_TRABAJO_TITULACI%C3%93N_V%C3%8DAS_EN_ERO_2018.pdf

Gómez (2020). En su libro metodología de la investigación. Rescatado por: <file:///C:/Users/pc/Downloads/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n%20Cient%C3%ADfica%20Autor%20Prof.%20Marcelo%20G%C3%B3mez.pdf>

Cabezas, Andrade, Torres (2018). En su libro introducción a la metodología de la investigación rescatado por: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>

Manual de carreteras (2014). Rescatado por: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

Hernández (2017): En su libro metodología de la investigación. Rescatado por: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Sánchez, Reyes, Mejía (2018). En su libro manual de términos de investigación científica, tecnológica y humanística. Perú. Rescatado por:

<https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Carrillo, J., Silva, D Sánchez, M (2016). Desempeño de Lozas de Concreto sobre Terrenos Reforzados con maya electro soldad o fibra de acero. Bogotá, Colombia. Universidad Militar Nueva granada. Presentado en la universidad en la Universidad Autónoma de México: rescatado por <https://www.redalyc.org/pdf/404/40447587009.pdf>

Sotil, A., Zegarra, En su tesis análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido. Presentado en la universidad peruana de ciencias aplicadas. Rescatado por: [file:///C:/Users/pc/Downloads/Tesis%20original%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Tesis%20original%20(2).pdf)

Chagua, J (2018). "Influencia de la Adición de Fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas. Puno, Peru. Presentado en la Universidad Nacional del Altiplano. Rescatado por: [file:///C:/Users/pc/Downloads/Isidro_Chagua_Jhonson%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/Isidro_Chagua_Jhonson%20(1).pdf)

Briceño, J (2019). diseño estructural del pavimento de la av. juan pablo ii y su interconexión con la vía de evitamiento utilizando geosintéticos en el distrito victor larco herrera – trujillo – la libertad. Presentado en la Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado por: file:///C:/Users/pc/Downloads/RE_ING.CIVIL_JAIME.BRICE%C3%91O_DISE%C3%91O.ESTRUCTURAL_DATOS.PDF


ANEXOS

ANEXO 1: matriz de consistencia

| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPÓTESIS | VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | ÍNDICES | MÉTODOS | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS |
|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|
| <p>Problema General:</p> <p>¿Cómo incide la incorporación de fibra sintética en el pavimento rígido en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021?</p> <p>Problemas Específicas:</p> <p>¿cómo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a flexión del pavimento rígido?</p> <p>¿cómo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a compresión del pavimento rígido?</p> <p>¿De qué manera la incorporación de fibra sintética incide en la reducción de costos en la producción de concreto?</p> | <p>Objetivo General:</p> <p>Definir como contribuye la adición de fibra sintética en el diseño de pavimento rígido en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>De qué modo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a flexión del pavimento rígido.</p> <p>De qué modo incide la adición de fibra sintética en la resistencia a compresión del pavimento rígido.</p> <p>Establecer como la adición de fibra sintética incide en la reducción de costos de producción del concreto.</p> | <p>Hipótesis General:</p> <p>La adición de fibra sintética contribuye significativamente en el diseño de pavimento rígido en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>La adición de fibra sintética repercute considerablemente en la resistencia a flexión del pavimento rígido.</p> <p>La adición de fibra sintética influye en la resistencia a compresión del pavimento rígido.</p> <p>La adición de fibra sintética influye significativamente en la reducción de costos de producción del concreto.</p> | <p>Variable Independiente:</p> <p>Fibra Sintética</p> <p>Variable Dependiente:</p> <p>Diseño de Pavimento Rígido</p> | <p>Propiedades físicas de la fibra sintética.</p> <p>-Propiedades mecánicas de a la fibra sintética.</p> <p>-índice medio diario.</p> <p>-Resistencia a la flexión.</p> <p>--Resistencia a compresión.</p> <p>-Relación de costos de la fibra al ser incorporado</p> | <p>- Elongación de Rotura.</p> <p>-Resistencia a la Tensión.</p> <p>- Absorción de Agua.</p> <p>-resistencia al desgaste.</p> <p>-Reducción de la figuración.</p> <p>-Aumento de tenacidad del concreto.</p> <p>-conteo vehicular.</p> <p>-cantidad de ensayos.</p> <p>-Evaluación Física.</p> <p>- la cantidad necesaria de fibra a utilizar.</p> <p>-Evaluación.</p> <p>-Diseños de mezclas.</p> <p>-Ruptura de probetas.</p> <p>- como evaluar los costos al incorporar la fibra sintética.</p> | <p>Fibra sintética</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Espesor de los pavimentos</p> | <p>Tipo de Investigación:</p> <p>aplicada</p> <p>Nivel de Investigación:</p> <p>Cuasi experimental</p> <p>Metodología de la Investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Universo:</p> <p>Pavimento rígido</p> <p>Muestra:</p> <p>Avenida Naranjal</p> | <p>Observación</p> <p>Ensayos de laboratorio</p> | <p>Ensayo de resistencia a la flexión</p> <p>Ensayo de resistencia a la compresión</p> <p>Diseño de mescla</p> <p>Peso unitario de los agregados</p> |

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: Resultados de laboratorio

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-PO-01 |
| | ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-08-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|---|---|
| Proyecto: Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 Solicitante: Herrera Tapara Jean Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel Cliente: Herrera Tapara Jean Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel Ubicación de Proyecto: Av. Naranjal, San Martín de Porres. Material: Tamano Natural | Registro N°: L21-116-01 Muestreado por: Soñante Ensayado por: C. Trillo Fecha de Ensayo: 31/10/2021 Turno: Diurno |
| Tramo: --- Sondaje / Calicata: C-1 N° de Muestra: M-1 Progresiva: --- | Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cote: --- |


| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 | | |
|--|---------------|---------------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
| 3" | 76.200 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 97.2 |
| 3/4" | 19.000 | 96.3 |
| 3/8" | 9.500 | 94.8 |
| N° 4 | 4.750 | 94.2 |
| N° 10 | 2.000 | 93.0 |
| N° 20 | 0.840 | 91.7 |
| N° 40 | 0.425 | 85.2 |
| N° 60 | 0.250 | 78.8 |
| N° 100 | 0.150 | 66.8 |
| N° 140 | 0.106 | 62.0 |
| N° 200 | 0.075 | 58.3 |

| CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216 | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 9.2 | |
| MÉTODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 0.5°C | |
| MÉTODO DE REPORTE | "B" | |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno | |
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secado al horno a 110 +/- 0.5°C" | |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | Tamizado combinado | |
| TAMIZ SEPARADOR | N° 4 | |
| MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" | |



| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
|---------------------------------------|------------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 29 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 15 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 14 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 1.4 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL) | -0.4 |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | Multipunto |

| COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTICULAS | |
|---|------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 5.6 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 26.9 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 58.3 |

| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | Arilla arenosa de baja plasticidad |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | Sin presencia de materiales ajenos al suelo natural |

| GRÁFICO DE FLUIDEZ | |
|--|----------------|
|  | $R^2 = 0.9960$ |

| CLASIFICACIÓN DEL SUELO | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-6 (2) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arilla arenosa de baja plasticidad |

| | | |
|--|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa - San Martín de Porres - Lima - Teléfono: (01) 685-3852 Cel: 924513299
 www.ingeocontrol.com.pe / laboratorio@ingeocontrol.com.pe



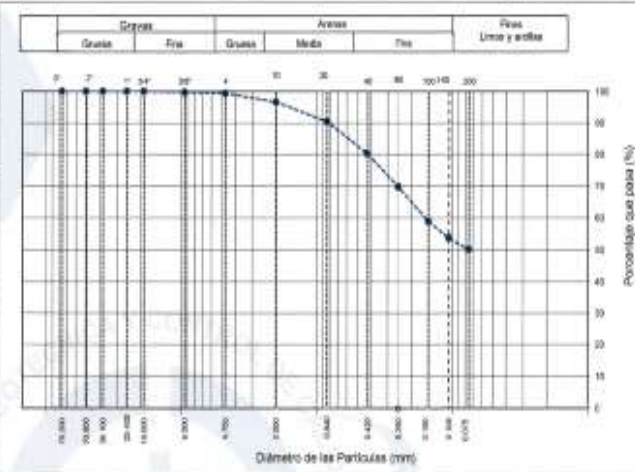
INFORME

ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-01 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 07 de 2018 |
| Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-116-02 |
| Solicitante | Hermano Tapara Juan Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | Solicitante |
| Cliente | Hermano Tapara Juan Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | C. Tillo |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo | 2/11/2021 |
| Material | Terrazo natural | Turno | Diurno |
| Tiempo | --- | Profundidad | --- P1 |
| Sondeo / Calicata | C-2 | Horario | --- |
| N° de Muestra | M-1 | Este | --- |
| Progresiva | --- | Cota | --- |

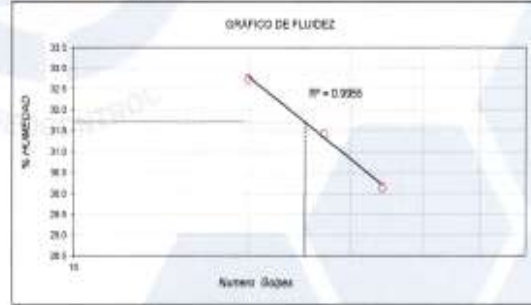
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|---------------|---------------------|
| 2" | 75.200 | 100.0 |
| 2" | 60.000 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 99.8 |
| N° 4 | 4.750 | 96.4 |
| N° 10 | 2.000 | 66.6 |
| N° 20 | 0.840 | 50.5 |
| N° 40 | 0.425 | 33.3 |
| N° 60 | 0.250 | 28.8 |
| N° 100 | 0.150 | 28.0 |
| N° 140 | 0.106 | 23.8 |
| N° 200 | 0.075 | 20.2 |



| | |
|--------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 13.3 |
| MÉTODO DE SECADO | Horno a 110 ± 0.5°C |
| MÉTODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | Arcilla arenosa de baja plasticidad |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | Sin presencia de materiales ajenos al suelo natural |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secado al horno a 110 ± 0.5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | Tamizado compuesto |
| TAMIZ SEPARADOR | N° 4 |
| MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |



| | |
|------------------------------------|------------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 32 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 18 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 14 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 1.3 |
| ÍNDICE DE LIQUEZ (IL) | -0.3 |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | Multipunto |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-4 (2) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

| | |
|--|------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 0.8 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 49.2 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 50.2 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:</p> <p>Este documento es íntegramente válido sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis Mejía Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

**INFORME**

Código: AE-FD-16

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

Versión: 01

Fecha: 30-04-2018

Página: 1 de 3

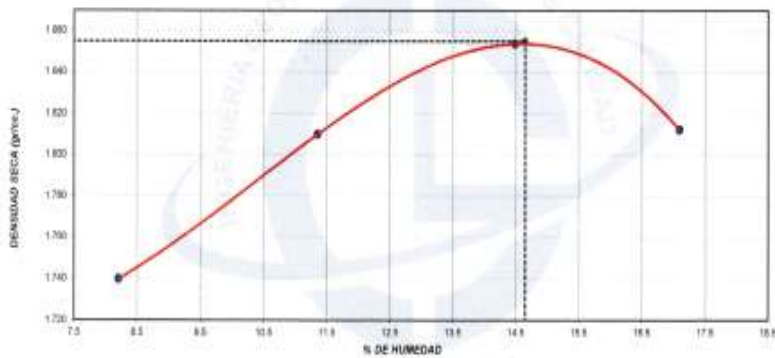
| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|---------------|
| Proyecto | : Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | : L21-115-03 |
| Cliente | : Herrera Tapara Jean Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | : Solicitante |
| Solicitante | : Herrera Tapara Jean Johnny / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | : B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo | : 29/10/2021 |
| Material | : Terreno Natural | Turno | : Diurno |
| Procedencia | : --- | Profundidad | : --- |
| Identificación | : C-1 | Norte | : --- |
| N° de Muestra | : M-1 | Este | : --- |
| Progresiva | : --- | Oeste | : --- |

