



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019”

#### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

#### **AUTORES:**

Gutierrez Cahuana, Anthony (ORCID: 0000-0002-4095-9561)

Jauregui Florentino, Jhonatan Gabriel (ORCID: 0000-0002-4303-4513)

#### **ASESORES:**

Msc. Diaz Huiza, Luis Humberto (ORCID: 0000-0003-1304-5008)

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

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

2019

## **Dedicatoria**

El presente trabajo lo dedicamos a nuestros padres y familiares, quienes siempre nos han brindado su apoyo y nos motivaron para seguir perseverando, aun en los momentos más difíciles dentro del camino de la vida en nuestra formación universitaria.

## **Agradecimiento**

En primer lugar, agradecemos a Dios, quien siempre nos brinda bienestar y salud. En segundo lugar, agradecemos a nuestros padres y familiares, quienes siempre nos han apoyado a lo largo de nuestra vida universitaria. Finalmente agradecemos a nuestros docentes y asesores, quienes gracias a sus enseñanzas han hecho posible el desarrollo de la presente investigación.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	5
III. Metodología.....	35
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	36
3.2. Variables, Operacionalización.....	37
3.3. Población, muestra y muestreo.....	38
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad.....	40
3.5. Procedimiento.....	42
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	43
3.7 Aspectos éticos.....	43
IV. Resultados.....	44
V. Discusión.....	63
VI. Conclusiones.....	66
VII. Recomendaciones.....	68
Referencias.....	70
anexos.....	73

## Índice de tablas

Tabla 1: Tramos del proyecto en estudio .....	39
Tabla 2: Población del estudio de investigación .....	39
Tabla 3: Muestra del estudio de investigación .....	40
Tabla 4: Confiabilidad de los instrumentos .....	41
Tabla 5: Dosificación de diseño del concreto patrón 0 g .....	47
Tabla 6: Dosificación de diseño del concreto con fibra 600 g. ....	48
Tabla 7: Dosificación de diseño del concreto con fibra 1000 g. ....	48
Tabla 8: Dosificación de diseño del concreto con fibra 1500 g. ....	49
Tabla 9: Asentamiento (slump) según los tipos de diseño de mezcla.....	49
Tabla 10: Asentamientos del concreto según las cantidades de fibras añadidas .	58
Tabla 11: Contenido de aire atrapado .....	59
Tabla 12: Contrastación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto: .....	60

## Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Tramo que comprenderá el mejoramiento de las Avenidas Quinta Avenida y Los Laureles.....	4
<i>Figura 2:</i> Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de fibras .....	13
<i>Figura 3:</i> Tipos de fibras de polipropileno.....	14
<i>Figura 4:</i> Tipos de fibras de polipropileno.....	17
<i>Figura 5:</i> Relación entre la $f'c$ y algunos valores en la relación $a/c$ .....	19
<i>Figura 6:</i> Porcentaje de agregado fino .....	20
<i>Figura 7:</i> Cantidad de agregado grueso .....	21
<i>Figura 8:</i> Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	21
<i>Figura 9:</i> Contenido de aire atrapado .....	22
<i>Figura 10:</i> Contenido de aire atrapado .....	22
<i>Figura 11:</i> Rango expresado repeticiones de ejes equivalentes.....	24
<i>Figura 12:</i> Índice de PI – Índice de PF. ....	25
<i>Figura 13:</i> Valores de R y $Z_r$ según el rango del tráfico.....	26
<i>Figura 14:</i> CBR mínimos recomendados para la subbase granular para pavimentos rígidos según intensidad de tráfico EE .....	26
<i>Figura 15:</i> Reacción de sub subrasante y correlación CBR .....	27
<i>Figura 16:</i> Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico.....	28
<i>Figura 17:</i> Edades de ensayo a la $f'c$ para testigos de concreto.....	29
<i>Figura 18:</i> Ensayo de flexión con cargas en dos puntos .....	31
<i>Figura 19:</i> Coeficiente de drenaje de las capas granulares $C_d$ .....	32
<i>Figura 20:</i> Valores de coeficiente de transmisión de carga J.....	32
<i>Figura 21:</i> Dimensionamiento de losa de pavimento .....	32
<i>Figura 22:</i> Características de pasadores.....	33
<i>Figura 23:</i> Características de barras de amarre .....	34
<i>Figura 24:</i> Operacionalización de variable Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno.....	38
<i>Figura 25:</i> Operacionalización de variable Diseño de concreto para el pavimento rígido.....	38
<i>Figura 26:</i> Propiedades físicas – mecánicas de la fibra SikaFiber PE .....	45

<i>Figura 27:</i> Costos directos de la partida concreto $f'c=350$ kg/cm <sup>2</sup> sin incorporación de fibras sintéticas de polipropileno .....	46
<i>Figura 28:</i> Costos directos de la partida concreto $f'c=350$ kg/cm <sup>2</sup> con incorporación de fibras sintéticas de polipropileno. ....	46
<i>Figura 29:</i> Comparación de costos del concreto $f'c = 350$ kg/cm <sup>2</sup> en pavimento rígidos.....	47
<i>Figura 30:</i> Grafica del asentamiento (slump).....	50
<i>Figura 31:</i> $F'c$ del concreto del diseño patrón 0g.....	50
<i>Figura 32:</i> $F'c$ del concreto del diseño con fibra 600g. ....	51
<i>Figura 33:</i> $F'c$ del concreto del diseño con fibra 1000g. ....	51
<i>Figura 34:</i> $F'c$ del concreto del diseño con fibra 1500g. ....	51
<i>Figura 35:</i> $F'c$ promedio del concreto $f'c = 350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 7 días, según el diseño de mezcla. ....	52
<i>Figura 36:</i> Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 7 días. ....	52
<i>Figura 37:</i> Resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c= 350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 14 días, según el diseño de mezcla.....	53
<i>Figura 38:</i> Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 14 días. ....	53
<i>Figura 39:</i> Resistencia promedio a la compresión del concreto $f'c= 350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días, según el diseño de mezcla.....	54
<i>Figura 40:</i> Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto $f'c=350$ kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	54
<i>Figura 41:</i> Resistencia promedio a la compresión del concreto vs el tiempo de curado según el diseño de mezcla. ....	55
<i>Figura 42:</i> Resistencia promedio a la compresión del concreto vs el tiempo de curado según el diseño de mezcla. ....	55
<i>Figura 43:</i> Resistencia a flexo tracción del concreto según los tipos de diseño de mezcla. ....	56
<i>Figura 44:</i> Resistencia promedio a flexo tracción del concreto según los tipos de diseño de mezcla. ....	56
<i>Figura 45:</i> Dosificaciones del diseño de concreto .....	58
<i>Figura 46:</i> Contrastación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto .....	61

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido de la Avenida Los Laureles en el distrito de Lurigancho.

Para el desarrollo de este trabajo se usó el método científico, con una perspectiva cuantitativa de tipo aplicada y un diseño cuasi experimental. Donde la población estuvo conformada por el pavimento rígido del Tramo II (Autopista Ramiro Priale – Río Huaycoloro) del proyecto de mejoramiento de las Avenidas Quinta Avenida y Los Laureles. De la cual se recogió como muestra solo el análisis de 1km del tramo de la vía en el sentido de sur a norte. La recopilación de datos se llevó a cabo bajo la técnica de la observación para lo cual se tuvo como instrumento las fichas técnicas de laboratorio, las mismas que antes de su aplicación fueron validadas por dos ingenieros expertos de la carrera y un metodólogo. Posteriormente con los datos recolectados se procedió al análisis de resultados mediante el software Excel.

Luego del análisis, la conclusión final a la que se llegó fue se concluyó que la incorporación de la fibra sintética de polipropileno si influye, pero no de modo significativa, en la dosificación de los diseños de mezcla en lo que se refiere a los asentamientos, en cuanto los valores de módulo de elasticidad y módulo de rotura del concreto si influye de manera favorable para diseño del pavimento rígido de la Avenidas Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Palabras clave: Fibra sintética de polipropileno, Diseño de Pavimento, SikaFiber PE

## **Abstract**

The purpose of this research is to determine the influence of the incorporation of synthetic polypropylene fibers in the concrete design for the rigid pavement of Los Laureles Avenue in the district of Lurigancho.

The scientific method was used for the development of this work, with a quantitative approach of applied type and a quasi-experimental design. Where the population was formed by the rigid pavement of Section II (Highway Ramiro Priale - Río Huaycoloro) of the improvement project of Fifth Avenue and Los Laureles Avenues. Of which only 1km analysis of the section of the road in the direction from south to north was taken as a sample. The data collection was carried out under the observation technique for which the laboratory data sheets were used as instruments, the same ones that were validated by two expert career engineers and a methodologist before their application. Subsequently, with the collected data, the results were analyzed using Excel software. After the analysis, the final conclusion reached was that it was concluded that the incorporation of synthetic polypropylene fiber does influence, but not significantly, the dosage of the mix designs in terms of settlements, as for the values of modulus of elasticity and modulus of breakage of concrete if it has a favorable influence on the design of the rigid pavement of Avenidas Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Keywords: Polypropylene synthetic fiber, Pavement Design, SikaFiber PE

## **I. Introducción**

Se sabe que desde los años 312 a.C., el imperio romano fue una de las civilizaciones que tuvo un buen desarrollo en las construcciones de sus redes de carreteras. Garantizando esto un gran control político, económico y cultural. Desde esa época los romanos fueron incorporando diversos materiales para cada vez tener una mejor resistencia de sus calzadas.

Ya conociendo que desde esos años vienen realizando la incorporación diversos materiales a sus calzadas. Hoy en día ya existiendo el concreto se sigue aplicando variedad de materiales, buscando una mayor resistencia al concreto convencional compuesto por agregados. Con la finalidad de tener un pavimento rígido resistente a las cargas que reciba a diario, en la actualidad, la utilización de fibras como refuerzo del concreto va teniendo un auge significativo. Aunque, esta técnica no es nueva en la construcción; incluso ya había materiales que se utilizaban como fique, junco, pasto y hasta pelo de animales, que se agregaban al adobe con la intención de mejorar la resistencia a tensión y evitar la fisuración.

En este aspecto, ya en varios países desarrollados se va teniendo grandes avances con el empleo de fibras en el concreto para así reducir su fisuración y aumentando la durabilidad de las estructuras. Siendo conveniente establecer la dosificación y el tipo de fibra a usar, acorde de las normas que las estipulan, para que de esta manera se logre proporcionar la funcionalidad del material en los diferentes espacios y la vez garantizar un adecuado desempeño de la estructura.

De igual forma, en países como Colombia, Venezuela y Brasil, también se va notando los resultados positivos en el uso de fibras en el concreto, contando con normas ya establecidas, en Perú también se cuenta con la Norma ASTM C-1116, Establece en la norma general de uso de fibras, con las clases generales y definiciones de concreto reforzado con fibras. Asimismo, determinadas las características del concreto variadas por la incorporación de las fibras. justamente como indican las recomendaciones de mezclado, transporte y utilización de un concreto incorporando fibras. Dispone igualmente las tolerancias de alteración de las propiedades más considerables de los concretos reforzados con fibras.

Por otra parte, también a nivel nacional, la empresa Sika (2019), actualmente una empresa que fabrica y vende sus productos de fibras macro sintética para uso estructural en concreto, teniendo como características y ventajas, como la

absorción de energías altamente incrementada para el concreto, capacidad de puenteo de grietas, incrementada para el concreto, capacidad de puenteo de grietas, especialmente grandes aberturas de grietas y mayor durabilidad debido a la alta resistencia química.

Sumando a todo esto el problema de los pavimentos no asfaltados o asfaltos en mal estados, tal como son trochas o pavimentos flexibles antiguos muy dañados. En el Perú, muchos proyectos de pavimento rígido se vienen desarrollando y mejorando gracias a las nuevas tecnologías, siento estas que mejoran los procesos de construcción y producción. Existiendo gran cantidad de diseños ejecutados como pisos de almacenes industriales, estacionamientos de centros comerciales, entre otros proyectos.

Las investigaciones que se desarrolla desde mediados del siglo XX, se desarrollaron mejores y nuevos métodos respecto al concreto empleado a distintos tipos de losas. Teniendo como gran aporte a la añadidura de fibras sintéticas o de acero a las mezclas. Al ya ser estudiado extensamente, se conoce que el concreto tiene una alta resistencia a esfuerzos de compresión, aunque, falla gravemente cuando existente presencia de esfuerzos de tracción. La incorporación de las fibras sintéticas hará que aumente la  $f_c$  a esfuerzos de flexión. En la actualidad se siguen con los estudios para cuantificar dichas mejoras.

A nivel local, Lima y sus distritos como es el caso de Lurigancho no son ajenos a la problemática de no contar con los pavimentos adecuados para el tránsito de los vehículos pesados, lo cual se puede observar a diario en la mayoría de sus calles, ocasionando esto siempre en ciertos puntos como en horas puntas una alta congestión vehicular, levantamiento de polvo, y al mismo tiempo, incomodando a las personas que viven en la zona, como también a los que transitan por sus calles.

Dado que existen problemas con las avenidas en Huachipa - Lurigancho, por falta de pavimentos rígidos, ya que transitan constantemente vehículos pesados dentro del distrito por la existencia de fábricas, concreteras, almacenes, entre otros. También recordando el fenómeno del niño costero, en el 2017, el conocido río Huaycoloro se desbordó causando daños a las avenidas importantes de Huachipa, por ello que desde aquella fecha a la actualidad las unidades de transporte hacen

frente a enormes baches que originan nubes de polvo y tierra, esto llevo a la construcción de las avenidas en Huachipa - Lurigancho. Como es el caso del proyecto de construcción de la Quinta Avenida y Av. Los Laureles que beneficiaran a más de 25 mil ciudadanos de esta zona de la Capital, con un tramo de 3.2km comprendidos, en el caso de Quinta Avenida, desde la Av. Los Laureles hasta la Av. Las Torres, y en la Av. Los Laureles desde el río Huaycoloro hasta la Av. Ramiro Prialé (Perú21, 2019). Resulta un tema de interés, analizar la propuesta de incorporación de fibras sintética de polipropileno en la producción del concreto para la Av. Los Laureles, Lurigancho y desarrollar una comparación entre los diferentes sistemas utilizado hoy en día en las estructuras de pavimento rígido.



Figura 1: Tramo que comprenderá el mejoramiento de las Avenidas Quinta Avenida y Los Laureles.

Fuente: Diario Perú 21, 2019

## **II. Marco teórico**

En el presente proyecto de investigación mencionaremos estudios realizados anteriormente aplicados en las áreas de conocimientos: trabajabilidad en los diferentes proyectos elaborados en ámbitos nacionales e internacionales.

En Costa Rica, Navas (2015), con su tesis titulada *Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre los suelos*, nos dice que el desarrollo experimental de esta investigación se proyectó en encontrar una equivalencia en la capacidad de los residuos hacia el concreto reforzado con fibras de acero Bekaert Dramix 3D 80/60 y con las fibras macro-sintéticas Ruredil X Fiber-54. Con este objetivo se empleó un diseño de concreto premezclado, con ( $f'c=27,5$  MPa= $280$  kg/cm<sup>2</sup>), con descarga directa y con tamaño máximo de agregado de 38 mm, al que se le incorporó la fibra sintética en 3 proporciones de 3,5 kg/m<sup>3</sup>, 4,5 kg/m<sup>3</sup> y 6kg/m<sup>3</sup> y fibra de acero en 20 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>. Donde se obtuvo una homogeneidad en la capacidad de los residuos en la incorporación de 6 kg/m<sup>3</sup> de la fibra-sintética y 20 kg/m<sup>3</sup> de la fibra de acero. Así mismo, se elaboró un diseño para una losa con ciertas restricciones de carga mediante los métodos elásticos y plásticos. Se estableció que el espesor de la losa al incorporar fibras, se redujo en un 32% respecto al diseño elástico. Como también se mostró las diversas formas de seleccionar el acero de refuerzo en el diseño tradicional, con grandes diferencias de % de acero del área nominal de la sección entre 0,1-0,4%. En conclusión, en esta investigación se realizó la construcción de la cámara ambiental propuesta por la norma ASTM C-1579, para verificar el agrietamiento producido por contracción plástica en losas de concreto incorporadas con fibras. Donde el equipo quedó preparado a un 90%, permaneciendo pendiente la implementación de un ventilador con mayor capacidad (5000 CFM).

