



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio al Concreto en el
Grupo 1a, Sector 6, Villa El Salvador, 2019.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Cabrera Huamani, Nathaly Sthefany (ORCID: 0000-0001-9630-0486)

Vivanco Alfaro, Bladimir (ORCID: 0000-0002-5087-916X)

ASESOR:

Mgs. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi madre y mis abuelos quienes me ayudaron a cumplir la meta. Los sabios consejos ayudaron a ser perseverante en este camino. A los docentes por confiar en nosotros como futuros profesionales de bien.

Nathaly Sthefany

A mis padres por todo el esfuerzo que hicieron para que esto sea una realidad, sus valores me impulsaron a continuar en este buen camino del profesionalismo. A nuestro docente por los consejos y enseñarnos cada parámetro que ayudara a tener un mejor resultado en la investigación.

Bladimir

Agradecimiento

Mi eterno agradecimiento a Dios por cuidar de mi familia y de mí. Por bendecirnos siempre y ayudarnos a superar cualquier obstáculo en la vida.

De la misma forma agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, en especial a la facultad de Ingeniería por confiar en nosotros, a nuestros docentes por enseñarnos todo el conocimiento, para ser mejores profesionales.

Nathaly Sthefany

Estoy eternamente agradecido a mi Dios que siempre bendice a mi familia, agradecido a la facultad de ingeniería, los docentes que nos inculcaron una formación de calidad para ser mejores profesionales.

Bladimir

Página del Jurado

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, Bladimir Vivanco Alfaro con DNI N° 48437327 y Cabrera Huamani, Nathaly Estefany con DNI N° 76091165, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de La Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda documentación que acompañamos es veraz y autentica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces

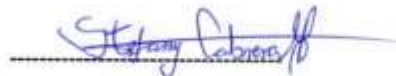
En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la universidad cesar vallejo

Lima, 18 de diciembre del 2019



Bladimir Vivanco Alfaro

DNI: 48437327



Nathaly Estefany Cabrera Huamani

DNI: 76091165

Índice

| | |
|--|-----|
| Carátula | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Página del Jurado | iv |
| Declaratoria de Autenticidad | vi |
| Índice | vii |
| Resumen | x |
| Abstract | xi |
| I.Introducción | 1 |
| II.Método | 15 |
| 2.1 Tipo y diseño de la Investigación | 15 |
| 2.2 Variables y operalización de variables | 16 |
| 2.3 Población,muestra y muestreo | 17 |
| 2.3.1 Población | 17 |
| 2.3.2 Muestra | 17 |
| 2.4 Técnica e instrumentos de recolección de datos | 18 |
| 2.4.1 Técnica de recolección de datos | 18 |
| 2.4.2 Instrumento de recolección de datos | 18 |
| 2.5 Procedimiento | 20 |
| 2.6 Método de análisis de datos | 21 |
| 2.7 Aspectos éticos | 21 |
| III.Resultados..... | 22 |
| IV.Discusión | 51 |
| V.Conclusiones | 52 |
| VI.Recomendaciones | 53 |
| REFERENCIAS | |
| ANEXOS | |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1: Cuadro de Operacionalizacion | 16 |
| Tabla N° 2: Instrumentos de Recolección Datos | 18 |
| Tabla N° 3: Características Generales de las Vías sin Pavimentar | 22 |
| Tabla N° 4: Verificación y Conteo de Vehículos Diario en la Vía no Pavimentada .. | 23 |
| Tabla N° 5: IMD Promedio e IMD Proyectado | 24 |
| Tabla N° 6: Resultado Calicata 1 - California | 25 |
| Tabla N° 7: Resultado de Contenido de Humedad | 25 |
| Tabla N° 8: Resultado de Límites de Consistencia | 26 |
| Tabla N° 9: Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D422s | 27 |
| Tabla N° 10: Resultado de Clasificación según SUCS (ASTM D2487 -05) | 28 |
| Tabla N° 11: Método C - Pesos Específicos para Compactación | 28 |
| Tabla N° 12: Pesos Específicos para Contenido de Humedad | 29 |
| Tabla N° 13: Laboratorio de Mecánica de Suelos | 30 |
| Tabla N° 14: Compactación por Capa | 30 |
| Tabla N° 15: Estudio de Humedad | 31 |
| Tabla N° 16: Calicata 1 de Ensayos Proctor Modificado y CBR | 31 |
| Tabla N° 17: Calicata 2 de Ensayos Proctor Modificado y CBR | 32 |
| Tabla N° 18: Ensayos Proctor Modificado y CBR | 33 |
| Tabla N° 19: Resultados de Módulo de Rotura Con Concreto 210 Kg/Cm2 | 35 |
| Tabla N° 20: Resultados a los 7 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2 .. | 38 |
| Tabla N° 21: Resultados a los 14 días con Dosificación de Concreto 210 kg /cm2... | 40 |
| Tabla N° 22: Resultados a los 28 días con Dosificación de Concreto 210 /cm2 | 42 |
| Tabla N° 23: Espesor de Losa Según el Diseño ASSTHO 93 | 49 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura1: Dimensiones de Cilindros para Probetas de Concreto | 7 |
| Figura2: Ensayos de Flexión en Vigas | 7 |
| Figura3: Ensayo de Flexión en Vigas con Apoyo Central | 8 |
| Figura4: Fibratec Vidrio AR V-12AM | 10 |
| Figura5: Datos Técnicos de la Fibra de Vidrio AR | 11 |
| Figura6: Resultado Calicata 3 | 32 |
| Figura7: Resultado Calicata 2..... | 33 |
| Figura8: Resultado Calicata 3 | 34 |
| Figura9: Ensayo de Flexión a los 28 Días | 36 |
| Figura10: Ensayo de Flexión a los 28 Días | 39 |
| Figura11: Ensayo de Compresión los 14 Días | 41 |
| Figura12: Ensayo de Compresión - 28 Días | 43 |
| Figura13: Resultados del Ensayo a Compresión los 7, 14, 28 Días | 44 |
| Figura14: Monograma AASHTO 93 con el Software Convirtiendo los Daos a Psi | 43 |
| Figura15: Software Ecuación AASHTO 93 | 48 |
| Figura16: Dimensiones del Pavimento | 49 |
| Figura17: Levantamiento Topográfico | 57 |
| Figura18: Trazo y Replanteo | 58 |
| Figura19: Trazo de las 3 Calicatas | 59 |
| Figura 20: Excavación a 1.5m | 59 |
| Figura21: Limite Líquido y Plástico | 60 |
| Figura22: Granulometría Astm C. 117 – 95 | 60 |

Resumen

En el presente trabajo de investigación se muestra los resultados adquiridos durante el desarrollo del proyecto de investigación: “Diseño de un pavimento rígido empleando fibras de vidrio al concreto en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el salvador 2019”, se desarrolló en la Facultad de Ingeniería de la E.A.P de Ingeniería Civil, teniendo como objetivo primordial diseñar un pavimento rígido agregando la fibra de vidrio FIBRATEC VIDRIO AR V – 12 AM en un porcentaje de 10% y 12.75 % en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el Salvador. Se propone como alternativa solución para mejorar las propiedades mecánicas y físicas del concreto en el diseño de pavimento rígido, aumentar la ductilidad y resistencia a las cargas vehiculares en la carpeta de rodadura, para mantener el flujo del tránsito en un buen estado. Permitiendo alargar la vida útil del pavimento, debido que el empleo de la fibra permite mejorar la resistencia de la carpeta de rodadura e innovar al diseño del pavimento tradicional.

La zona de estudio actualmente no se encuentra pavimentada, el terreno natural permite realizar los estudios básicos (suelos y topográficos), conteo vehicular, con mayor facilidad e identificar la problemática, para así lograr aportar un diseño de pavimento utilizando la metodología AASHTO – 93 empleando la fibra de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. Así mismo mejorar la calidad de vida de los pobladores, permitiendo que el tránsito sea con mayor normalidad y prolongar la vida útil del pavimento.

La mejora de la infraestructura vial empleando fibras de vidrio permite servir como base para futuras investigaciones que estén relacionadas con este nuevo agregado, considerando que los factores climáticos influyen en la zona de estudio y las características del material.

Palabras Clave: pavimento rígido, fibras de vidrio, método AASHTO -93.

Abstract

This research work shows the results acquired during the development of the research project: "Design of a rigid pavement using glass fibers to concrete in Group 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019", is located in the Faculty of Engineering of the Civil Engineering EAP, whose main objective is to design a rigid pavement by adding the fiberglass FIBRATEC GLASS AR V - 12 AM in a percentage of 10% and 12.75% in Group 1A, Sector 6 - Villa el Salvador. As an alternative solution is proposed to improve the mechanical and physical properties of concrete in the design of rigid pavement, increase ductility and resistance to vehicle loads in the tread, to keep the traffic flow in a good condition. Allowing extending the useful life of the pavement, due to the use of the fiber it allows improving the resistance of the tread and innovating to the design of the traditional pavement.

The study area is currently not paved, the natural terrain allows basic studies (soil and topographic), vehicle counting, more easily and identify the problem, in order to provide a pavement design using the AASHTO - 93 methodology using fiberglass to improve the mechanical properties of concrete. It would also improve the quality of life of the inhabitants; we could improve maritime traffic more normally and prolong the life of the pavement.

The improvement of the road infrastructure using glass fibers allows to serve as a basis for future research that is related to this new aggregate, which affects the climatic factors that influence the study area and the characteristics of the material.

Keywords: rigid pavement, glass fibers, AASHTO -93 method.

I.Introducción

Realidad problemática

En la actualidad en Perú la infraestructura vial hemos avanzado a grandes niveles de investigación y aplicación con nuevas tecnologías para la mejora de pavimentos que permitan el acceso a la población al transporte urbano, y creen desarrollo sostenible al país, es decir que la utilización de un nuevo material nos ayudan a mejorar las propiedades mecánicas del concreto de pavimento es una buena alternativa de solución, frente al pavimento convencional, para así poder alargar la vida útil del pavimento y dar mejor servicio a la población.

Por ello en las fibras de vidrio inicialmente hemos tenido una alternativa para reemplazar al acero en 1940 en el país de Rusia, conocida con sus siglas en ingles GRC (Glass Reinforced Concrete), debido a que se pretendía reducir el espesor de las piezas de hormigón y emplearlas en aferramientos de fachadas. Surgió en Rusia propiamente dicho para sustituir la industria rusa.

Además el pavimento rígido trabaja a flexión ya que tiende a transmitir las cargas de los ejes de un vehículo automotor a un área más amplia en la capa inferior, por otro lado es usado en las construcciones viales, debido a esto la construcción del pavimento rígido es una buena opción, a esto le sumamos las fibras de vidrio que ayudan a aumentar la resistencia a la flexión, mejorando así las propiedades mecánicas del concreto que principalmente prolongara la vida útil de nuestro pavimento y ayudara a reducir los esfuerzos generados por la transmisión de cargas de vehículos pesados que transiten por la zona.

Por otra parte las fallas en los pavimentos rígidos tradicionales son muy entre ellas tenemos las fisuras longitudinales y transversales que aparecen en el trayecto de la vía causadas por varios factores, como la erosión, fatiga, o asentamientos diferenciales. Es decir que en la carpeta de rodadura está compuesta por concreto. El concreto es resistente a la compresión pero muy ineficiente a la tracción o flexión. Debido a esto las fibras de vidrio se emplearan como refuerzo para la flexión y así poder mejorar las propiedades mecánicas del concreto evitando así que en un futuro sean sometidas a esfuerzos mayores y causen fallas más críticas como el escalonamiento.

En el Grupo 1A Sector 6 de Villa el Salvado hemos identificamos la carencia de una vía pavimentada rural para la circulación de vehículos. Ya que ha generado una necesidad en la población, que debido al constante desarrollo socioeconómico se ha ido incrementando el tránsito vehicular por el crecimiento de los vehículos automotores. Los problemas en el tránsito de vehículos son perjudiciales, tanto para conductores como para los pobladores de la zona.

Uno de los principales problemas es la contaminación ambiental, debido a que levantamiento del polvo que ocasionan los vehículos al transitar por la zona. El polvo es un material muy fino que se encuentra en suspensión en condiciones de viento y es un peligro para la salud de los habitantes como también una molestia para personas que trabajan. Otro problema en el Grupo 1A, Sector 6 de Villa el Salvador que podemos identificar, es cuando en el trayecto de la zona muchos lotes invaden la vía y acortan la calle, por lo que como consecuencia ocasiona trafico cuando circulan los vehículos, además los pobladores de la zona que cuentan con vehículos han utilizado de estacionamiento dicha calle, acortando el ancho de la vía y generando una incomodidad para otros usuarios que transitan por el lugar.

La finalidad de la investigación es diseñar un pavimento rígido empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A Sector 6 – Villa el salvador, esta propuesta ayudara a disminuir los gastos en mantenimiento de vías como también prolongara la vida útil de la carpeta de rodadura.

Trabajos previos

Antecedentes internacionales

Las fibras de vidrio se han desarrollados a partir del año 1500 a 1200 antes de a .C. Donde los egipcios evolucionan algunos métodos para reforzar, además es económica y menos quebradiza.

Cortez y Hernández. (2016). Indico que en estados Unidos se emplean las fibras de vidrio en distintas construcciones de concreto mediante ensayos y trabajos ya realizados se ha demostrado ser un gran método que controla las grietas que son originadas por el secado rápido del concreto.

Por esto la investigación hace un buen aporte en las construcciones del concreto ya que se están empleando las fibras de vidrio donde gracias a este método se puede controlar las fisuras o grietas que se originan en un pavimento.

Rivera (2010). Explico que en el Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales, llego a la conclusión: Se ensayaron cilindros de concreto después de siete días de edad donde observamos todas las muestras con fibras y sin fibras, como alcanzan sus resistencias diseñadas en este caso la resistencia diseñada es de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$.

Arango y Zapata (2013). Describió su proyecto Influencia de la fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto. Durante el desarrollo del proyecto se logró finalizar que la fibra de vidrio aporta de manera positiva a las mezclas de concreto ya que se realizaron ensayos de resistencia a la compresión con porcentajes de fibra de vidrio de 0.25% y 0.75% del peso total de la muestra dada.

Majundar (1967). Dijo que la investigación de las fibras de vidrio con circonio se logra demostrar la gran resistencia que tienen estas fibras al ser alteradas con alcalino concluyendo que las fibras de vidrio nos sirven de gran refuerzo en los cementos portland de esta manera fue solicitada y recomendada por (NRDC).

Shakor (1876). Explico que los ensayos presentan un volumen 1,5 % de fibras resultaron una gran resistencia a la comprensión alta, por ello el peso de fibra de vidrio en el hormigón da un efecto a la cohesión al cemento además de flexión resistencia y comprensión a la estructura.

Huamán (2015). Indico que el Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio que el concreto en estado sólido (seco) empleando fibras de vidrio no tiene una influencia considerable en la elevación de resistencia a la compresión, por el contrario, el aumento de la proporción de fibra de vidrio en la mezcla incide directamente en la resistencia a la tracción y flexión. Cumpliendo que mientras mayor sea el porcentaje de fibra de vidrio empleado, la resistencia a tracción y flexión puede llegar hasta el 30.74% y 36.20% de aumento respectivamente.

Antecedentes nacionales

Morales (2015). Nos dice que en el Perú muy pocos han aplicado la fibra, esto se debe a la poca expansión de todas las técnicas que son utilizados, esto representa una gran importancia en lo económico por ello este método se procura utilizar en pavimentos rígidos

Lubell y Tassew (2018). Indico que todos los ensayos que se a realizado con fibras de vidrio donde se estudiaron las matrices del hormigón, en esta se examinaron las fracciones de los porcentajes de la fibra de vidrio, donde la resistencia a la comprensión y elasticidad fue poco en cambio a la resistencia a la flexión y al corte fue mejor .(p. 3).

Ates (2016). Para aumentar todas las propiedades mecánicas y estructurales de los suelos blandos se busca reforzar el cemento portland con fibras de vidrio, así de esta manera se disminuyó el desplazamiento al fallar, por ello el uso de fibra de vidrio es eficiente para la estabilización de suelos.

Pavimento rígido

Jugo (2014). Describió que los pavimentos rígidos trabajan en forma diferente que los asfálticos; la alta rigidez del concreto de cemento portland, hace que sea una losa la que prácticamente absorba los esfuerzos de las cargas y muy poco s trasmite a la subrasante. Por esta razón además de aspectos constructivos y de costos, estos pueden o no tener una base, bien granular o estabilizada. (p. 38)

Diseño de pavimento

Según los especialistas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE, 2017) se puede diseñar con cualquier método estructural afirmado teóricamente y experiencia a largo plazo, como Método AASHTO -93, Método PCA o Instituto del Asfalto, que empleamos en Perú, siempre y cuando se use la última versión vigente y que al PR se le aplique la realidad nacional. (p.24)

Tipos de pavimento de rígidos:

Altamirano (2017) indico que el Concreto Hidráulico Simple no presenta armadura en su estructura y las juntas son pequeñas (cada 2.50 m a 4.50 m). Las juntas. Pueden presentar dovelas en las juntas como también no pueden tener conectores de transferencia de carga. (p.9)

Por lo cual el Concreto Hidráulico Reforzado presenta una armadura en la estructura que se presenta distribuida en la losa para disminuir y controlar las fisuras de contracción. Muestran juntas con mayor espaciamiento (cada 6.10 m a 36.60 m). (p. 9)

Pro tato el Concreto Hidráulico Reforzado Continuo presenta una longitudinal continua y no tienen juntas transversales. El propósito de las juntas trasversales es mantener un espacio adecuado para que las fisuras se mantengan cerradas. (p. 9)

Juntas de Concreto

Según Suprenant (1995).Indico que las juntas son grietas de planificación previa y pueden ser elaboradas mediante molde, aserratos y herramientas para colocación de juntas. Sirven principalmente para que cuando el concreto se contraiga o expanda debido a los cambios de la humedad esta no pueda agrietarse debido a esto. (p.28)

Calidad de Concreto

Según aceros Arequipa para Obtener un concreto de vuela calidad, es necesario contar con buenos materiales, que a la vez están combinados en las cantidades correctas; es obligatorio tener en cuenta como se realiza el mesclado, el transporte, el vaciado, la compactación y el curado. Los procesos influirán directamente en la calidad de este importante material. Si uno o varios procesos se realizan de manera deficiente, resultara un concreto de mala calidad, aun usando las cantidades exactas de cemento, arena, piedra y agua. (p.65).