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2127 | cm ³ |
| Peso Molde | 6262 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.882 | 2.016 | 2.122 | 2.122 |
| Contenido de agua | % | 8.2 | 11.4 | 14.5 | 17.1 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.740 | 1.810 | 1.854 | 1.812 |

| | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|---------------------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca: | 1.855 | gr/cc | Contenido Humedad Óptima: | 14.7 | % |
|-----------------------|-------|-------|---------------------------|------|---|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**OBSERVACIONES:**

- * Muestra provista e identificada por el SOLICITANTE.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGENIOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-15 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 2 de 3 |

| | | | |
|-----------------------|---|------------------|------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-03 |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Johnny / Rogalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por : | Soldante |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Johnny / Rogalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por : | B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo: | 2/11/2021 |
| Material | Tamano Natural | Turno: | Dúmo |
| Procedencia | --- | Profundidad: | ---m |
| Identificación | C-1 | Norte: | --- |
| N° de Muestra | M-1 | Este: | --- |
| Progresiva | --- | Oeste: | --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

| Molde N° | 4 | | 3 | | 15 | |
|----------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Número de capas | 5 | | 5 | | 5 | |
| Número de golpes | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso suelo + molde (gr) | 12.467 | | 12.255 | | 11.709 | |
| Peso molde (gr) | 7.976 | | 7.929 | | 7.897 | |
| Peso suelo compactado (gr) | 4.531 | 0 | 4.328 | 0 | 4.072 | 0 |
| Volumen del molde (cm³) | 2.123 | | 2.138 | | 2.125 | |
| Densidad húmeda (gr/cm³) | 2.130 | #DIV/0! | 2.024 | #DIV/0! | 1.916 | #DIV/0! |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.957 | #DIV/0! | 1.755045 | #DIV/0! | 1.671 | #DIV/0! |

CONTENIDO DE HUMEDAD

| | | | | | | |
|--------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|
| Peso de tara (gr) | 117.9 | | 117.0 | | 154.8 | |
| Tara + suelo húmedo (gr) | 435.5 | | 486.0 | | 765.5 | |
| Tara + suelo seco (gr) | 385.1 | | 431.3 | | 687.3 | |
| Peso de agua (gr) | 50.4 | 0.0 | 44.7 | 0.0 | 78.2 | 0.0 |
| Peso de suelo seco (gr) | 355.3 | 0.0 | 394.3 | 0.0 | 632.5 | 0.0 |
| Humedad (%) | 14.7 | #DIV/0! | 14.7 | #DIV/0! | 14.7 | #DIV/0! |

EXPANSIÓN

| Fecha | Hora | Tiempo H* | Día 0.51" | Expansión | | Día | Expansión | | Día | Expansión | |
|--------|-------|-----------|-----------|-----------|------|-----|-----------|------|-----|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 29-Oct | 11:28 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 30-Oct | 11:28 | 24 | 65 | 1.69 | 1.42 | 119 | 2.87 | 2.47 | 215 | 5.46 | 4.69 |
| 31-Oct | 11:28 | 48 | 72 | 1.83 | 1.57 | 160 | 4.79 | 4.10 | 264 | 7.47 | 6.42 |
| 1-Nov | 11:28 | 72 | 84 | 2.13 | 1.83 | 205 | 5.21 | 4.47 | 333 | 8.46 | 7.27 |
| 2-Nov | 11:28 | 96 | 95 | 2.15 | 1.84 | 209 | 5.31 | 4.56 | 340 | 8.64 | 7.42 |

PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 3 | | | | Molde N° 3 | | | | Molde N° 15 | | | |
|------------------|-------------------------|------------|--------|----------|-------|------------|--------|----------|-------|-------------|--------|----------|-------|
| | | Carga | | Conexión | | Carga | | Conexión | | Carga | | Conexión | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.025 | | 20 | 1.0 | | | 17 | 0.8 | | | 9 | 0.4 | | |
| 0.060 | | 53 | 2.6 | | | 53 | 2.6 | | | 27 | 1.3 | | |
| 0.075 | | 98 | 4.9 | | | 100 | 5.0 | | | 51 | 2.5 | | |
| 0.100 | 70.307 | 151 | 7.5 | 9.2 | 13.1 | 141 | 7.0 | 7.8 | 19.8 | 81 | 4.0 | 3.9 | 6.5 |
| 0.150 | | 260 | 13.0 | | | 224 | 11.1 | | | 121 | 6.0 | | |
| 0.200 | 105.450 | 359 | 17.8 | 19.3 | 19.3 | 287 | 14.2 | 15.0 | 14.2 | 147 | 7.3 | 7.8 | 7.2 |
| 0.300 | | 611 | 29.3 | | | 369 | 18.3 | | | 189 | 9.3 | | |
| 0.400 | | 642 | 31.9 | | | 492 | 22.4 | | | 232 | 11.6 | | |
| 0.500 | | 701 | 34.7 | | | 603 | 24.9 | | | 264 | 12.1 | | |

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificada por el SOLICITANTE
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.
 *

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|---|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p align="center">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p align="center">Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p align="center">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p align="center">Arnaldo Pérez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |



INFORME

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

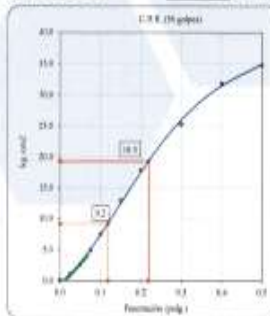
| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-16 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 3 de 3 |

| | | | |
|-----------------------|---|------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-116-03 |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | Solicitante |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo: | 2/11/2021 |
| Material | Terreno Natural | Turno: | Diurno |
| Procedencia | --- | Profundidad | --- m |
| Identificación | C-1 | Norte | --- |
| N° de Muestra | M-1 | Este | --- |
| Progresiva | --- | Cote | --- |

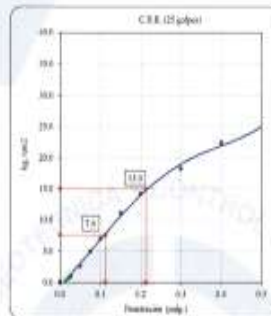
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1557

Datos de muestra

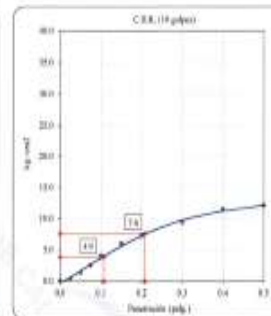
Máxima Densidad Seca 1.855 gr/cm^3 Óptimo Contenido de Humedad 14.7%
 Máxima Densidad Seca al 95% 1.762 gr/cm^3



CBR (0.17) 06 GOLPES: 13.1 %

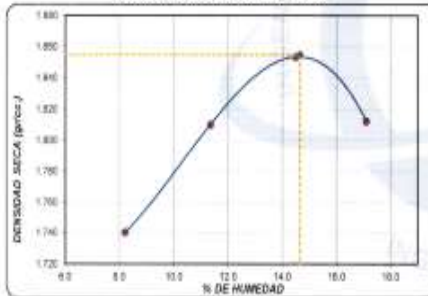


CBR (0.17) 25 GOLPES: 10.5 %



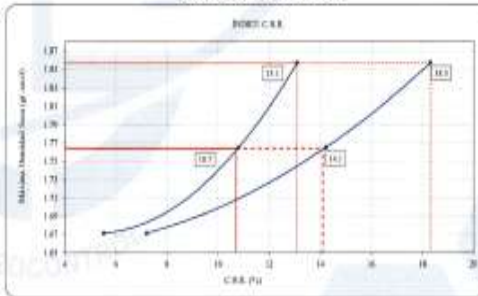
CBR (0.17) 100 GOLPES: 5.5 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CBR (100% M.D.S.) 0.1" 13.1 %
 CBR (95% M.D.S.) 0.1" 10.7 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



CBR (100% M.D.S.) 0.2" 10.2 %
 CBR (90% M.D.S.) 0.2" 14.1 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|---|---|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luisa Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico |
| | | |

**INFORME**

Código: AE-FO-16

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

Versión: 01

Fecha: 30-06-2018

Página: 1 de 3

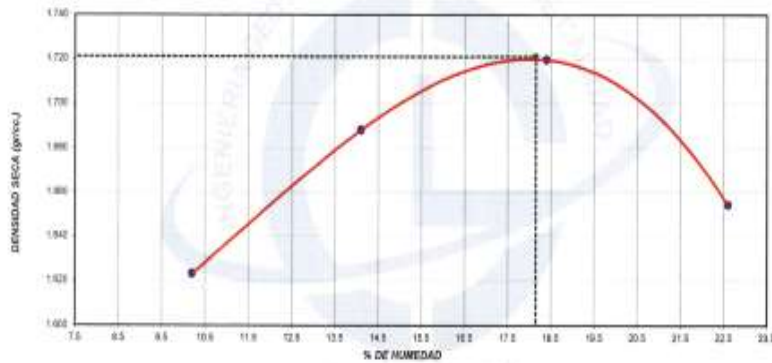
| | | | |
|-----------------------|---|------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-118-04 |
| Cliente | Himera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por: | Solicitante |
| Solicitante | Himera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por: | B. Meigar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo: | 29/10/2021 |
| Material | Terreno Natural | Tubo: | Diamo |
| Procedencia | --- | Profundidad: | --- |
| Identificación | C-2 | Norte: | --- |
| N° de Muestra | M-1 | Este: | --- |
| Progresiva | --- | Cota: | --- |

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2127 | cm ³ |
| Peso Molde | 6262 | g |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumétrico Humedo | gr | 1.795 | 1.925 | 2.036 | 2.028 |
| Contenido de agua | % | 10.2 | 14.1 | 18.4 | 22.6 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.623 | 1.688 | 1.720 | 1.654 |

| | | | | |
|------------------------------|-------|--------------------|----------------------------------|--------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.721 | gr/cm ³ | Contenido Humedad Óptima: | 18.2 % |
|------------------------------|-------|--------------------|----------------------------------|--------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**OBSERVACIONES:**