En Quito, Carrera y Guachamín (2016) con su tesis titulada *Análisis comparativo de la resistencia al desgaste superficial por abrasión en pavimentos de hormigón, empleando fibras sintéticas de polipropileno virgen, usando dos tipos de curad: inmersión y envoltura plástica*, nos dice que la presente investigación procura conocer el comportamiento de la superficie de los pavimentos industriales con alta resistencia frente a un agente corrosivo, donde para analizar se realizó probetas de concreto de 450 Kg/cm<sup>2</sup>, las cuales tienen un diámetro de 0.10m y una

altura de 0.20m, los demás con  $\phi$  0.20m con una  $h = 0.10m$ , así mismo se usó agregado fino que fue obtenido de la mina Fucusucu localizada en San Antonio de Pichincha, como también el agregado grueso fue obtenido de la mina de Pifo, y el cemento llamado Armaduro, fue proporcionado por la UNACEM. Luego de conocer las propiedades físicas de los materiales se corroboró que uno de los materiales pétreos no contiene las mismas propiedades a lo largo del tiempo, es por eso que se decidió tratar de elevar la resistencia a la compresión, la cual consistió en quitar los finos mediante un lavado pétreo fino, luego con estos agregados completamente secos se realizó una nueva dosificación, después del proceso de hormigonado y curado, se realizó ensayos en probetas, donde registro el aumento de la  $f'c$  en un 3.6% con respecto a la primera dosificación, en otras palabras no es recomendable el uso en la construcción, ya que el costo del tratamiento hacia los agregados es un poco costoso, la cual se quiso conocer sus datos de módulo de elasticidad, la  $f'c$  y desgaste superficial. En su dosificación G1 no se realizó el lavado de los agregados, en la cual tuvo 2 variables: el uso de microfibra de polipropileno virgen y 2 tipos de curado: inmersión en agua y recubrimiento plástico. Así se concluyó que una de las opciones tanto como para la  $f'c$ ,  $E_c$  y desgaste superficial, se observó en el concreto que fue incorporado microfibra y a la vez curado mediante el recubrimiento plástico donde se observó una mayor  $f'c$  de un 2.6%, módulo de elasticidad con un 10.9% y el desgaste superficial con un 45%, todos ellos a un concreto patrón.

En Colombia, Marroquín y López (2019), en su investigación de título *Análisis de la respuesta mecánica del concreto hidráulico para pavimentos modificados con fibras de bejuco*. Tiene de objetivo hacer un análisis para poder determinar las características mecánicas (compresión y flexión) de un concreto hidráulico implementando fibras de bejuco. Donde esta investigación se realizó diversos estudios en laboratorio con la finalidad de hacer una comparación de los concretos propuestos con un concreto convencional, esto para entender que factible podría ser la utilización de concretos que contengan fibras de bejuco. Donde se desarrollaron 6 probetas y 6 viguetas con un concreto hidráulico convencional y 18 probetas implementando fibras distribuidas de la siguiente manera 6 con un 0.3%, 6 con un 0.5% y 6 con un 0.7% de fibras, como también se realizó 18 vigas con fibras de bejuco distribuidas de la misma manera. Como así también se realizó

ensayos con edades de 7, 14, 28 días. En conclusión, se obtuvo que las probetas con un 0.3% de fibra genera mayor módulo de rotura que el tradicional, mientras tanto en las vigas con un 0.5% de fibra presento un mayor resultado que las vigas desarrolladas con concreto tradicional.

En Colombia, Hernández y León (2017), en su investigación con título *estudio de concreto adicionado con fibras de polipropileno o sintéticas al 2%*. Tiene de objetivo principal estudiar la  $f'c$  de un concreto convencional con un concreto incorporando fibra de polipropileno al 2%. Donde esta investigación se realizó un análisis experimental al concreto, donde se observará que tanto influye la incorporación de la f. de polipropileno o sintética sobre el concreto, a la vez tendrá una verificación luego ser llevadas al laboratorio a ser ensayadas en función de la  $f'c$  y a la flexión. En conclusión, la adición de la fibra al 2% sobre el diseño de concreto no fue de gran ayuda, ya que no presenta trabajabilidad y el concreto no se adhiere a la fibra. Donde recomiendan utilizar una meza vibratoria para ensayos superiores o iguales al 2% de adición de fibra de polipropileno, para evitar vacíos en el mezclado, así mejorar la densidad y homogeneidad de los prototipos.

En Ecuador, Lindao y Romero (2018), en su investigación titulada incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>. Tiene como objetivo principal llegar a conocer las características físico-mecánicas de los concretos diseñados, mediante la apariencia de diferentes tipos de fibras como para los que no cuentan con refuerzo alguno. Donde para poder dar a conocer las cantidades necesarias de los componentes de diseño, fue realizado según la norma ACI, la cual fue revisada a detalle para que pueda cumplir con lo que se está requiriendo con las propiedades físico-mecánico, la cual se obtuvo proporciones idóneas para la composición del mismo. Como resultados se obtuvo que las probetas a los 28 días del concreto patrón sin incorporación de fibras de polipropileno llego con un promedio de 361.66 kg/cm<sup>2</sup>, y con una adición de f. de polipropileno llego con un promedio de 407.32 kg/cm<sup>2</sup>, tanto como las vigas fueron llevadas a rotura por flexión, donde a los 28 días su concreto patrón sin incorporación de fibra de polipropileno llego a 42.67 kg/ccm<sup>2</sup> y con incorporación de la fibra de polipropileno llego con un promedio de

44 kg/cm<sup>2</sup>. En conclusión, con la incorporación de fibras de polipropileno se consigue el incremento de la resistencia a la f'c y flexión del prototipo.

Flores y Mamani (2018), en su trabajo de investigación de título *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber cho 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Forte PP-48*, nos dice que en la investigación se centró en el estudio del concreto convencional, concreto incorporando fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35-NB) y concreto incorporando fibra de polipropileno (Sika Fiber Force. PP-48) para luego comparar entre los 2 métodos y ver quien tiene mayor resistencia a la flexión, f'c y costos, con un diseño de f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>. Donde se realizará la integración de las fibras metálicas con una dosificación de 20kg/m<sup>3</sup>, 30kg/m<sup>3</sup>, 40kg/m<sup>3</sup> y 50kg/m<sup>3</sup> de concreto, por otra parte, la integración de fibras de polipropileno se hizo en proporciones de 2kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup>, 7kg/m<sup>3</sup> y 9kg/m<sup>3</sup> de concreto; las cuales tienen un rango que están basadas de acuerdo a especificaciones técnicas que tiene un producto. Donde se realiza el diseño de mezcla según el método del comité 211 del ACI y con el método de Modulo de Fineza, ya que es lo indicado para este tema de investigación. En conclusión, primeramente, con la integración de fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35-NB) con un diseño de mezcla en concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, se observó un crecimiento elocuente hacia la resistencia a la flexión. Por otro lado, la integración de fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48) con un diseño de mezcla f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, se observó que aumento la F'C y la resistencia a la flexión. Por último, en lo referente a los costos unitarios de ambas integraciones de material de fibra, incrementa considerablemente de acuerdo a la cantidad de fibra utilizada.

Pablo (2017), realizó la investigación titulada *Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco*, nos dice que se realizó una investigación con la incorporación de fibras de polietileno en el concreto hidráulico y a la vez con los resultados obtenidos se presentara una opción para diseñar el pavimento rígido en el lugar de estudio. La cual posee como objetivo perfeccionar las características de concreto con la incorporación de las fibras de polietileno las cuales fueron conseguidos del reciclaje de botellas de plástico, donde nos muestra un diseño excelente hacia el concreto hidráulico que nos resistirá las cargas y sean

trasmitidas al suelo consiguiendo así un buen nivel de comportamiento hacia la estructura. Por otra parte, se realizaron los ensayos correspondientes de acuerdo a la norma, se hizo un diseño de mezcla y a la vez se elaboró muestras de concreto patrón con una  $f'c$  de 280 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a la ACI-211, como también se realizó 4 diseño de mezclas con la misma resistencia incorporando fibras de polietileno con proporciones de 500gr, 1000gr, 1500gr y 2000gr de fibra por m<sup>3</sup> de concreto, luego serán comparadas. Los testigos realizados fueron probetas cilíndricas a compresión y vigas a flexión realizadas bajo las normas ASTM, MTC, NTP. En conclusión, la incorporación de fibras de polietileno resulto provechoso en la mejora de la resistencia a la flexión figurado en el Módulo de Rotura del Concreto (Mr.) a su vez se logró obtener un espesor mínimo de losa de concreto, que es ecológica y ecológica.

Rojas (2017), realizó la investigación titulada *Análisis del desempeño de la microfibras sintética en la tenacidad del concreto*, nos dice que lo importante de esta investigación es reforzar la Tenacidad del Concreto realizando por eso se realizó un diseño de mezclas patrón utilizando dosificaciones de 3 kg/m<sup>3</sup>, 5 kg/m<sup>3</sup> y 7 kg/m<sup>3</sup> de macrofibra sintética. De igual manera, todos los materiales empleados, tuvieron que ser llevados al laboratorio para analizar y conocer sus características según la NTP, por otro lado, para la Tenacidad del Concreto se utilizó con la Norma Europea 14488-5. Donde nuestro concreto patrón se usó las siguientes proporciones arena - 60% y piedra - 40% se consiguió de los ensayos realizados, con una relación a/c de 0.55. Las proporciones de la macrofibra sintética se consiguió de las investigaciones mencionada anteriormente. Como también el ensayo de la Tenacidad se hizo con una máquina con capacidad de absorción de Energía, la cual se calculó con el área bajo la curva: Para el Concreto Patrón se obtuvo una tenacidad promedio de 22 J, para el Concreto + Macrofibra (3kg/m<sup>3</sup>) se obtuvo una tenacidad de 391 J, para el Concreto + Macrofibra (5kg/m<sup>3</sup>) se obtuvo una tenacidad de 792 J, para el Concreto + Macrofibra (7kg/m<sup>3</sup>) se obtuvo una tenacidad de 890 J. En conclusión, el concreto patrón se observó una disminución en su capacidad de carga en el post pico. El aumento de la tenacidad con la macrofibra sintética se observó mediante una comparación de valores. Como también se observó que con la incorporación de fibras la tenacidad aumento, con las cantidades de 3kg/m<sup>3</sup>, 5kg/m<sup>3</sup> y 7 kg/m<sup>3</sup>.

Chapoñan y Quispe (2017), realizó la investigación de título, “*análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villamaría-Nuevo Chimbote*”, nos dice que como objetivo principal desarrollar como resulta el comportamiento en sus características del concreto hidráulico en un diseño de pavimentos rígidos añadiendo fibra de polipropileno en el A.A.H.H Villa María-Nuevo Chimbote, donde se sabe que según el tipo de suelo que se encuentra en la zona y las fuerzas que son transmitidas sobre estas, por otra parte es de suma importancia diseñar un concreto primordial que sirva de apoyo para para llegar al comportamiento del pavimento rígido. Por otro lado, se llevaron a cabo algunos ensayos principales para agregados según la norma CE.010 Pavimentos Urbanos y como también el Manual de Carreteras, como así también se diseñó un concreto patrón cuya resistencia fue de 280 kg/cm<sup>2</sup> mediante el método de la ACI-211. Además, se diseñó 4 mezclas con una igual resistencia mencionada anteriormente en el cuál se incorporará 75%, 100%, 115%, 125% de fibra las cuales se realizarán probetas tanto como vigas que serán ensayadas a compresión y a flexión respectivamente, donde estos resultados nos ayudarán a determinar la mezcla ya sea en estado fresco igual que en estado endurecido. En conclusión, se conoció que el diseño con fibra de 125% es la que obtuvo más  $f'c$  con un valor de 336.02 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, por motivos tanto como de trabajabilidad y su costo, se llegó a concluir que el diseño con un 115% de fibra de una  $f'c$  de 332.24 kg/cm<sup>2</sup> es óptimo para el investigador.

Baldeon (2017), realizó la investigación titulada como el mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas - el correo, 2017, nos dice que tiene de objetivo principal tener un mejoramiento del concreto hidráulico en sus características con la implementación de fibras en el pavimento, ya que según el tipo de suelo encontrado y por la transitividad que se encuentra, es por eso que se tiene que realizar un diseño de concreto y así conseguir un comportamiento alto del pavimento rígido. Además, se realizó el diseño de mezcla para un concreto con  $f'c$  de 280 kg/cm<sup>2</sup>, donde se realizará 4 tipo de diseños con la misma resistencia a la compresión que se le adicionara 50%, 75%, 100% de fibras de polipropileno, luego se realizaran probetas que serán ensayadas a compresión y las vigas a flexión,

donde se realizara comparaciones. En conclusión, según los ensayos realizados a la compresión a los 28 días se logró 283.67 kg/cm<sup>2</sup>, 302.57 kg/cm<sup>2</sup>, 318.43 kg/cm<sup>2</sup>, 326.20 kg/cm<sup>2</sup>, para un diseño de 0%, 50%, 75% y 100% respectivamente, y según los resultados a la flexión en vigas a los 28 días se obtuvo 36.7 kg/cm<sup>2</sup>, y 43.5%, donde ambos llegaron a una resistencia positiva y eficientes.

### **Variable independiente: Fibras sintéticas de polipropileno**

La fibra de polipropileno siendo un polímero de hidrocarburo sintético la cual está realizada empleando procesos de extrusión mediante alargamiento en caliente del material por parte del troquel (Construcción y tecnología, 2007, p. 5).

Son pequeñas fibras de multifilamentos diseñados para ser usados en el concreto como refuerzo secundario.

Forma parte del grupo de fibras sintéticas para reforzar el concreto identificándose con SNFR (Synthetic fiber reinforced concrete). SNFR aplica fibras producidas de polímeros orgánicas que disponen de diversas formulaciones. Siendo los tipos de fibras que son implementados en matrices de concreto de cemento portland: son carbono, aramida, nylon, acrílico, polipropileno, polietileno y poliéster.

### **Dimensiones de la variable Fibras sintéticas de polipropileno**

#### **Propiedades físicas y mecánicas**

La fibra sintética es capaz de disminuir en contracción plástica y en fisuración, también pudiendo reforzar al concreto luego que esta se fisure. La capa ultra delgada del concreto regularmente usa fibras sintéticas para fortalecer sus características para minimizar la formación de baches. (Kosmatha & Kerkoff, 2004)

Tipo de Fibra	Densidad relativa	Diámetro (micrones)	Longitud (mm)	Módulo de Elasticidad (GPa)	Resistencia a Tracción (MPa)	Deformación a la Rotura (%)	Compatibilidad con la pasta del cemento
Acero	7.86	100-600	10-60	200	700-2000	3-5	Buena
Amianto	2.55	0.02-30	5-40	164	200-1800	2-3	Satisfactoria
Vidrio	2,70	12.5	10-50	70	600-2500	3.6	Pobre
Poliéster	1.34-1.39	20-25	20-30	<17	800-1300	8-15	Variable
Polipropileno (fibrilada)	0.91	500-400	20-75	<8	400	8	Buena
Polipropileno (micro-fibra)	0.91	18-32	6-24	4	450	80	Buena
Nylon	1.15	21	10-20	8	800	25	Buena
Celulosa	1.50	20-120	0.5-5	10-50	300-1000	20	Satisfactoria

*Figura 2: Propiedades físicas y mecánicas de algunos tipos de fibras*

Fuente: Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., Chile, 2016, p. 160.