Curado

Según Naranjo (1997). Explico que el curado es un proceso busca mantener en el concreto una temperatura y un contenido de humedad adecuados durante los primeros días después del vaciado, para que puedan desarrollarse en las propiedades deseadas. (p.310).

Concreto

Medina (2014). Dijo que el concreto está constituido por agregados finos y gruesos, constituido principalmente por cemento, que resiste de forma óptima a la compresión, pero débil a la tracción, se utiliza en edificaciones para formar una estructura que es otra a tracción. (p. 1)

Agua

Según Altamirano (2007). Describió que el agua que se utilice para el proceso de elaboración del concreto, debe ser potable y estar libre de grasas, materias orgánicas, aceites y cualquier otro elemento que sea perjudicial. Apta para el consumo humano y contener estas especificaciones técnicas como los considera CEMEX. (p. 10)

Levantamiento Topográfico

Casanova (2010). Indico que el fin de realizar un levantamiento topográfico es definir la configuración del terreno, todos lo que el hombre a construido con elementos naturales (p. 7).

Resistencia a la compresión del concreto

Kosmatka (2004). Explico que la resistencia a la compresión del concreto es la medida máxima en resistencias ya que es común y es la s utilizada por os ingenieros para poder diseñar estructuras. (p.8).

Figura 1

Dimensiones de Cilindros para Probetas de Concreto

| Tipo de espécimen | Dimensiones (cm) | Variación normal | Valor medio aceptable |
|-------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Cilindro | 15 x 30 | - | 1,00 |
| | 10 x 20 | 0,94 – 1,00 | 0,97 |
| | 25 x 50 | 1,00 – 1,10 | 1,05 |
| Cubo | 10 | 0,70 – 0,90 | 0,80 |
| | 15 | 0,70 – 0,90 | 0,80 |
| | 20 | 0,75 – 0,90 | 0,83 |
| | 30 | 0,80 – 1,00 | 0,90 |

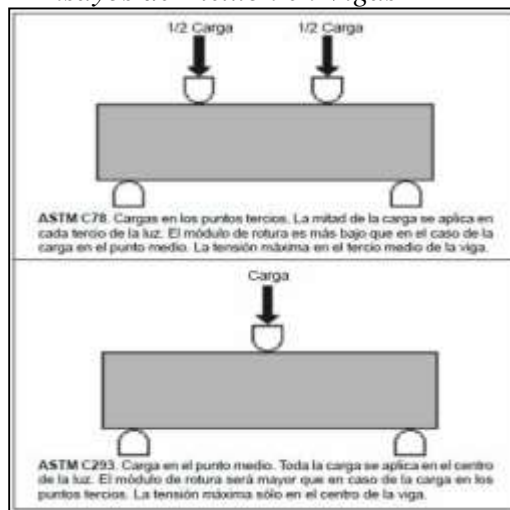
Fuente: Tesis de Kosmatka ,2004

Resistencia a la Flexión del concreto

Portilla (2014).Explico que la resistencia a flexión proviene de la resistencia a la tracción del concreto, esta resistencia se da desde la falla por momento de una losa de concreto que no está reforzada”

Figura 2

Ensayos de Flexión en Vigas



Fuente: Norma ATM C78 y ASTM C293

Figura 3

Ensayo de Flexión en Vigas con Apoyo Central



Fuente: Según la norma ASTM C293

Calicata

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona que se emplean para facilitar el reconocimiento de los suelos geotécnicos, es la inspección sumamente directa para poder estudiar los suelos además es el método más confiable y completo, y la sesión que se recomienda es de 0.80 m po 1.00 m así poder tener unas paredes adecuadas.(p.31)

Granulometría

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones menciona afirma que la granulometría es la representación de estudios de los agregados, su fin es determinar toda la distribución del tamaño de los elementos que conforman la muestra. (p36).

Ensayo de CBR

Botia (2015). Indico que el CBR es un procedimiento donde se realizan pruebas en el laboratorio, aquí se puede medir la resistencia al corte de un suelo mediante condiciones de densidad de concreto. (p.133).

Diseño de mezcla

Osorio (2013). Describió que las propiedades del concreto son lo más primordial, el objetivo de este el lograr la resistencia a compresión, por ello se debe diseñar exactamente para las propiedades que el concreto debe requerir cuando una estructura ya está en función. (p. 27).

Ensayo de Proctor modificado

Botia (2015).Explico que la evolución de la compactación del suelo hace que mejore sus propiedades como la reducción de deformabilidad, aumento de resistencia al corte y también en su peso específico. Los métodos que se están utilizando varían de acuerdo a las características de los suelos. . (p.145).

Módulo de resiliencia

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones confirmo que el módulo de resiliencia se puede utilizar sin alguna conversión en pavimentos flexibles pero para pavimentos rígidos si es recomendable realizar una conversión a módulo de reacción de la subrasante. (p.40).

Concreto de Fibra

El concreto de fibra está compuesta por cemento hidráulico y agregados finos y gruesos además de fibras discontinuas esto lleva a que la estructura tenga más resistencia así no se provoque un fisuramiento.

Loewenstein, K.L (1973).Indico The Manufacturing Technology of Continuous Glass Fibers. Menciona, la fibra de vidrio está compuesto químicamente de dióxido de silicio (SiO₂), en filamentos poliméricos extremadamente finos. (p 2-94).

Figura 4

Fibratec Vidrio AR V-12AM



Fuente: Tesis Loewenstein, K.L, 1973

Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), son hebras de fibra, formadas por un determinado número de filamentos perfectamente calculados, contiene zirconio es utilizada para sustituir a os mallas de acero.

Propiedades mecánicas de Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las propiedades mecánicas son : la resistencia a la flexo tracción, resistencia a la tensión, resistencia a la elongación, y ayuda a la mayor hidratación del concreto, también mejora la resistencia a la abrasión.

Propiedades químicas de Fibratec vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las propiedades químicas de la fibra de vidrio AR

- ✓ Resistencia a rotura por tracción: 1620 N/mm²,
- ✓ Resistencia al álcali: muy alta, SiO₂: >58,7 ZrO₂ : 17,1.
- ✓ Límite de carga de rotura: 0,4N/TEX,
- ✓ Resistencia al acido: muy alta, CaO : 6,1 Al₂O₃ : <0.3.
- ✓ Límite elástico: 74.000 MPa, Punto de fusión: > 1500 °C, Na₂O: 13,7 K₂O: 1,67.
- ✓ Contenido de Zirconio: 17,1 %, Conductividad eléctrica: baja

Características de la Fibra de vidrio AR V-12AM

Según FIBRATEC (2019), las características físicas de la fibra de vidrio AR son filamentos de 13 mm de largo y de un diámetro de 0.015 con un peso específico de 2.68 g/cm³, resistente a la tracción de 1620 N/mm², resistente a la rotura de estiramiento de 2 %, con un total de 200 000 000 de filamentos por Kg.

Figura 5

Datos Técnicos de la Fibra de Vidrio AR

| CARACTERÍSTICAS | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|---------------|--------|-------------|----------|
| | UNIDAD | POLIPROPILENO | ACERO | FIBRATEC | HORMIGÓN |
| NÚMERO DE FIBRAS | por kg | 200.000.000 | 3.200 | 200.000.000 | - |
| RESISTENCIA A TRACCIÓN | N/mm ² | 80 - 300 | 1200 | 1620 | 4 |
| ROTURA DE ESTIRAMIENTO | % | 80 | 1,5 | 2 | - |
| PESO ESPECÍFICO | g/cm ³ | 0,9 | 9 | 2,68 | - |
| RESISTENCIA YOUNG'S MODULUS | N/mm ² | 4500 | 20.000 | 80.000 | 3000 |
| LARGO | mm | 6-12 | 50 | 13 | - |
| DIÁMETRO | mm | 0,03 | 1 | 0,015 | - |

Fuente: Tesis Fibratec, 2019

Formulación del Problema

Problema General

¿De qué manera el diseño del pavimento rígido empleando fibras de vidrio ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, ¿Villa el Salvador?

Problemas Específicos

¿Cómo diseñar el pavimento rígido por el método AASHTO – 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

¿Cómo determinar las propiedades mecánicas del concreto en nuestro diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

¿Cómo determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador?

Justificación de Estudios

El actual Proyecto de tesis se justifica a distintos aspectos. Justificación teórica, justificación metodológica, justificación tecnológica, justificación económica.

Justificación Teórica

El proyecto de investigación que estamos elaborando tiene como objetivo conocer amplias teorías ya planteada para después sugerir nuevas teorías que nos ayuden a solucionar la problemática de la Ca A, Grupo 1A sector 6, Villa el Salvador, teniendo como base nuevos fundamentos podremos mejorar el pavimento rígido para poder alargar la vida útil de los pavimentos rígidos. Tal como lo expresa Cepeda (2015) “la indagación es el estudio abismal de una materia con la conclusión de ampliar el conocimiento, para resolver problemas”. (p.15)

Cabe resaltar que el presente proyecto será útil como antecedentes para las siguientes investigaciones.

Justificación Metodológica

La metodología a este proyecto de investigación es aplicar un instrumento existente a la realidad problemática en la Ca A sector 6 Grupo 1A Villa el Salvador. Asimismo, esta

investigación proporcionara tener una base de datos de este problema para luego facilitar soluciones a las futuras construcciones empleando fibras de vidrio en los pavimentos rígidos. Los pavimentos rígidos que están contruidos en la Ca A sector 6 Grupo 1A, Villa el Salvador tiene fallas como fisuras longitudinales y transversales. Este trabajo nos ayudara a solucionar este problema mediante ensayos, ya que este problema padece los vehículos y vecinos de la zona, tal como lo expresa Bernal (2010), “la justificación metodológica al realizarse propone un nuevo método para originar un buen conocimiento”. (p.107).

Justificación Tecnológica

Durante el proceso de proyecto, se utilizarán técnicas cuantificables y esenciales con tecnología precisa a nuestros objetivos, evaluando y aplicando el conjunto proceso científicos considerando los recursos humanos y técnicos, para así tener buenos resultados.

Justificación Económica

El objetivo de este trabajo de investigación es prevenir reducir y conocer la problemática. Para que así más adelante en los siguientes proyectos tengan vida larga útil y no se esté gastando dinero en reparaciones y mantenimiento a corto tiempo, lo más principal es que las inversiones sean en una fase inicial y no cuando el pavimento rígido este deteriorado, para así otorgarles pavimentos rígido eficientes, seguros y modernos

Hipótesis

Hipótesis general

El diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio mejora las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Hipótesis Específicas

El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador

La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6 – Villa el Salvador”

‘Objetivos

Objetivo General

Diseñar un pavimento rígido empleando la fibra de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Objetivo Específicos

Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio por el método AASHTO – 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Someter a ensayos de resistencia a la compresión para determinar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

Someter a ensayo de resistencia a la flexión en vigas para determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura con fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, Villa el Salvador.

II.Método

Tipo y Diseño de Investigación

Diseño

La metodología de diseño de investigación, es experimental – cuasi experimental porque se utiliza los equipos de laboratorio y manipulamos las variables para realizar los ensayos, mediante esto explicar:

Dónde:

V1: Diseño de pavimento rígido

V2: Fibras de Vidrio

D: Diseño de pavimento rígido

Variables de Operacionalización

Variables:

V1: Diseño de pavimento rígido

V2: Fibras de vidrio

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización

| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | |
|-------------------------------|-----------------------|---|--|---|--|
| DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO | | Determinar los espesores de la losa que sean apropiados para soportar las cargas de tráfico en calles, caminos y carreteras. El propósito es alcanzar el diseño permitido según las normas técnicas de diseño y construcción dada por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial utilizando la metodología AASHTO -93. | METODOLOGÍA AASHTO -93 ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS ENSAYO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA DE RODADURA | Periodo de análisis, carril de diseño, desviación normal estándar (Zr), Confiabilidad (R), Error estándar (So), serviciabilidad, coeficiente de drenaje(mi), coeficiente de transmisión de cargas (J), Modulo de ruptura del concreto (Mr), Factor de perdida de soporte (Ls), Modulo de reacción (K), Juntas de pavimentos, diferencia entre los índices inicial y final (PSI), espesor del pavimento (D). Ensayo de resistencia a la Comprensión después de 7 días ,14 días y por ultimo después de 28 días. Resistencia a la flexión, (Ensayo de módulo de rotura con vigas simplemente apoyadas) a los 7 días, 14 días y 28 días. | |
| | FIBRAS DE VIDRIO | "Las fibras de vidrio es un material compuesto por filamentos poliméricos muy finos que están basados en dióxido de silicio (SiO2) que se entrelazan para emplearse una estructura fuerte , por su estructura y características, son reconocidos por tener alta resistencia a la comprensión, bajas deformaciones y alta capacidad de flujo, ideal para uso en suelos con altos contenidos de materiales nobles. Sus principales aplicaciones son el refuerzo de pavimentos ,rampas , puertos y cimentación" | | DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO PROPIEDADES MECÁNICAS PROPIEDADES QUÍMICAS | Porcentaje de fibras de vidrio en el diseño de mezcla para carpeta de rodadura (10 %) Porcentaje de fibras de vidrio en el diseño de mezcla para carpeta de rodadura (12.75 %) Tenacidad, Fuerza a la tracción, Elongación Absorción de humedad, Resistencia a los disolventes, Resistencia a la intemperie |
| | | | | Se aplica la fibra de vidrio al diseño de infraestructura vial para la reducción y control de fisuración. | CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Población y Muestra

Población

Para la presente investigación se considera el grupo 1A, Sector 6 de Villa el Salvador.

Levin y Rubín (1996). Indico que la población es un conjunto finito o infinito de personas, animales o cosas que estamos estudiando estas tienen características comunes en la cual se efectúa el estudio determinado para así sacar conclusiones “. (p.125).

Muestra

La muestra es probabilística por lo que comprende las calles A, B, C del grupo 1A Sector 6 de Villa el Salvador.

Para Hernández, Fernández y Baptista (2003). Dijo que la muestra probabilística da alusión a un subconjunto de la población en el que los elementos simples se seleccionan de forma aleatoria para que cada elemento tenga la misma posibilidad de ser seleccionado “(p.54).

Hernández (2003). Describió las muestras no probabilísticas tienen un procedimiento de selección informal, las muestras no probabilísticas se sugieren en muchas investigaciones y a origen de ellas se realizan inferencia sobre las poblaciones “. (p.326).

Para Borja (2016). Describió las muestras no probabilísticas no se calcula el error estándar, tampoco el nivel de confianza con el que se estima. El proceso de selección no depende de la probabilidad sino del criterio propio del autor.

Para Borja (2016). Describió la Muestra espontánea se usa cuando no se conoce la población total o no se tiene referencias precisas. Selecciona de manera informal el objeto de estudio con mejor acceso. Es decir que el resultado es de bajo valor predictivo, quiere decir que no se generaliza la población total. Consiste en seleccionar en forma informal los objetos de estudio de mejor acceso. Sus resultados son de escaso valor predictivo, es decir no se pueden generalizar a la población.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad técnicos

Instrumentos

Tabla 2

Instrumentos de Recolección Datos

| TÉCNICAS | INSTRUMENTO |
|---------------------------------------|--|
| (IMD) índice medio diario | Formato MTC conteo vehicular |
| Estudio de mecánica de suelos | Formato Laboratorio mecánica de suelos |
| Estudio de cantera y agregados | Formato Laboratorio de ensayo de agregados |
| ensayo de resistencia a la compresión | Formato laboratorio de concreto |
| ensayo de resistencia a la flexión | Formato laboratorio de concreto |
| entrevistas a pobladores | Formato propio |

Fuente: Elaboración propio, 2019

Para la recolección de datos se realizará la técnica de observación, técnica de ensayo (campo y laboratorio), fase principal para el juicio y análisis de los elementos del pavimento rígidos realizará el siguiente orden para la etapa de inspección.

- Elaboración del resumen de antecedentes
- Inspección visual de la estructura del pavimento
- Levantamiento del deterioro
- Selección de medición y análisis (técnicas de ensayo)

Las técnicas que estamos utilizando nos ayudaran a ordenar, seleccionar y poder analizar nuestra problemática, para poder realizar un análisis con todos los resultados y concluir resolviendo el problema.

Rojas (1996).Indico que al referirse de técnicas e instrumentos para la recopilación de información en el campo, sugiere que el volumen y tipo de investigación cualitativa – cuantitativa deben estar acreditados por la hipótesis y los objetivos. (p. 106)

Para ello se ha valido y confiable la información se debe analizar bien los objetivos del estudio. Debido a eso nosotros mismos realizaremos la técnica de observación.

Instrumentación

La fuente de instrumento es la ficha de observación donde tendremos todos los datos de los daños que hemos identificado en el pavimento rígido, el campo y los instrumentos del laboratorio se realizara en la segunda etapa para así obtener los resultados, de esta manera poder corroborar nuestra hipótesis planteada

Pardinas (2005) manifestó que:

Que la observación es mirar concentradamente es un sentido amplio, también significa un conjunto de cosas, datos que se está observando, dando saber que la observación corresponde a datos o hechos. (p.89).