- * Muestra provista e identificada por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGECONTROL

| INGECONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no debe verse en forma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia o distribución del mismo fuera de nuestra organización será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Meigar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Pérez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME
VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-16 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 2 de 3 |

| | | | |
|-----------------------|---|------------------|-------------|
| Proyecto | : Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-115-04 |
| Cliencia | : Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | Solicitante |
| Solicitante | : Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo: | 2/11/2021 |
| Material | : Terreno Natural | Turno | Diurno |
| Procedencia | : --- | Profundidad: | --- m |
| Identificación | : C-2 | Norte | --- |
| N° de Muestra | : M-1 | Este | --- |
| Progresiva | : --- | Cola | --- |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883

| CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.) | | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|--|
| Molde N° | 7 | | 10 | | 1 | | |
| Número de copas | 5 | | 5 | | 5 | | |
| Número de golpes | 25 | | 25 | | 10 | | |
| Condición de la muestra | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | |
| Peso suelo + molde (gr.) | 11.555 | | 11.744 | | 11.515 | | |
| Peso molde (gr.) | 7.998 | | 7.937 | | 7.640 | | |
| Peso suelo compactado (gr.) | 4.325 | 0 | 4.107 | 0 | 3.875 | 0 | |
| Volumen del molde (cm³) | 2.123 | | 2.123 | | 2.120 | | |
| Densidad húmeda (gr./cm³) | 2.029 | #DIV/0! | 1.933 | #DIV/0! | 1.829 | #DIV/0! | |
| Densidad Seca (gr./cm³) | 1.722 | #DIV/0! | 1.635 | #DIV/0! | 1.549 | #DIV/0! | |

| CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | | | | |
|---------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|--|
| Peso de lata (gr.) | 145.4 | | 118.0 | | 118.0 | | |
| Tara + suelo húmedo (gr.) | 438.0 | | 458.0 | | 358.1 | | |
| Tara + suelo seco (gr.) | 392.6 | | 425.8 | | 499.3 | | |
| Peso de agua (gr.) | 45.4 | 0.0 | 32.4 | 0.0 | 68.8 | 0.0 | |
| Peso de suelo seco (gr.) | 245.2 | 0.0 | 297.6 | 0.0 | 392.5 | 0.0 | |
| Humedad (%) | 18.4 | #DIV/0! | 10.2 | #DIV/0! | 16.0 | #DIV/0! | |

| EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----------|------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|-------|
| Fecha | Hora | Tiempo Hr | Diel 0.21" | Expansión | | Diel | Expansión | | Diel | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 28-Oct | 11:28 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 30-Oct | 11:28 | 24 | 61 | 1.55 | 1.33 | 231 | 5.07 | 5.04 | 320 | 8.20 | 7.16 |
| 31-Oct | 11:28 | 48 | 70 | 1.78 | 1.63 | 267 | 7.29 | 6.26 | 365 | 9.00 | 8.42 |
| 1-Nov | 11:28 | 72 | 76 | 1.93 | 1.66 | 302 | 7.67 | 6.69 | 466 | 12.45 | 10.85 |
| 2-Nov | 11:28 | 96 | 80 | 2.03 | 1.75 | 303 | 7.70 | 6.61 | 496 | 12.60 | 10.82 |

| Penetración (pulg.) | Carga Standard (kg/cm²) | Molde N° 3 | | | | Molde N° 10 | | | | Molde N° 1 | | | |
|---------------------|-------------------------|------------|--------|------------|-------|-------------|--------|------------|-------|------------|--------|------------|-------|
| | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | | Carga | | Corrección | |
| | | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % | kg | kg/cm² | kg/cm² | CBR % |
| 0.325 | | 28 | 1.4 | | | 22 | 1.1 | | | 0 | 0.4 | | |
| 0.690 | | 73 | 3.6 | | | 59 | 2.9 | | | 24 | 1.2 | | |
| 0.975 | | 127 | 6.2 | | | 100 | 4.9 | | | 41 | 2.0 | | |
| 0.102 | 70.307 | 181 | 9.0 | 3.5 | 13.5 | 144 | 7.1 | 7.4 | 10.8 | 59 | 2.9 | 3.0 | 4.8 |
| 0.150 | | 272 | 13.5 | | | 227 | 11.3 | | | 94 | 4.6 | | |
| 0.200 | 105.480 | 339 | 16.8 | 17.3 | 16.4 | 298 | 14.8 | 15.0 | 14.2 | 122 | 6.1 | 6.2 | 5.9 |
| 0.300 | | 421 | 21.3 | | | 371 | 18.4 | | | 155 | 7.7 | | |
| 0.400 | | 508 | 25.2 | | | 418 | 20.7 | | | 171 | 8.5 | | |
| 0.500 | | 596 | 29.7 | | | 481 | 23.8 | | | 197 | 9.7 | | |

OBSERVACIONES:
 * Muestra provista e identificado por el SOLICITANTE
 * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LSE-INGEOCONTROL) y jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbe la reproducción total o parcial de presente documento, toda copia y distribución sin mismo tipo de nuestra autorización será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p align="center">REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | <p align="center">AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  Arnaldo Perez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME

VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

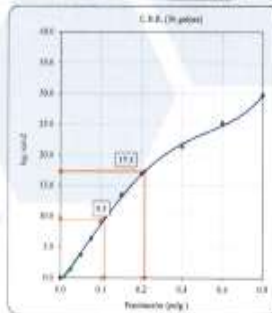
| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-15 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 3 de 3 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-115-04 |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | Solicitante |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo | 2/11/2021 |
| Material | Terreno Natural | Turno | Diurno |
| Procedencia | --- | Profundidad | — m |
| Identificación | C-2 | Norte | — |
| N° de Muestra | M-1 | Este | — |
| Progresiva | --- | Oeste | — |

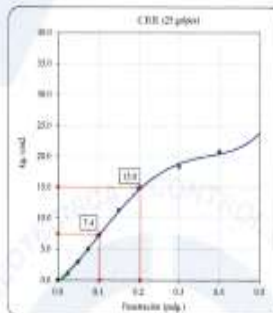
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1083

Datos de muestra

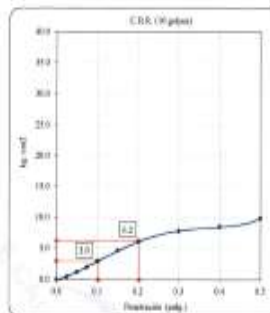
Máxima Densidad Seca 1.721 gr/cm³ Óptimo Contenido de Humedad 18,2 %
Máxima Densidad Seca al 95% 1.635 gr/cm³



C.B.R. (20 golpes) 13.5 %

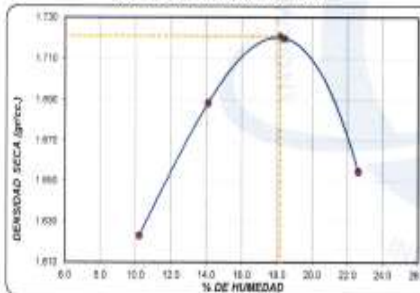


C.B.R. (25 golpes) 10.5 %



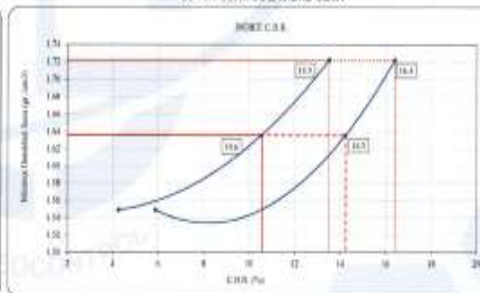
C.B.R. (10 golpes) 4.3 %

CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" 13.5 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" 10.6 %

CURVA CBR vs DENSIDAD SECA



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2" 15.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 0.2" 14.3 %

OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el SOLICITANTE
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|--|--|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prestando la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma</p> <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma</p> <p>Arnaldo Perez Cooscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |
| | <p>Este documento es propiedad de INGEOCONTROL SAC. Toda reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de INGEOCONTROL SAC puede acarrear acciones legales.</p> | |

**INFORME****CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS
ASTM C566-19**

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-87 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

Proyecto : Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021
 Solicitante : Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel
 Cliente : Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel
 Ubicación de Proyecto : Av. Naranjal, San Martín de Porres
 Material : Agregado grueso / Agregado fino

Registro N° : L21-115-05
 Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : D. Fiestas
 Fecha de Ensayo : 1/11/2021
 Turno : Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

| ITEM | DESCRIPCION | UND. | DATOS | CANTERA |
|------|--------------------------------------|------|-------|----------|
| 1 | Masa del Recipiente | g | 1095 | TRAPICHE |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 8238 | |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 8210 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 0.4 | |

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

| ITEM | DESCRIPCION | UND. | DATOS | CANTERA |
|------|--------------------------------------|------|-------|----------|
| 1 | Masa del Recipiente | g | 0.0 | TRAPICHE |
| 2 | Masa del Recipiente + muestra húmeda | g | 666.6 | |
| 3 | Masa del Recipiente + muestra seca | g | 659.1 | |
| 4 | CONTENIDO DE HUMEDAD | % | 1.1 | |

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|--|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez en forma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados analíticos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |
|--|--|--|



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

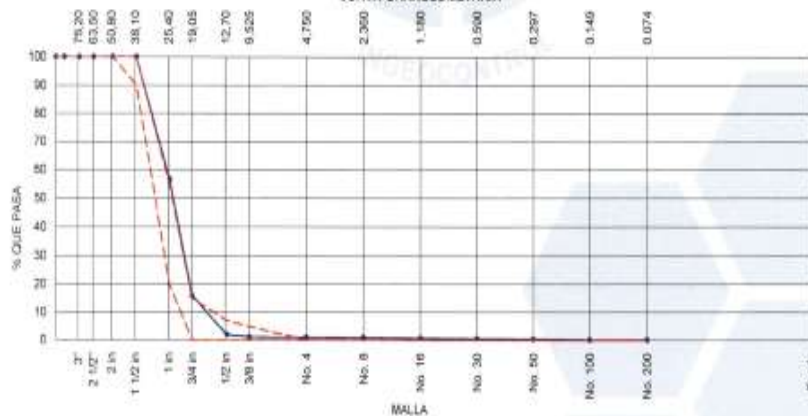
| | |
|---------|------------|
| Código | AE-F0-43 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 07-05-2018 |
| Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado Incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-115-06 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por | Solicitante |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por | D. Fiestas |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo | 8/11/2021 |
| Material | Agregado Grueso | Turno | Diurno |
| Código de Muestra | --- | | |
| Procedencia | Cantera Trapiche | | |
| N° de Muestra | --- | | |
| Progresiva | --- | | |

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 4

| ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre | mm | | | | | Mínimo | Máximo |
| 4 in | 100.00 mm | | | | | | |
| 3 1/2 in | 90.00 mm | | | | | | |
| 3 in | 75.00 mm | | | | | | |
| 2 1/2 in | 63.00 mm | | | | | | |
| 2 in | 50.00 mm | | | | | | |
| 1 1/2 in | 37.50 mm | | | | | | |
| 1 in | 25.00 mm | 4213.0 | 43.35 | 43.35 | 56.65 | 20.00 | 55.00 |
| 3/4 in | 19.00 mm | 3048.0 | 40.63 | 83.98 | 16.02 | 0.00 | 15.00 |
| 1/2 in | 12.50 mm | 1361.0 | 14.01 | 97.98 | 2.02 | 0.00 | 7.00 |
| 3/8 in | 9.50 mm | 82.0 | 0.84 | 98.83 | 1.17 | 0.00 | 5.00 |
| No. 4 | 4.75 mm | 11.0 | 0.11 | 98.94 | 1.06 | 0.00 | 0.00 |
| No. 8 | 2.36 mm | 9.8 | 0.10 | 99.04 | 0.96 | 0.00 | 0.00 |
| No. 16 | 1.18 mm | 19.8 | 0.20 | | | | |
| No. 30 | 600 µm | 17.7 | 0.18 | | | | |
| No. 50 | 300 µm | 14.5 | 0.15 | | | | |
| No. 100 | 150 µm | 23.6 | 0.24 | | | | |
| No. 200 | 75 µm | | | | | | |
| < No. 200 | < No. 200 | 17.5 | 0.18 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| | | | | | | MF | 8.22 |
| | | | | | | TMN | 1" |

CURVA GRANULOMÉTRICA



INGECONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento es propiedad de Ingecontrol SAC y debe ser usado solo por el personal autorizado. Toda reproducción o distribución sin el consentimiento escrito de Ingecontrol SAC, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La integridad y uso de los resultados obtenidos quedan a entera responsabilidad del usuario del mismo.