### **Absorción de agua**

Las fibras de polipropileno se adicionan al hormigón en la fase de mezclado. Están elaboradas para frenar alguna posible fisuración por retracción del hormigón, aumentan la adherencia del concreto y minoran la absorción del agua, así como el surgimiento de grietas. Desarrollan así la impermeabilización del hormigón. (Montse Bosh G., Escolar Hernández S., Latas Malet M., 2002, p.79)

### **Resistencia a la tensión**

Al incrementar la resistencia de la fibra, incrementa asimismo el compuesto en su ductilidad, desde que no quiebre en sus ligaciones de unión. Al llevarse a la práctica la resistencia de la fibra depende de sus características post - fisuración requeridas, al igual que la cantidad de fibra y de sus características de unión fibra - matriz. (Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., 2005, p. 3).

En la siguiente figura se muestra un caso de comportamiento de la fibra en relación a una fisura, inmediata de su ecuación, donde se aprecia lo cual importante es la relación  $l/d$ , donde su longitud se representa por "l" y el diámetro por "d". La relación  $l/d$  es proporcional al coeficiente entre su resistencia de adherencia fibra-matriz ( $f_a$ ) y la resistencia a tracción ( $f_t$ ) de la fibra, en la rotura. En la mayoría, la

tecnología de los materiales compuestos necesita de la siguiente ecuación, si la fibra posee una alta resistencia a tracción, por ejemplo, el acero, donde su resistencia de adherencia tendrá que ser mayor para evitar que sean arrancadas antes que su resistencia a tracción sea seriamente movilizadas, o se tendrá que usar fibras de alta relación l/d.

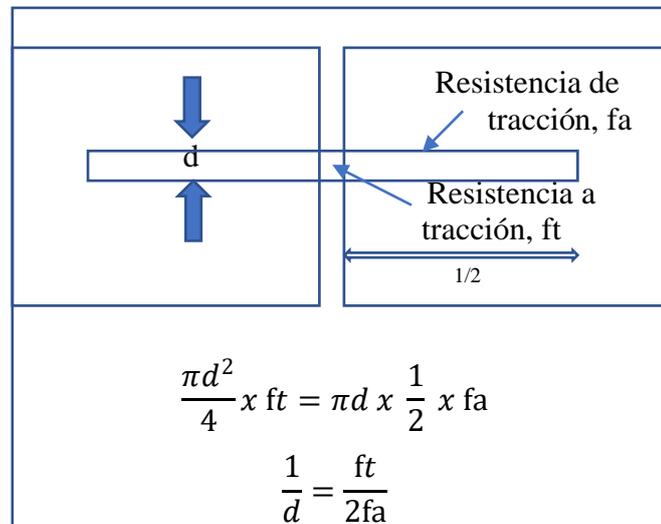


Figura 3: Tipos de fibras de polipropileno

Fuente: Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., Chile, 2005, p. 3.

### Módulo de elasticidad

Un elevado nivel de  $E_c$  produciría un resultado semejante a la porción de fibra, sin embargo, en el ensayo, cuanto superior sea el módulo, es más probable que suceda un arrancamiento de fibras. (Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., 2005, p. 3).

Cuando un material es sometido a una fuerza de tensión uniaxial, se origina una deformación del elemento. Si el elemento regresa a sus dimensiones originales cuando dicha fuerza finaliza podemos decir que el elemento sufrió una deformación elástica. (Guzmán, 2007, p. 2).

### Elongación de rotura

Una forma de detallar la ductilidad de un elemento es reportar su porcentaje de elongación o el porcentaje de reducción de área en el instante de la fractura. El porcentaje de elongación es la alteración o deformación del elemento en la fractura interpretada en porcentaje. De esta manera, si la longitud inicial entre las marcas

calibradas de una probeta es  $L_0$  y su longitud mientras la ruptura es  $L_f$ , entonces. (Hibbeler, 2006, p. 91).

$$\text{Porcentaje de Elongación} = \frac{L_f - L_0}{L_0} (100\%)$$

### **Resistencia a la alcalinidad**

Llamamos alcalinidad a la capacidad del agua en aceptar iones  $H^+$ . Siendo esta necesaria en el proceso de cuidado del agua, como en la química y la biología de las aguas naturales. (Manahan, 2007, p. 46).

### **Características**

#### **Fisuración por retracción**

El concreto junto a fibras de polipropileno pasa a ser un material compuesto. El concreto y las fibras de polipropileno se complementan bien ya que, al mezclarse, hacen un material muy versátil y completo, en este punto se quiere indicar el resultado al usar fibras con respecto a la disminución de posibles fisuras de retracción plástica en el concreto y ver el mecanismo por el cual este mejoramiento puede ser logrado. (Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., 2005, p. 4).

El módulo de rotura que actúa al momento de presentarse una grieta, es tanto menor mientras sea lenta la aplicación de la tensión formada por la retracción hidráulica. (Joisel, 1981, p. 39).

Las grietas de retracción hidráulica antes del fraguado final toman asimismo el nombre de fisuras por contracción plástica, estas surgen especialmente en pisos y usualmente

originan grietas que se presentan seguidamente luego de que el brillo que posee el agua deje de notarse superficialmente en el concreto, comúnmente poseen grietas considerables y no tiene un misma simetría o patrón. (Toirac, 2004, p. 80).

Por otro lado, adicionar fibras de polipropileno, de 10mm a 70mm de longitud, en cantidades de 1,5kg/m<sup>3</sup> a 2 kg/m<sup>3</sup> y 50kg/m<sup>3</sup> a 70 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, influyen positivamente en el control de una posible fisuración por retracción. (Solas Aguirrebeitía A. y Giani del Chiaro R., 2010, p. 604)

## **Índice de tenacidad**

Las fibras en una matriz cimentada pueden tener por lo general dos efectos principales. En primer lugar, estas fortalecen la composición en todos los posibles modos de carga que ocasionan tensiones de tracción, o sea, retracción restringida, tracción directa o en la flexión y corte y, segundo, pueden elevar su tenacidad a una matriz frágil y su ductilidad. (Johnston, 1994).

La cantidad de fibras que son necesarias para elevar cualquier propiedad del concreto en estado plástico, como reducir la fisura de retracción plástica, o reducir la segregación y la exudación, es menor a la cantidad de fibras que se necesitan para cambiar una propiedad del concreto endurecido, por ejemplo, su resistencia a la tenacidad o impacto. (Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., 2005, p. 4).

## **Resistencia al impacto**

Los materiales hechos con cemento Portland es una alternativa real para el uso de materiales de origen de fibras poliméricas, estos son económicos, sin embargo, muestran dificultades relativos a ductilidad, capacidad de absorción de energía y resistencia al impacto. (Taylor, 1994, p. 284)

## **Longitud de fibras sintéticas de polipropileno**

Cuanto la longitud de la fibra es menor, crece el riesgo de que sean arranchadas. Para una tensión dada de cizalladura superficial superpuesta a la fibra, favorecerá positivamente la utilización de este si tiene un comportamiento que necesariamente apruebe que la tensión cizallaste trabaje una tensión de tracción equivalente a su resistencia a tracción. Debemos analizar la longitud de la fibra como también debemos considerar el diámetro. Puesto que depende del diámetro, la fibra desarrolla la capacidad de resistencia a la tracción y a la cizalladura. (Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J., 2005, p. 3).

## **Tipo de fibra sintéticas de polipropileno**

- **Monofilamentos**

La fibra de polipropileno es fabricada con forma de monofilamentos (Figura 2) mediante un desarrollo de extrusión donde el elemento por medio de un

disco de sección circular es trazado en calor, produciendo filamentos continuos (Comité ACI 544, 1 R-96, 2002).

- **Fibriladas**

La fibra fibrilada (Figura 3) es el resultado del procedimiento de extrusión en el cual el material se corta por un disco rectangular, donde resultan películas de fibras los cuales son hiladas de forma longitudinal por medio de tiras del mismo ancho, la fibra es producida en fardos chicos fibrilados, osea que se fabrican de varias pequeñas fibras, donde los fardos son cortados a lo largo del procedimiento de mezclado de los agregados, en fardos más chicos o en fibras individuales (Comité ACI 544, 1 R-96, 2002).



(a) Fibra monofilamento

(b) Fibra fibrilada

Figura 4: Tipos de fibras de polipropileno

Fuente: Figura 4(a) y Figura 4(b), Fuente Propia

### **Interés económico**

En el Perú, es poca la utilización de este tipo de fibra sintética ya que no mucho se conoce o es poco lo que se sabe tanto e métodos y técnicas que se emplean. Siendo esto motivo esta carencia y la gran importancia que puede llegar a ser en el aspecto económico, motivando usar este método con pavimentos rígidos (Morales, 2004).

Aumentan la durabilidad del concreto y minoran los costos de mantenimiento (Montse G., Escolar S., Latas M., 2002, p. 79)

### **Precio unitario**

Se estimará como costo unitario, el precio total que cubre al contratista mediante unidad de concepto culminado acorde al proyecto, normas de calidad y especificaciones de construcción. El P.U. se integra con los C.D. que corresponden al costo por financiamiento, los costos indirectos, concepto de trabajo, los cargos adicionales y el cargo por la utilidad de contratista. (Trinidad, 2005, p. 5).

### **Cantidad de fibra por m3 de concreto**

Al añadir en la dosificación las fibras para el concreto recomendado por el fabricante (comúnmente 0.9 kg/m<sup>3</sup> de concreto), el asentamiento de la mezcla visualmente se verá afectado, pero no en la utilización de la mezcla, por eso que no se debemos incrementar el volumen de agua, dado que esto aumentaría las contracciones por secado y disminuye la resistencia cerca de 3.6 kg/cm<sup>2</sup> por cada litro de agua añadida. (González, 2004, p. 34).

Por otro lado, debemos tener en cuenta que la densidad del concreto simple equivalente a 2.2 T/m<sup>3</sup>, por ello, para establecer la cantidad de fibra que se necesita adicionar para las diferentes concentraciones, se tiene que determinar el volumen de mezcla de concreto a realizar. Donde determinaremos las cantidades en peso de fibra para cada concentración de mezcla, de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad} = \text{Volumen} \times \text{Concentración}$$

### **Variable dependiente: Diseño del concreto para pavimento rígido**

Los pavimentos de concreto también son llamados como “rígidos” debido a las condiciones de la losa que la forman. Por otro lado, cuando hablamos de pavimento rígido nos referimos a una losa de concreto que absorbe la gran parte de los esfuerzos producidos sobre el pavimento producidas por las cargas del tránsito, a la vez ejerce tensiones reducidas en la subrasante. (Manual de Suelos y Pavimentos MTC, 2013, p.261).

Es una losa hecha de concreto hidráulico, la cual se apoya en la subrasante o como también sobre otra capa de un material selecto, esta capa se conoce como sub base del pavimento rígido. Por su elevada resistencia del concreto y a un mayor coeficiente de elasticidad, la repartición que ejerce se ocasiona sobre una parte

extensa. Ya que el concreto es un material muy satisfactorio para el uso en el pavimento (Montejo, 2002, p.5).

### **Dimensiones de la variable Diseño del concreto para pavimento rígido**

#### **Dosificación del concreto para pavimento rígido**

El propósito que se tiene hacia la dosificación de mezcla o concreto es conocer la combinación de los materiales esenciales para elaborar un concreto que cumpla todos los requerimientos bajo ciertas condiciones de uso. Posteriormente se debe conocer la relación agua-cemento, así mismo se debe conocer la proporción del agregado grueso y fino. Por último, conocer el contenido de aire y el asentamiento (SLUMP) (Niño, 2010, p. 191).

#### **Relación agua - cemento**

Esta relación es muy importante al diseñar la mezcla para el concreto, es por eso que se tiene que tomar en cuenta el diseño a escoger, ya que gracias a esta relación agua - cemento se determina la resistencia, durabilidad, impermeabilidad y acabado. (Niño, 2010, p. 101)

Por otro lado, la resistencia  $f'_c$  de los planos debe ser mayor a un  $f'_{cr}$  es importante y a la vez requiere de una buena calidad en la construcción y que a su vez requiere de la mano de obra, equipo, materiales y control de la mezcla. (CAPECO, 2017, p. 17)

Resistencia a la compresión a los 28 días en kg/cm <sup>2</sup> (psi)	Concreto sin inductor de aire	Concreto con inductor de aire
	Relación absoluta por peso	Relación absoluta por peso
175 (2 500)	0,65	0,56
210 (3 000)	0,68	0,50
245 (3 500)	0,52	0,46
280(4 000)	0,47	0,42
315(4 500)	0,43	0,38
350 (5 000)	0,40	0,35

*Figura 5:* Relación entre la  $f'_c$  y algunos valores en la relación a/c.

Fuente: Niño, 2010, p. 201.

### Proporción de agregado fino natural

Existe la metodología del comité 211 del ACI quien señala un volumen total del A.F. con una variación entre cada unidad y la sumatoria de sus volúmenes totales de agregado grueso seco, agua, cemento y aire.

Se realizó estudios que nos permitieron considerar una alta proporción de agregado fino en la mezcla cuando cumplan los siguientes puntos. (Rivva, 1992, p. 119)

- El transporte inadecuado de la mezcla, como también puede ser la manera como fue colocada en obra.
- Cuando un tramo encofrado a ser vaciada se encuentra muy reforzada.

Tamaño máximo Nominal del agregado grueso	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.3 á 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 2.6 á 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino – Módulo de Fineza de 3.0 á 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Figura 6: Porcentaje de agregado fino

Fuente: Rivva, 2009, p.119.

### Proporción de agregado grueso natural

Principalmente los agregados tienen que ser del mismo diámetro y llevado a la granulometría, la cual así se elaborara un concreto de trabajabilidad satisfactoria. Por otro lado, la cantidad dada de A.G. seco y/o compactado, es elaborado por cada unidad de volumen de concreto. La cual según la tabla a mostrar a continuación para conocer la cantidad de agregado fino dependerá de su módulo de fineza y el A.G dependerá de su tamaño máximo (Abanto. 2009, p. 70).

$$\text{Cantidad de agregado grueso (en kg)} = \left[ \begin{array}{l} \text{volumen de agre -} \\ \text{gado grueso de ta -} \\ \text{bla N°5(enm}^3\text{)} \end{array} \right] \times \left[ \begin{array}{l} \text{Peso unitario seco} \\ \text{y compactado del} \\ \text{agregado grueso} \\ \text{(en kg/m}^3\text{)} \end{array} \right]$$

Figura 7: Cantidad de agregado grueso

Fuente: Abanto, 2009, p.70.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Figura 8: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Fuente: Abanto, 2009, p.71.

### Proporción de fibras sintéticas

La proporción de SikaFiber PE para una  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup>, se tiene que utilizar 600g por cada m<sup>3</sup> de concreto, para concreto > a la  $f'c=300$  kg/cm<sup>2</sup>, se debe utilizar 1 kg por m<sup>3</sup> de concreto y en mezclas para shotcrete, se debe aplicar desde 2kg a 8kg por m<sup>3</sup> de concreto. (Ficha técnica Sika Fiber PE, 2019, p. 2)

### Porcentaje de aire atrapado

Es el % de aire retenido en un diseño de mezcla de concreto, donde también puede incorporarse por distintas consideraciones de durabilidad, como también es importante recordar que, al incorporar aire en el concreto, se debe usar en estructuras expuestas a estados de congelación y deshielo, al agua marina o sulfatos. (Abanto, 2009 p. 66).