Sabino (1992) manifestó que:

El hombre a través de sus sentidos capta todo lo que le rodea, es directa cuando el investigador asume sus conductas, y cuando el investigador no esta presente en la información se le toma como observación simple. (p.111).

Validez

Nuestra variable en nuestro trabajo de investigación es diseño de pavimento rígido con geo textiles tejidos, de acuerdo a nuestro objetivo nos enfocaremos con documentos que están aceptados por juicios de expertos, también nuestros elementos que estamos utilizando están validadas por las mismas empresas que los fabrican.

Baechle y Earle (2016). Menciono que, la validez es la característica más importante de un prueba de investigación, es el grado de un instrumento de prueba que mide lo que realmente pretende medir. (p.84).

Confiabilidad

Para tener un resultado confiable todos nuestros instrumentos deben encontrarse en un buen estado para que nos sirva para nuestra investigación.

Hernández (2011) indico:

La confiabilidad es un instrumento de medición donde se da a repetir el mismo objeto dando resultados iguales, en pocas palabras es la precisión que un instrumento mide lo que desee medir. (p.277)

Sampieri (2006) menciona:

La medición es un recurso importante para todo investigador porque de ahí parte toda la información de las variables que se están trabajando. (p.276).

Procedimiento

Diseño de pavimento rígido

Según la Norma AASHTO (American Association of State Highway and transportation Officials), hay dos conceptos de definición de pavimento: el de la ingeniería y del usuario.

Desde el punto de vista de la ingeniería decimos que el pavimento es un componente estructural que está sobre la superficie del terreno, esta capa tiene que estar preparada para poder soportar los distintos espesores que está diseñado para que pueda soportar las cargas en su ciclo de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario el pavimento es un componente que debe tener seguridad y comodidad cuando circulen sobre ella, el pavimento debe brindar un buen servicio de calidad para que mejore el estilo de vida de las personas.

Según Pérez y Gardey (2015). Concluyo que el pavimento es la capa o base que establece el suelo de la construcción o de una superficie no natural. El pavimento actúa como sustento de los seres vivos y de las cosas. Es considerable tener en cuenta que el pavimento puede reintegrarse con diferentes materiales, como piedras o maderas. El término, sin embargo, suele asociarse en algunos países al asfalto, el material utilizado para construir calles, rutas y otras vías de comunicación.

Métodos de Análisis de Datos

En el presente proyecto de investigación se desarrolló la recolección de datos a través de una ficha de evaluación aplicada en el pavimento rígido en la A.V Arriba Perú. Los datos obtenidos se presentarán en gráficos y tablas según nuestras dimensiones y también variables, y así tener el resultado para llevarlo a campo y laboratorio.

Aspectos éticos

A. Ética en la recolección de datos

En el momento de analizar y tomar nuestra información debemos ser veraces y muy responsables, de esta manera tendremos como resultado un buen proyecto.

B. Ética para el inicio de la evaluación

Para poder realizar el trabajo respectivo debemos conceder el permiso a la municipalidad distrital de Villa el Salvador para poder evaluar ordenadamente con los instrumentos adecuados la avenida Arriba Perú, teniendo esto en cuenta podemos proceder a nuestro trabajo de investigación.

C. Ética en la solución de resultados

Debemos lograr tener todos los resultados de nuestras muestras, teniendo en cuenta la claridad de nuestros elementos que hemos adquirido en el campo y en el laboratorio, para después poder comprobar con todo criterio si lo que hemos analizado coincide con lo encontrado en el lugar de trabajo.

III.RESULTADOS

Estudio de Tráfico

El estudio de tráfico vehicular es una parte fundamental en la ingeniería sujeta a la razón del tráfico para que de esta manera se pueda dar a conocer todos los comportamientos que se van desarrollando y así disponer el flujo de cargas vivas de todos los vehículos estos estudios nos ayudan a la rehabilitación, mantenimiento, construcción para así realizar el diseño de la vía, en esta oportunidad nos ayudara en nuestro proyecto a diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6 – Villa el Salvador.

Tabla 3

Características Generales de las Vías sin Pavimentar

| TRAMO | | LONGITUD | VÍA | ESTADO DE CONSERVACIÓN |
|--------------|----|-----------------|----------------|-------------------------------|
| GRUPO | 1A | 1000 m | Sin pavimentar | Mala |
| SECTOR 6 | | | | |

Fuente: Elaboración propio, 2019

Tabla 4*Verificación y Conteo de Vehículos Diario en la Vía no Pavimentada*

| FECHA | DÍA | BUS | | CAMIÓN | | SEMITRAYLER |
|----------|--------------|------------|------------|------------|-----------|-------------|
| | | B2 | C2 | C3 | C4 | T2S1 |
| 07-10-19 | LUNES | 17 | 33 | 18 | 6 | 9 |
| 08-10-20 | MARTES | 17 | 34 | 18 | 7 | 9 |
| 09-10-21 | MIERCOLES | 16 | 35 | 17 | 6 | 10 |
| 10-10-22 | JUEVES | 16 | 28 | 14 | 5 | 9 |
| 11-10-23 | VIERNES | 17 | 33 | 16 | 8 | 12 |
| 12-10-24 | SABADO | 17 | 28 | 19 | 6 | 8 |
| 13-10-25 | DOMINGO | 12 | 12 | 10 | 4 | 6 |
| | TOTAL | 112 | 203 | 112 | 42 | 63 |
| | IMDS | 16 | 29 | 16 | 6 | 9 |

Fuente: Elaboración propia,2019

Periodo de diseño (años) = 20

Tasa de crecimiento poblacional (%) = 2.92

Tasa de crecimiento PBI departamental (%) = 4.0

Tabla 5*IMD Promedio e IMD Proyectado*

| TIPO DE VEHÍCULO | NOMENCLATURA | IMD | DISTRIBUIDO | IMD (proyectado) |
|-------------------------|---------------------|------------|--------------------|-------------------------|
| BUS | B2 | 16 | 21.05 | 28 |
| | C2 | 29 | 38.15 | 50 |
| CAMIÓN | C3 | 16 | 21.05 | 28 |
| | C4 | 6 | 7.89 | 10 |
| SEMI TRAYLER | T2S1 | 9 | 11.84 | 16 |
| TOTAL | | 76 | 100 | 131 |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Ubicación y Descripción del Área de estudio

La investigación se realiza en la ciudad de Lima, en el distrito de villa el salvador precisamente en la calle “a” del sector 6 grupo 1 A , aquí se propone realizar un diseño de pavimento rígido empleando la fibra de vidrio para enriquecer la resistencia del concreto para brindar un mejor servicio y calidad a los ciudadanos de la zona .

Exploración del Suelo

Para estudiar el suelo debemos reconocer el terreno para así poder identificar todos los tipos de estratos que se puedan reemplazar, en este proceso de exploración se va a incluir la ejecución de calicatas en la cual tendrá una profundidad de 1.5 m, de las calicatas vamos a obtener estratos diferentes en cantidades suficientes de suelo. El tamaño y tipo de la muestra va a depender va depender de los ensayos que va a realizar en el laboratorio. Con las muestras obtenidas

procedemos a efectuar los ensayos para así pasarlo a gabinete para obtener de manera graficas los resultados.

Tabla 6

Ubicación de Calicatas

| Calicata | Profundidad (m) | Ubicación |
|-----------------|------------------------|--------------------------|
| C - 1 | 1.5 | Calle A cdra. 1 Grupo 1A |
| C - 2 | 1.5 | Calle B cdra. 2 Grupo 1A |
| C - 3 | 1.5 | Calle C cdra. 3 Grupo 1A |

Fuente: Formato de ensayos del laboratorio de Geotecnia.

CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM 2216

El contenido de humedad es una de las características más importante de los suelos. Tiene como objetivo ver el porcentaje de agua que contiene el cuerpo del suelo, este permitirá comparar la humedad natural y la humedad optima que se extrae del ensayo Proctor , si se logra concluir que la humedad natural es igual o inferior a la humedad optima el proyectista planteara la compactación que se sugiere para el suelo si es lo contrario se sugiere aumentar la energía de compactación ,o también reemplazar el material que a sido saturado por un mejor material.

Tabla 7

Resultado de Contenido de Humedad

| Contenido de Humedad ASTM D-2216-05 | |
|--|-----|
| Humedad (%) | 3.4 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

LÍMITE DE LÍQUIDO ASTMD-4318 – LÍMITE PLÁSTICO ASTM D- 4318

Para poder determinar los porcentajes de cada elemento es necesario saber la estabilidad que presenta cada tipo de suelo para ello realizamos el análisis granulométrico, también determinamos los límites de consistencia y el de atterberg esto decreta la relación entre contenido de humedad -plasticidad en distintos límites como: limite plástico (LP), limite líquido y límite de contracción (LC).

Límite de contracción (retracción), cuando el suelo no sufre ningún cambio al reducir el volumen del agua, pero al incrementar el agua amplifica a la vez el volumen del suelo

Limite Plástico (LP), cuando el suelo con humedad deja de tener una conducta suelta para convertirse en plástica, es el límite entre un estado sólido y plástico.

Limite liquido (LL), cuando el suelo está en estado semilíquido y pasa a un estado plástico.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad depende sólo de la cantidad de arcilla existente e indica la finura del suelo y su capacidad para cambiar de configuración sin alterar su volumen. Un IP elevado indica un exceso de arcilla o de coloides en el suelo. Siempre que el LP sea superior o igual al LL, su valor será cero. El índice de plasticidad también da una buena indicación de la compresibilidad. Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

Tabla 8

Resultado de Límites de Consistencia

| Límites de consistencia | |
|--|-----------|
| Limite liquido (%) ASTM D-4318 - 05: | NP |
| Limite Plástico (%) ASTM D-4318 - 05: | NP |
| Índice Plástico (%): ASTM D- 4318 - 05 : | NP |

Fuente: Elaboración Propia.2019

GRANULOMETRÍA

El análisis granulométrico determina la distribución de los diferentes tamaños del agregado fino y grueso, mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). Es un indicativo para determinar ciertas características de los diferentes suelos para posteriormente proceder a su clasificación.

Tabla 9

Análisis Granulométrico por Tamizado - ASTM D422

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | (% PARCIAL RETENIDO | (% PARCIAL ACUMULADO | |
|-----------|------------------|------------------------|-------------------------|------|
| | | | RETENIDO | PASA |
| 3" | 76.200 | - | - | |
| 2" | 50.300 | - | - | |
| 1 1/2" | 38.100 | - | - | |
| 1" | 25.400 | - | - | |
| 3/4 " | 19.050 | - | - | |
| 1/2" | 12.700 | - | - | |
| 3/8" | 9.525 | - | - | |
| 1/4" | 6.350 | - | - | |
| Nro 4 | 4.760 | - | - | 100 |
| Nro 10 | 2.000 | 0.1 | 0.1 | 99.9 |
| Nro 20 | 0.840 | 0.1 | 0.2 | 99.8 |
| Nro 30 | 0.590 | 0.5 | 0.6 | 99.4 |
| Nro 40 | 0.426 | 3.9 | 4.5 | 95.5 |
| Nro 60 | 0.250 | 46.6 | 51.1 | 48.9 |
| Nro 100 | 0.149 | 35.2 | 86.4 | 13.6 |
| Nro 200 | 0.017 | 10.5 | 96.9 | 3.1 |
| - Nro 200 | | 3.1 | | |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 10

Resultado de Clasificación según SUCS (ASTM D2487 -05) y AASHTO (ASTM – D3282)

| Clasificación | |
|--------------------------------------|------------------|
| Clasificación SUCS (ASTM D2487 -05): | SP |
| Clasificación AASHTO (ASTM D3282): | A - 3 (0) |

Fuente: Elaboración Propia.2019

PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

Se determina el peso del volumen del suelo seco, también la humedad al cual deberá estar sometida la compactación. Se pretende mejorar la resistencia, el esfuerzo a la deformidad y la compresibilidad, el compactado está vinculado a la densidad máxima del suelo. Para esto se adhiere una humedad proporcionada.

Tabla 11

Método C - Pesos Específicos para Compactación

| COMPACTACIÓN | | | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Prueba N° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Peso del molde + Suelo compacto (gr) | 5869 | 5919 | 5982 | 5995 |
| Peso del Molde (gr) | 4190 | 4190 | 4190 | 4190 |
| Peso suelo compacto (gr) | 1679 | 1729 | 1792 | 1805 |
| Volumen del Molde (cm ³) | 943.2 | 943.2 | 943.2 | 943.2 |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.78 | 1.833 | 1.9 | 1.914 |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.71 | 1.711 | 1.723 | 1.684 |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 12

Pesos Específicos para Contenido de Humedad

| HUMEDAD | | | | |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Tara N.º | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Tara + suelo 29 húmedo (gr) | 206 | 211 | 150.2 | 186 |
| Tara + suelo seco (gr) | 200 | 200.3 | 137.9 | 165.9 |
| Peso del agua (gr) | 6 | 10.7 | 12.3 | 20.1 |
| Peso de tara (gr) | 52.9 | 49.9 | 18.1 | 18.2 |
| Peso suelo seco (gr) | 147.1 | 150.4 | 119.8 | 147.7 |
| Contenido de humedad (%) | 4.1 | 7.1 | 10.3 | 13.6 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

3.3.6 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

El presente ensayo determina la relación entre los apoyos del suelo que están sometidos ante el esfuerzo cortante, y evaluar la condición del suelo para la subrasante, que esta descrito al 95% de la máxima densidad seca y a perforación de cargas en 2.54 mm. Están evaluadas bajo condiciones controladas de densidad y humedad.

El rango de los valores CBR según categoría subrasante:

Tabla 13*Laboratorio de Mecánica de Suelos.*

| categoría subrasante | CBR |
|-----------------------------|------------|
| s0: subrasante inadecuada | CBR < 3% |
| s1: subrasante pobre | CBR ≥ 3 % |
| | A CBR |
| | <6% |
| | A CBR |
| | ≥6% |
| | A CBR |
| s2: subrasante regular | <10% |
| | A CBR |
| | ≥10% |
| | A |
| s3: subrasante buena | CBR<20% |
| | A CBR |
| | ≥20% |
| | A CBR |
| s4: subrasante muy buena | <30% |
| | A CBR |
| s4: subrasante excelente | ≥30% |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 14*Compactación por Capa*

| Nº molde | A-2 | | D-1 | | C-2 | |
|--------------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| Nº de golpes por capa | 56 | | 25 | | 10 | |
| Condición de la muestra | No saturado | Satura do | No saturado | Satura do | No saturado | Satura do |
| Peso del molde + Suelo compacto (gr) | 11962 | 12042 | 10522 | 10712 | 12168 | 12393 |
| Peso del Molde (gr) | 7910 | 7910 | 6600 | 6600 | 8412 | 8412 |
| Peso suelo compacto (gr) | 4052 | 4132 | 3922 | 4112 | 3756 | 3981 |
| Volumen del Molde (cm3) | 2129 | 2129 | 2121 | 2121 | 2126 | 2126 |
| Densidad Húmeda (gr/cm3) | 1.904 | 1.941 | 1.849 | 1.938 | 1.767 | 1.873 |
| Densidad seca (gr/cm3) | 1.723 | 1.722 | 1.673 | 1.705 | 1.599 | 1.683 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

Tabla 15*Estudio de Humedad*

| Tara N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tara + suelo húmedo (gr) | 450.1 | 545.9 | 533.6 | 575 | 548.3 | 531 |
| Tara + suelo seco (gr) | 412.5 | 490.6 | 488.5 | 512.6 | 502.2 | 472 |
| Peso del agua (gr) | 37.6 | 55.3 | 45.1 | 62.4 | 46.1 | 59 |
| Peso de tara (gr) | 53.5 | 55.5 | 60.2 | 55.9 | 62.2 | 60.5 |
| Peso suelo seco (gr) | 359 | 435.1 | 428.3 | 456.7 | 440 | 411.5 |
| Contenido de humedad (%) | 10.5 | 12.7 | 10.5 | 13.7 | 10.5 | 14.3 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

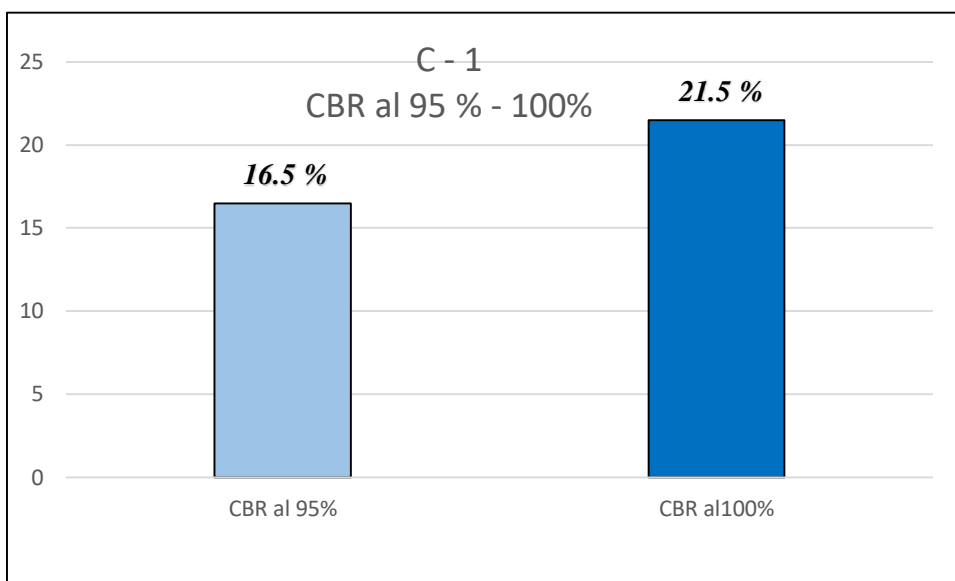
Tabla 16*Calicata 1 de Ensayos Proctor Modificado y CBR*

| Calicata | C -1 | |
|--------------------|----------------------------|-------|
| Proctor modificado | Densidad máxima (grs /cm3) | 1.723 |
| | Humedad optima % | 10.5 |
| CBR | 95% | 16.5 |
| | 100% | 21.5 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

Figura 6

Resultado Calicata 1 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)



Interpretación: Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.5 %, y al 100% nos da un CBR de 21.5%.