REVISADO POR

Nombre y firma

Luis A. Melgar Angeles
Luis A. Melgar Angeles
Jefe de Laboratorio
INGECONTROL

AUTORIZADO POR

Nombre y firma

Arnaldo Pérez Coscco
Arnaldo Pérez Coscco
CIP: 190140
Gerente Técnico



INFORME

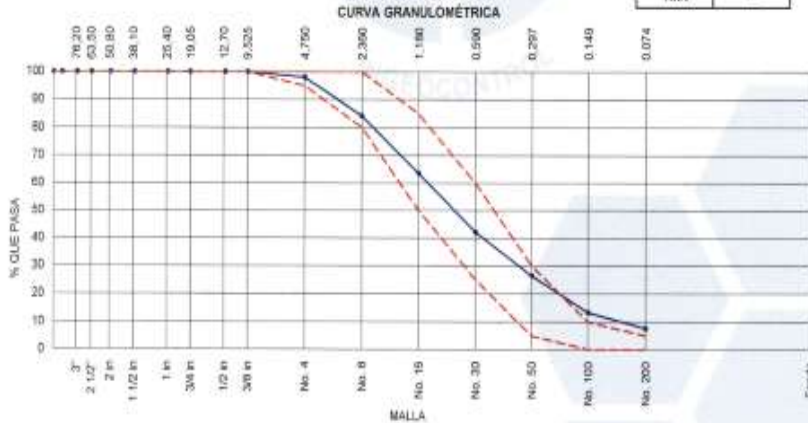
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-F0-03 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 07-06-2018 |
| Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-07 |
| Solicitante | Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noé Angel | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noé Angel | Ensayado por : | D. Fiestas |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo : | 8/11/2021 |
| Material | Agregado Fino | Turno : | Díamo |
| Código de Muestra | --- | | |
| Procedencia | Carrera Trapiche | | |
| N° de Muestra | --- | | |
| Progresiva | --- | | |

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

| ABERTURA DE TAMICES Marco de 6" de diámetro | | Peso Retenido g | % Parcial Retenido | % Acumulado Retenido | % Acumulado que Pasa | ESPECIFICACIÓN | |
|--|-----------|--------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|--------|
| Nombre | mm | | | | | Mínimo | Máximo |
| 4 in | 100.00 mm | | | | | | |
| 3 1/2 in | 90.00 mm | | | | | | |
| 3 in | 75.00 mm | | | | | | |
| 2 1/2 in | 63.00 mm | | | | | | |
| 2 in | 50.00 mm | | | | | | |
| 1 1/2 in | 37.50 mm | | | | | | |
| 1 in | 25.00 mm | | | | | | |
| 3/4 in | 19.00 mm | | | | | | |
| 1/2 in | 12.50 mm | | | | | | |
| 3/8 in | 9.50 mm | | | | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| No. 4 | 4.75 mm | 13.5 | 2.04 | 2.04 | 97.96 | 85.00 | 100.00 |
| No. 8 | 2.36 mm | 91.0 | 13.81 | 15.85 | 84.15 | 80.00 | 100.00 |
| No. 16 | 1.18 mm | 136.0 | 20.64 | 36.49 | 63.51 | 50.00 | 85.00 |
| No. 30 | 600 µm | 141.5 | 21.47 | 57.95 | 42.05 | 25.00 | 60.00 |
| No. 50 | 300 µm | 103.6 | 15.72 | 73.67 | 26.33 | 5.00 | 30.00 |
| No. 100 | 150 µm | 86.0 | 13.04 | 86.72 | 13.28 | 0.00 | 10.00 |
| No. 200 | 75 µm | 37.7 | 5.72 | | | | |
| < No. 200 | < No. 200 | 49.8 | 7.58 | 100.00 | 0.00 | - | - |
| 0 | | | | | | MF | 2.73 |
| | | | | | | TMN | --- |



INGEOCONTROL SAC

| | | |
|--|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento es íntegramente confidencial y es propiedad de Ingeocontrol SAC. Toda reproducción total o parcial del presente documento, sea cual sea el medio, sin el consentimiento escrito de Ingeocontrol SAC, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La integridad y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |
|--|---|--|



INFORME

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
DE LOS AGREGADOS
ASTM C29 / C29M - 17a

Código AE-PO-101

Versión 01

Fecha 30-04-2018

Página 1 de 1

Proyecto : Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la
Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021

Registro N°: L21-115-08

Solicitante : Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel

Muestreado por : Solicitante

Cliente : Herrera Tapera Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel

Ensayado por : D. Fiestas

Ubicación de Proyecto : Av. Naranjal, San Martín de Porres

Fecha de Ensayo : 8/11/2021

Material : Agregado Grueso

Turno : Diurno

Código de Muestra : --

Procedencia : Carriera Trapiche

N° de Muestra : --

Progresiva : --

PESO UNITARIO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg) | 6.376 | 6.376 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.009273 | 0.009273 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 20.073 | 19.875 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 13.697 | 13.499 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³) | 1477 | 1456 | 1466 |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|----------|----------|----------|
| Peso de molde (kg) | 6.376 | 6.376 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.009273 | 0.009273 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 21.608 | 21.845 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 15.232 | 15.469 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³) | 1643 | 1668 | 1655 |

INGECONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM/INGECONTROL) y Jefe de Asignamiento de la Calidad.

Presencia la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR

Nombre y firma:


Luis A. Melgar Angeles
Jefe de Laboratorio
INGECONTROL

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:


Arnaldo Perez Ccoscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

**INFORME****DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a**

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-PO-101 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2018 |
| Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-09 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noé Angel | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noé Angel | Ensayado por : | D. Fiestas |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo : | 8/11/2021 |
| Material | Agregado Fino | Turno : | Diurno |
| Código de Muestra | --- | | |
| Procedencia | Cantera Trapiche | | |
| N° de Muestra | --- | | |
| Progresiva | --- | | |

PESO UNITARIO SUELTO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|----------|----------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.625 | 1.625 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 6.330 | 6.292 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 4.705 | 4.667 | |
| PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³) | 1675 | 1661 | 1668 |

PESO UNITARIO COMPACTADO

| IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | PROMEDIO |
|---|----------|----------|-------------|
| Peso de molde (kg) | 1.625 | 1.625 | |
| Volumen de molde (m ³) | 0.002809 | 0.002809 | |
| Peso de molde + muestra suelta (kg) | 6.793 | 6.813 | |
| Peso de muestra suelta (kg) | 5.168 | 5.188 | |
| PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³) | 1840 | 1847 | 1843 |

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|---|---|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohíbase la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma: Luis Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



| INFORME | | Código | AE-PO-78 |
|--|--|---------|------------|
| MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15 | | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-10 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por : | D. Fiestas |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo : | 8/11/2021 |
| Materiales | Agregado Grueso | Turno : | Diurno |
| Tipo de muestra | --- | | |
| Procedencia | Cantera Trapiche | | |
| N° de Muestra | --- | | |
| Progresiva | --- | | |

| DATOS | | A | B |
|-------|------------------------------------|------|------|
| 1 | Masa de la muestra sss | 2947 | 2541 |
| 2 | Masa de la muestra sss sumergida | 1905 | 1640 |
| 3 | Masa de la muestra secada al horno | 2930 | 2525 |

| RESULTADOS | 1 | 2 | PROMEDIO |
|--|-------|-------|----------|
| Gravedad específica de masa | 2.812 | 2.803 | 2.807 |
| Gravedad específica SSS | 2.828 | 2.821 | 2.824 |
| Densidad relativa (Gravedad específica aparente) | 2.859 | 2.854 | 2.856 |
| Absorción (%) | 0.6 | 0.6 | 0.6 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (INGEOCONTROL) y sello de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |



INFORME
DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO
ASTM C128-15

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-PO-47 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2021 |
| Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-------------------|-------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-11 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Muestreado por : | Solicitante |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Ensayado por : | B. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Fecha de Ensayo : | 8/11/2021 |
| Materia | Agregado Fino | Turno : | Diurno |
| Código de Muestra | --- | | |
| Procedencia | Cantera Trapiche | | |
| N° de Muestra | --- | | |
| Progresiva | --- | | |

| | IDENTIFICACIÓN | 1 | 2 | |
|---|--|--------|--------|-------|
| A | Mesa Mat. Sat. Seca (SSS) | 500.01 | 500.04 | |
| B | Mesa Fresco + agua | 645.32 | 683.21 | |
| C | Mesa Fresco + agua + muestra SSS | 995.08 | 991.94 | |
| D | Mesa del Mat. Seco | 490.52 | 490.47 | |
| | Gravedad específica OD = D/(B+A-C) | 2.579 | 2.564 | 2.571 |
| | Gravedad específica SSS = A/(B+A-C) | 2.528 | 2.614 | 2.621 |
| | Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C) | 2.714 | 2.689 | 2.706 |
| | % Absorción = 100*(A-C)/D) | 1.8 | 2.0 | 1.8 |

INGEOCONTROL SAC

AVISO DE CONFIDENCIALIDAD:

Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.

Preferido la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.

La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.

REVISADO POR


Nombre y firma:

Luis A. Melgar Angeles
Jefe de Laboratorio
INGEOCONTROL

AUTORIZADO POR

Nombre y firma:

Arpaldo Perez Coscco
CIP: 190140
Gerente Técnico

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-03 |
| | DISÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-05-2019 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|
| Proyecto | Disño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres - 2021 | REGISTRO N° | L21-115-13 |
| Solicitante | José Johnny Herrera Tapara / Angel Regalado Espinoza | REALIZADO POR | R. Leyva |
| Atención | José Johnny Herrera Tapara / Angel Regalado Espinoza | REVISADO POR | L. Mejar |
| Ubicación de Proyecto | Avenida Naranjal, San Martín de Porres - 2021 | FECHA DE ELABORACIÓN | 4/11/2021 |
| Agregado | Ag. Grueso / Ag. Fino | Fc de disño | 210 kg/m ³ |
| Procedencia | Carrera Triptico | Asentamiento | 3" - 4" |
| Cemento | Cemento Sol | Código de mezcla | Patrón |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 204$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.61$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 215 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 330 kg $= 8.2 \text{ bolsas } \times m^3$

6. ADITIVO

No aplica

7. ADICIONES

No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO |
|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Cemento Sol | 3120 kg/m ³ | 0.1121 m ³ |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2150 m ³ |
| Aire atrapado = 1.5% | --- | 0.0150 m ³ |
| Agregado grueso | 2807 kg/m ³ | 0.3902 m ³ |
| Agregado fino | 2571 kg/m ³ | 0.2587 m ³ |
| Volumen de pasta | | 0.3421 m ³ |
| Volumen de agregados | | 0.8570 m ³ |

| | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINEZA | P.U. SUJETO | P.U. COMPACTADO | T.M. |
|-----------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------------|------|
| Agregado grueso | 0.4% | 0.6% | 8.22 | 1485 | 1665 | 1" |
| Agregado fino | 1.1% | 1.9% | 2.73 | 1666 | 1843 | --- |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 60.7% = 0.3902 m³ = 1120.4 kg
 Agregado fino 39.3% = 0.2587 m³ = 666.2 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------|-----------|-------------|
| Cemento Sol | 350 kg | 350 kg |
| Agua | 215 L | 223 L |
| Agregado grueso | 1120 kg | 1125 kg |
| Agregado fino | 666 kg | 673 kg |
| PUT | | 2570 kg |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1125 kg
 Agregado fino 673 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 223 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.963 m³