Tamaño Maximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Figura 9: Contenido de aire atrapado

Fuente: Abanto, 2009, p.70.

### Asentamiento (Slump)

Si en la obra no dan las especificaciones del asentamiento de la mezcla a diseñar, se podrá utilizar un cuadro a mostrar más adelante, donde se podrá escoger el valor apropiado para el determinado ensayo que se realizará.

Como también se podrá utilizar las mezclas más densas que se podrían emplear eficientemente.

TIPOS DE CONSTRUCCION	MAXIMO*	MINIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados.	3"	1"
- Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3"	1"
- Vigas y muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Figura 10: Contenido de aire atrapado

Fuente: Abanto, 2009, p.64.

Los valores mostrados en el cuadro anterior, podrán ser utilizados solo si se utiliza el método por vibración.

Nota: al utilizar método de consolidación del concreto, ya sean distintas a vibración, aquellos valores podrían ser aumentados en 1". Además, los concretos bombeables deberían tener como mínimo 5" de asentamiento. (Abanto, 2009, p.64)

### Metodología de diseño AASHTO 93

Mediante AASHTO 93, nos proyecta a un nuevo proyecto de pavimento para dar servicios de nivel excelente. Donde mediante este método podremos calcular el espesor del pavimento rígido hasta la que la ecuación ASSHTO 93 llegue a su equilibrio. (MTC. 2013, p.261)

En la guía AASHTO 93 fue desarrollado con el fin de conocer el espesor que resulta de una losa del pavimento rígido y así pueda cumplir con un buen desempeño hacia la vida del pavimento. (Menéndez Acurio, 2016, p. 140)

$$\log_{10}W_{8.2} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

$W_{8.2}$  = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

$Z_R$  = desviación normal estándar

$S_0$  = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

$D$  = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

$\Delta PSI$  = diferencia entre los índices de servicio inicial y final

$P_t$  = índice de serviciabilidad o servicio final

$M_r$  = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método de carga en los tercios de luz)

$C_d$  = coeficiente de drenaje

$J$  = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

$K$  = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

## Periodo de diseño

El periodo se determina en función de las expectativas y exigencias de la empresa o institución, aunque, para pavimentos rígidos se debe considerar un periodo de diseño que sea lo mayor posible a fin de que se tome como una alternativa económica. Se establece en el manual de diseño del MTC que debe ser un alcance mínimo de 20 años (Menéndez Acuario, 2016).

## Tránsito de diseño (ESALs)

Se manifiesta en repeticiones de ejes equivalentes, la cual es una de las características netas del método AASHTO 93, además está transformando las cargas que ejerce diversos vehículos en ejes equivalentes, también llamados ESALs (Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, 2014, p.225).

Tipo de tráfico	Tipos de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE
<b>Categoría 1: bajo volumen</b>	TP1	>150,000 EE ≤300,000 EE
	TP2	>300,000 EE ≤500,000 EE
	TP3	>500,000 EE ≤750,000 EE
	TP4	>750,000 EE ≤1'000,000 EE
	TP5	>1'000,000 EE ≤1'500,000 EE
	TP6	>1'500,000 EE ≤3'000,000 EE
	TP7	>3'000,000 EE ≤5'000,000 EE
	TP8	>5'000,000 EE ≤7'500,000 EE
<b>Categoría 2: volumen medio</b>	TP9	>7'500,000 EE ≤10'000,000 EE
	TP10	>10'000,000 EE ≤12'500,000 EE
	TP11	>12'500,000 EE ≤15'000,000 EE
	TP12	>15'000,000 EE ≤20'000,000 EE
	TP13	>20'000,000 EE ≤25'000,000 EE
	TP14	>25'000,000 EE ≤30'000,000 EE
<b>Categoría 3: volumen alto</b>	TP15	>30'000,000 EE

Nota: TPX: T= Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño.  
PX: Pavimentada, X=número de rango (5,6,7,8,9,10,11,12,13)

Figura 11: Rango expresado repeticiones de ejes equivalentes.

Fuente: MTC, 2004, p. 206.

## Serviciabilidad

Este parámetro se basa en el grado de confort que la vía posee y con una escala que varía de 0 a 5, donde 5 es el valor que indica la mejor condición. La ecuación de diseño es interpretada por dos valores, uno de PI (po) e PF, en la ecuación se coloca la variación de ambos datos de índice. Para pavimentos de concreto se alcanzó un valor de  $po = 4.5$  por medio del AASHTO (Menéndez Acuario, 2016).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (PT)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo volumen de tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
Restos de caminos	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Figura 12: Índice de PI – Índice de PF.

Fuente: Menéndez, 2016, p. 102

## Confiabilidad y variabilidad

El factor de confiabilidad R% es incorporado por AASHTO asignando un crecimiento a la proporción de tráfico en el diseño del pavimento, donde la confiabilidad señala que el pavimento diseñado logrará un nivel más alto respecto al nivel de serviciabilidad final al culminar el periodo de diseño. AASHTO sugiere usar de rango entre  $0.30 < So < 0.40$  (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 266).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTANDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo volumen de tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.574
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.642
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.642
	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
Restos de caminos	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645

Figura 13: Valores de R y Zr según el rango del tráfico

Fuente: MTC, 2013, p. 266

### Módulo de reacción de subrasante y CBR (K)

Es el parámetro que determina el tipo de subrasante, si tiene un CBR menor de 6% se procederá con alguna opción de estabilización de suelo con productos aprobados por el MTC, como es el reemplazo del suelo de cimentación, geosintéticos, etc. Según el tráfico en EE se recomienda el CBR mínimo a usar para subbase de pavimento rígido.

TRÁFICO	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40% (1)
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60% (1)

Figura 14: CBR mínimos recomendados para la subbase granular para pavimentos rígidos según intensidad de tráfico EE

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 268).

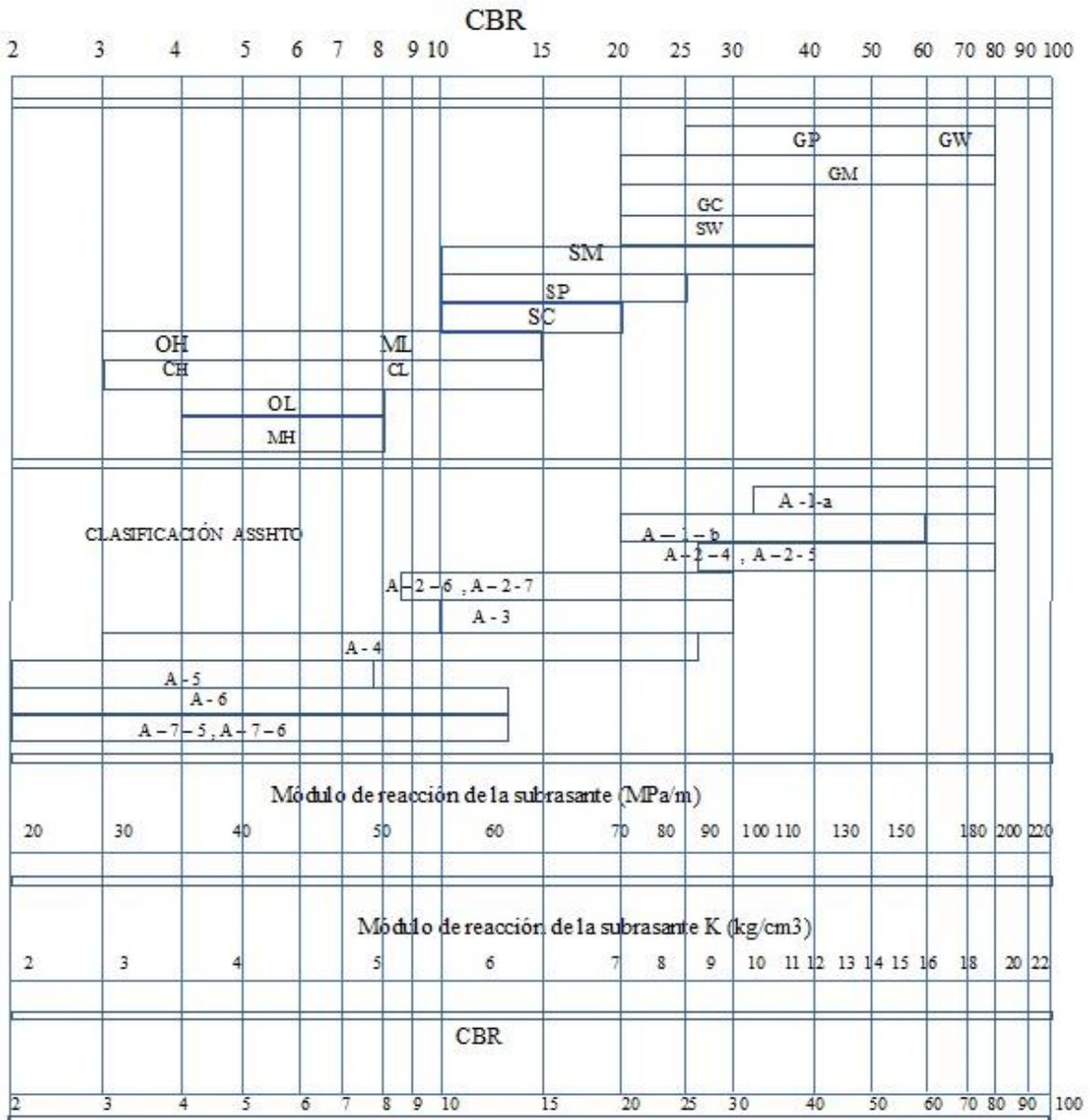


Figura 15: Reacción de sub subrasante y correlación CBR

Fuente: Manual Portland Cement Association: subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie PCA 1971

### Módulo de elasticidad del concreto

Este parámetro que es fundamental para el dimensionamiento de estructuras, donde podemos pronosticar a través de la resistencia a flexo tracción o compresión, a partir de puntos establecidos.

Para concretos de alta resistencia tendrá que cumplir una  $f'c$  superior a 40 Mpa.

### Correlación recomendada por ACI

Además, el AASHTO 93 nos dice que el módulo de elasticidad del concreto podrá ser proyectado aplicando una correlación y a la vez la ACI recomienda una correlación, en el cual el módulo de elasticidad dependerá de la  $f'c$  (Manual de Carreteras – Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014, p. 231).

$$E = 57,000 \times (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

### Resistencia a la compresión

La  $f'c$  en el concreto no debería ser realizado en condición plástica, ya que lo primero es coger muestras durante el proceso de mezclado, luego de ser curadas son sometidas a los ensayos de compresión.

Este ensayo se emplea por la facilidad en la elaboración de los ensayos donde sus características del concreto llegan a incrementar su resistencia. Donde la resistencia muestra una carga máxima antes de fallar presentando agrietamiento o rotura. Por otra parte, la resistencia a la compresión debe llegar a los 28 días luego de realizar el vaciado y el curado. (Abanto, 2009, p. 50).

La resistencia a la compresión se logra mediante el ensayo del MTC E 704 para lo cual se realizan 3 testigos las cuales se ensayarán a los 28 días (MTC, 2013, p.841).

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ( $f'c$ )
$\leq 5'000,000$ EE	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
$> 5'000,000$ EE $\leq 15'000,000$ EE	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
$> 15'000,000$ EE	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

*Figura 16:* Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos, 2013, p. 269

### **Rotura de probeta a los 28 días**

El aspecto general es saber la  $f'_c$  axial del concreto, establecido a concretos de masa unitaria superior a 50 lb/pies<sup>3</sup> en el cual el ensayo se basa en la aplicación de carga axial a testigos de forma cilíndrica, o testigos con velocidad de carga determinada, hasta una posible aparición de falla del testigo de concreto.

Los datos que resultan del ensayo son empleados para el control de la dosificación del concreto empleado y moldeado cilíndricamente, de esta manera se hace la verificación a que se cumplan las especificaciones del concreto como también el control de la aplicación de aditivos o similares.

Los cilindros usados para la elaboración del ensayo tendrán que tener una perpendicularidad de 0.5° al eje, debe tener un acabado nivelado en sus extremos, si se percibe que no tiene una nivelación se debe refrendar según el MTC E 703, el diámetro tendrá que contar con una precisión de 0.01" requerido al muestreo del diámetro del ángulo recto de sus extremidades.

Las muestras a ensayar tienen que ser curadas, teniendo la muestra en estado húmedo al momento de ser retirados de donde ha reposado, serán ensayadas en un rango de tolerancia.

<b>Edad de ensayo</b>
90 Días
56 Días
28 Días
7 Días
3 Días
24 Horas
12 Horas

*Figura 17:* Edades de ensayo a la  $f'_c$  para testigos de concreto

Fuente: MTC, 2014, p.236

### **Módulo de rotura del concreto**

AASHTO 93 incluye el parámetro Módulo de Rotura ( $M_r$ ) ya que el pavimento rígido trabaja a flexión. Según la norma ASTM 78 el concreto es estudiado a través de un ensayo de viga con una carga aplicada a los tercios a los 28 días. El  $f'_c$  se correlaciona con el  $M_r$  (MTC, 2013, p. 269).

Son aquellos elementos que son sometidos a rotura, a la vez tienen un área sujeta a compresión y una zona en las que supera el esfuerzo de tracción. Este módulo de rotura de concreto es muy considerable en las estructuras de concreto simple y también en las losas de pavimentación. (Niño, 2010, p. 125)

### **Resistencia a flexo tracción del concreto**

La resistencia a flexo tracción se consigue según el ensayo del MTC E 709 para ello se elaboran 3 vigas las cuales se ensayarán a los 28 días (MTC, 2013, p. 840).

### **Correlación del ACI 363**

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

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

La resistencia a la flexión se hallará con la formula siguiente, con la condición que la falla este en un tercio medio de luz libre de viga.

$$f_r = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

$F_r$ = Modulo de rotura en MPa

P= Carga de rotura aplicada en N

L= Luz entre apoyos extremos en mm

b= Ancho de la viga en mm

d=Altura de la viga en mm

Si la falla no sucede dentro del tercio de la viga, y si está libre de ello a una distancia mayor al 5% de luz libre. Se deberá hallar con la formula siguiente:

$$f_r = \frac{3P(a)}{bd^2}$$

Donde:

Fr= Modulo de rotura en MPa

P= Carga de rotura aplicada en N

L= Luz entre apoyos extremos en mm

b= Ancho de la viga en mm

d= Altura de la viga en mm

a= Distancia entre la linea de rotura y el apoyo mas próximo, medida a largo del eje longitudinal de la cara interior de la vida, en cm

Por otra parte, si la longitud es mayor al 5%, el ensayo se tendrá que repetir. En otros casos, la carga P aplicada en el centro, usara la siguiente ecuación: (Niño, 2010, p. 134)

$$f_r = \frac{3PL}{2bd^2}$$

### Rotura de viga a los 28 días

Este ensayo se lleva a cabo la resistencia a la flexión como también llamado Mr. Comúnmente se elabora vigas con medidas de 0.15m de ancho y 0.50m de largo. Las normas siguientes ASTM C 293, ASTM C78 Y NTC 2871 nos detallan como se debe realizar los ensayos en concretos. (Niño, 2010, p. 132)

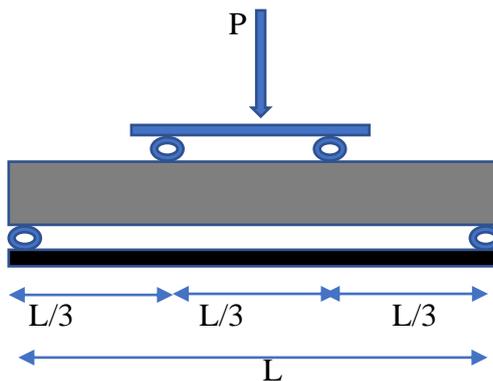


Figura 18: Ensayo de flexión con cargas en dos puntos  
Fuente: Niño, 2010, p. 132

### Coeficiente de drenaje (Cd)

AASHTO 93 introduce el Cd, el coeficiente es establecido por la posibilidad que la estructura interna posea la probabilidad de localizar humedad o agua debajo del paquete estructural. El Cd varía en el rango 1.25 y 0.7, se recomienda que el valor de Cd sea 1 para capas granulares.

Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Buena	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

Figura 19: Coeficiente de drenaje de las capas granulares Cd

Fuente: MTC, 2013, p. 271

### Transferencia de carga (J)

Es el parámetro utilizado en un diseño de pavimento, referido como la capacidad de transición de carga en juntas, es proporcionalmente al peralte de una losa de pavimento.

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	3.8

Figura 20: Valores de coeficiente de transmisión de carga J.

Fuente: MTC, 2013, p. 271

### Juntas transversales y longitudinales

La función del uso de juntas es controlar el agrietamiento del pavimento por variación de temperatura o contracción. En su uso variado como es la transmisión de cargas entre paños, controlar las fisuras transversales y longitudinales.

Los paños no deben ser mayor a 4.50 m y no deben superar a 1.25 veces el ancho.

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

Figura 21: Dimensionamiento de losa de pavimento

Fuente: MTC, 2013, p. 282

### **Dowells o pasadores:**

Es el mecanismo que se utiliza para transferencia de cargas entre paños de losa considerándose afecta por el tráfico vehicular donde la cantidad de EE sea mayor a 4 millones, son de acero liso y 1/8 de espesor serán colocadas en los centros de las juntas.

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 – 300	32	1 1/4"	460	300
300 - 430	38	1 1/2"	510	380

Figura 22: Características de pasadores  
Fuente: MTC, 2013, p. 283

### **Barras de amarre**

Caracterizada por ser de acero corrugado el cual se coloca en la longitud del pavimento, funcionando como amarre del pavimento y se encarga de distribuir las cargas del tráfico vehicular.

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

Figura 23: Características de barras de amarre

Fuente: MTC, 2013, p. 286

### **III. Metodología**

Para el presente estudio de acuerdo al método científico se procederá a realizar una cantidad determinada de diseño de mezclas, donde se incorporará distintos porcentajes de fibras sintéticas de polipropileno; para posteriormente ensayarlas con el objeto de comprobar las hipótesis planteadas y comprobar si dichos diseños de concreto son apropiados para ser utilizados en la losa de un pavimento rígido.

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **Tipo de estudio:**

El presente estudio es aplicado, ya que, de acuerdo Borja (2012)

Este tipo de investigaciones buscan actuar, conocer, construir y transformar una realidad problemática y no está enfocado en el desarrollo de un nuevo conocimiento de valor universal. Así mismo, también menciona que los proyectos e investigaciones de ingeniería civil se encuentran dentro de esta clasificación solo si están evocados a la solución de una problemática (p.10).

#### **Enfoque de investigación**

El estudio será cuantitativo, ya que, de acuerdo a Baptista, Hernández, Fernández (2014) usa su recopilación de datos, para luego demostrar las hipótesis planteadas considerando la medición numérica y un análisis estadístico, al fin de trazar patrones de comportamiento y luego justificar las teorías (p.4).

#### **Diseño de investigación**

Según Borja (2012) señala que dentro del diseño de experimental existen tres tipos de experimentos, los cuales son: el pre experimento, el experimento puro y los cuasi experimentos (p-28).

Para la presente investigación, titulado “Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019”, se desarrollará por medio de un diseño cuasi experimental.

### **3.2. Variables, Operacionalización**

#### **Variables**

Las variables analizadas en la presente investigación son:

#### **Variable Independiente: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno**

##### **Definición conceptual**

La fibra de polipropileno siendo un polímero de hidrocarburo sintético la cual está realizada empleando procesos de extrusión mediante alargamiento en caliente del material por parte del troquel (Villanueva & Yaranga, 2015)

##### **Definición operacional**

En el transcurso de los años, existen diversos estudios y logros en la tecnología de desarrollos de los pavimentos incorporando diversos tipos de fibras que son viables con normas y fichas técnicas

#### **Variable dependiente: Diseño del concreto para pavimento rígido**

##### **Definición conceptual**

Los pavimentos de concreto también son llamados como “rígidos” debido a las condiciones de la losa que la forman. Por otro lado, cuando hablamos de pavimento rígido nos referimos a una losa de concreto que absorbe la gran parte de los esfuerzos producidos sobre el pavimento producidas por las cargas del tránsito, a la vez ejerce tensiones muy bajas en la subrasante (Manual de Suelos y Pavimentos MTC, 2013, p.261).

#### **Operacionalización**

El método para pavimentos sin refuerzo tiene un procedimiento que tienes que ser aplicado que tiene un criterio de diseño para calcular el módulo de rotura del concreto. (Menéndez, 2016 p. 126).

#### **Operacionalización de variables**

Indica la forma como se va a medir la variable, a continuación, se muestra el siguiente cuadro.

DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Propiedades físicas y químicas</b>	Absorción de agua	Razón
	Resistencia a la tensión	Razón
	Módulo de Elasticidad	Razón
	Elongación a la rotura	Razón
	Resistencia a la alcalinidad	Razón
<b>Características</b>	Fisuración por retracción	Razón
	Índice de tenacidad	Razón
	Resistencia al impacto	Razón
	Longitud de fibra sintética de polipropileno	Razón
	Tipo de fibra sintética de polipropileno	Razón
<b>Interés económico</b>	Precio unitario por m3 de concreto	Razón
	Cantidad de coa por m3 de concreto	Razón

*Figura 24: Operacionalización de variable Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno*

Fuente: Propia

DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
<b>Dosificación del concreto para pavimento rígido</b>	Relación agua – cemento	Razón
	Proporción de agregado fino natural	Razón
	Proporción de agregado fino grueso	Razón
	Proporción de fibras sintéticas	Razón
	Porcentaje de aire incorporado	Razón
	Asentamiento (Slump)	Razón
<b>Módulo de elasticidad del concreto</b>	Esfuerzo a la comprensión	Razón
	Correlación recomendada de ACI	Razón
<b>Módulo de rotura de concreto</b>	Esfuerzo al flexo-tracción	Razón
	Correlación del ACI 363	Razón

*Figura 25: Operacionalización de variable Diseño de concreto para el pavimento rígido*

Fuente: Propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### Población

Según (Fernández C, 2005), define de la población como a todas las partes importantes en cualquier estudio, pero también lo define como la agrupación de todas las observaciones porque cada parte importante tiene una observación. Igualmente, Fernández señala que una población si es infinita está formada por un impreciso número de unidades y que la posición de una población muy amplia, aun siendo finita, tiene a ser tomado como una población infinita al medir la dimensión de la muestra. Asimismo, define la población finita como aquella conformada por

elementos contables y cuentan con un límite. Por lo tanto, para el actual proyecto de investigación se determina que la población será finita, y tendrá como población al pavimento rígido del Tramo II (Autopista Ramio Prialé – Río Huaycoloro, Distrito de Lurigancho, Provincia de Lima – Lima) del proyecto mejoramiento de pistas y veredas de la Av. Quinta Avenida y la Av. Los Laureles. Donde el tramo I se encuentra en la Av. Quinta Avenida y el tramo II en la Av. Los Laureles.

Tabla 1: Tramos del proyecto en estudio

TRAMOS	AVENIDAS	PROGRESIVAS
Tramo I	Av. Los Laureles a Av. Las Torres	0+000 a la 1+610
Tramo II	Autopista Ramiro Prialé – Río Huaycoloro	0+000 a la 1+600

Fuente: Informe de Factibilidad del Proyecto Mejoramiento de la Av. Quinta Avenida – Av. Los Laureles.

Tabla 2: Población del estudio de investigación

TRAMOS	AVENIDAS	PROGRESIVAS
Tramo II	Autopista Ramiro Prialé – Río Huaycoloro	0+000 a la 1+600

Fuente: Propia

### Muestra

Según (Fernández y Batista, 2014, p.175) llamamos muestra al subconjunto de una población. Expresemos que es un subconjunto de elementos que son parte de ese conjunto delimitado en rasgos que nombramos población.

Debido a que para esta investigación se utilizará un muestreo no probabilístico, se determinó que se tomará como muestra solo 1km. de Pavimento Rígido del tramo II entre las progresivas 0+000 y 1+600 de la Avenida Los Laureles. Esto porque los demás tramos ya se encuentran en su etapa avanzada de ejecución. Mientras que, en el tramo tomado como muestra, recién se están comenzando con los trabajos de construcción de la infraestructura vial de pavimento rígido.

Tabla 3: Muestra del estudio de investigación

TRAMOS	AVENIDAS	PROGRESIVAS
Tramo II	Av. Los Laureles	0+000 a la 1+000

Fuente: Propia

### **Muestreo**

Para esta investigación el muestreo que se empleará será no probabilístico, el cual según Borja (2012) este tipo de muestreo a diferencia del muestreo probabilístico, su delimitación de los elementos o grupos no depende de la posibilidad sino más bien de la perspectiva de cada investigador (p.32).

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **Técnicas**

Según Reyes y Sánchez (2015) sostienen que son las herramientas el medio del cual recogen informaciones de fenómenos o hechos de acuerdo a los objetivos de análisis del estudio de investigación (p.163).

Por otro lado, Borja (2012) explica que hay diversos tipos de técnicas para reunir la información, las cuales no se oponen sino se complementa. Por lo cual se cuenta con las siguientes técnicas: La encuesta, la entrevista, las pruebas estandarizadas y la observación. (p.33).

Para esta investigación se empleará la técnica de observación ya que se está aplicando un diseño de investigación cuasi – experimental, el cual corresponde mejor este tipo de técnicas, mientras que las demás técnicas mencionadas son aplicadas en diseños no experimentales.

#### **Instrumento de recolección de datos**

Al respecto Reyes y Sánchez (2015), sostienen que su elección consiste de una técnica previa selección, de igual forma explican que son herramientas que principalmente se usan en la etapa de recopilación de datos. (p.166).

Por otra parte, Borja (2012), sostiene que, para las investigaciones de ingeniería, los datos analizados se deben plasmar en formatos apropiados de recopilación de información (p.33).

Para este proyecto de investigación se tendrá como instrumentos formatos de laboratorio adecuados para cada prueba de los agregados; de igual modo para cada uno de los ensayos de los testigos y vigas. Esto con el propósito de recolectar los datos de una manera formal, exacta y lo más confiable posible.

### **Validez del instrumento**

Según Hernández et al. (2014). Indica que validez “Señala al grado en que un instrumento es válido si verdaderamente mide la variable que requiere medir” (p.200). Es decir, la validez de un instrumento depende de la coherencia y el propósito con el que fueron elaboradas, para encontrar la veracidad en las variables que se buscan medir.

Para fines del presente proyecto se optó por la validez de los ingenieros expertos en la línea de investigación de este proyecto. Esto con la finalidad de que evalúen el propósito con la que fueron planeadas, ya que son voces autorizadas, es decir, expertos en el tema.

### **Confiabilidad del instrumento**

Según Hernández et. al. (2014), “Se refiere al grado o medida con el que un instrumento nos brinda resultados coherentes y consistentes” (p.200).

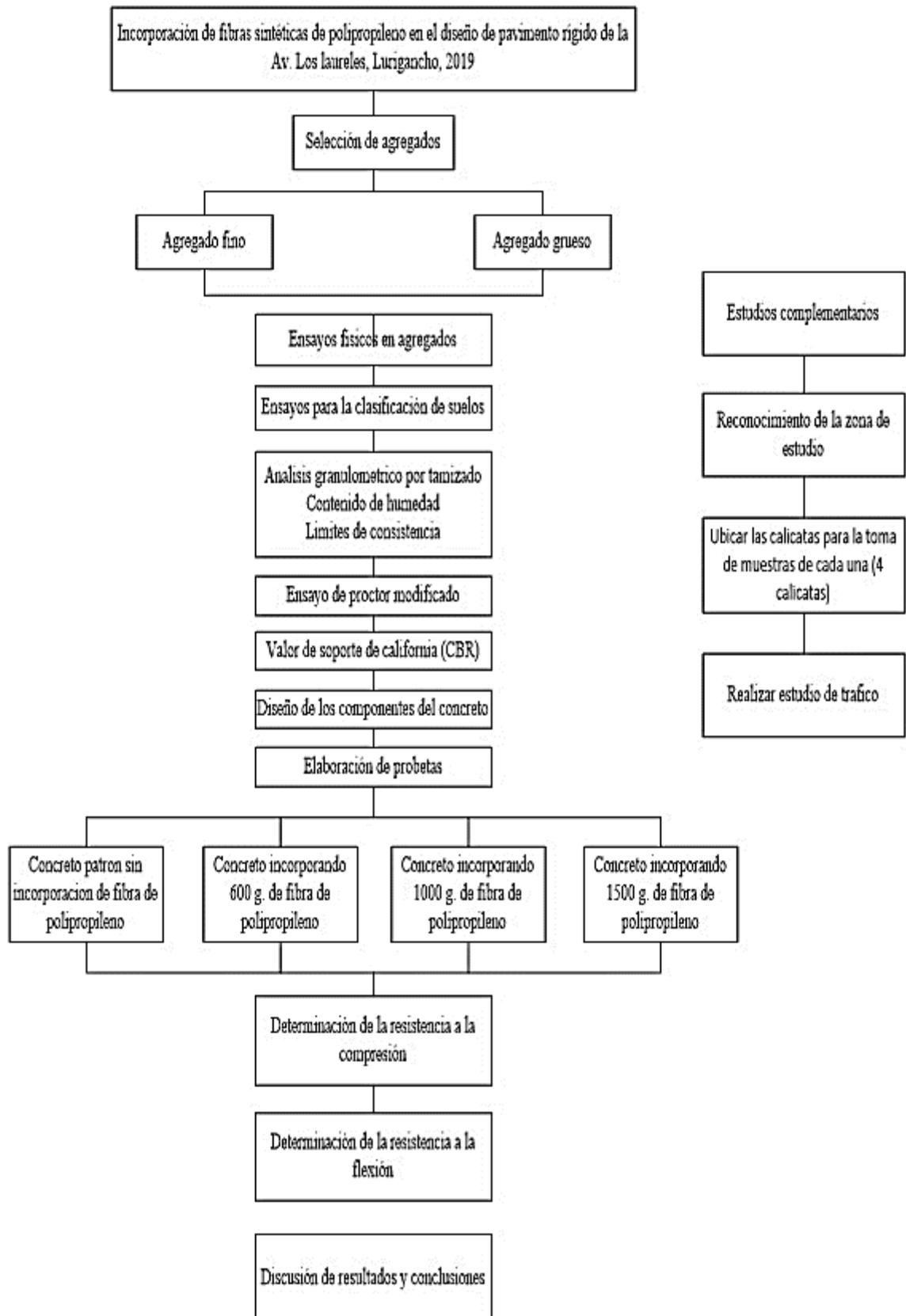
En este proyecto de investigación, la validación de nuestro contenido se realizará con 3 docentes ingenieros civiles colegiados, con grados de maestría y colegiatura vigente, que representarán a la universidad Cesar Vallejo – Lima Este siendo jueces en la presente sustentación de nuestro proyecto.