Fuente: Elaboración Propia.2019

Tabla 17

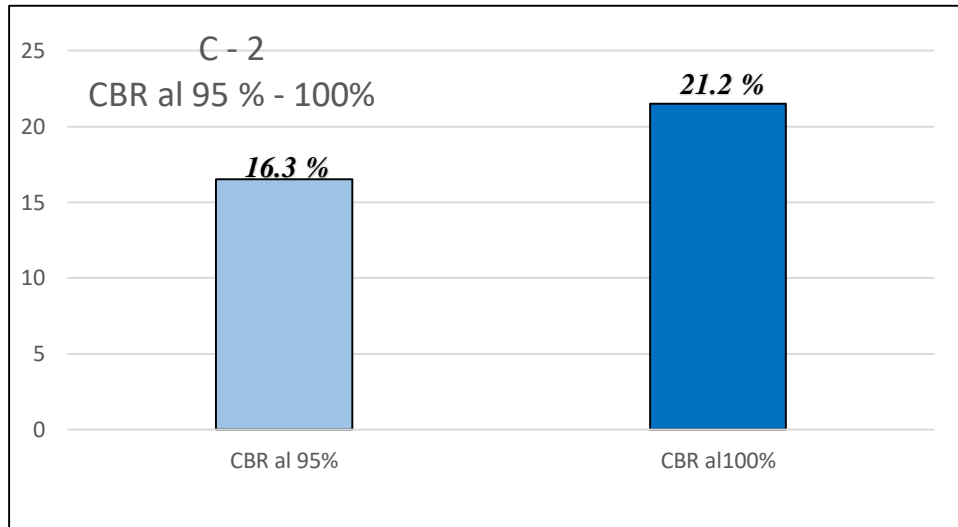
Calicata 2 de Ensayos Proctor Modificado y CBR

| Calicata | | C -2 |
|--------------------|---|-------------|
| Proctor modificado | Densidad máxima (grs /cm ³) | 1.721 |
| | Humedad optima % | 10.2 |
| CBR | 95% | 16.3 |
| | 100% | 21.2 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

Figura 7

Resultado Calicata 2 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)



Interpretación: Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.3 %, y al 100% nos da un CBR de 21. 2%.

Fuente: Elaboración Propia.2019

Tabla 18

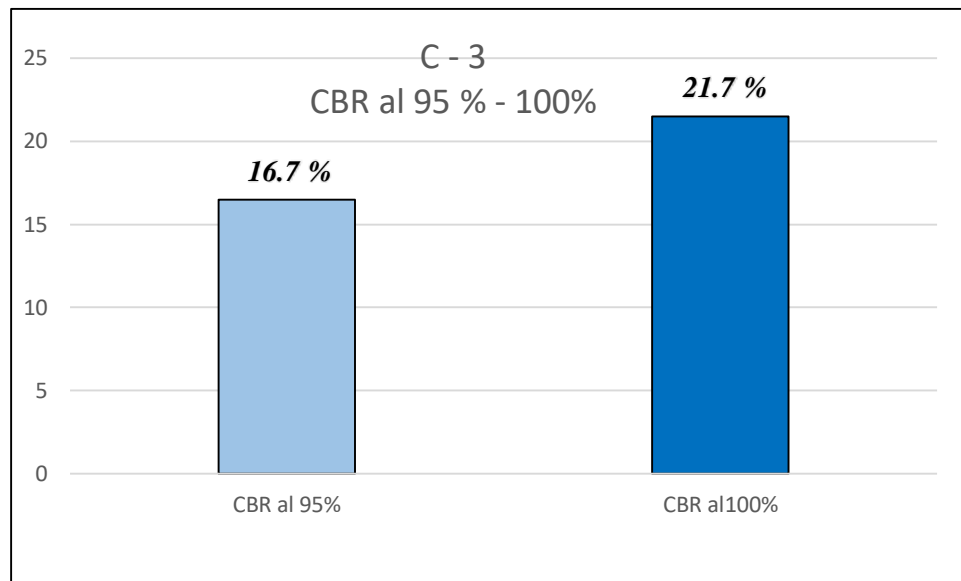
Ensayos Proctor Modificado y CBR

| Calicata | | C -2 |
|--------------------|---|-------------|
| Proctor modificado | Densidad máxima (grs /cm ³) | 1.725 |
| | Humedad optima % | 10.2 |
| CBR | 95% | 16.7 |
| | 100% | 21.7 |

Fuente: Elaboración Propia.2019

Figura 8

Resultado Calicata 3 - California Bearing Ratio (CBR 95% - 100%)



Interpretación: Con una compactación al 95 % nos arroja un CBR de 16.3 %, y al 100% nos da un CBR de 21. 2%.

Fuente: Elaboración Propia,2019

Resultado evaluando la fibra de vidrio

Módulo de rotura del concreto

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Tabla 19

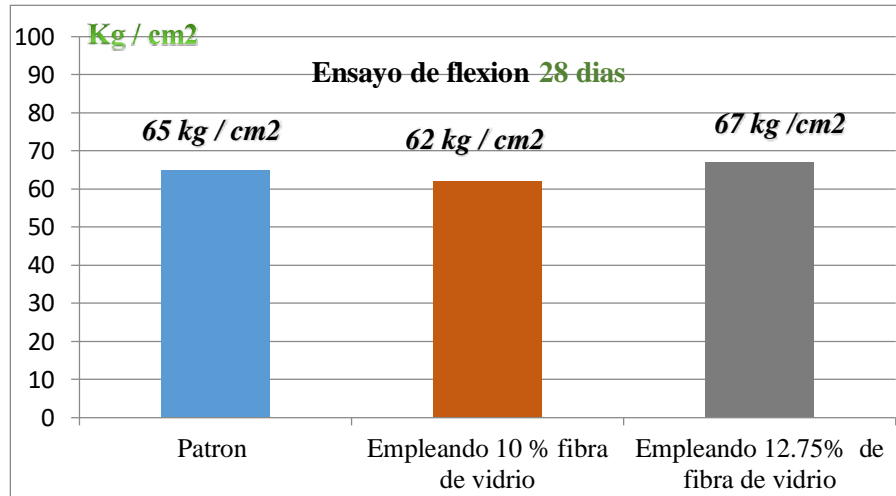
Resultados de Módulo de Rotura Con Concreto 210 Kg/Cm2.

| IDENTIFICACIÓN | FECHA DE VACIADO | FECHA DE ROTURA | EDAD (días) | UBICACIÓN DE FALLA | LUZ LIBRE | MODULO DE ROTURA |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|------------------|-------------------------|
| Patrón | 10 -11-19 | 09 – 11 -19 | 28 | Tercio central | 45 | 65 kg/cm2 |
| Empleando 10 % | 10 -11-19 | 09 – 11 -19 | 28 | Tercio central | 47 | 62 kg/cm2 |
| Empleando 12.5% | 10 -11-19 | 09 – 11 -19 | 28 | Tercio central | 42 | 67 kg/cm2 |

Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 9

Ensayo de Flexión a los 28 Días Con Dosificación de Concreto 210 Kg



Interpretación: En el ensayo de flexo tracción se determinó que, a los 28 días, empleando el 10% de fibra de vidrio por m³ nos dio una resistencia de 62 kg /cm², y empleando el 12.75 % de la fibra de vidrio por m³ no da un valor de 67 kg / cm² con una diferencia entre el mayor valor y el patrón de 8 % de incremento de resistencia.

Para el presente diseño el módulo de rotura se determinó a través de ensayos de laboratorio tomando como muestra el diseño de mezcla para un concreto de la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de fibra de vidrio aumentara la resistencia a la compresión.

Fuente: Elaboración Propia,2019

Tabla 20*Resultados a los 7 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2*

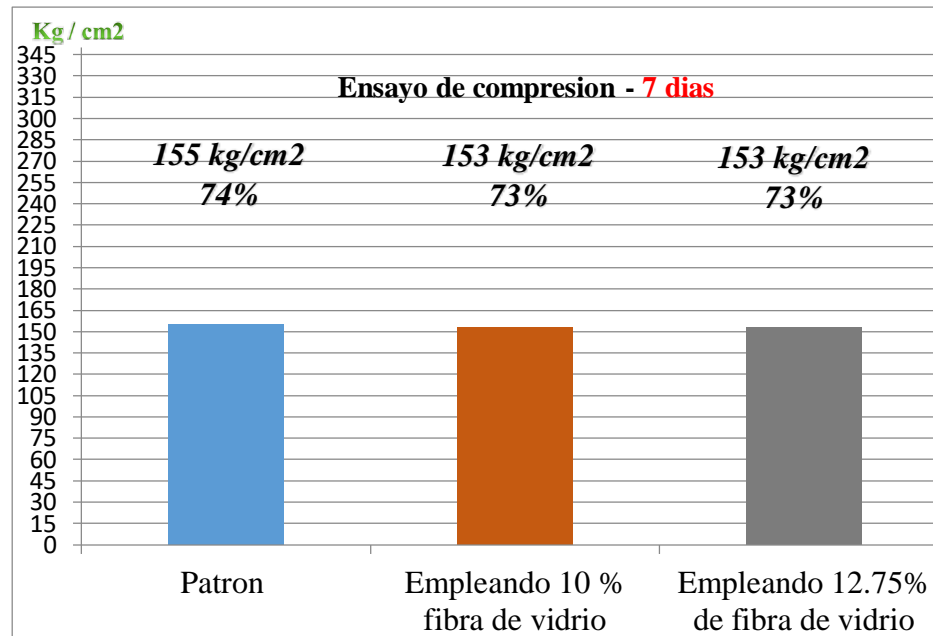
Fuente:

| N° Probeta | Identificación De Muestras de Tipo de Elemento | Fecha de Obtención (Moldeo) | Fecha de Ensayo (Rotura) | Edad (días) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) | Tipo de Falla | Área (Cm2) | Carga Max. de Rotura (kg) | Resistencia a la Compresión (kg/cm2) | Porcentaje Resistencia (< %) |
|---------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|----------------|--------------------------------------|---------------------|---------------|---------------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 7 | 210 | I | 80.4 | 12500 | 155 | 74% |
| 2 | 210 KG/CM2 | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 7 | 210 | I | 80.1 | 12250 | 153 | 73% |
| 3 | | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 7 | 210 | I | 80.6 | 12300 | 153 | 73% |

Elaboración Propia,2019

Figura 10

Ensayo de Compresión los 28 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2



Interpretación: En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 153 kg/cm², y con el 12.75% de fibra de vidrio por m³ no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración Propia.2019

Tabla 21*Resultados a los 14 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm2*

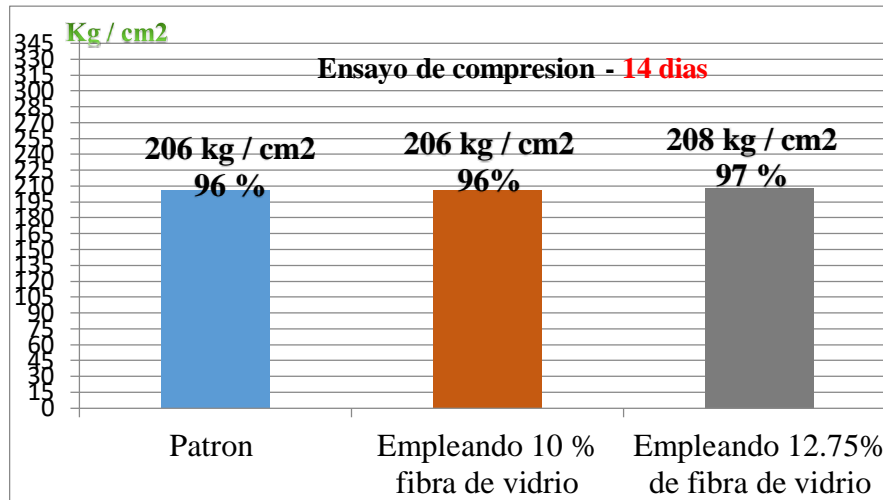
Fuente:

| N° Probeta | Identificación De Muestras Tipo de Elemento | Fecha de Obtención (Moldeo) | Fecha de Ensayo (Rotura) | Edad (días) | Resistencia de Diseño (kg/cm2) | Tipo de Falla | Área (Cm2) | Carga Max. de Rotura (kg) | Resistencia a la Compresión (kg/cm2) | Porcentaje Resistencia (<%) |
|------------|---|-----------------------------|--------------------------|-------------|--------------------------------|---------------|------------|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | Diseño de concreto 210 Kg/Cm2 + Fibra | 15/11/2019 | 06/12/2019 | 14 | 210 | I | 80.4 | 1650 | 206 | 98% |
| 2 | | 15/11/2019 | 06/12/2019 | 14 | 210 | I | 80.1 | 1650 | 206 | 98% |
| 3 | | 15/11/2019 | 06/12/2019 | 14 | 210 | II | 80.6 | 1650 | 205 | 97% |

Elaboración Propia.2019

Figura 11

Ensayo de Compresión los 14 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2



Interpretación: En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 206 kg/cm², y con el 12.75% de fibra de vidrio por m³ no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración Propia.2019

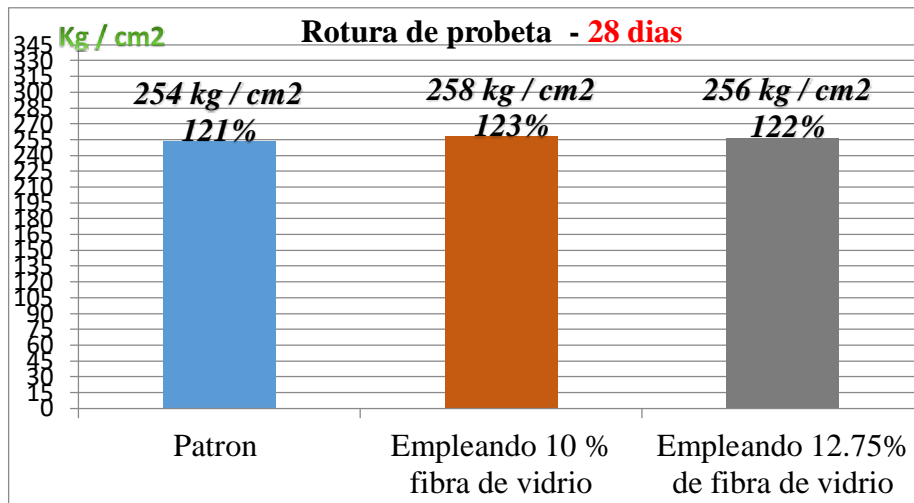
Tabla 22*Resultados a los 28 días con Dosificación de Concreto 210 kg / cm²*

| N° Probeta | Identificación De Muestras Tipo de Elemento | Fecha de Obtención (Moldeo) | Fecha de Ensayo (Rotura) | Edad (días) | Resistencia de Diseño (kg/cm²) | Tipo de Falla | Área (Cm²) | Carga Max. de Rotura (kg) | Resistencia a la Compresión (kg/cm²) | Porcentaje Resistencia <%} |
|-----------------------|--|--|---|------------------------|--|------------------------------|----------------------------------|--|--|--|
| 1 | Diseño de | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 28 | 210 | I | 80.4 | 20450 | 254 | 121% |
| 2 | concreto 210 | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 28 | 210 | III | 80.1 | 20700 | 258 | 123% |
| 3 | Kg/Cm ² + Fibra | 11/11/2019 | 09/12/2019 | 28 | 210 | III | 80.6 | 20650 | 256 | 122% |

Fuente: Elaboración propia, 2019

Figura 12

Ensayo de Compresión - 28 Días con Dosificación de Concreto 210 Kg / Cm2



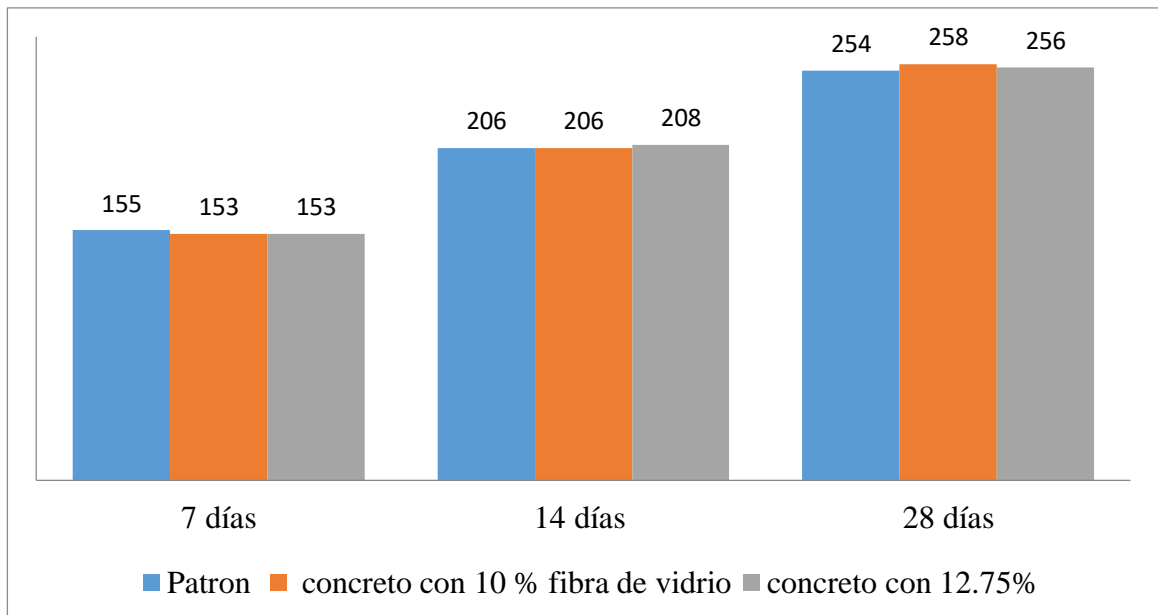
Interpretación: En el diagrama observamos que utilizando el 10 % de la fibra de vidrio a los 7 días sometemos a ensayo y nos arroja 206 kg/cm2, y con el 12.75% de fibra de vidrio por m3 no da un resultado igual por lo que la variación con el patrón disminuyo un 1% la resistencia.