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|-----------------|-------------|
| Cemento Sol | 22.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Agregado grueso | 70.87 kg |
| Agregado fino | 42.388 kg |
| Slump obtenido | 3.34 |


13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.7 : 3.3 : 27.0 L

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohíbese la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente disño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, oscilaciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| | | |
|--|---|---|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JLM-INGEOCONTROL) y Jefe de aseguramiento de la Calidad. Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma:  Luis A. Mejar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Ccoscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FC-03 |
| | DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-09-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|--|------------------------|-----------------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Avenida Nazarijal, San Martín de Porres - 2021 | REGISTRO N°: | L21-115-13 |
| Solicitante | Jean Jhony Herrera Tapara / Anjo Regalado Espinoza | REALIZADO POR : | R. Leyva |
| Atención | Jean Jhony Herrera Tapara / Anjo Regalado Espinoza | REVISADO POR : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Avenida Nazarijal, San Martín de Porres - 2021 | FECHA DE ELABORACIÓN : | 4/11/2021 |
| Agregado | Ag. Grueso / Ag. Fino | Fc de diseño | 210 kg/m ² |
| Procedencia | Cantera Trujache | Asentamiento | 3" - 4" |
| Cemento | Cemento Sol | Código de mezcla | 209g/m ³ |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 294$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{ac} = 0.51$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 215 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 350 kg = 5.2 Bolsas x m²

6. ADITIVO

No aplica

7. ADICIONES

Microfibra de polipropileno = 200 g

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO |
|----------------------|------------------------|-----------------------|
| Cemento Sol | 3120 kg/m ³ | 0.1121 m ³ |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2150 m ³ |
| Aire atrapado = 1.5% | --- | 0.0150 m ³ |
| Agregado grueso | 2807 kg/m ³ | 0.3892 m ³ |
| Agregado fino | 2571 kg/m ³ | 0.2587 m ³ |
| Volumen de pasta | | 0.3421 m ³ |
| Volumen de agregados | | 0.6579 m ³ |

| | HUMEDAD | ABSORCIÓN | MÓD. FINIZA | P.U. SUELTO | P.U. COMPACTADO | TMN |
|-----------------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------------|-----|
| Agregado grueso | 0.4% | 0.6% | 8.22 | 1486 | 1655 | 1" |
| Agregado fino | 1.1% | 1.9% | 2.73 | 1958 | 1843 | --- |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 50.7% = 0.3892 m³ = 1120.4 kg
 Agregado fino 30.3% = 0.2587 m³ = 665.2 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HÚMEDO |
|-----------------------------|-----------|-------------|
| Cemento Sol | 350 kg | 350 kg |
| Agua | 215 L | 223 L |
| Agregado grueso | 1120 kg | 1125 kg |
| Agregado fino | 665 kg | 673 kg |
| | PUT | 2370 kg |
| Microfibra de polipropileno | 200 g | 203 g |

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1125 kg
 Agregado fino 673 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 223 L

15. TANDA DE PRUEBA MINIMA 0.963 m³

| COMPONENTE | PESO HÚMEDO |
|-----------------------------|-------------|
| Cemento Sol | 22.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Agregado grueso | 70.67 kg |
| Agregado fino | 42.359 kg |
| Microfibra de polipropileno | 12.6 g |
| Slump obtenido | 3.14 |

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.7 : 3.3 : 27.0 L

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL.
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

| | | |
|---|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Estudios de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario/solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico |

**INFORME****DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO
REFERENCIA ACI 211.1**

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FO-03 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-09-2019 |
| Folios | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|------------------------|------------------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres - 2021 | REGISTRO N°: | L21-115-14 |
| Solicitante | Jean Jhony Herrera Tapala / Angel Regalado Espinoza | REALIZADO POR : | R. Leyva |
| Atención | Jean Jhony Herrera Tapala / Angel Regalado Espinoza | REVISADO POR : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Avenida Naranjal, San Martín de Porres - 2021 | FECHA DE ELABORACIÓN : | 4/11/2021 |
| Agregado | Ag. Grueso / Ag. Fino | Fc de diseño: | 210 kg/cm ² |
| Procedencia | Cantara Trapiche | Asentamiento: | 3" - 4" |
| Cemento | Cemento Sol | Código de mezcla: | 402g/m ³ |

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDAF_{cr} = 294**2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**R_{ab} = 0.61**3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA**

Agua = 215 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTOCemento = 350 kg = 8.2 Bolsas x m²**6. ADITIVO**

No aplica

7. ADICIONES

Microfibra de polipropileno = 400 g

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

| INSUMO | PESO ESPECÍFICO | VOLUMEN ABSOLUTO | | | | | | | |
|----------------------|------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|--|-----|
| Cemento Sol | 3120 kg/m ³ | 0.1121 m ³ | | | | | | | |
| Agua | 1000 kg/m ³ | 0.2150 m ³ | | | | | | | |
| Aire atrapado = 1.5% | --- | 0.0190 m ³ | | | | | | | |
| Agregado grueso | 2607 kg/m ³ | 0.3992 m ³ | 0.4% | 0.6% | 8.22 | 1466 | 1655 | | 1" |
| Agregado fino | 2571 kg/m ³ | 0.2567 m ³ | 1.1% | 1.9% | 2.73 | 1666 | 1943 | | --- |
| Volumen de pasta | | 0.3421 m ³ | | | | | | | |
| Volumen de agregados | | 0.6579 m ³ | | | | | | | |

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 60.7% = 0.3992 m³ = 1120.4 kg
 Agregado fino 39.3% = 0.2567 m³ = 665.2 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

| COMPONENTE | PESO SECO | PESO HUMEDO |
|-----------------------------|-----------|-------------|
| Cemento Sol | 350 kg | 350 kg |
| Agua | 215 L | 223 L |
| Agregado grueso | 1120 kg | 1125 kg |
| Agregado fino | 665 kg | 673 kg |
| PUT | | 2370 kg |
| Microfibra de polipropileno | 400 g | 400 g |

11. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1125 kg
 Agregado fino 673 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 223 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.063 m³

| COMPONENTE | PESO HUMEDO |
|-----------------------------|-------------|
| Cemento Sol | 32.037 kg |
| Agua | 14.021 L |
| Agregado grueso | 70.87 kg |
| Agregado fino | 42.359 kg |
| Microfibra de polipropileno | 25.2 g |
| Slump obtenido | 2.34 |

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 1.7 : 3.3 : 27.0 L

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA Y CONTROL S.A.C.
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC

| | | |
|---|--|---|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LPM-INGEOCONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma: Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma: Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |
|---|--|---|



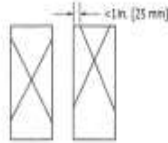
INFORME
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

| | |
|---------|------------|
| Código | AE-FC-001 |
| Versión | 01 |
| Fecha | 30-04-2016 |
| Página | 1 de 1 |

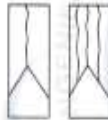
| | | | |
|-----------------------|---|---------------|------------|
| PROYECTO | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | REGISTRO N° | L21-116-18 |
| CUENTE | Hembra Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | REALIZADO POR | R. Leyva |
| SOLICITANTE | Hembra Tapara Jean Jhony / Regalado Espinoza Noe Angel | REVISADO POR | L. Meigar |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | Av. Naranjal, San Martín de Porres | TURNO | Diurno |
| FECHA DE EMISIÓN | 23/11/2021 | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | |
| Presentación | Especímenes cilíndricos 6" x 12" | | |
| Fc de diseño | 210 kg/cm ² | | |

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F _c | % F _c |
|----------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------|
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 3/11/2021 | 7 | 15.02 | 30.01 | 2 | 2.00 | 29198 | 185 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 78.8% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 3/11/2021 | 7 | 15.04 | 30.12 | 3 | 2.00 | 30079 | 189 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 80.6% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 3/11/2021 | 7 | 15.03 | 30.10 | 2 | 2.00 | 30120 | 170 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 80.8% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.06 | 30.16 | 2 | 2.00 | 35105 | 197 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 93.8% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.11 | 30.19 | 2 | 2.00 | 34596 | 180 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 81.9% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.04 | 30.16 | 2 | 2.01 | 34951 | 197 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 93.7% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.11 | 30.11 | 5 | 1.99 | 38759 | 216 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 102.9% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.13 | 30.14 | 2 | 1.99 | 38952 | 217 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 103.2% |
| Prueba Patrón | 25/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.08 | 30.09 | 2 | 2.00 | 38891 | 217 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 103.4% |



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, pero no bien definidos en el otro extremo.



Tipo 3
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, conos no bien formados.

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table (note 1):

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| LD | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor | 0.98 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

Use interpolation to determine correction factors for LD values between those given in the table.



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirlo del Tipo 1.



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (surco comúnmente con cabezales no adherentes).



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es paraguado.

Fuente: ASTM C39

| | Coefficient of Variation ^a | Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths | |
|-----------------------------|---------------------------------------|--|-------------|
| | | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 150 by 300 mm [6 by 12 in.] | | | |
| Laboratory conditions | 2.4 % | 6.8 % | 7.8 % |
| Field conditions | 2.9 % | 8.0 % | 9.5 % |
| 100 by 200 mm [4 by 8 in.] | | | |
| Laboratory conditions | 3.2 % | 9.0 % | 10.6 % |

Fuente: ASTM C39


Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

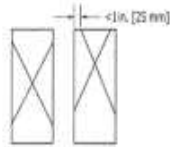
INGEOCONTROL SAC

| | | |
|---|---|--|
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento es bene válido en forma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (JEM-INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución al exterior fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados analizados queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p>Luis R. Meigar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p> <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |
|---|---|--|

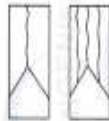
| | | | | |
|---|---|---------------|------------|------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-01 |
| | METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS CILINDRICAS DE HORMIGÓN | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | | Página | 1 de 1 |
| PROYECTO | Diseño de Pavimento rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | REGISTRO N° | L21-115-16 | |
| CUENTE | Herrera Tapara Jean Jhony / Regladio Espinoza Noe Angel | REALIZADO POR | R. Leyva | |
| SOLICITANTE | Herrera Tapara Jean Jhony / Regladio Espinoza Noe Angel | REVISADO POR | L. Melgar | |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | Av. Naranjal, San Martín de Porres | TURNO | Diurno | |
| FECHA DE EMISIÓN | 23/11/2021 | | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | | |
| Presentación | Especímenes cilíndricos 6" x 12" | | | |
| Fc de diseño | 210 kg/cm ² | | | |

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (cm) | ALTURA (cm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F _c | % F _c |
|--------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------|
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 15.04 | 30.11 | 5 | 2.00 | 31054 | 175 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 83.2% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 14.99 | 30.15 | 5 | 2.01 | 30569 | 173 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 82.6% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 14.01 | 30.05 | 5 | 2.14 | 30754 | 199 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 94.6% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.02 | 30.14 | 2 | 2.01 | 36051 | 203 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 96.9% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.06 | 30.16 | 5 | 2.00 | 35737 | 201 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 95.7% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 9/11/2021 | 14 | 15.02 | 30.06 | 2 | 2.00 | 35794 | 202 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 96.2% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.01 | 30.08 | 5 | 2.00 | 39961 | 228 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 107.8% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.00 | 30.10 | 2 | 2.01 | 39625 | 224 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 106.8% |
| Probeta - 200g /m3 | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.04 | 30.11 | 2 | 2.00 | 39753 | 224 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 106.6% |



Tipo 1
Cortes razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



Tipo 2
Cortes bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales discontinuas a través de ambos extremos, como no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11.