Tabla 4: Confiabilidad de los instrumentos

EXPERTOS	Ing. Diaz Huiza Humberto	Luis	Ing. Paccha Rufasto Augusto	Cesar	Ing. Segura Terrones Luis
PROMEDIO DE VALORACIÓN DE INSTRUMENTOS					

Fuente: Propia

### 3.5. Procedimiento



### **3.6. Métodos de Análisis de datos**

Para este proyecto de investigación realizaremos toma de muestras de A.F. y A.G. de la cantera para luego transportarlos al laboratorio para realizar sus respectivos ensayos de los agregados donde determinaremos sus ca físicas y mecánicas y obtener de esta manera los datos que se necesitan para el diseño de mezcla, las cuales se realizarán granulometría. Posteriormente se realizará el diseño de mezcla para una  $f'c = 350 \text{ kg/m}^2$  bajo la metodología del ACI del comité 211 para luego ensayar los testigos y vigas y recolectar los datos bajo el método de la observación, también teniendo en cuenta los parámetros de la metodología AASHTO 93 para el uso del concreto en un diseño de las losas para pavimentos rígidos, se elaborará un total de 36 especímenes de concreto, A su vez la metodología y estudio de resultados que se usó en la estadística descriptiva para un análisis y poder procesar datos obtenidos en el experimento y Finalmente, realizar la discusión y de igual manera las conclusiones en el cual se detallará los resultados logrados.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación titulada “Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019” es de carácter original, cuya autenticidad y autoría pertenecen a los investigadores indicados en el documento de la declaración jurada.

## **IV. Resultados**

## 4.1 Ubicación

La vía estudiada está situada en el departamento de Lima, distrito de Lurigancho donde el tramo a estudiar es la Avenida Los Laureles.

### 4.1.1 Resultados de la variable: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno

#### Dimensión 1: Propiedades físicas – mecánicas

Descripción	
Absorción de agua	< 2%
Resistencia a la tensión	468 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de elasticidad	15,000 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación de rotura	26%

Figura 26: Propiedades físicas – mecánicas de la fibra SikaFiber PE

Fuente: Ficha técnica SikaFiber PE

#### Dimensión 2: Características



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO SikaFiber® PE

FIBRA SINTÉTICA PARA EL REFUERZO DE CONCRETO

### Características

Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.

Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.

Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.

En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.

La acción del SikaFiber PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

Fuente: Ficha técnica SIKAFIBER PE

### Dimensión 3: Interés económico

Partida	02.05.04 PAVIMENTO DE CONCRETO f'c=350 kg/cm2 (h=28.5cm) EN PAVIMENTO RIGIDOS						
Rendimiento	m2/DIA	MO 360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m3			340.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	4.0005	0.0889	20.96	1.86
0147010003	OFICIAL		hh	4.0005	0.0889	17.00	1.51
0147010004	PEON		hh	4.0005	0.0889	15.30	1.36
0147010008	OPERADOR DE EQUIPO		hh	0.9990	0.0222	21.68	0.48
0147010023	CAPATAZ		hh	0.0990	0.0022	25.96	0.06
5.27							
<b>Materiales</b>							
0221010036	AGREGADO GRUESO NATURAL		m3		0.31	60.00	18.36
0221010036	ARENA GRUESA		m3		0.28	50.00	14.2
0221010036	CEMENTO PORTLAND TIPO I		m3		12.94	22.00	284.68
0221010036	AGUA		m3		0.23	5.60	1.288
318.528							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	5.27	15.81
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		hm	0.9990	0.0222	5.60	0.12
0349070005	REGLA VIBRATORIA		hm	0.9990	0.0222	35.00	0.78
16.71							

**Figura 24:** Costos directos de la partida concreto f'c=350 kg/cm2 sin incorporación de fibras sintéticas de polipropileno  
Fuente: Propia

Partida	02.05.04 PAVIMENTO DE CONCRETO f'c=350 kg/cm2 (h=28.5cm) CON SikaFiber PE						
Rendimiento	m2/DIA	MO 360.0000	EQ. 360.0000	Costo unitario directo por : m3			367.51
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de obra</b>							
0147010002	OPERARIO		hh	4.0005	0.0889	20.96	1.86
0147010003	OFICIAL		hh	4.0005	0.0889	17.00	1.51
0147010004	PEON		hh	4.0005	0.0889	15.30	1.36
0147010008	OPERADOR DE EQUIPO		hh	0.9990	0.0222	21.68	0.48
0147010023	CAPATAZ		hh	0.0990	0.0022	25.96	0.06
5.27							
<b>Materiales</b>							
0221010036	AGREGADO GRUESO NATURAL		m3		0.31	60.00	18.36
0221010036	ARENA GRUESA		m3		0.28	50.00	14.2
0221010036	CEMENTO PORTLAND TIPO I		m3		12.94	22.00	284.68
0221010036	AGUA		m3		0.23	5.60	1.288
	SikaFiber PE		Kg		0.6	45.00	27.00
345.528							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	5.27	15.81
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"		hm	0.9990	0.0222	5.60	0.12
0349070005	REGLA VIBRATORIA		hm	0.9990	0.0222	35.00	0.78
16.71							

**Figura 25:** Costos directos de la partida concreto f'c=350 kg/cm2 con incorporación de fibras sintéticas de polipropileno.  
Fuente: Propia

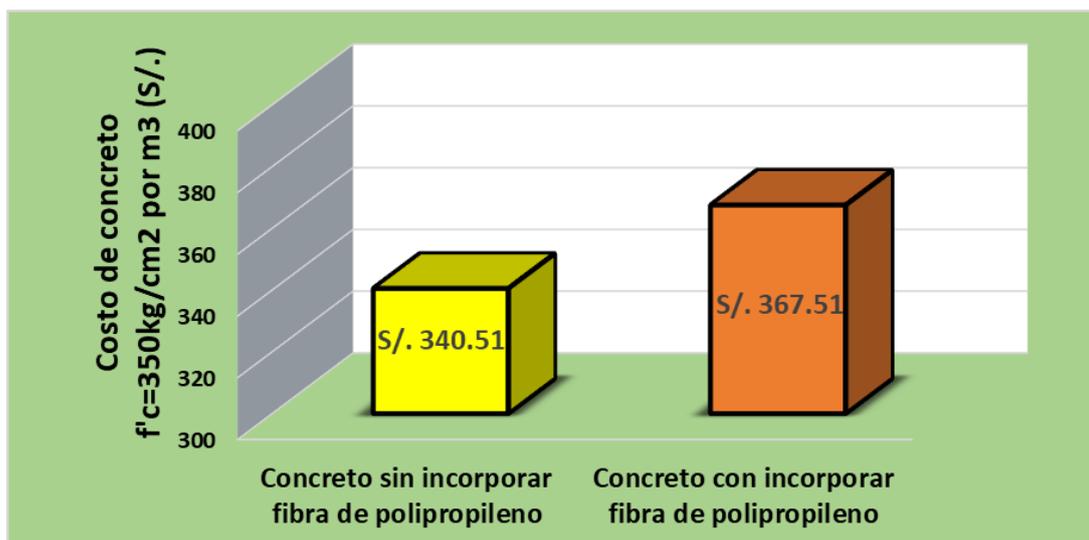


Figura 26: Comparación de costos del concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  en pavimento rígidos.

Fuente: Propia

Interpretación:

En las figuras 27, 28 y 29 se observa que los costos del concreto con una  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  sin incorporación de fibras de polipropileno y con la incorporación de fibras de polipropileno tienen una diferencia de S/. 27.00. Como así también se calculó un sobrecosto de S/. 50787.00 en 1km que es nuestra muestra y para la población se calculó un sobrecosto de S/. 89259.20

#### 4.1.2. Resultados de la variable: Diseño de concreto para el pavimento Rígido

##### Dimensión 1: Dosificación del concreto para pavimento rígido.

Tabla 5: Dosificación de diseño del concreto patrón 0 g

Materiales	Por 1 m3	Por tanda de 0.048 m3
Cemento Sol Tipo I	550.00 kg	26.40 kg
Agua efectiva corregida	230.00 L	11.02 L
Aditivo	0.00 L	0.00 L
Agregado grueso	780.00 kg	37.40 kg
Agregado fino	735.00 kg	35.30 kg
Sika Fiber PE	0.00 kg	0.00 kg
Cantidad de aire incorporado	1.50%	0.072

Fuente: Propia

**Interpretación:**

En la tabla obtenida se observa la dosificación para un diseño de concreto patrón 0g. (sin incorporar SikaFiber PE). Este diseño se realizó para 1 m<sup>3</sup> y por tanda de 0.048 m<sup>3</sup>, que se utilizó para la elaboración de 9 testigos, 2vigas y para realizar la prueba de cono de Abrams.

Tabla 6: Dosificación de diseño del concreto con fibra 600 g.

<b>Materiales</b>	<b>Por 1 m<sup>3</sup></b>	<b>Por tanda de 0.048 m<sup>3</sup></b>
Cemento Sol Tipo I	550.00 kg	26.40 kg
Agua efectiva corregida	230.00 L	11.02 L
Aditivo	0.00 L	0.00 L
Agregado grueso	780.00 kg	37.40 kg
Agregado fino	735.00 kg	35.30 kg
Sika Fiber PE	600 g	28.80 g
Cantidad de aire incorporado	1.50%	0.072

Fuente: propia

**Interpretación:**

En la tabla obtenida se observa la dosificación para un diseño de concreto con las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) 600 g. Este diseño se realizó para 1 m<sup>3</sup> y por tanda de 0.048 m<sup>3</sup>, que se utilizó para la elaboración de 9 testigos, 2vigas y para realizar la prueba de cono de Abrams.

Tabla 71: Dosificación de diseño del concreto con fibra 1000 g.

<b>Materiales</b>	<b>Por 1 m<sup>3</sup></b>	<b>Por tanda de 0.048 m<sup>3</sup></b>
Cemento Sol Tipo I	550.00 kg	26.40 kg
Agua efectiva corregida	230.00 L	11.02 L
Aditivo	0.00 L	0.00 L
Agregado grueso	780.00 kg	37.40 kg
Agregado fino	735.00 kg	35.30 g
Sika Fiber PE	1000 g	48.00 g
Cantidad de aire incorporado	1.50%	0.072

Fuente: propia

Interpretación:

En la tabla obtenida se observa la dosificación para un diseño de concreto con las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) 1000 g. Este diseño se realizó para 1 m<sup>3</sup> y por tanda de 0.048 m<sup>3</sup>, que se utilizó para la elaboración de 9 testigos, 2vigas y para realizar la prueba de cono de Abrams.

Tabla 2: Dosificación de diseño del concreto con fibra 1500 g.

<b>Materiales</b>	<b>Por 1 m<sup>3</sup></b>	<b>Por tanda de 0.048 m<sup>3</sup></b>
Cemento Sol Tipo I	550.00 kg	26.40 kg
Agua efectiva corregida	230.00 L	11.02 L
Aditivo	0.00 L	0.00 L
Agregado grueso	780.00 kg	37.40 kg
Agregado fino	735.00 kg	35.30 g
SikaFiber PE	1500 g	72.00 g
Cantidad de aire incorporado	1.50%	0.072

Fuente: propia

Interpretación:

En la tabla obtenida se observa la dosificación para un diseño de concreto con las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) 1500 g. Este diseño se realizó para 1 m<sup>3</sup> y por tanda de 0.048 m<sup>3</sup>, que se utilizó para la elaboración de 9 testigos, 2vigas y para realizar la prueba de cono de Abrams.

Tabla 3: Asentamiento (slump) según los tipos de diseño de mezcla.

<b>Tipos de Diseño de mezcla</b>	<b>Asentamiento (pulg.)</b>
Diseño Patrón 0 g	3
Diseño 600 g	2 3/4
Diseño 1000 g	2
Diseño 1500 g	1 1/2

Fuente: propia.

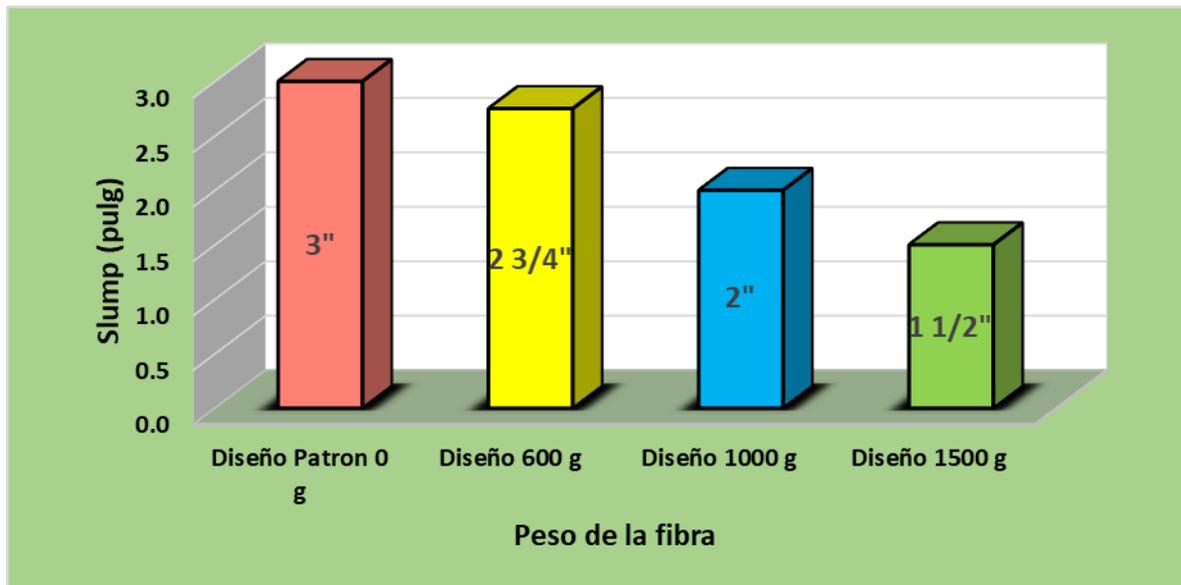


Figura 30: Grafica del asentamiento (slump)

Fuente: Propia.

Interpretación:

La tabla 9 y figura 30 indica que el slump de cada diseño de concreto realizado, incorporando 0g, 600g, 1000g y 1500g de SikaFiber el asentamiento de cada diseño disminuye a medida que se va aumentando la cantidad de Sikafiber PE.

## Dimensión 2: Módulo de elasticidad del concreto

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	F'c de diseño (kg/cm2)	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO (kg/cm2)	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm2)	% F'c	% PROMEDIO F'c
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/2019	17/10/2019	7	10.11	20	3	1.98	350	33070.0	412		117.7%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/2019	17/10/2019	7	10.23	20	3	1.96	350	30830.0	375	402	107.2%	114.8%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/2019	17/10/2019	7	10.15	20	5	1.97	350	33810.0	418		119.4%	
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/2019	24/10/2019	14	10.17	20	1	1.97	350	35910.0	442		126.3%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/2019	24/10/2019	14	10.15	20	3	1.97	350	34760.0	430	426	122.7%	121.8%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/2019	24/10/2019	14	10.11	20	5	1.98	350	32680.0	407		116.3%	
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/2019	07/11/2019	28	10.07	20	5	1.99	350	34005.0	427		122.0%	
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/2019	07/11/2019	28	10.19	20	3	1.96	350	38356.6	470	456	134.4%	130.2%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/2019	07/11/2019	28	10.27	20	3	1.95	350	38959.5	470		134.4%	

Figura 31: F'c del concreto del diseño patrón 0g.