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Resultados del Ensayo a Compresión los 7, 14, 28 Días con una % De Fibra de Vidrio

Patrón, 10% Y 12.75%



Interpretación: En el diagrama observamos el resumen de las resistencias máximas obtenidas con la dosificación nula (patrón), con dosificación de 10 % de la fibra de vidrio AR, y 12.75% de la fibra de vidrio AR. Se llegó a determinar que la máxima resistencia se da con el 10% de fibra de vidrio AR a los 28 días.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Desviación estándar

Este varía según la metodología AASHTO 93 que es de 0.30 a 0.40. Pero en el manual del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) sugiere utilizar 0.35.

En la presente investigación se emplea $S_o = 0.39$

Factor de crecimiento acumulado:

$$\text{Dónde: } Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

r = tasa de crecimiento anual

n = Periodo de diseño

$$Fca = \frac{(1+0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33.06$$

$$ESAL = ESALo \times 365 \times FD \times FC \times Fca$$

$$ESAL = 384 \times 365 \times 1.00 \times 0.80 \times 33.06$$

$$ESAL = 3708777.93 \quad Tn \approx 3.7E + 6$$

Propiedades de materiales

Resistencia a la compresión del concreto

$$F'c = 210 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$E = 57000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Ec = 57000 \times (210 \text{ kg/cm}^2 \times 14.23)^{0.5}$$

$$Ec = 3115191 \text{ psi} = 21478.4 \text{ Mpa}$$

$$Mr = a \sqrt{f'c} \quad (\text{Valores en kg/cm}^2), \text{ según el ACI 363}$$

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'c = 2.4(210 \text{ kg} - \text{cm}^2)^{0.5}$$

$$S'c = 535.9 \text{ psi} = 3.69 \text{ Mpa}$$

Datos de tráfico y otras propiedades

Numero de ejes equivalentes EE= 3708777.93 Tn

METODO AASHTO 93

Datos de la SUB – BASE

$$CBR = 78 \%$$

$$ESPESOR = 15 \text{ cm}$$

SI CBR <10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG} (CBR)$$

SI CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG}(CBR))^{4.34}$$

$$K = 190.55 \text{ Mpa/m} = 695.5071451 \text{ pci/m}$$

Datos del Suelo de Fundación

CBR= 16.5 %

si CBR < 10

$$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$$

SI CBR > 10

$$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$$

$$K = 67.33 \text{ Mpa/m} == 245.76 \text{ pci/m} == 6.87 \text{ kg/cm}^2 == 248.37 \text{ lib/pulg}^3$$

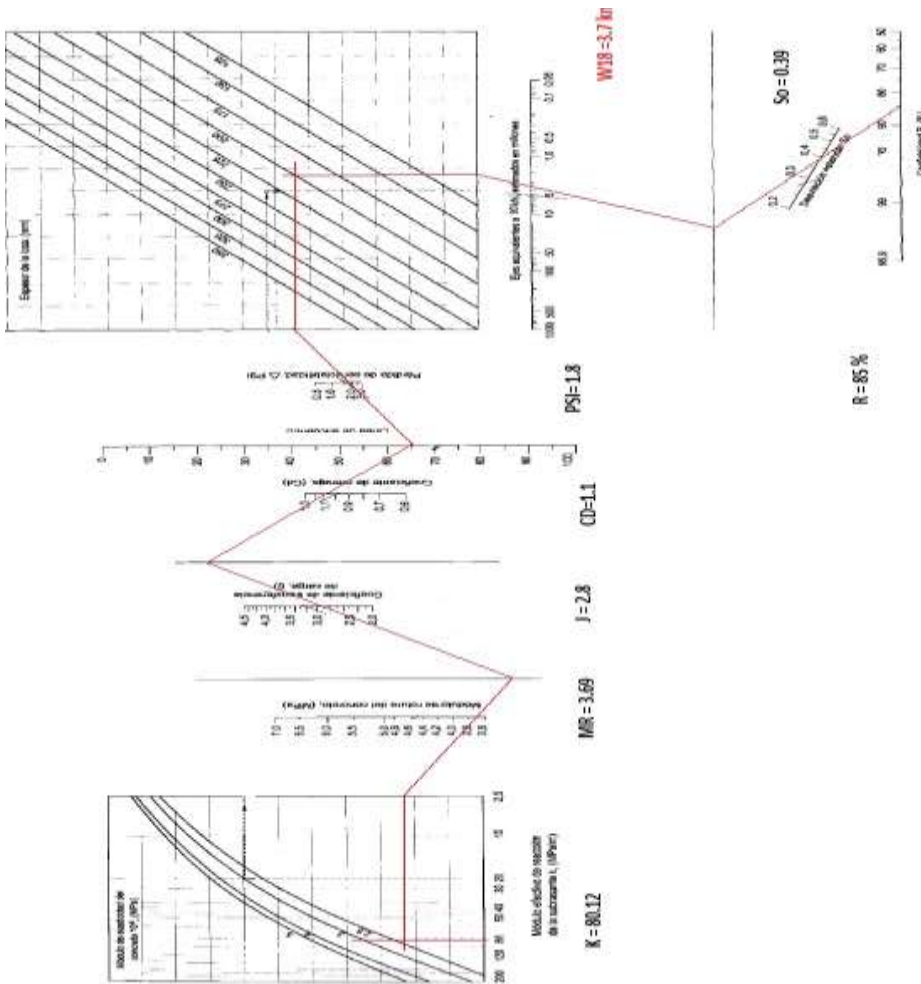
Módulo de reacción compuesto de la Sub rasante

$$K_{ep} = (1 + (h/38)^2 (k_1/k_2)^{2/3})^{0.5} * k_1$$

$$K_{ep} = (1 + (15/38)^2 (190.55/67.3)^{2/3})^{0.5} * 67.3$$

Figura 14

Monograma AASHTO 93 con el Software Convirtiendo los Daos a Psi



| Datos AASHTO 93 | | |
|-----------------|---|-------------|
| K | = | 80.12 Mpa/m |
| EC | = | 2.15 Mpa |
| MR | = | 3.69 Mpa |
| J | = | 2.8 |
| CD | = | 1.1 |
| PSI | = | 1.8 |
| W18 | = | 0.37 |
| So | = | 0.39 |
| R | = | 85% |

Fuente: Elaboración Propia ,2019

Se procede a comprobar el espesor de la carpeta de rodadura con el donde obtenemos un espesor de losa de 7.8 pulg = 19.81 cm == 20 cm

Figura 15

Software Ecuación AASHTO 93

Fuente: Elaboración Propia, 2019

$L = 1230 \text{ m} \approx 1.23 \text{ km}$

| ANCHO DE CARRIL (M) = ANCHO DE LOSA (M) | LONGITUD DE LOSA (M) |
|---|----------------------|
| 2.70 | 3.30 |
| 3.00 | 3.70 |
| 3.30 | 4.10 |
| 3.60 | 4.50 |

Datos de la vía = 5.7 m

Longitud de la vía = 1000 m

Espesor de la losa = 0.20 m

Tabla 23

Espesor de Losa Según el Diseño ASSTHO 93

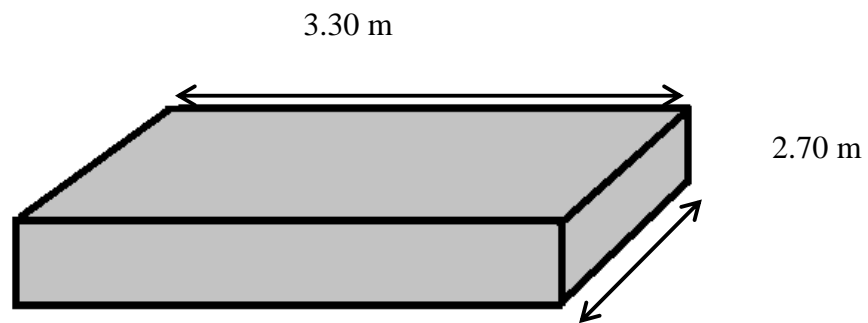
| Ancho de carril (M)= | Longitud de Losa (M) | rango máximo 1.25 |
|----------------------|----------------------|-------------------|
| 2.70 | 3.30 | 1.22 |
| 3.00 | 3.70 | 1.23 |
| 3.30 | 4.10 | 1.24 |
| 3.60 | 4.50 | 1.25 |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Las dimensiones del pavimento se realizará la separación por juntas de ancho 2.70

Figura 16

Dimensiones del Pavimento



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Características de pasadores

| RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM) | DIAMETRO | | LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM) | SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM) |
|-------------------------------------|----------|---------|--|------------------------------------|
| | MM | PULGADA | | |
| 150 - 200 | 25 | 1" | 410 | 300 |
| 200 - 300 | 32 | 1 ¼" | 460 | 300 |
| 300 - 430 | 38 | 1 ½" | 510 | 380 |

Longitud del pasador (dowells) = 460 mm === 4.60 cm

Separación entre pasadores = 300 mm === 3.00 cm

IV. Discusión

H1: “El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador

Según Criado, que en su tesis que se tituló “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico - mecánicas del hormigón” (2005). Los investigadores analizaron mezclas de concreto con distintos tipos de dosificaciones de fibras de vidrio, aparte analizaron un diseño de mezcla que lo utilizaron como concreto patrón, en esta investigación se realizó las pruebas con fibra de vidrio de 24 mm, con una cantidad de 11 kg/m³ y 22 kg/m³, realizando 3 diferentes ensayos por cada cantidad aplicada, aparte realizaron pruebas con fibra de polipropileno de 19 mm con 11 kg/m³ para que se pueda comparar, se llegó a la conclusión que al adicionarle estos porcentajes, disminuye la trabajabilidad del concreto, también se dio a conocer que dichas cantidades empleadas en este estudio aumentan considerablemente a resistencia del concreto a los 28 días.

H2: “La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

Según Quispe en su investigación que se tituló: “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio” (2015). El autor realizó investigaciones utilizando distintos porcentajes de fibra de vidrio utilizando la fibra de vidrio tipo E – MAT450, también se utilizó el cemento Pacasmayo Portland Tipo 1, realizaron comparaciones entre un concreto patrón y concretos reforzados con 0.125% 0.25% y 0.5%, cantidad que se dio de acuerdo al volumen de concreto utilizado por M³. El autor llegó a la conclusión que el concreto reforzado con los porcentajes mencionados anteriormente mejoran significativamente la resistencia del concreto a la tracción y a la flexión, hasta un 30.74% y 36.20% respectivamente en comparación al concreto patrón de 210 kg/cm², también llegaron a la conclusión de que a mayor cantidad de fibra de vidrio menor será su trabajabilidad, pero en cuanto al peso unitario, la fibra no influye en el aumento o disminución de esta.

H3: “El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador”

Zapata, en su trabajo de investigación que se tituló, “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas de mezclas de concreto” (2013). Trabajó y analizó con un tipo de mezcla que lo tomo como referencia, con un diseño de mezcla que le permitiera que, al agregarle porcentajes de fibra de vidrio, este sea trabajable, y también que se pueda obtener una mejora sus propiedades físicas y mecánicas del concreto, se utilizó cantidades de: 0.5%, 1%, 1.5%. 2% y 2.5%, del total de concreto elaborado Tras realizar diversos ensayos al concreto, en esa investigación, se llegó a la conclusión que, al adicionarle diversos porcentajes de fibra de vidrio al concreto influye de manera positiva a las propiedades del concreto.

V.CONCLUSIONES

- En esta investigación, tras haber realizado diversos ensayos de las propiedades del concreto, se llegó a la conclusión que al añadir la fibra de vidrio en las dosificaciones de 10% y 12.75% al concreto, aumenta la resistencia, esta varía de acuerdo al porcentaje que se le coloque, por ejemplo, realizando el ensayo a los 28 días tomando como referencia el concreto 210 kg/cm² a compresión, salió que al adicionarle el 10% de fibra de vidrio colocado, da una resistencia de 258 kg/cm², y para el 12.75% salió una resistencia de 256 kg/cm² en comparación al concreto patrón utilizado de 210 kg/cm² que al ser ensayado a los 28 días llegó a 254 kg/cm².
- También se puede determinar en el ensayo de flexión que a los 28 días, empleando el 10% de fibra de vidrio por m³ nos dio una resistencia de 62 kg /cm², y empleando el 12.75 % de la fibra de vidrio por m³ no da un valor de 67 kg / cm² con una diferencia entre el mayor valor y el patrón de 8 % de incremento de resistencia.
- Se elaboró 3 calicata para determinar el CBR de la subrasante que sirve como parámetro para el diseño del pavimento dando como resultado promedio 16.5%.
- Se calculó la cantidad de ejes equivalentes por el método AASHTO 93 para el grupo 1A, sector 6 – V.E.S, que sirve para realizar el diseño de pavimento, dando como resultado 708777.93 de ejes equivalentes para un periodo de diseño de 20 años.
- Al Obtener una mejora en la resistencia del concreto a compresión, y flexión, las fibras de vidrio también ayuda a evitar que empiecen a aparecer fisuras en el pavimento, y le permite que este siga comportándose con una resistencia adecuada y así cumpla su periodo de diseño proyectado.
- En este estudio se elaboró el diseño con la metodología Aastho, dando como resultado 0.20 m el espesor de la carpeta de rodadura, y 0.15 cm la sub base.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al momento de excavar las calicatas, buscar un lugar donde no pasen vehículos para que durante el día no allá interrupciones.
- Es recomendable llevar las herramientas para poder excavar como el pico, barreta, lampas como también bolsas para la muestra, este material deberá estar hecho para aguantar la muestra de las calicatas.
- Se recomienda que al momento de hacer el diseño de mezcla que los agregados este limpios y libre de desmontes tanto el agregado grueso como el agregado fino como también el agregado de esta tesis que es la fibra de vidrio que están hechas de filamentos de vidrio deberán implementarse protección como guantes y lentes.
- Cuando se diseñe el molde donde ira la viga, tener cuidado con las medidas, ya que deberán estar normadas por lo contrario los resultados tendrán alteraciones. Como también al momento de llevar las pruebas al momento de ensayo tener mucho cuidado en su transporte puesto cualquier golpe puede afectar los resultados.
- Es recomendable que el momento de colocar la mezcla a los moldes, tener importancia el cálculo de diseño generado según su dosificación y el día donde se va a curar, para poder realizar los ensayos en el día y hora correspondiente por la ASTM C39/C39M-C18.
- Se recomienda que para la prueba a flexión según ASTM C78/C293, seguir con los pasos y normas establecidas como también los ensayos a tracción con los pasos a seguir según su norma ASTM C496/C496M-17.
- Se recomienda que para el diseño de mezcla se utilice la norma ACI 211, y realizar reajustes en la medida de agregado fino mediante cálculos de volúmenes absolutos, al instante de hacer los el diseño de mezcla emplear el agregado grueso con un máximo de $\frac{1}{2}$ “de tamaño nominal, porque este tipo de material se obtiene los resultados cuando esta endurecido, en otro caso si se usa una mezcladora de concreto, solo se incorpora las fibras de vidrio y los demás materiales.

REFERENCIAS

- Rodríguez, M. y Ruiz, M. (2016). *Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. Artículo de investigación, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*
- García, F. (2017). *Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210$ kg/cm² en la ciudad de Puno.* Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Afa, Y. y Loyola, M. (2016). *Influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio AR y aditivo plastificante Copreplast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (grc).* Tesis para optar el título profesional de: ingeniero de materiales. Universidad Nacional de Trujillo
- Huamán, A. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de vidrio.* Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú
- Cortez y Hernández. (2016). *Evaluación de la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie.* Tesis para obtener el título profesional de ingeniero Civil, Universidad de los andes de Chimbote, Perú.
- Sosa y Rivera (2010). *Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales.* Tesis para Obtener el título profesional de Ingeniero. Civil. Universidad Andina de Huánuco, Perú.
- Arango y Zapata (2013), *Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto.* Proyecto de investigación para obtener el grado de bachiller en la Universidad de Chiclayo, Perú.
- BOTÍA,(2015). Wilmar. *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.* (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería. Bogotá. p 146.
- KOSMATKA, Steven H.; KERKHOFF, Beatrix; PANARESE, William C.; y TANESI, Jussara. *Diseño y control de mezclas.* EEUU, Portland Cement Association, 2004. 8 pp. ISBN: 0-89312-233-5.

- Medina (2014). Planeamiento y diseño preliminar de carriles de sobrepaso para vías de primer orden en zonas accidentadas y de altura (Tesis para Maestría). Universidad Nacional De Ingeniería, Perú, 2011.
- OSORIO (2013). En su investigación titulada: *Fluencia a flexión del hormigón reforzado con fibras de acero (SFRC) en estado fisurado*. (Tesis de Doctorado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia España, 2010.