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| L/D | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor | 0.83 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fonte: ASTM C39



Tipo 4
Fisura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpea suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es patlogado

| Coefficient of Variation ^a | Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strength | |
|--|---|-------------|
| | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 150 by 300 mm (6 by 12 in.) Laboratory conditions | 6.6% | 7.8% |
| Field conditions | 8.0% | 9.5% |
| 100 by 200 mm (4 by 8 in.) Laboratory conditions | 9.0% | 10.6% |

Fonte: ASTM C39

Fonte: ASTM C39

OBSERVACIONES:

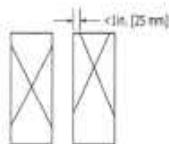
- * Muestras elaboradas y curadas por INGECONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.

| | | |
|---|---|--|
| INGECONTROL SAC | | |
| ÁMBITO DE CONFIABILIDAD Este documento no tiene validez en forma y sello del Jefe de Laboratorio de Grupo de Materiales (LGM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados analíticos como o sobre responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR Nombre y firma:  Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL | AUTORIZADO POR Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

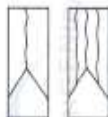
| | | | | |
|---|---|---------------|------------|------------|
|  | INFORME | | Código | AE-PD-101 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 26-04-2018 |
| | | | Página | 1 de 1 |
| PROYECTO | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | REGISTRO N° | L21-116-17 | |
| CLIENTE | Herrera Tapata Jean Jhony / Regalado Espinoza Noh Angel | REALIZADO POR | R. Leyva | |
| SOLICITANTE | Herrera Tapata Jean Jhony / Regalado Espinoza Noh Angel | REVISADO POR | L. Meigar | |
| UBICACIÓN DE PROYECTO | Av. Naranjal, San Martín de Porres | TURNO | Diurno | |
| FECHA DE EMISIÓN | 23/11/2021 | | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | | |
| Presentación | Especímenes cilíndricos 6" x 12" | | | |
| F.c de diseño | 210 kg/cm ² | | | |

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-18**

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | DIÁMETRO (mm) | ALTURA (mm) | TIPO DE FALLA | RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO | FUERZA MÁXIMA (kg) | ESFUERZO | F _c | % F _c |
|---------------------|------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|---------------|----------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------|
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 15.01 | 30.15 | 5 | 2.01 | 32118 | 182 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 86.4% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 15.06 | 30.12 | 5 | 2.00 | 33644 | 180 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 80.9% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 2/11/2021 | 7 | 15.03 | 30.10 | 5 | 2.00 | 32754 | 185 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 87.9% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 8/11/2021 | 14 | 14.98 | 30.13 | 2 | 2.01 | 36415 | 207 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 96.4% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 8/11/2021 | 14 | 14.98 | 30.14 | 5 | 2.01 | 36117 | 205 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 97.8% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 8/11/2021 | 14 | 15.04 | 30.10 | 5 | 2.00 | 37371 | 210 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 100.2% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.03 | 30.07 | 2 | 2.00 | 40951 | 231 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 109.9% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.01 | 30.07 | 2 | 2.00 | 39801 | 225 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 107.4% |
| Probeta - 400g (m3) | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 | 15.05 | 30.14 | 5 | 2.01 | 41077 | 232 kg/cm ² | 210 kg/cm ² | 110.2% |



Tipo 1
Cilindros razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de las cabezales de menos de 1 in. (25 mm)



Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de las cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encorvadas a través de ambos extremos, como no bien formados

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

| | | | | |
|--------|------|------|------|------|
| L/D | 1.75 | 1.50 | 1.25 | 1.00 |
| Factor | 0.99 | 0.96 | 0.93 | 0.87 |

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Source: ASTM C39



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpea suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntagudo

| Coefficient of Variation* | Acceptable Range ^b of Individual Cylinder Strengths | |
|---|--|-------------|
| | 2 cylinders | 3 cylinders |
| 100 by 300 mm (Ø by 12 in.) Laboratory conditions | 2.4 % | 7.6 % |
| Field conditions | 2.9 % | 9.5 % |
| 100 by 300 mm (Ø by 12 in.) Laboratory conditions | 3.2 % | 10.6 % |

Source: ASTM C39

From: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

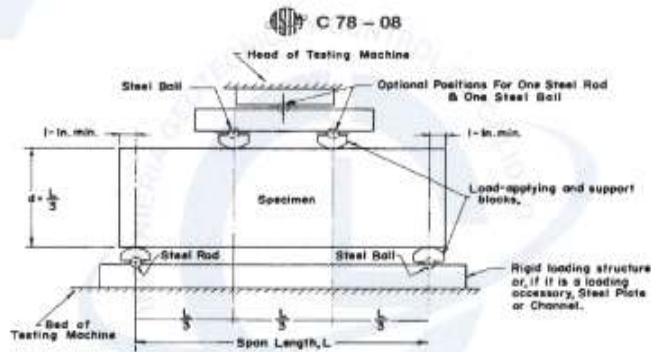
| | | |
|--|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD: Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (L.E.M) INGEOCONTROL y Jefe de Aseguramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIAS NO CONTROLADAS. La interpretación y uso de los resultados emiten quién es enteramente responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma  Luis A. Meigar Angeles Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma  Arnaldo Perez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-PD-134 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Plata | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|----------------|------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N°: | L21-115-18 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Jhony / Regulado Espinoza Noe Angel | Realizado por: | R. Leyva |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Jhony / Regulado Espinoza Noe Angel | Revisado por: | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Turno: | Diurno |
| Fecha de Emisión | 23/11/2021 | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | |
| Presentación | Viga | | |
| f'c de diseño | 210 kg/cm ² | | |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|----------------|------------------|-----------------|---------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| VIGA PATRÓN | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3438 | TERCIO CENTRAL | 45 | 44.9 kg/cm ² |
| VIGA PATRÓN | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3514 | TERCIO CENTRAL | 45 | 45.7 kg/cm ² |
| VIGA PATRÓN | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3407 | TERCIO CENTRAL | 45 | 44.7 kg/cm ² |




Fuente: ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGECONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.

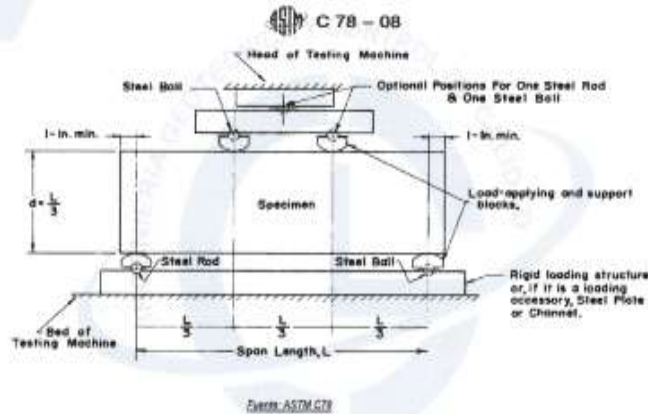
| INGECONTROL SAC | | |
|---|--|--|
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LDM-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados entíndese quedan a entera responsabilidad de usuarios solicitante.</p> | <p>Nombre y firma:</p>  <p>Luis A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL</p> | <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Perez Cosocco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Códigos | AE-P0-134 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30.04.2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|--------------------------|---|---------------|------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-115-19 |
| Solicitante | Herrera Tapara Juan Johnny / Regalado Espinoza Nos Angel | Realizado por | R. Leyva |
| Cliente | Herrera Tapara Juan Johnny / Regalado Espinoza Nos Angel | Revisado por | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Turno | Diurno |
| Fecha de Emisión | 23/11/2021 | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | |
| Presentación | Viga | | |
| F _c de diseño | 210 kg/cm ² | | |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|---|------------------|-----------------|---------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| VIGA - 200g de fibra por m ³ | 28/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3564 | TERCIO CENTRAL | 45 | 47.4 kg/cm ² |
| VIGA - 200g de fibra por m ³ | 28/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3602 | TERCIO CENTRAL | 45 | 47.3 kg/cm ² |
| VIGA - 200g de fibra por m ³ | 28/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3568 | TERCIO CENTRAL | 45 | 46.9 kg/cm ² |




Espec. ASTM C78

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGECONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGECONTROL.

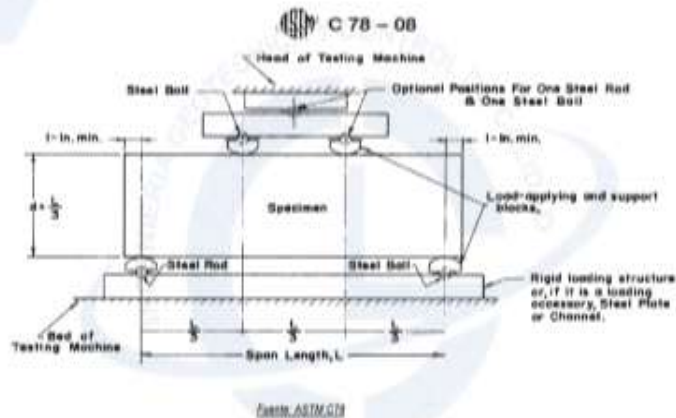
| | | |
|--|---|--|
| INGECONTROL SAC | | |
| <p>AVISO DE CONFIDENCIALIDAD</p> <p>Este documento no tiene validez sin firma y sello del Jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (IEMA-INGECONTROL) y Jefe de Aseguramiento de la Calidad.</p> <p>Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, toda copia y distribución del mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA.</p> <p>La interpretación y uso de los resultados emitidos queda a entera responsabilidad del usuario solicitante.</p> | <p>REVISADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Liza A. Melgar Angeles Jefe de Laboratorio INGECONTROL</p> | <p>AUTORIZADO POR</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico</p> |

| | | | |
|---|---|---------|------------|
|  | FORMATO | Código | AE-FO-134 |
| | MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|--------------------------|---|---------------|------------|
| Proyecto | Diseño de Pavimento Rígido reforzado incorporando fibra sintética en la Av. Naranjal, San Martín de Porres 2021 | Registro N° | L21-118-20 |
| Solicitante | Herrera Tapara Jean Zhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Realizado por | R. Layo |
| Cliente | Herrera Tapara Jean Zhony / Regalado Espinoza Noe Angel | Revisado por | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | Av. Naranjal, San Martín de Porres | Turno | Diurno |
| Fecha de Emisión | 23/11/2021 | | |
| Tipo de muestra | Concreto endurecido | | |
| Presentación | Viga | | |
| F _o de diseño | 210 kg/cm ² | | |

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENURECIDO ASTM C78

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD | FUERZA MÁXIMA (Kg) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE (cm) | MÓDULO DE ROTURA |
|---|------------------|-----------------|---------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| VIGA - 400g de fibra por m ³ | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3744 | TERCIO CENTRAL | 45 | 49.3 kg/cm ² |
| VIGA - 400g de fibra por m ³ | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3718 | TERCIO CENTRAL | 45 | 48.8 kg/cm ² |
| VIGA - 400g de fibra por m ³ | 26/10/2021 | 23/11/2021 | 28 días | 3768 | TERCIO CENTRAL | 45 | 49.1 kg/cm ² |