Fuente: Propia

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	F'c de diseño	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c	% PROMEDIO F'c
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.17	20	3	1.97	350	33050.0	407		116.2%	
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.04	20	3	1.99	350	35020.0	442	420.93	126.4%	120.3%
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	19/10/2019	7	9.95	20	3	2.01	350	32160.0	414		118.2%	
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.31	20	3	1.94	350	355.0	434		123.9%	
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.12	20	3	1.98	350	354.0	449	439.69	128.2%	125.6%
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.23	20	3	1.96	350	352.0	437		124.8%	
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	09/11/2019	28	9.92	20	3	2.02	350	36998.1	479		136.8%	
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	09/11/2019	28	10.13	20	3	1.97	350	37312.7	463	462.23	132.3%	132.1%
Concreto con Fibra 600g	12/10/2019	09/11/2019	28	9.91	20	3	2.02	350	34326.8	445		127.2%	

Figura 32: F'c del concreto del diseño con fibra 600g.

Fuente: Propia

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	F'c de diseño	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c	% PROMEDIO F'c
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.16	20	4	1.97	350	34060.0	420		120.0%	
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.11	20	2	1.98	350	33810.0	421	421.49	120.3%	120.4%
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.25	20	3	1.95	350	34920.0	423		120.9%	
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.18	20	4	1.96	350	364.0	456		130.3%	
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.22	20	2	1.96	350	365.8	455	458.85	129.9%	131.1%
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.06	20	3	1.99	350	363.1	466		133.1%	
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	09/11/2019	28	9.93	20	3	2.01	350	38147.3	493		140.7%	
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	09/11/2019	28	10.14	20	3	1.97	350	38051.3	471	478.99	134.6%	136.9%
Concreto con Fibra 1000g	12/10/2019	09/11/2019	28	10.16	20	3	1.97	350	38362.4	473		135.2%	

Figura 33: F'c del concreto del diseño con fibra 1000g.

Fuente: Propia.

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	F'c de diseño	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	ESFUERZO PROMEDIO	% F'c	% PROMEDIO F'c
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.21	20	4	1.96	350	35260.0	431		123.0%	
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.18	20	3	1.96	350	34310.0	422	423	120.4%	120.9%
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	19/10/2019	7	10.23	20	2	1.96	350	34290.0	417		119.2%	
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.2	20	4	1.96	350	368.0	459		131.2%	
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.14	20	3	1.97	350	366.0	462	463	132.0%	132.3%
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	26/10/2019	14	10.12	20	2	1.98	350	369.0	468		133.7%	
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	09/11/2019	28	9.9	20	2	2.02	350	38884.2	505		144.3%	
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	09/11/2019	28	10.14	20	2	1.97	350	37992.0	470	502	134.4%	143.5%
Concreto con Fibra 1500g	12/10/2019	09/11/2019	28	9.93	20	4	2.01	350	41131.1	531		151.7%	

Figura 34: F'c del concreto del diseño con fibra 1500g.

Fuente: Propia.

IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% PROMEDIO F'c
Concreto Patrón 0 g.	401.63	114.8%
Concreto con Fibra 600g	420.93	120.3%
Concreto con Fibra 1000g	421.49	120.4%
Concreto con Fibra 1500g	423.13	120.9%

Figura 35: F'c promedio del concreto f'c = 350 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días, según el diseño de mezcla.

Fuente: Propia

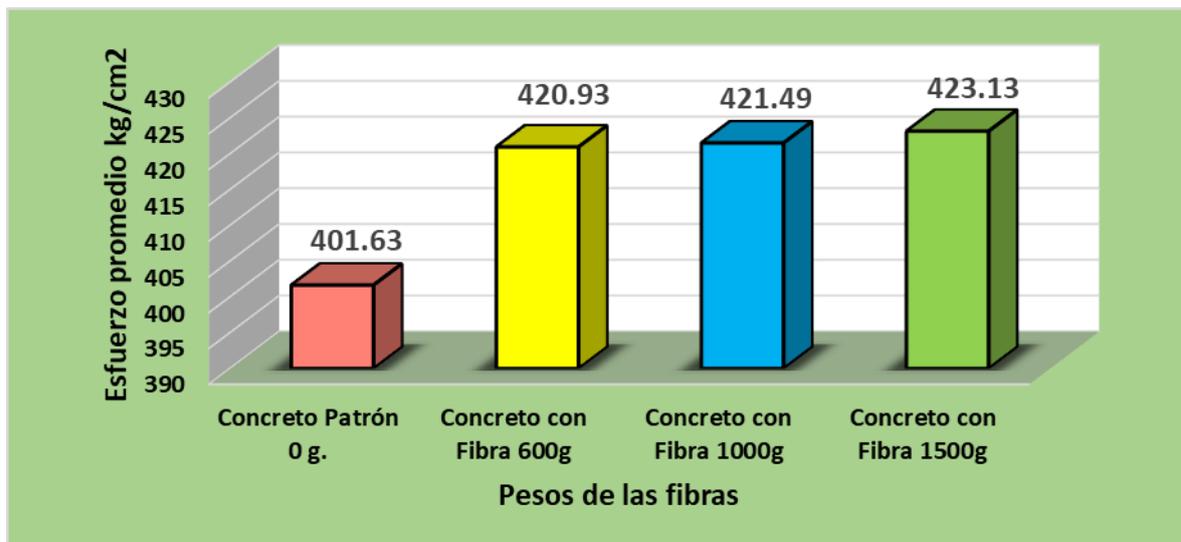


Figura 36: Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto f'c= 350 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días.

Fuente: Propia.

Interpretación:

En la figura 35 y 36 nos muestra que de los diseños de mezcla mediante la incorporación de las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) de 0 g, 600 g, 1000 g y 1500 g han alcanzado un 114,8%, 120.3%, 120.4% y 120.9% de la resistencia especificada respectivamente.

IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% PROMEDIO F'c
Concreto Patrón 0 g.	426.25	114.8%
Concreto con Fibra 600g	439.69	125.6%
Concreto con Fibra 1000g	458.85	131.1%
Concreto con Fibra 1500g	463.06	132.3%

Figura 37: Resistencia promedio a la compresión del concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días, según el diseño de mezcla

Fuente: Propia.

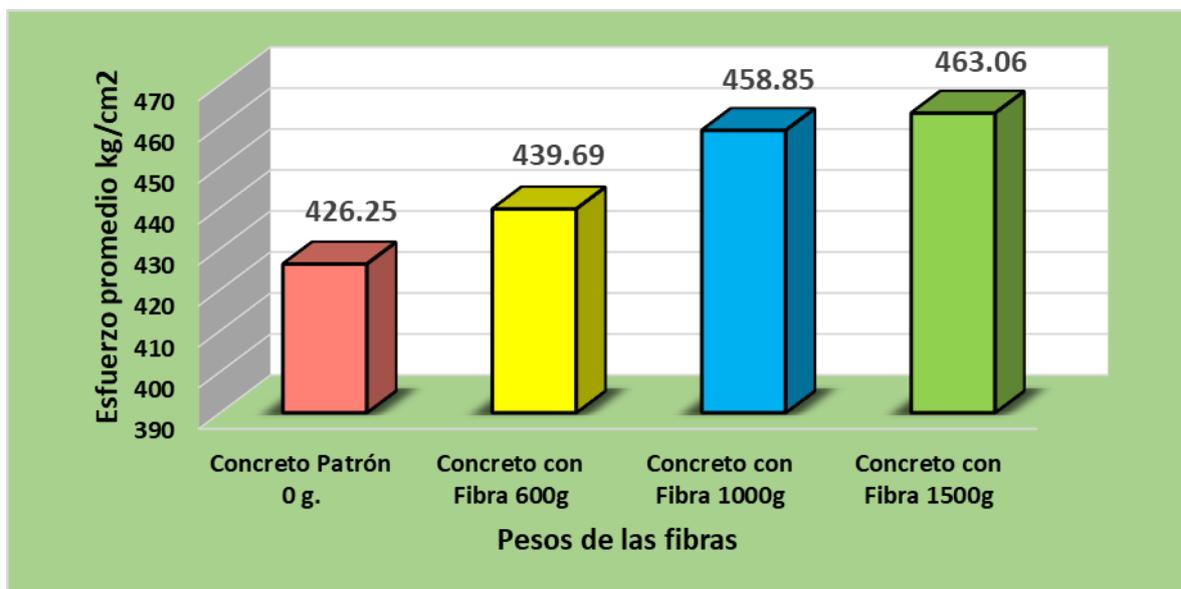


Figura 38: Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días.

Fuente: Propia.

Interpretación:

En la figura 37 y 38 nos muestra que de los diseños de mezcla por medio de la incorporación de las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) de 0 g, 600 g, 1000 g y 1500 g han alcanzado un 114,8%, 125.6%, 131.1% y 132.3% de la resistencia especificada respectivamente.

IDENTIFICACIÓN	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% PROMEDIO F'c
Concreto Patrón 0g.	455.87	130.2%
Concreto con Fibra 600g	462.23	132.1%
Concreto con Fibra 1000g	478.99	136.9%
Concreto con Fibra 1500g	502.24	143.5%

Figura 39: Resistencia promedio a la compresión del concreto  $f'c = 350$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, según el diseño de mezcla

Fuente: Propia.

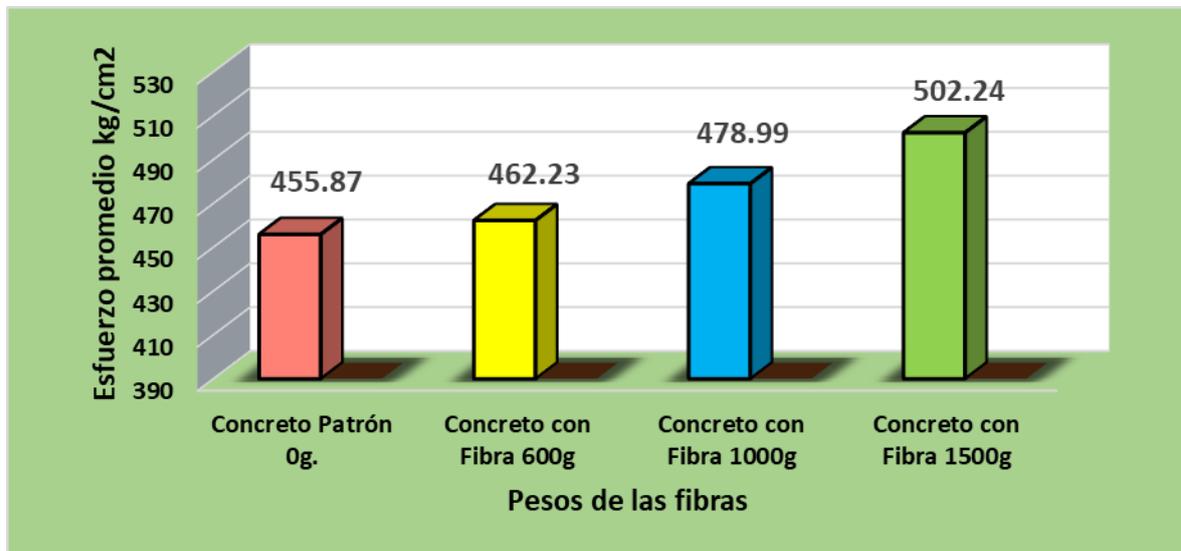


Figura 27: Resumen de las resistencias promedio a la compresión del concreto  $f'c = 350$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

Fuente: Propia.

Interpretación:

La figura 39 y 40 nos muestra que de los diseños de mezcla por medio de la incorporación de las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) de 0 g, 600 g, 1000 g y 1500 g han alcanzado un 130.2%, 132.1%, 136.9% y 143.5% de la resistencia especificada respectivamente.

TIEMPO DE CURADO (días)	Resistencia promedio obtenida (kg/cm <sup>2</sup> )			
	Tipo de diseño de mezcla			
	Concreto Patrón 0g. (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto con Fibra 600g (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto con Fibra 1000g (kg/cm <sup>2</sup> )	Concreto con Fibra 1500g (kg/cm <sup>2</sup> )
7	401.63	420.93	421.49	423.13
14	426.25	439.69	458.85	463.06
28	455.87	462.23	478.99	502.24

Figura 41: Resistencia promedio a la compresión del concreto vs el tiempo de curado según el diseño de mezcla.  
Fuente: Propia.

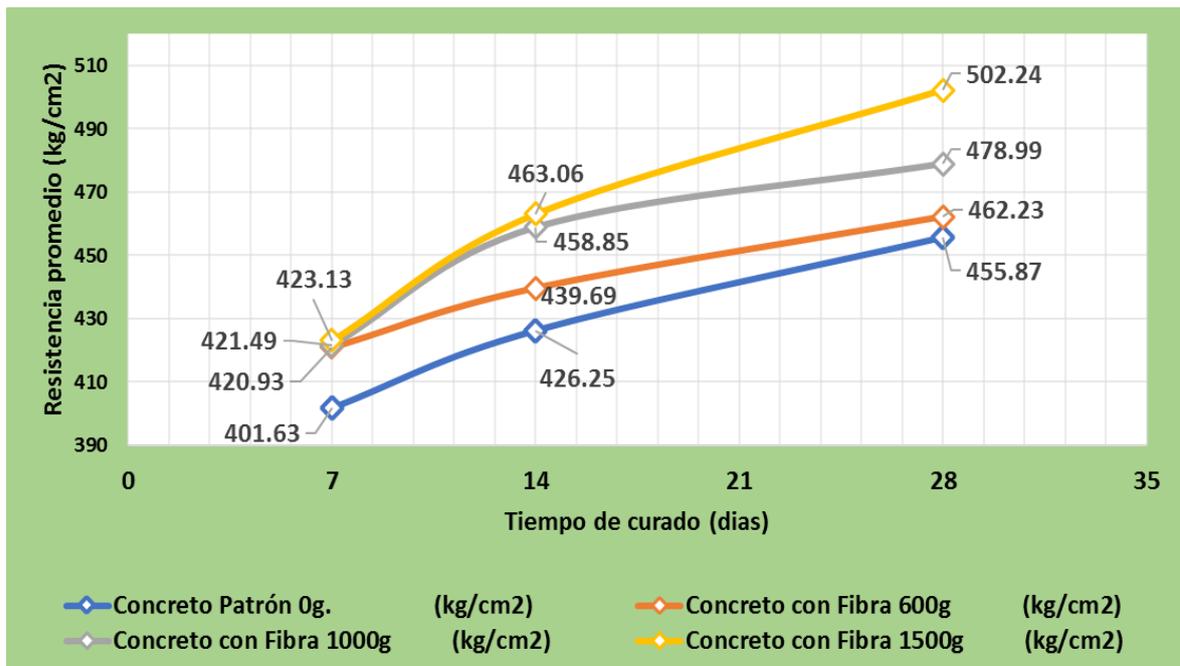


Figura 28: Resistencia promedio a la compresión del concreto vs el tiempo de curado según el diseño de mezcla.

Fuente: Propia.

Interpretación:

La fig. 41 y 42 nos muestra la curva de resistencia promedio a la f'c del diseño de mezcla con las fibras (Sikafiber PE) de 1500 g que supera a las demás resistencias. Por último, la curva de resistencia promedio a la compresión del diseño de mezcla con 0g de fibra (concreto patrón) es inferior a los demás diseños de mezcla.

### Dimensión 3: Módulo de rotura del concreto

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Patrón Viga N° 01	10/10/2019	07/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50.36	
							49.00
Concreto Patrón Viga N° 02	10/10/2019	07/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	46.0	47.64	
Concreto con Fibra 600g Viga N° 01	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	47.0	50.42	
Concreto con Fibra 600g Viga N° 02	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	50.47	50.44
Concreto con Fibra 1000g Viga N° 01	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	49.0	58.47	
Concreto con Fibra 1000g Viga N° 02	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	50.0	58.14	58.31
Concreto con Fibra 1500g Viga N° 01	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	51.0	64.44	
Concreto con Fibra 1500g Viga N° 02	12/10/2019	09/11/2019	28 días	TERCIO CENTRAL	52.0	67.65	66.04

Figura 43: Resistencia a flexo tracción del concreto según los tipos de diseño de mezcla.