Anexos

| PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA | OBJETIVO GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | | | |
|--|---|--|--------------------------------------|--|---|------------------------|
| | | | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERATIVA | DIMENSIONES | |
| ¿De que manera el diseño del pavimento rígido empleando fibras de vidrio ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador? | Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019. | El diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio mejora las propiedades mecánicas del concreto en el grupo 1A, Sector 6 - Villa el Salvador, 2019. | DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO | "El diseño de estructuras en función de las variables más importantes que inciden en la determinación de los espesores y calidades de las capas. Ese catálogo se construye con base en los métodos de diseño más conocidos en el país como son el de la Portland Cement Association -PCA- versión 1984 (Ref. 7.20) y el de la American Association of State Highway And Transportation Officials - AASHTO- versión 1993 (Ref. 7.1)." (ICPC, 2008, p.7) | Determinar los espesores de la losa que sean apropiados para soportar las cargas de tráfico en calles, caminos y carreteras. El propósito es alcanzar el diseño permitido según las normas técnicas de diseño y construcción dada por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial utilizando la metodología AASHTO -93. | METODOLOGÍA AASHTO -93 |
| PROBLEMAS ESPECÍFICOS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | HIPÓTESIS ESPECÍFICOS | | ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS | | |
| ¿Cómo diseñar el pavimento rígido por el método AASHTO - 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019? | Diseñar el pavimento rígido empleando fibras de vidrio por el método AASHTO - 93 para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, V. E. S. -2019. | El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio mejora el comportamiento mecánico del concreto en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador | | ENSAYO PARA DETERMINAR EL COMPORTAMIENTO DE LA CARPETA DE RODADURA | | |
| ¿Cómo determinar el comportamiento de la carpeta de rodadura empleando fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019? | Someter a ensayo de resistencia a la flexión en vigas para determinar el comportamiento de nuestra carpeta de rodadura con fibras de vidrio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6, V. E. S., 2019. | La incorporación de fibra de vidrio al concreto mejora la resistencia a la flexión del concreto reforzado con 10% y 12.75% de fibra de vidrio en el grupo 1A, sector 6, Villa el Salvador" | | DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE VIDRIO | | |
| ¿Cómo determinar la resistencia del concreto en nuestro diseño de pavimento rígido empleando fibras de vidrio en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019? | Someter a ensayos de resistencia a la compresión para determinar las propiedades mecánicas del concreto en el Grupo 1A, Sector 6 - V. E. S., 2019. | El diseño de pavimento rígido empleando fibra de vidrio influye de manera positiva al aumento de la resistencia a la compresión del concreto en el grupo 1A, sector 6 - Villa el Salvador" | FIBRAS DE VIDRIO | "Las fibras de vidrio es un material compuesto por filamentos poliméricos muy finos que están basados en dióxido de silicio (SiO2) que se entrelazan para emplearse una estructura fuerte , por su estructura y características, son reconocidos por tener alta resistencia a la compresión, bajas deformaciones y alta capacidad de flujo, ideal para uso en suelos con altos contenidos de materiales nobles. Sus principales aplicaciones son el refuerzo de pavimentos ,rampas , puentes y cimentación" | Se aplica la fibra de vidrio al diseño de infraestructura vial para la reducción y control de fisuración. | PROPIEDADES MECÁNICAS |
| | | | | PROPIEDADES QUÍMICAS | | |
| | | | | CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRIA DE VIDRIO | | |

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA CALLE A, GRUPO 1A, SECTOR 6, VILLA EL SALVADOR

Figura 17

Levantamiento Topográfico



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Realizamos el levantamiento topográfico y una vez hallado todos los puntos procedemos a verificar nuestro ancho de vía, respetando las aceras y veredas de proyección.

Figura 18

Trazo y Replanteo



Fuente: Elaboración Propia, 2019

EXTRACCIÓN EN EL GRUPO 1A, SECTOR 6, VILLA EL SALVADOR. CALICATAS PARA ESTUDIO DE SUELO

Figura 19

Trazo de las 3 Calicatas



Fuente: Elaboración Propia, 2019.

Figura 20

Excavación a 1.5m



Figura 21

Limite Líquido y Plástico



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 22

Granulometría Astm C. 117 – 95, Contenido de Humedad ASTM D2216 ,



Fuente: Elaboración Propia, 2019

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-1557

Empleamos un molde cilíndrico de 2.320 cm³ de capacidad y una maza de 4,535 kg que se deja caer desde una altura de 457 mm.

Figura 23

Ensayo de Proctor Standar



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 24

Ensayo California Bearing Ratio (Cbr) Astm 1883



Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 25

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 26

Materiales para el Diseño de Mezcla



Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 27

Ensayo de Compresión del Concreto ASTM C-39



Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 28

Ensayo de Flexo Tracción del Concreto ASTM C-496 y Viga



Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 29

Longitud 1er Tramo en 300 m

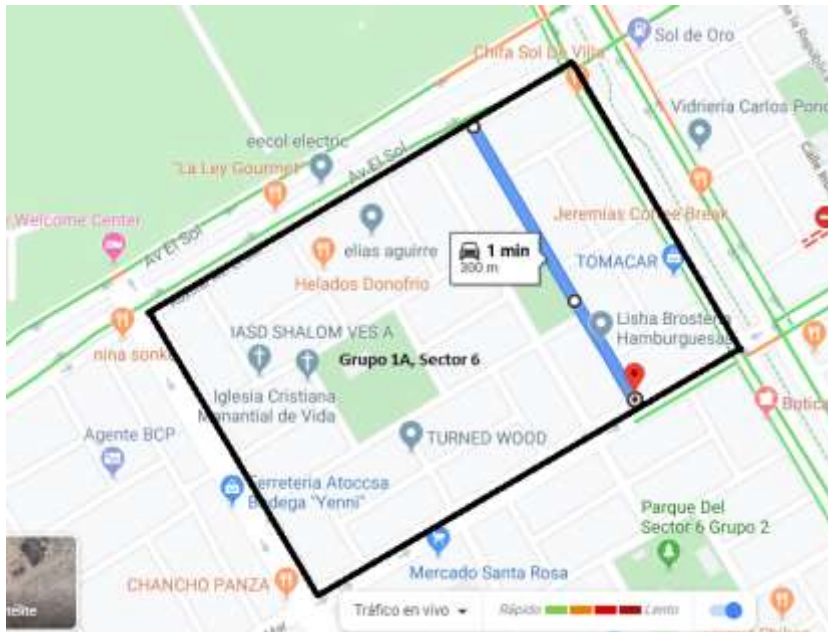
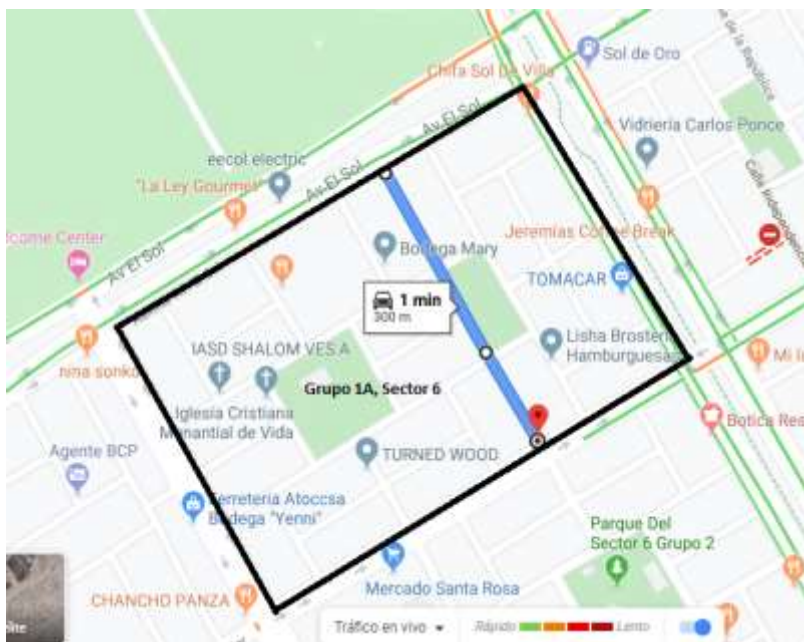


Figura 30

Longitud 2do Tramo a 300 m



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 31

Longitud 3do Tramo a 350 m



Fuente: Elaboración Propia, 2019

$$\mathbf{L.TOTAL} = L1 + L2 + L3$$

$$\mathbf{L.TOTAL} = 300 \text{ m} + 300 \text{ m} + 350\text{m} + 350\text{m}$$

$$\mathbf{L.TOTAL} = 1000 \text{ m}$$

Figura 32

Conteo Vehicular 1

The image shows a detailed vehicle classification form. At the top left is the MTC logo, and at the top right is the OPP logo. The title in the center is 'FORMA DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTADO DE PANAMA'. The form is divided into several sections with columns for different data points. The first section includes fields for 'PLACA', 'TIPO DE VEHICULO', and 'CATEGORIA'. The second section contains a grid of columns for classification codes, with handwritten entries in blue ink. A diagonal line is drawn across the bottom right portion of the grid. The form is filled with data, including license plate numbers and various classification codes.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 34

Conteo Vehicular 3

The image shows a data collection form for vehicle classification. At the top left is the MTC logo, and at the top right is the OPP logo. The form is titled 'FORMULARIO DE CLASIFICACION VEHICULAR' and 'EXAMEN DE TRAFICO'. It contains a grid with columns for 'TIPO DE VEHICULO' (with icons for various vehicle types), 'PLACA', and 'CODIGO DE CLASIFICACION'. The grid is filled with handwritten data. A diagonal line is drawn across the bottom right portion of the grid. A yellow vertical bar is on the far right edge of the grid.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 36

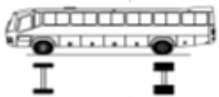
Conteo Vehicular 5

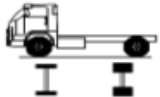
The image shows a document titled "FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR ESTADO DE PERU" with logos for "MTC" and "OPP". The document includes a date "12-10-21" and the name "Domingo". It contains a table with multiple columns for recording vehicle data, including vehicle type, color, and other attributes. A large diagonal line is drawn across the bottom right portion of the table.


Fuente: Elaboración Propia, 2019.


Figura 37

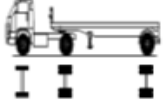
Factor Camión por Ejes Equivalentes EE

| Configuración vehicular B2 |  | |
|----------------------------|---|------------|
| EJE = | E1 | E2 |
| EE = | [P/6.6]4.1 | [P/8.2]4.1 |
| PESO : | 7 | 11 |
| FACTOR EE : | 1.27 | 3.33 |
| $\Sigma Tn =$ | 18 | |
| Factor de camión= | 4.61 | |

| Configuración vehicular C2 |  | |
|----------------------------|---|------------|
| EJE = | E1 | E2 |
| EE = | [P/6.6]4.1 | [P/8.2]4.1 |
| PESO : | 7 | 11 |
| FACTOR EE : | 1.27 | 3.33 |
| $\Sigma Tn =$ | 18 | |
| Factor de camión= | 4.61 | |


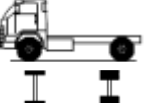

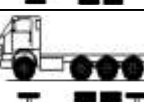
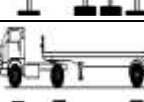
| Configuración vehicular C3 |  | |
|----------------------------|---|-------------|
| EJE = | E1 | E2 |
| EE = | [P/6.6]4.1 | [P/13.3]4.1 |
| PESO : | 7 | 18 |
| FACTOR EE : | 1.27 | 3.46 |
| $\Sigma Tn =$ | 25 | |
| Factor de camión= | 4.73 | |

| Configuración vehicular C4 |  | |
|----------------------------|---|-------------|
| EJE = | E1 | E2 |
| EE = | [P/6.6]4.1 | [P/16.6]4.0 |
| PESO : | 7 | 23 |
| FACTOR EE : | 1.27 | 3.69 |
| $\Sigma Tn =$ | 30 | |
| Factor de camión = | 4.96 | |

| Configuración vehicular T2S1 |  | | |
|------------------------------|---|------------|------------|
| EJE = | E1 | E2 | E3 |
| EE = | [P/6.6]4.1 | [P/8.2]4.1 | [P/8.2]4.1 |
| PESO : | 7 | 11 | 11 |
| FACTOR EE : | 1.27 | 3.33 | 3.33 |
| $\Sigma Tn =$ | 29 | | |
| Factor camión = | 7.94 | | |

Fuente: Elaboración Propia,2019

Figura 38*IMDS por Cada Vehículo Pesado*

| Configuración vehicular | Gráfico | Factor de equivalencia | Peso en Tn | Peso en KPS | IMDS | EE |
|-------------------------|---|------------------------|------------|-------------|---------------|------------|
| B2 |  | 4.608 | 18 | 39.69 | 16 | 74 |
| C2 |  | 4.608 | 18 | 39.69 | 29 | 134 |
| C3 |  | 4.731 | 25 | 55.13 | 16 | 76 |
| C4 |  | 4.958 | 30 | 66.15 | 6 | 30 |
| T2S1 |  | 7.942 | 29 | 63.95 | 9 | 71 |
| | | | | | ESALo= | 384 |

Fuente: Elaboración Propia,2019

Factor de equivalencia, del producto de IMDS por cada vehículo pesado y su factor de equivalencia que nos da como resultado el ESAL.

Cálculo del ESAL

Identificamos los factores de distribución de dirección y el factor de crecimiento acumulado

Figura 39

Cuadro de Distribución Direccional Guía AASHTO 93

| Número de calzadas | Número de sentidos | Número de carriles por sentido | Factor Direccional (Fd) | Factor Carril (Fc) | Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño |
|---|--------------------|--------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| 1 calzada (para IMDa total de la calzada) | 1 sentido | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | 1 sentido | 2 | 1.00 | 0.80 | 0.80 |
| | 1 sentido | 3 | 1.00 | 0.60 | 0.60 |
| | 1 sentido | 4 | 1.00 | 0.50 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| 2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas) | 2 sentidos | 1 | 0.50 | 1.00 | 0.50 |
| | 2 sentidos | 2 | 0.50 | 0.80 | 0.40 |
| | 2 sentidos | 3 | 0.50 | 0.60 | 0.30 |
| | 2 sentidos | 4 | 0.50 | 0.50 | 0.25 |

Fuente: Elaboración Propia,2019

Factor de confiabilidad y desviación estándar

Figura 40

Rango de Trafico según el Nivel de Confiabilidad y Desviación Estándar

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | NIVEL DE CONFIABILIDAD (R) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|------------|----------------------------|---------------------------------|
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T _{P0} | 100,000 | 150,000 | 65% | -0.385 |
| | T _{P1} | 150,001 | 300,000 | 70% | -0.524 |
| | T _{P2} | 300,001 | 500,000 | 75% | -0.674 |
| | T _{P3} | 500,001 | 750,000 | 80% | -0.842 |
| | T _{P4} | 750,001 | 1,000,000 | 80% | -0.842 |
| Resto de Caminos | T _{P5} | 1,000,001 | 1,500,000 | 85% | -1.036 |
| | T _{P6} | 1,500,001 | 3,000,000 | 85% | -1.036 |
| | T _{P7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 85% | -1.036 |
| | T _{P8} | 5,000,001 | 7,500,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P9} | 7,500,001 | 10'000,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P10} | 10'000,001 | 12'500,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P11} | 12'500,001 | 15'000,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P12} | 15'000,001 | 20'000,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 90% | -1.282 |
| | T _{P15} | >30'000,000 | | 95% | -1.645 |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

R = 85 %

Zr = -1.036

Figura 41

MÉTODO AASHTO 93

| TIPO DE CAMINOS | TRAFICO | EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS | | ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi) | ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt) | DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI) |
|-------------------------------------|------------------|------------------------------|-------------|--|---|---------------------------------------|
| | | | | | | |
| Caminos de Bajo Volumen de Tránsito | T _{F1} | 150,001 | 300,000 | 4.10 | 2.00 | 2.10 |
| | T _{F2} | 300,001 | 500,000 | 4.10 | 2.00 | 2.10 |
| | T _{F3} | 500,001 | 750,000 | 4.10 | 2.00 | 2.10 |
| | T _{F4} | 750,001 | 1,000,000 | 4.10 | 2.00 | 2.10 |
| Resto de Caminos | T _{F5} | 1,000,001 | 1,500,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F6} | 1,500,001 | 2,000,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F7} | 3,000,001 | 5,000,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F8} | 5,000,001 | 7,500,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F9} | 7,500,001 | 10'000,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F10} | 10'000,001 | 12'500,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F11} | 12'500,001 | 15'000,000 | 4.30 | 2.50 | 1.80 |
| | T _{F12} | 15'000,001 | 20'000,000 | 4.50 | 3.00 | 1.50 |
| | T _{F13} | 20'000,001 | 25'000,000 | 4.50 | 3.00 | 1.50 |
| | T _{F14} | 25'000,001 | 30'000,000 | 4.50 | 3.00 | 1.50 |
| | T _{F15} | | >30'000,000 | 4.50 | 3.00 | 1.50 |

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Pi = 4.30

Pt = 2.50

Transferencia de carga

Figura 42

Valores de Coeficiente de Transmisión Carga J

| TIPO DE BERMA | J | | | |
|---------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | GRANULAR O ASFÁLTICA | | CONCRETO HIDRÁULICO | |
| VALORES J | SI (con pasadores) | NO (con pasadores) | SI (con pasadores) | NO (con pasadores) |
| | | 3.2 | 3.8 - 4.4 | 2.8 |

J = 2.8 por la cantidad de vehículos a la será sometido.