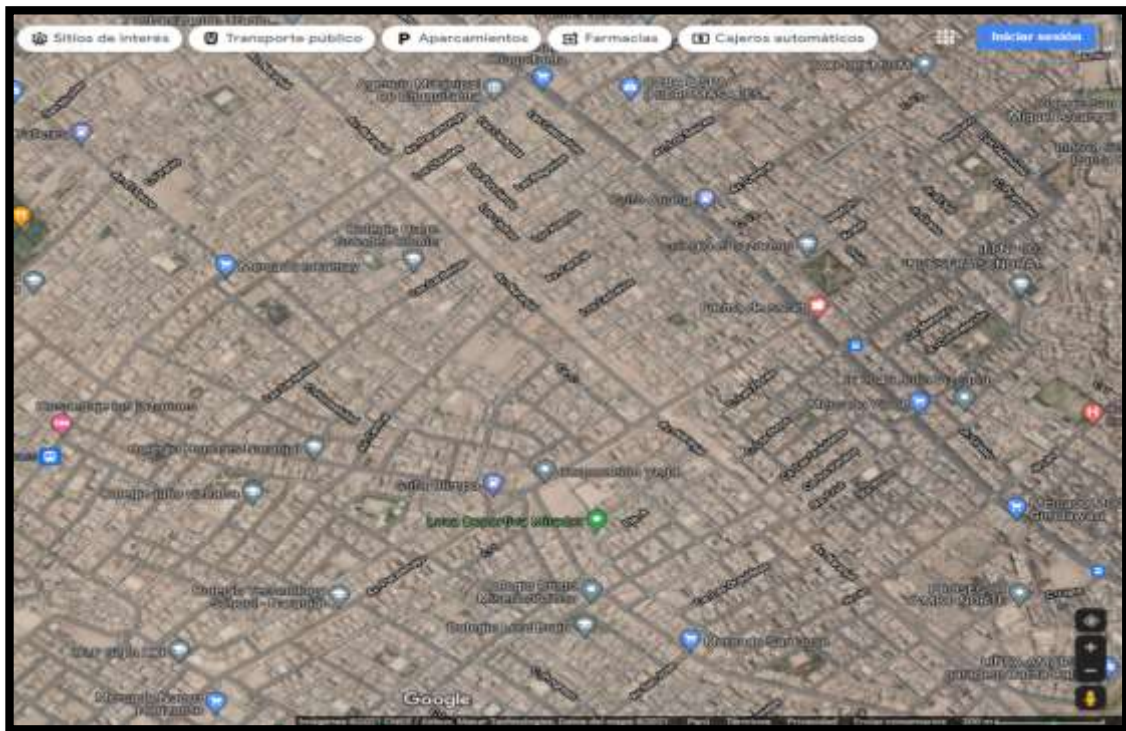


OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

| | | |
|--|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| AVISO DE CONFIDENCIALIDAD Este documento no tiene validez sin firma y sello del jefe de Laboratorio de Ensayos de Materiales (LIM-INGEOCONTROL) y Jefe de Asesoramiento de la Calidad. Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento, todo copia y distribución de mismo fuera de nuestra organización, será considerada como COPIA NO CONTROLADA. La interpretación y uso de los resultados quedan a entera responsabilidad del usuario solicitante. | REVISADO POR | AUTORIZADO POR |
| | Nombre y firma:  Luisa Melgar Angeler Jefe de Laboratorio INGEOCONTROL | Nombre y firma:  Arnaldo Perez Coscco CIP: 190140 Gerente Técnico |

ANEXO 4: Panel fotográfico



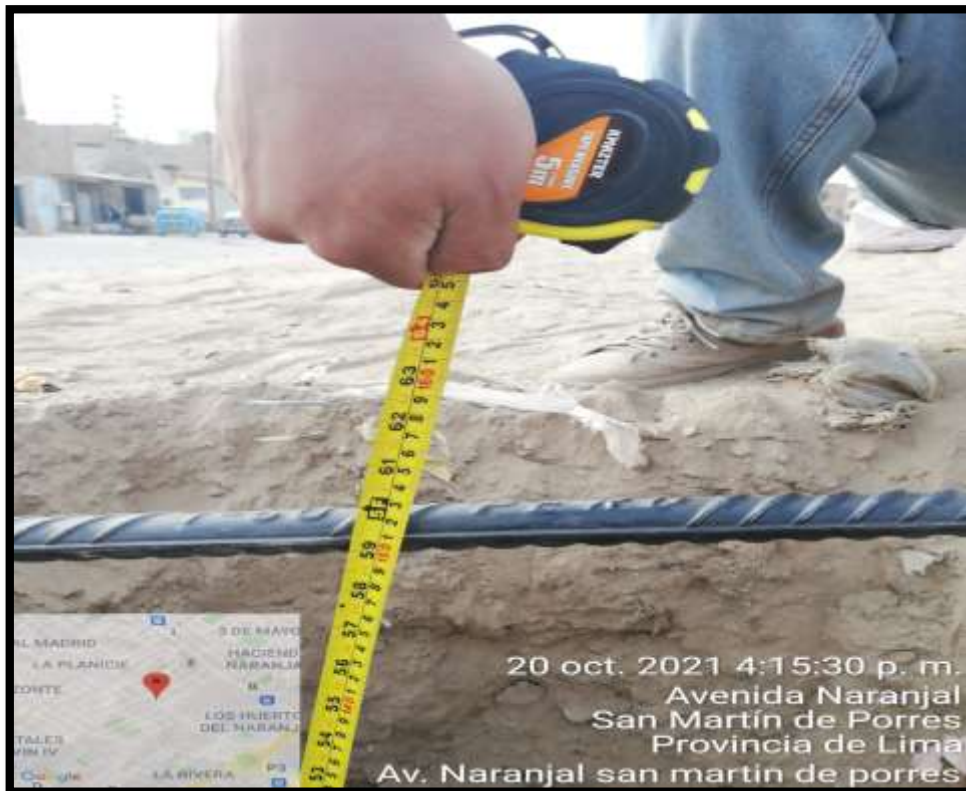
Ubicación de la Avenida Naranjal



fotografía 1 Vista de la Avenida Naranjal



fotografía 2. Excavación de calicatas



fotografía 3 Excavación de calicatas



fotografía 4 Extracción de muestra de la calicata – 1



fotografía 5. Extracción de muestra de la calicata – 2



fotografía 6. Expidiendo la muestra para el cuarteo



fotografía 7: Realizando el cuarteo



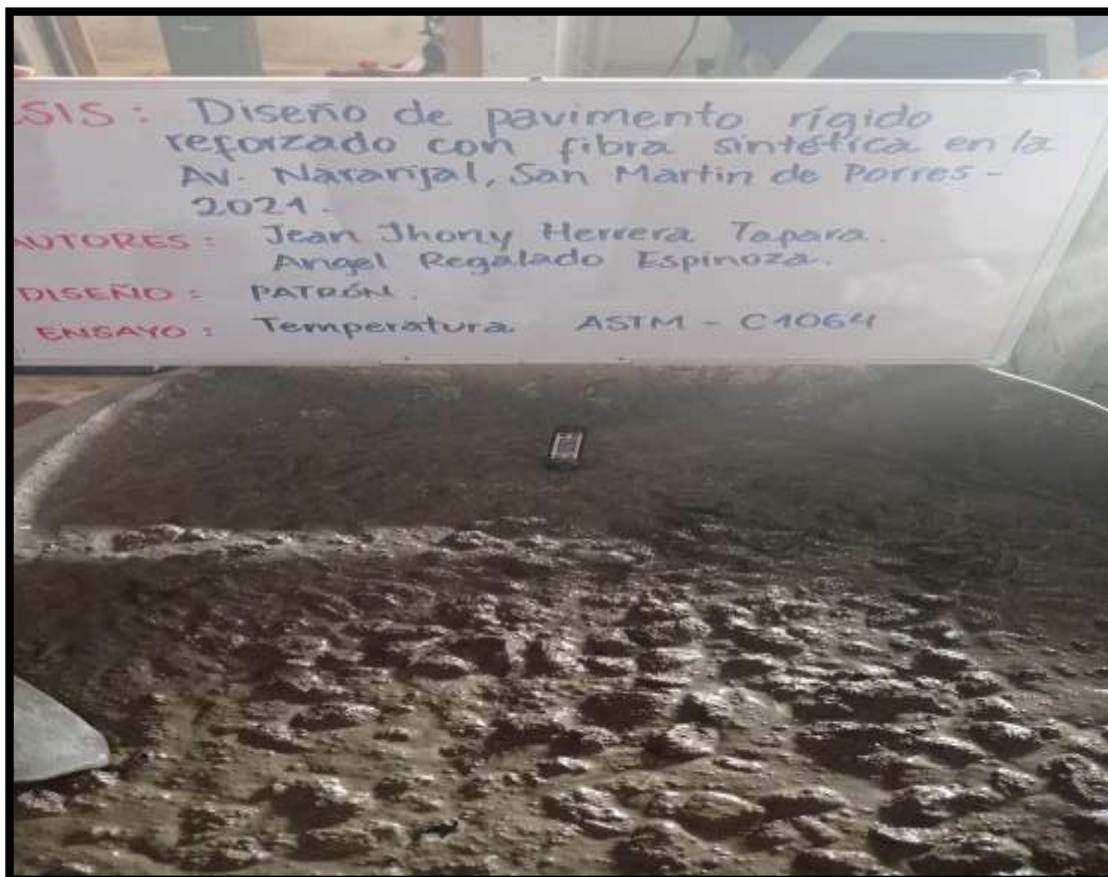
fotografía 8. Separado las muestra después del cuarteo



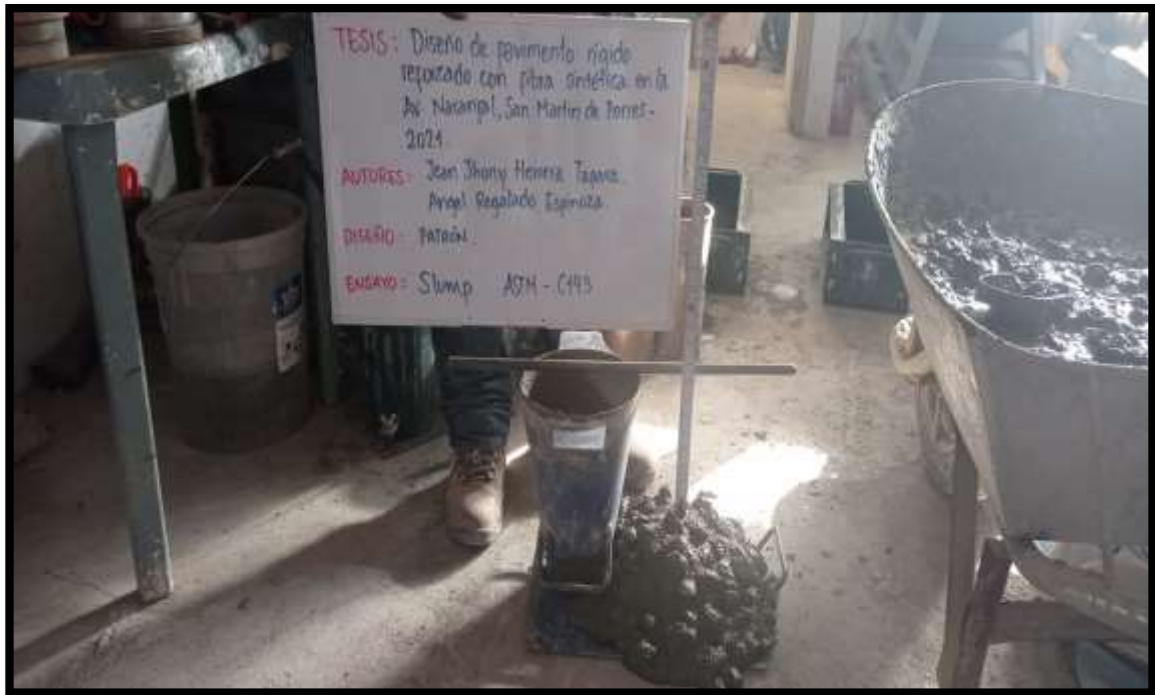
fotografía 9. Investigadores realizando el ensayo granulométrico