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Coeficiente de drenaje

Figura 43

Capas Granulares Cd

| Calidad de Drenaje | % del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion | | | |
|--------------------|--|-------------|-------------|-------|
| | < 1% | 1 a 5% | 5 a 25% | > 25% |
| Excelente | 1.25 - 1.20 | 1.20 - 1.15 | 1.15 - 1.10 | 1.10 |
| Bueno | 1.20 - 1.15 | 1.15 - 1.10 | 1.10 - 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.15 - 1.10 | 1.10 - 1.00 | 1.00 - 0.90 | 0.90 |
| Pobre | 1.10 - 1.00 | 1.00 - 0.90 | 0.90 - 0.80 | 0.80 |
| Muy Pobre | 1.00 - 0.90 | 0.90 - 0.80 | 0.80 - 0.70 | 0.70 |

Consideramos para nuestro proyecto CD = 1.1 por el tipo de suelo

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Barras de amarre

Se emplea en la junta longitudinal de acuerdo al espesor de la losa de pavimento

$e = 200 \text{ mm}$

| ESPESOR DE LOSA (MM) | TAMAÑO DE VARILLA (CM) DIAM. x LONG. | DISTANCIA DE LA JUNTA AL EXTREMO LIBRE | |
|----------------------|---|--|---------|
| | | 3.00 M | 3.60 M |
| 150 | 1.27 x 66 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 160 | 1.27 x 69 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 170 | 1.27 x 70 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 180 | 1.27 x 71 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 190 | 1.27 x 74 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 200 | 1.27 x 76 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 210 | 1.27 x 78 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 220 | 1.27 x 79 | @ 76 cm | @ 76 cm |
| 230 | 1.59 x 76 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 240 | 1.59 x 79 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 250 | 1.59 x 81 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 260 | 1.59 x 82 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 270 | 1.59 x 84 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 280 | 1.59 x 86 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 290 | 1.59 x 89 | @ 91 cm | @ 91 cm |
| 300 | 1.59 x 91 | @ 91 cm | @ 91 cm |

Tamaño de varilla = 1.27 * 76 @ 76 cm

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION

Figura 44

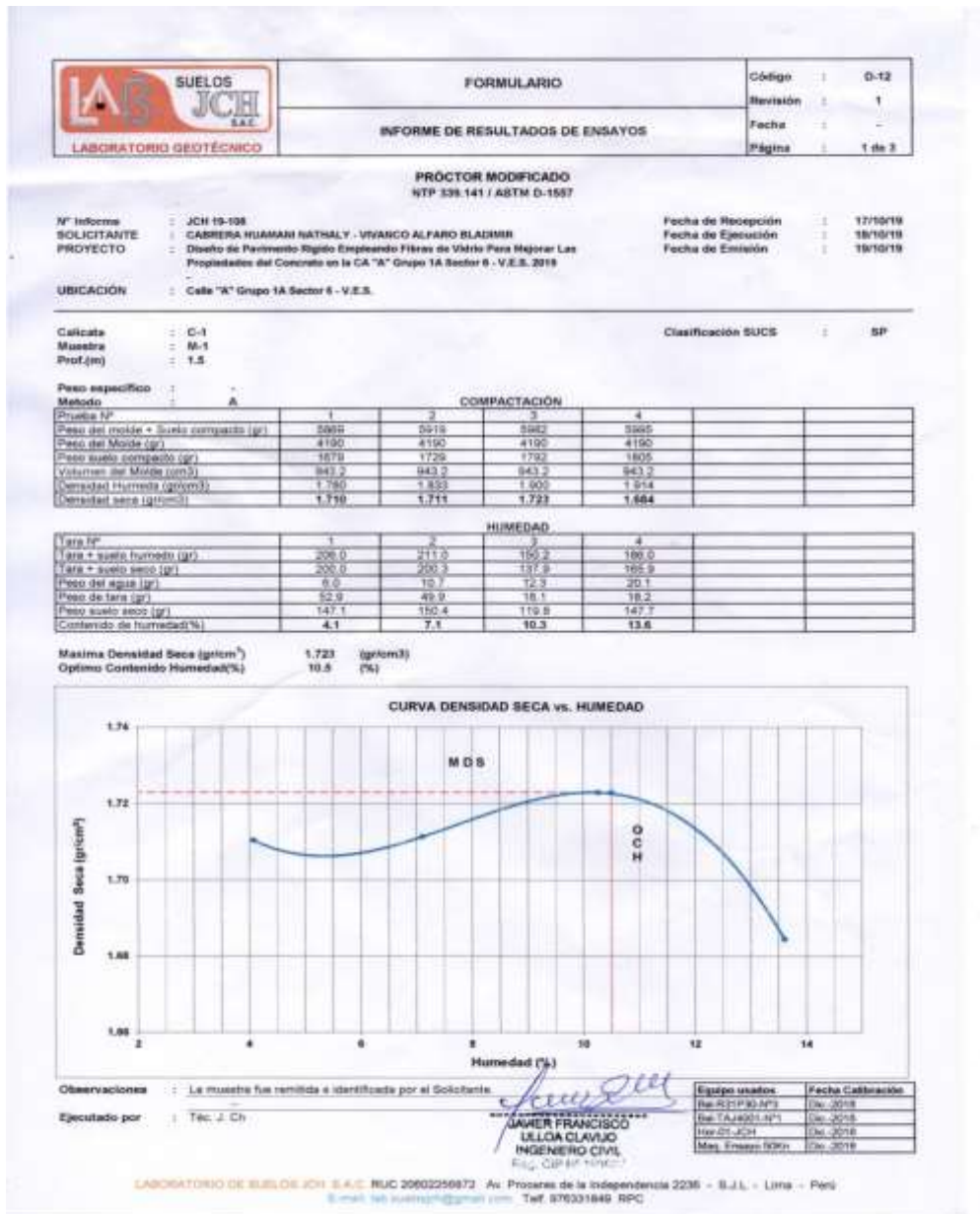
Granulometría – Clasificación Sucs



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 45


Ensayo de Proctor Modificado



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 46

Ensayo de California Bearing Ratio (Cbr)

| | | |
|---|----------------------------------|-----------------|
|  | FORMULARIO | Código : D-12 |
| | INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS | Revisión : 1 |
| | | Fecha : - |
| | | Página : 1 de 3 |

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1553

N° Informe : JCH 19-108
 SOLICITANTE : CABRERA HUAMAN NATHALY - VIVANCO ALFARO BLADIMIR
 PROYECTO : Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio Para Mejorar Las Propiedades del Concreto en la CA "A" Grupo 1A Sector 6 - V.E.S. 2019
 UBICACIÓN : Calle "A" Grupo 1A Sector 6 - V.E.S.

Fecha de Recepción : 17/10/19
 Fecha de Ejecución : 18/10/19
 Fecha de Emisión : 19/10/19

Calicata : C-1
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 1.500
 Clasificación SUCS : SP

MOS (gr/cm³) : 1.723
 OCH (%) : 10.5

COMPACTACIÓN

| N° de golpes por capa | A-2 | | D-1 | | C-2 | |
|---------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| | 56 | 25 | 25 | 10 | 10 | 10 |
| Condición de la muestra | No saturado | Saturado | No saturado | Saturado | No saturado | Saturado |
| Peso del molde + Suelo compacto (gr) | 11962 | 12042 | 10522 | 10712 | 12168 | 12392 |
| Peso del Molde (gr) | 7910 | 7910 | 6000 | 6000 | 6412 | 6412 |
| Peso suelo compacto (gr) | 4052 | 4132 | 3922 | 4112 | 3736 | 3980 |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2129 | 2129 | 2121 | 2121 | 2120 | 2120 |
| Densidad húmeda (gr/cm ³) | 1.904 | 1.941 | 1.849 | 1.938 | 1.767 | 1.873 |
| Densidad seca (gr/cm ³) | 1.723 | 1.722 | 1.873 | 1.708 | 1.598 | 1.838 |

HUMEDAD

| Tara N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Tara + suelo húmedo (gr) | 450.1 | 545.9 | 533.6 | 575.0 | 548.3 | 531.0 |
| Tara + suelo seco (gr) | 412.8 | 490.6 | 488.5 | 512.8 | 502.2 | 472.0 |
| Peso del agua (gr) | 37.6 | 55.3 | 45.1 | 62.4 | 46.1 | 59.0 |
| Peso de tara (gr) | 53.5 | 55.5 | 50.2 | 55.0 | 52.2 | 60.5 |
| Peso suelo seco (gr) | 359.0 | 435.1 | 438.3 | 456.7 | 440.0 | 411.5 |
| Contenido de humedad (%) | 10.5 | 12.7 | 10.5 | 13.7 | 10.5 | 14.3 |


EXPANSIÓN

| FECHA | T | HORA | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | | DIAL | EXPANSIÓN | |
|------------|----|---------------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 04.09.2019 | 0 | 8:06:50 a. m. | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 05.09.2019 | 34 | 8:07:50 a. m. | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 06.09.2019 | 48 | 8:05:50 a. m. | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 07.09.2019 | 72 | 8:08:00 a. m. | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 08.09.2019 | 96 | 8:04:00 a. m. | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |

PENETRACIÓN

| PENETRACIÓN (pulg) | CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ² | MOLDE N° CARGA Lb/pulg ² | A-2 | | D-1 | | C-2 | |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|
| | | | CORRECCIÓN | | CORRECCIÓN | | CORRECCIÓN | |
| | | | Lb | CBR (%) | Lb | CBR (%) | Lb | CBR (%) |
| 0.000 | | 0 | | | | | | |
| 0.025 | | 30.8 | | 15.8 | | 8.8 | | |
| 0.050 | | 48.6 | | 38.7 | | 22.0 | | |
| 0.075 | | 60.2 | | 77.8 | | 39.7 | | |
| 0.100 | 1000 | 167.6 | 214.7 | 21.5 | 118.3 | 192.2 | 19.2 | 84.6 |
| 0.125 | | 199.3 | | 161.3 | | 90.3 | | 131.9 |
| 0.150 | | 248.8 | | 208.5 | | 121.9 | | 160.1 |
| 0.175 | | 312.3 | | 261.1 | | 150.2 | | 192.2 |
| 0.200 | | 374.7 | | 308.6 | | 180.2 | | 233.4 |
| 0.300 | | 578.0 | | 405.4 | | 253.4 | | 318.6 |
| 0.400 | | 877.1 | | 490.3 | | 318.6 | | 425.9 |
| 0.500 | | 1169.2 | | 561.0 | | 368.9 | | 488.9 |

Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.
 Ejecutado por : Téc. J. Ch


JAWER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL

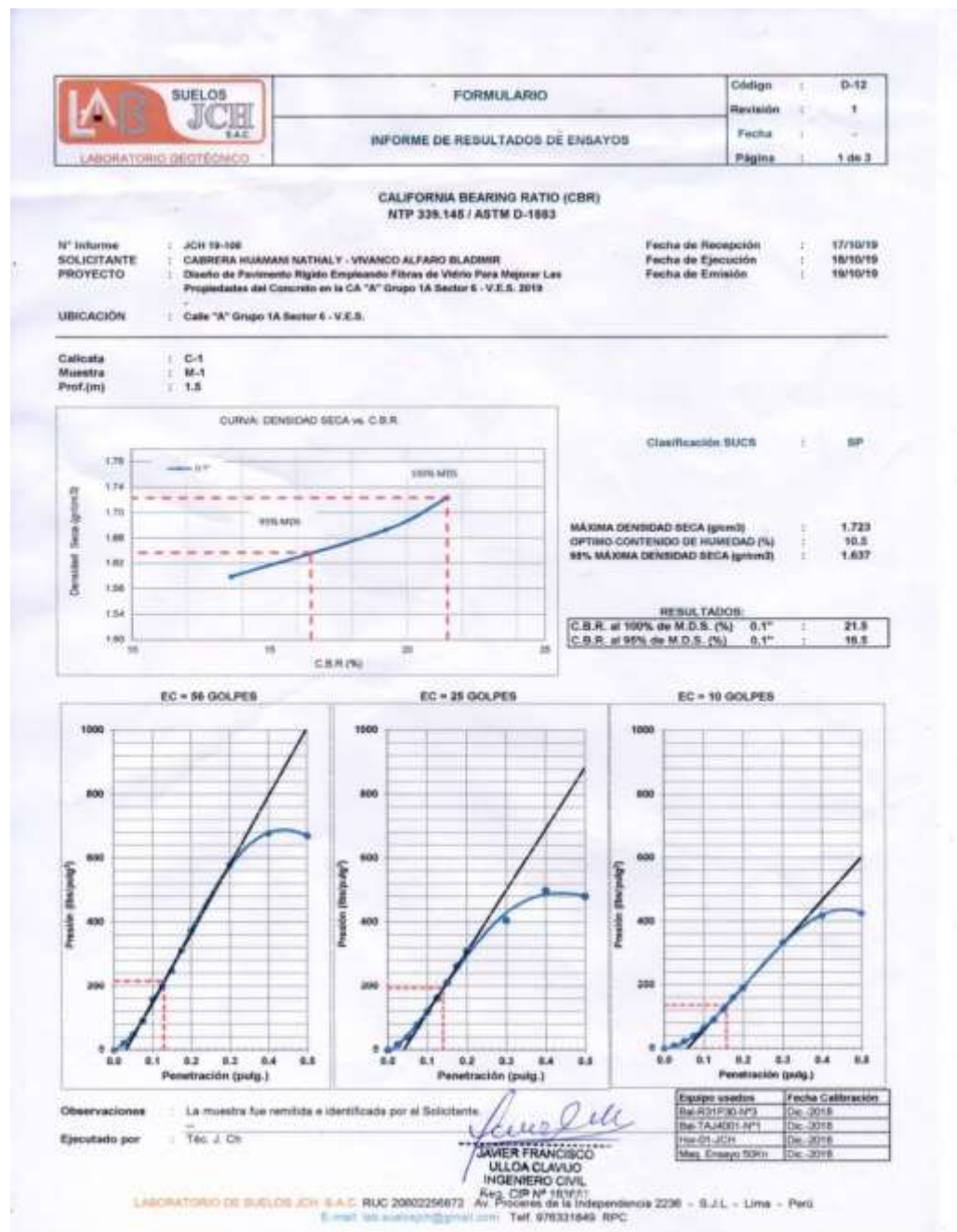
| Equipo usado | Fecha Calibración |
|-------------------|-------------------|
| Bar-R31F30-4P3 | Oct. 2018 |
| Bar-TA-6001-NP1 | Oct. 2018 |
| Mar-D1-0CH | Oct. 2018 |
| Mar. Ensayo 506in | Oct. 2018 |

LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20062296872 Av. Proceros de la Independencia 2238 - S.J.L. - Lima - Perú
 E-mail: lab.suelosjch@gmail.com Telf. 976331640 RPC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 47

Ensayo de California Bearing Ratio (Cbr) - Curva Densidad Seca Vs Cbr



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 48

Certificado de Calibración 1

SERVIT S.A.C.

SERVICIO DE REPARACIÓN VENTA Y ALQUILER DE INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS Y LABORATORIOS

R.U.C. 20511279627

Estación Total
Teodolitos electrónicos y mecánicos
Planchetas, niveles, alfileres
Brújulas, odómetros, planimetro
Balanzas, Microscopios
Binoculares, GPS, telémetros
Miras, jalones y tripodes

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Lima, 11 de Octubre de 2019

SEÑORES:
EAC CONSULTORES E.I.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION:

Equipo:
Marca:
Modelo:
Serie:
Precisión:
Sensibilidad del nivel esférico:
Rango del compensador automático:
Aumento del objetivo:
Imagen del objetivo:
Limbo horizontal:
Fecha de calibración:
Fecha de vencimiento:

4916-10-2010
NIVEL AUTOMÁTICO
TOPCON
AT-G6
M29241
2.00 mm x 1 km en doble nivelación
8" / 2.00 mm
12"
24X
DIRECTO
90°/13"/ESTIMACION 0.1"
11-OCT-2019
11-ABR-2020

SERVIT S.A.C. certifica que el equipo topográfico descrito arriba cumple con las especificaciones técnicas de la fabrica y los estándares internacionales establecidos (DIN 18723).

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO:
SET COLIMADOR GPT 320 MARCA TOPCON

METODOLOGIA APLICADA TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES.
Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un SET COLIMADOR con telescopio de 30X y en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus traves este dentro de 01".

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION.
Por estimación del ángulo de inclinación del compensador automático enfocado al infinito respecto a la línea horizontal del retículo del colimador TOPCON.

| VALOR DEL PATRÓN | VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO | ERROR MEDIDO | RANGO | RESULTADO |
|------------------|-------------------------------|--------------|-----------|-----------|
| 90°00'00" | 90°00'00" | 0.00" | ± 2.00 mm | OPERATIVO |

CERTIFICADO POR
JORGE RÁEZ
GERENTE TÉCNICO

FIRMA:
SERVIT S.A.C.
Carlos J. Raíz López
Gerente Técnico

FECHA DE EMISION:
11-OCT-2019

CALLE CHARLES SUTTON N° 385 DPTO 301 3er Piso. URB. INGENIERIA - SAN MARTIN DE PORRES - UMA - UMA
Tel: 481 1493 Cel: 993 761 675 RFC: 956 058 300 E-mail: servit_sac@yahoo.es / servit.sac@gmail.com

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 49

Certificación de Calibración 2



LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 346-2018 GLM

Página 1 de 3

| | | |
|--|---|--|
| FECHA DE EMISIÓN | : 2018-12-08 | |
| 1. SOLICITANTE | : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C | <p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> |
| DIRECCIÓN | : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO | |
| 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN | : BALANZA | <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> |
| MARCA | : OHAUS | |
| MODELO | : TAJ4001 | |
| NÚMERO DE SERIE | : 6338110054 | |
| ALCANCE DE INDICACIÓN | : 4000 g | |
| DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN | : 0.1 g | |
| DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) | : 0.1 g | |
| PROCEDENCIA | : USA | |
| IDENTIFICACIÓN | : Bal - TAJ4001 - N° 1 | |
| TIPO | : ELECTRÓNICA | |
| UBICACIÓN | : LABORATORIO | |
| FECHA DE CALIBRACIÓN | : 2018-12-07 | |
| 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN | Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4ª - ABRIL 2010. | |
| 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN | Laboratorio de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO | |





Glimer Antonio Huamani Páezuloma
Responsable de Laboratorio de Metrología



| | | | |
|---|--|---|--|
| Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb. Santa Eliza II Etapa Los Olivos - Lima | RPC: 992 - 302 - 883 RPC: 992 - 302 - 878 | SKYPE: ventas@gylaboratorio.com Correos: ventas@gylaboratorio.com servicios@gylaboratorio.com | Horario de Atención: Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm Sábados: 8:00 am a 1:00 pm |
|---|--|---|--|

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 50

Certificado de Calibración 3



LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 346-2018 GLM
Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 32.0 °C | 32.1 °C |
| Humedad Relativa | 37 % | 37 % |

6. TRAZABILIDAD
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de calibración |
|--|----------------------|------------------------------------|
| Patrones de referencia de DM - INACAL. | Pesas (exactitud F1) | LM - 415 - 2018 LM - 416 - 2018 |

7. OBSERVACIONES
Para 4000 g la balanza indicó 3998.8 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
(*) Código asignado por LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

| INSPECCIÓN VISUAL | | | |
|-------------------|-------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | NIVELACION | TIENE |
| SISTEMA DE TRASA | TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Medición | Carga L1* | Temp. (°C) | | Carga L2* | E (mg) | |
|--------------------------|-----------|------------|-------|-----------|----------|--------|
| | | Inicial | Final | | | |
| | | 32.0 | 32.0 | | | |
| N° | l(g) | Δ L (mg) | g | l(g) | Δ L (mg) | g |
| 1 | 1,999.9 | 60 | -110 | 3,999.8 | 40 | -190 |
| 2 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 50 | -200 |
| 3 | 1,999.9 | 60 | -110 | 3,999.5 | 50 | -200 |
| 4 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 60 | -210 |
| 5 | 1,999.9 | 60 | -110 | 3,999.8 | 60 | -210 |
| 6 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 50 | -200 |
| 7 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 40 | -190 |
| 8 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 40 | -190 |
| 9 | 1,999.9 | 40 | -90 | 3,999.8 | 50 | -200 |
| 10 | 1,999.9 | 50 | -100 | 3,999.8 | 50 | -200 |
| Diferencia Máxima | | 20 | | | | 20 |
| Error máximo permitido ± | | 200 mg | | ± | | 300 mg |



Av. Miraflores Mz. E L1. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883
RPC: 992 - 302 - 878



LABORATORIO SAC

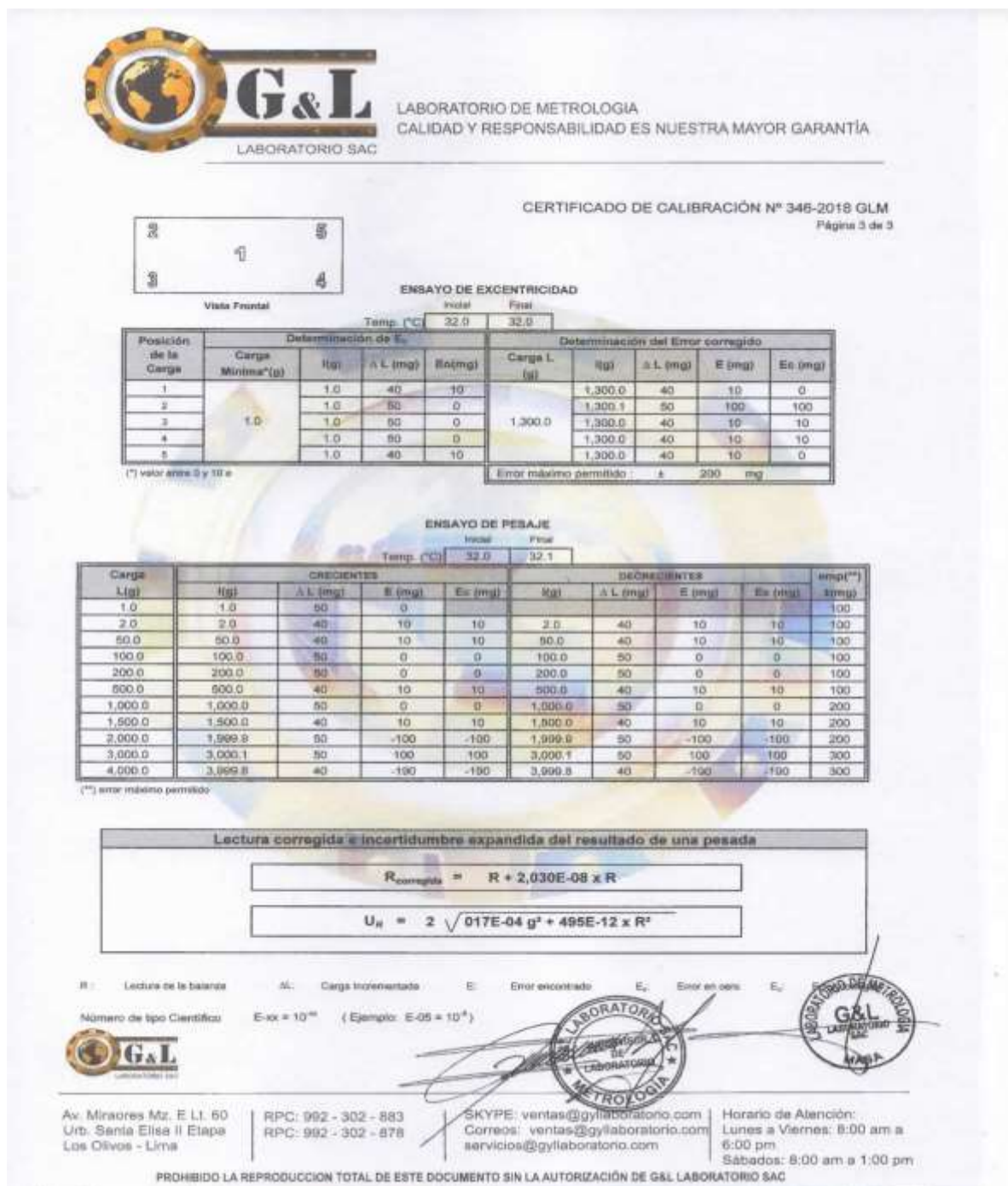
Horario de Atención:
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 51

Certificado de Calibración 4



Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 52

Certificado de Calibración 5



LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA
Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA:
Instrument
Rangos
Measurement range
FABRICANTE
Manufacturer
Modelo
Model
Serie
Identification number
Ubicación de la máquina
Location of the machine
Norma de referencia
Norm of used reference
Intervalo calibrado
Calibrated interval
Solicitante
Customer
Dirección
Address
Ciudad
City
PATRON(ES) UTILIZADO(S)
Measurement standard
Tipo / Modelo
Type / Model
Rangos
Measurement range
Fabricante
Manufacturer
No. serie
Identification number
Certificado de calibración
Calibration certificate
Incertidumbre de medida
Uncertainty of measurement
Método de calibración
Method of calibration
Unidades de medida
Units of measurement
FECHA DE CALIBRACIÓN
Date of calibration
FECHA DE EXPEDICIÓN
Date of issue
NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of this certificate and documents attached
FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatures

MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
50 kN Pág. 1 de 3
OHAUS (INDICADOR) / KELI (CELDA TIPO S)
T32XW (INDICADOR) / F – 5 – AA (CELDA TIPO S)
B719098045 (INDICADOR) / 5X70860 (CELDA TIPO S)
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)
Del 10% al 100% del Rango
LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCESOS DE LA SERPENDENGA NRO. 239 APY SAN BLASION DEL JUAN DE LOS RIOSCHIO
LIMA

T71P / DEF – A
5 tn
OHAUS / KELI
B504530209 / AGB8505
N° 011 – 2018 GLF
0.062 %
Comparación Directa
Sistema Internacional de Unidades (SI)

2018 – 12 – 07
2018 – 12 – 08

3



Téc. Gilmer A. Maza
Responsable Laboratorio de Metrología





Av. Miraflores Mz. E Ll. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com
Correos: ventas@gylaboratorio.com
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:
Lunes a Viernes: 8:00 am a
6:00 pm
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 53

Certificado de Calibración 6



LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA
LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **343-2018 GLF**
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: **FUERZA INDICADA CONSTANTE**
Tipo de Instrumento: **PRENSA CBR 50 kN**

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: **COMPRESIÓN** Resolución: **0.02 kN**

| Indicación de la Máquina | | Series de medición: Indicación del Patrón | | | | |
|------------------------------|----|---|---------|-----------|---------|-----------|
| % | kN | 1 (ASC) | 2 (ASC) | 2 (DESC) | 3 (ASC) | 4 (ASC) |
| | | kN | kN | No Aplica | kN | No Aplica |
| 10 | 5 | 4.94 | 4.95 | | 49.98 | |
| 20 | 10 | 9.96 | 9.93 | | 9.94 | |
| 30 | 15 | 14.92 | 14.89 | | 14.94 | |
| 40 | 20 | 19.94 | 19.85 | | 19.96 | |
| 50 | 25 | 24.89 | 24.86 | No Aplica | 24.93 | No Aplica |
| 60 | 30 | 29.94 | 29.96 | | 29.98 | |
| 70 | 35 | 34.96 | 34.98 | | 34.92 | |
| 80 | 40 | 39.84 | 39.88 | | 39.94 | |
| 90 | 45 | 44.98 | 44.90 | | 44.93 | |
| 100 | 50 | 49.94 | 49.89 | | 49.94 | |
| Indicación después de Carga: | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | No Aplica |

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

| Indicación de la Máquina | | Errores Relativos Calculados | | | | Resolución | Incertidumbre |
|-------------------------------|----|------------------------------|---------------|----------------|------------|------------|---------------|
| % | kN | Exactitud | Repetibilidad | Reversibilidad | Accesorios | Relativa | Relativa |
| | | g (%) | b (%) | v (%) | Acces. (%) | a (%) | U± (%) k=2 |
| 10 | 5 | -74.95 | 225.69 | | | 0.400 | 150.443 |
| 20 | 10 | 0.57 | 0.30 | | | 0.200 | 0.233 |
| 30 | 15 | 0.56 | 0.34 | | | 0.133 | 0.231 |
| 40 | 20 | 0.42 | 0.55 | | | 0.100 | 0.358 |
| 50 | 25 | 0.43 | 0.28 | No Aplica | No Aplica | 0.080 | 0.196 |
| 60 | 30 | 0.13 | 0.13 | | | 0.067 | 0.130 |
| 70 | 35 | 0.13 | 0.17 | | | 0.057 | 0.144 |
| 80 | 40 | 0.28 | 0.25 | | | 0.050 | 0.178 |
| 90 | 45 | 0.14 | 0.18 | | | 0.044 | 0.145 |
| 100 | 50 | 0.15 | 0.10 | | | 0.040 | 0.121 |
| Error Relativo de Cero fo (%) | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | No Aplica | | |

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES
La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: **27.0 °C** Humedad Mínima: **51.0 %Hr**
Temperatura Máxima: **27.4 °C** Humedad Máxima: **51.0 %Hr**




Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 RPC: 992 - 302 - 883 SKY: E. ventas@gylaboratorio.com Horario de Atención:
Urb. Santa Elías II Etapa RPC: 992 - 302 - 879 Correos: ventas@gylaboratorio.com Lunes a Viernes: 8:00 am a
Los Olivos - Lima servicios@gylaboratorio.com 6:00 pm
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 54

Certificado de Calibración 7



LABORATORIO DE METROLOGIA
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA
LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **343-2018 GLF**
Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

| <i>Errores relativos absolutos máximos hallados</i> | | | | | |
|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------|------------------------------|
| Exactitud q(%) | Repetibilidad b(%) | Reversibilidad v(%) | Accesorios aces(%) | Cero fe(%) | Resolución a(%) en el 20% |
| 0,57 | 0,55 | No Aplica | No Aplica | 0,00 | 0,200 |

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizado patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: 87747 con LLF = 0,39, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,06 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 191 – 18.

OBSERVACIONES .

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 8.4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 343-2018 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS



Téc. **Gilmer A. Huamán Paredón**
Responsable Laboratorio de Metrología





Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com
Correos: ventas@gylaboratorio.com
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:
Lunes a Viernes: 8:00 am a
6:00 pm
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Figura 55

Tabla de clasificación de suelos SUCS

| CLASIFICACION DE DIVISIONES MAYORES | | | Símbolo del grupo | Nombre del grupo |
|--|---|---|-------------------|---|
| Suelos granulares gruesos menos del 50% pasa el tamiz n°200 (0.075 mm) | Grava < 50% de la fracción gruesa que pasa el tamiz n°4 (4.75 mm) | grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200 | GW | grava bien graduada, grava fina a gruesa |
| | | | GP | grava pobremente graduada |
| | | grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200 | GM | grava limosa |
| | | | GC | grava arcillosa |
| | Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4 | Arena limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200 | SW | Arena bien graduada, arena fina a gruesa. |
| | | | SP | Arena pobremente graduada |
| | | Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200 | SM | Arena limosa |
| | | | SC | Arena arcillosa |
| Suelos de grano fino mayor o igual a 50% que pasa el tamiz No.200 | Limos y arcillas limite líquido < 50 | inorgánico | ML | limo |
| | | orgánico | OL | arcilla |
| | Limos y arcillas limite líquido ≥ 50 | inorgánico | MH | Limo orgánico, arcilla orgánica |
| | | | CH | limo de alta plasticidad, limo elástico |
| | | orgánico | OH | Arcilla de alta plasticidad |
| | | | | Arcilla orgánica, Limo orgánico |
| Suelos altamente orgánicos | | | Pt | turba |

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos Norma ASTM – 2487

Figura 56

Sistema de Clasificación AASHTO

| Clasificación de suelos por el método AASHTO | | | | | | | |
|---|--|---------|---------|--|---------|---------|---------|
| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos, pasa el tamiz No. 200) | | | Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200) | | | |
| | A-1 | A-3* | A-2 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| GRUPOS | | | | | | | |
| Porcentaje que pasa el tamiz: | | | | | | | |
| No. 10 (2.00 mm) | - | - | - | - | - | - | - |
| No. 40 (0.425 mm) | 50 máx. | 51 mín. | - | - | - | - | - |
| No. 200 (0.075 mm) | 25 máx. | 10 mín. | 35 máx. | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. | 36 mín. |
| Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm): | | | | | | | |
| Límite líquido | - | - | - | 40 máx. | 41 mín. | 40 máx. | 41 mín. |
| Índice de plasticidad. | 6 máx. | NP | - | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| * La colocación de A-3 antes A-2, se hace únicamente por razones de ordenamiento de cantidades. | | | | | | | |

Fuente: Clasificación de suelos AASHTO Método M145

Figura 57

Clasificación

| Clasificación de suelos por el método AASHTO | | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Clasificación general | Materiales granulares (35% o menos, pasa el tamiz No. 200) | | | | | | Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz No. 200) | | | | |
| Grupos | A-1 | | A-2 | | | | | | | | A-7 |
| Subgrupos | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7-5 A-7-6 |
| Porcentaje que pasa el tamiz: No. 10 (2.00 mm) No. 40 (0.425 mm) No. 200 (0.075 mm) | 50 máx. 10 máx. 15 máx. | -- 50 máx. 25 máx. | -- 51 mín. 10 máx. | -- -- 35 máx. | -- -- 35 máx. | -- -- 35 máx. | -- -- 35 máx. | -- -- 36 mín. | -- -- 36 mín. | -- -- 36 mín. | -- -- 36 mín. |
| Características del material que pasa el tamiz No. 40 (0.425 mm): Límite líquido Índice de plasticidad | -- 6 máx. | -- NP | -- 40 máx. 10 máx. | -- 41 mín. 10 máx. | -- 40 máx. 10 máx. | -- 41 mín. 11 mín. | -- 40 máx. 11 mín. | -- 40 máx. 10 máx. | -- 41 mín. 10 máx. | -- 40 máx. 11 mín. | -- 41 mín. 11 mín.* |
| Terreno de fundación | Excelente a bueno | | Excelente a bueno | Excelente a bueno | | | | Regular a malo | | | |

* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual ó menor a U-30.
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que U-30.

Fuente: Clasificación de suelos AASHTO Método M145

Figura 58

Métodos a Utilizar

| CONCEPTO | MÉTODO | | | |
|--|-----------------|-----------------|------------------|----------------------|
| | A | B | C | D |
| Diámetro del molde de (cm) | 10.16 | 15.24 | 10.16 | 15.24 |
| Volumen del molde (cm ³) | 943.3 | 2124.0 | 943.3 | 2124.0 |
| Peso del martillo o pisón (Kg) | 4.54 | 4.54 | 4.54 | 4.54 |
| Altura de caída del martillo (cm) | 45.7 | 45.7 | 45.7 | 45.7 |
| Número de golpes del pisón por cada capa | 25 | 56 | 25 | 56 |
| Número de capas de compactación | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Energía de compactación (Kg-cm/cm ³) | 16.49 | 16.49 | 16.49 | 16.49 |
| | | | El | |
| Suelo por usarse Pasa por | 100% tamiz No.4 | 100% tamiz 3/8" | 20% retiene No.4 | Pasa 100% tamiz 3/4" |

Fuente: Clasificación de métodos Laboratorio de Mecánica