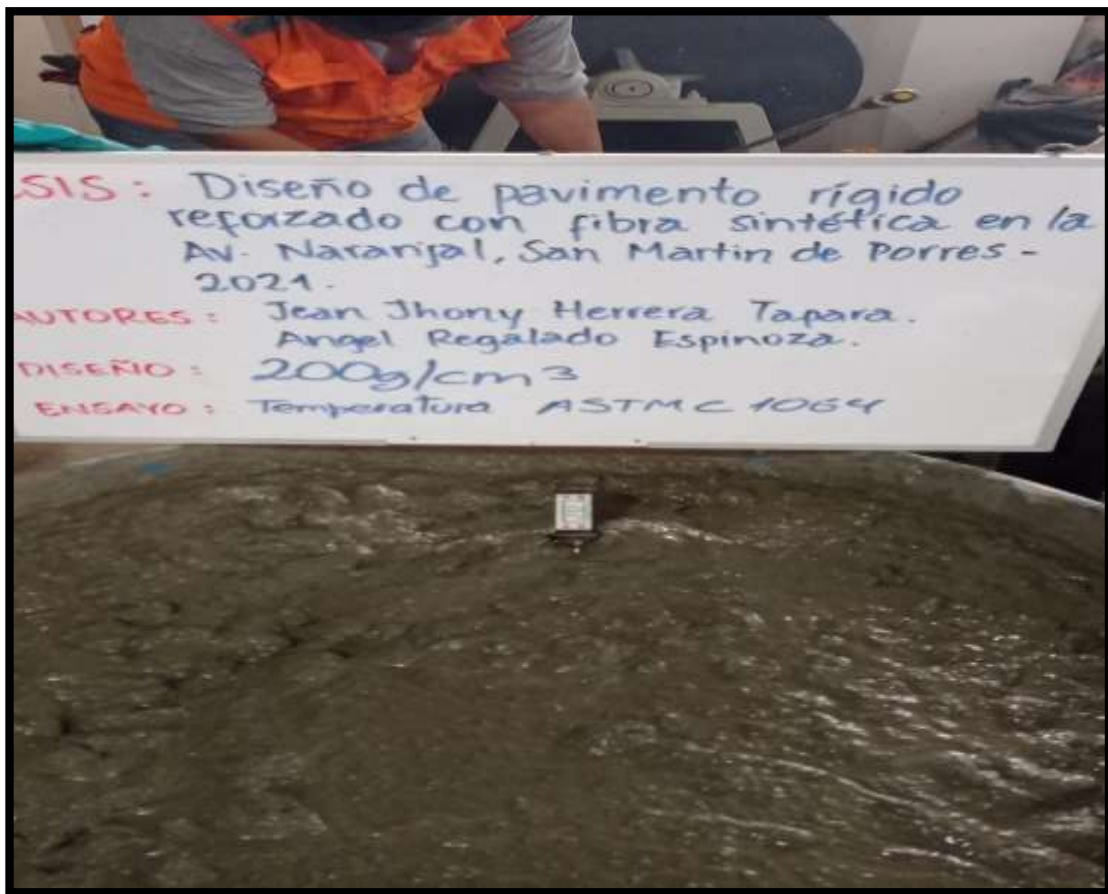
fotografía 10. Realizando el limite de consistencia



fotografía 11. Realizando el control de temperatura del concreto patrón



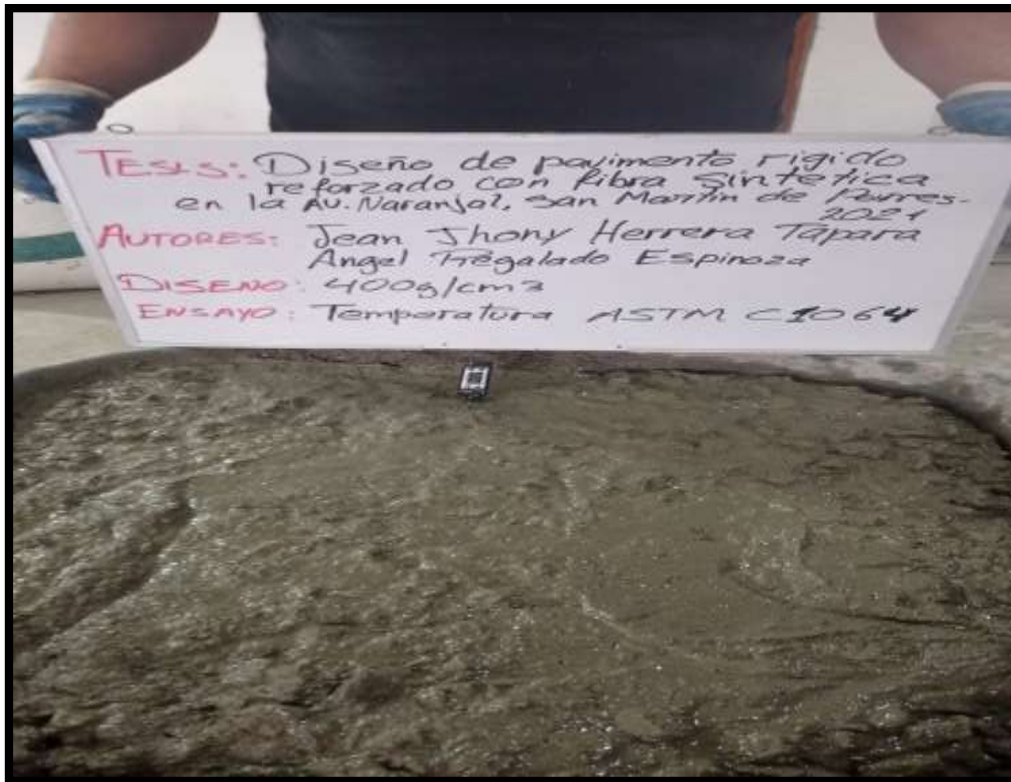
fotografía 12. Realizando el control slump del concreto patrón



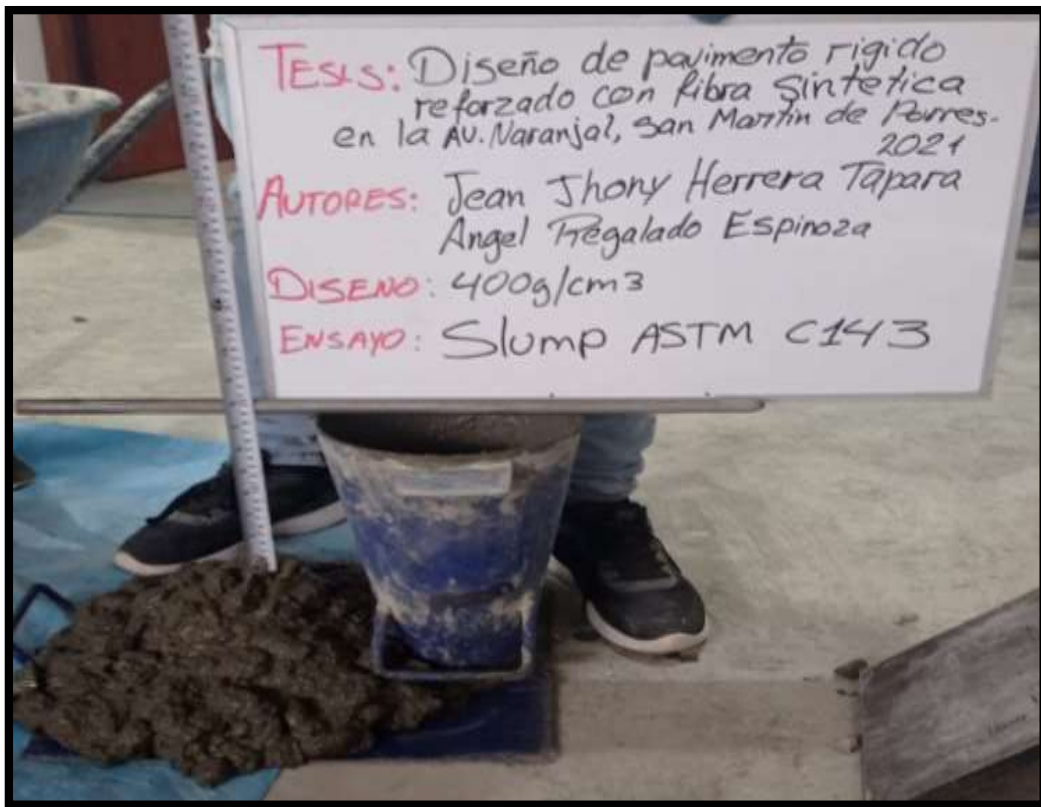
fotografía 13. Realizando el control de temperatura del concreto con fibra



fotografía 14. Realizando el control slump del concreto con fibra



fotografía 15. Realizando el control de temperatura del concreto con fibra



fotografía 16. Realizando el control slump del concreto con fibra



fotografía 17. Muestra cilíndrica y prismática(viga) de estudio



fotografía 18. Ensayo a compresión del concreto patrón 7 días



fotografía 19. Ensayo a compresión del concreto patrón 14 días



fotografía 20. Ensayo a compresión del concreto patrón 28 días



fotografía 21. M- 1 Ensayo a compresión del concreto con fibra 7 días



fotografía 22. M- 1 Ensayo a compresión del concreto con fibra 14 días



fotografía 23. M- 1 Ensayo a compresión del concreto con fibra 28 días



fotografía 24. M- 2 Ensayo a compresión del concreto con fibra 7 días



fotografía 25. M- 2 Ensayo a compresión del concreto con fibra 14 días



fotografía 26. M- 2 Ensayo a compresión del concreto con fibra 28 días



fotografía 27. realizando el conteo vehicular



fotografía 28. realizando el conteo vehicular



fotografía 29. realizando el conteo vehicular



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO, 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: "Diseño de Pavimento Rígido Reforzado Incorporando Fibra Sintética en la Avenida Naranjal, San Martín de Porres 2021.", cuyos autores son HERRERA TAPARA JEAN JHONY, REGALADO ESPINOZA NOE ANGEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos 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 nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 17 de Diciembre del 2021

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| SIGÜENZA ABANTO ROBERT WILFREDO : 42203191 ORCID: 0000-0001-8850-8463 | Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 17- 12-2021 22:59:28 |

Código documento Trilce: INV - 0735116