Fuente: Propia.

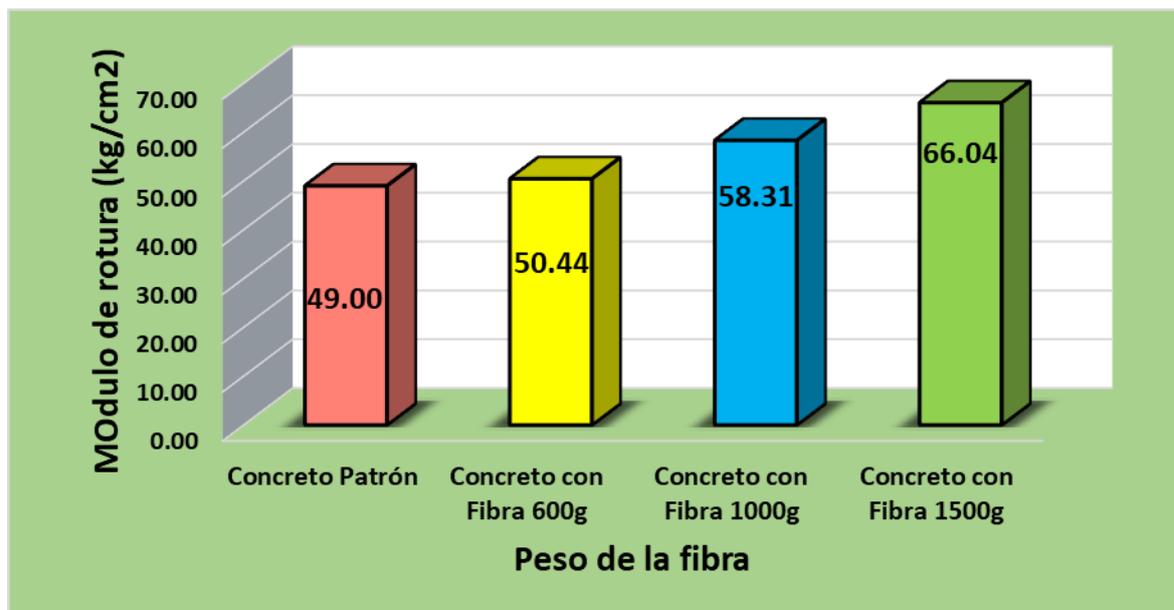


Figura 44: Resistencia promedio a flexo tracción del concreto según los tipos de diseño de mezcla.

Fuente: Propia.

Interpretación:

La fig. 43 y 44 nos muestra que el concreto con las fibras sintéticas de polipropileno (Sikafiber PE) 600 g supera un 1.44 kg/cm<sup>2</sup> al concreto patrón con 0g de fibra. Mientras que el concreto con fibra de 1000 g supera al concreto patrón con 9.31 kg/cm<sup>2</sup> al concreto patrón con 0g de fibra. Por último, el concreto con fibra de 1500 g es el diseño que supera más sobre el concreto patrón de 0 g de fibra con un 17.04 kg/cm<sup>2</sup>.

## **4.2. Prueba de hipótesis**

### **4.2.1. Prueba de la hipótesis general**

H<sub>0</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno no influye en el diseño del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

H<sub>1</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el diseño del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Esta hipótesis se contrasta en base a la contratación de las hipótesis específicas. Por lo que, primero se contrataran estas hipótesis.

### **4.2.2. Prueba de las hipótesis específicas**

#### **Primera hipótesis específica**

H<sub>0</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno no influye en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

H<sub>1</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Esta hipótesis se contrasta a partir del análisis de contrastación de la hipótesis de los indicadores.

#### **Contrastación de hipótesis de los Indicadores de la dosificación del concreto**

H<sub>0</sub>: La dosificación del concreto en todas y cada una de los diseños de concreto son iguales.

H<sub>1</sub>: La dosificación del concreto en todas y cada una de los diseños de concreto son diferentes.

Materiales	Dosificaciones para 1 m <sup>3</sup>			
	Cantidades de fibra (Sika Fiber PE) incorporada	0g	600g	1000g
Cemento Sol Tipo I	550.00 kg	550.00 kg	550.00 kg	550.00 kg
Agua efectiva corregida	230.00 L	230.00 L	230.00 L	230.00 L
Aditivo	0.00 L	0.00 L	0.00 L	0.00 L
Agregado grueso	780.00 kg	780.00 kg	780.00 kg	780.00 kg
Agregado fino	735.00 kg	735.00 kg	735.00 kg	735.00 kg
Cantidad de aire incorporado	1.50%	1.50%	1.50%	1.50%

*Figura 45:* Dosificaciones del diseño de concreto  
Fuente: Propia.

### Interpretación:

La figura 45 muestra que todas y cada una de las dosificaciones del concreto son diferentes. Por tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ . Cabe resaltar que las dosificaciones del concreto solo varían en cuanto a cantidad de incorporación de fibra; ya que, para fines de esta investigación, donde se busca saber cómo influye la incorporación de tres cantidades de fibra, el resto de los materiales se mantuvo constante.

### Contrastación de hipótesis de los Indicadores del asentamiento (Slump)

$H_0$ : Los asentamientos de las mezclas de concreto en todas y cada una de los diseños de concreto son iguales.

$H_1$ : Los asentamientos de las mezclas de concreto en todas y cada una de los diseños de concreto son diferentes.

Tabla 10: Asentamientos del concreto según las cantidades de fibras añadidas

Tipos de Diseño de mezcla	Asentamiento (pulg.)
Diseño Patrón 0 g	3
Diseño 600 g	2 3/4
Diseño 1000 g	2
Diseño 1500 g	1 1/2

Fuente: Propio

Tabla11: Contenido de aire atrapado

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MAXIMO*	MINIMO
-Zapatas y muros de cimentación reforzados.	3"	1"
-Zapatas simples, cajones y muros de subestructura.	3"	1"
-Vigas y muros reforzados.	4"	1"
-Columnas de edificios.	4"	1"
-Pavimentos y losas.	3"	1"
-Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Abanto, 2009, p.64.

En la tabla 10 se observa que todas y cada una de los asentamientos del concreto son diferentes. Por tanto, se rechaza la  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Pero cabe mencionar que todas los Slump obtenidas, con las 3 proporciones de fibras incorporadas, se encuentran entre los Slump de 1" a 3" recomendado por Abanto (2009, p.64) para concretos de aplicación en losas y pavimentos.

Entonces respondiendo a la contrastación de la primera hipótesis específica. Se puede decir que al añadir fibra si influye en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

### **Segunda hipótesis específica**

$H_0$ : La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno no influye en el  $E_c$  para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

$H_1$ : La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el  $E_c$  para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Esta hipótesis se contrasta a partir de analizar una contrastación de hipótesis de los indicadores.

### **Contrastación de hipótesis de los Indicadores de módulo de elasticidad**

$H_0$ : Los módulos de elasticidad en todas y cada una de los diseños de concreto son iguales.

H1: Los módulos de elasticidad en todas y cada una de los diseños de concreto son diferentes.

Tabla 12: Contrastación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto:

Tipos de concreto	Esfuerzo a la compresión según laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad según la correlación recomendada del ACI (psi)	Módulo de elasticidad mínima del para según el MTC (psi)
Concreto Patrón	455.87	4.59 E+06	
Concreto con 600g de fibra	462.23	4.62 E+06	
Concreto con 1000g de fibra	478.99	4.70 E+06	4.02 E+06
Concreto con 1500g de fibra	502.24	4.81 E+06	

Fuente: Propio

### Interpretación:

La tabla 12 muestra que todas y cada una de los módulos de elasticidad de cada tipo de concreto son diferentes. Por tanto, se rechaza la Ho y se acepta la H1. Además, todos los concretos con cada porcentaje de adición de fibras de polipropileno superan el Ec mínima recomendada por el Manual de Carreteras, Sección de Suelos y Pavimentos del MTC (2014, p.231).

Entonces, respondiendo a la contrastación de la segunda hipótesis específica. Se puede decir que la utilización de fibras sintéticas de polipropileno si influye en los valores de los módulos de elasticidad del concreto para el diseño del pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

### Tercera hipótesis específica

H<sub>0</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno no influye en el módulo de rotura del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

H<sub>1</sub>: La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el módulo de rotura del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.

Esta hipótesis se contrasta a partir de analizar la contrastación de la hipótesis de los indicadores.

#### Contrastación de hipótesis de los Indicadores de módulo de rotura.

H<sub>0</sub>: Los módulos de rotura en todas y cada una de los diseños de concreto son iguales.

H<sub>1</sub>: Los módulos de rotura en todas y cada una de los diseños de concreto son diferentes.

Tipos de concreto	Módulo de rotura de los ensayos de laboratorio (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura según la correlación ACI 363 (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura mínimas según el MTC (kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto Patrón	49.00	55.51	
Concreto con 600g de fibra	50.44	55.90	45.00
Concreto con 1000g de fibra	58.31	56.90	
Concreto con 1500g de fibra	66.04	58.27	

Figura 46: Contrastación de hipótesis de los módulos de elasticidad del concreto  
Fuente: Propio

#### Interpretación:

La figura 47 muestra que todas y cada una de las resistencias al flexo tracción de cada tipo de concreto son diferentes. Por tanto, se rechaza la H<sub>0</sub> y se acepta la H<sub>1</sub>.

Además, todos los concretos con cada porcentaje de incorporación de fibras sintéticas de polipropileno superan el módulo de rotura mínima recomendada por el Manual de Carreteras, Sección de Suelos y Pavimentos del MTC (2014, p.231).

Entonces respondiendo a la contrastación de la tercera hipótesis específica. Se puede decir que el uso de la fibra sintética de polipropileno si influye en los valores del módulo de rotura de la variable de diseño del pavimento rígido de la Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019. Pero para el diseño del pavimento rígido, se escogió al concreto con 600g de incorporación de fibras sintéticas debido a que cumple con los valores mínimos de módulo de elasticidad y además de ellos se usa menor cantidad de fibra lo que implica una disminución en el precio del concreto.

## **V. Discusión**

Este trabajo de investigación tiene de hipótesis general que la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el diseño de concreto para el pavimento de la Av. Los Laureles, Lurigancho – 2019. Donde para desarrollar la investigación se planteó un diseño de concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> con incorporaciones de 600g, 1000g y 1500g fibras sintéticas de polipropileno (SikaFiber PE).

De los resultados alcanzados se observó que la incorporación de las fibras SikaFiber PE si influye favorablemente en sus propiedades de diseño para pavimento rígido. Así encontramos, que para las dosificaciones de un concreto 350 kg/cm<sup>2</sup> todos los componentes permanecen constantes a excepción de las proporciones de fibra incorporadas. Pero en las propiedades en estado fresco si se observa algunas variaciones, donde para las incorporaciones de 600g, 1000g y 1500g se obtuvo asentamientos de 2 ¾”, 2” y 1 ½” respectivamente, de las cuales la que menos varia con el asentamiento del concreto patrón (asentamiento 3”) es el concreto con 600g de fibra con una disminución de 1/4” de asentamiento. Respecto a los asentamientos obtenidos, según los asentamientos recomendados por Abanto (2009, p.64), asentamientos entre 1” y 3” para pavimentos, todos los asentamientos se encuentran en este intervalo. Por lo que, todas las mezclas son aptas para ser usadas en el diseño de los concretos para pavimentos rígidos. De lo expuesto, se deduce que no existe variación en las cantidades de los materiales en la dosificación, pero si hay unas ligeras variaciones en los asentamientos; ya que, si las sustituciones aumentan los asentamientos también y estas variaciones también repercuten en los costos.

Por otra parte, en cuanto a los  $E_c$ , obtenidas por medio de los esfuerzos a la compresión usando la correlación del ACI. Se encontró que para los concretos con sustituciones de 600g, 1000g y 1500g las resistencias son 462,23, 478.99 y 502.24 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, de los cuales el que resulta más optimo es el concreto con incorporación de 1500g de fibra SikaFiber, cuya resistencia supera en 46.37 kg/cm<sup>2</sup> a la  $f'_c$  del patrón con 455.87 kg/cm<sup>2</sup>. De las tres cantidades probadas la que recomienda usar la marca SikaFiber para concretos con resistencias mayores a 300 kg/cm<sup>2</sup> es el concreto con incorporación de 1000g, cuyo valor en este caso supera a la del concreto patrón en 23.12 kg/cm<sup>2</sup>. Pero por fines económicos se toma el concreto con 600g que requiere de menos fibra, pero igual posee una

resistencia mayor a la del patrón en 6.36 kg/cm<sup>2</sup>. De igual manera, Baldeon (2017) en su tesis titulado *El mejoramiento funcional en las propiedades del concreto hidráulico incorporando fibras de polipropileno al pavimento rígido, Comas-el correo, 2017*. Realizó el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, donde obtuvo como resultado una  $f'c$  de 326.20 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con 600g, cantidad recomendada por la fibra SikFiber PE para concretos con resistencias menores a 300 kg/cm<sup>2</sup>, el resultado obtenido supero en 42.53 kg/cm<sup>2</sup> a la  $f'c$  patrón de 283.67 kg/cm<sup>2</sup>. Con los resultados que se lograron en esta investigación y en la de Baldeon (2017) se demuestra que las cantidades recomendadas por la marca SikaFiber en su mayoría son correctas, pero también se encontró que se pueden usar una cantidad de 600g de fibra para obtener concretos óptimos para una  $f'c$  especificada > a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto, a los valores de los módulos de rotura del concreto, para diseños de concreto con incorporaciones de fibra de polipropileno de 600g, 1000g y 1500g se obtuvieron resistencias de 50.44, 58.31 y 66.04 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. De las cuales, todas superan a la resistencia del concreto patrón de 49 kg/cm<sup>2</sup>. Pero se trabajará con el concreto con incorporación de 600g, uso de menor cantidad de fibras, cuya resistencia supera a la del concreto patrón en 1.44 kg/cm<sup>2</sup>. De esta manera, se obtienen óptimas resistencias y con bajos costos. Al respecto en Ecuador Lindao y Romero (2018) en su investigación titulada *Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup>*, también obtuvo una  $f'c$  de 44.00 kg/cm<sup>2</sup> para un concreto con incorporación de fibra de polipropileno, la misma que supero en 1.33 kg/cm<sup>2</sup> a la  $f'c$  patrón de 42.67 kg/cm<sup>2</sup>.

## **VI. Conclusiones**

1. Para el objetivo general, se concluyó que la incorporación de la fibra sintética de polipropileno si influye, pero no significativamente, en la dosificación de los diseños de mezcla en lo que se refiere a los asentamientos, en cuanto los valores  $E_c$  y módulo de rotura del concreto si influye de manera favorable para diseño de la Av. Los Laureles, Lurigancho – 2019.
2. Para el primer objetivo específico, se concluyó que la adición de fibra sintética de polipropileno si influye, pero no significativamente, en la dosificación para el diseño de concreto para la Av. Los Laureles, Lurigancho – 2019. Siempre que la incorporación de la cantidad de fibra sintética de polipropileno sea de 600g. Ya que, si la cantidad de fibra aumenta, la propiedad de asentamiento en estado fresco también aumenta y hace que la mezcla sea menos trabajable y a la vez más costosa por tener más cantidad de fibra.
3. Para el segundo objetivo específico, se concluyó que el uso de fibra sintética de polipropileno si influye de manera favorable en los valores del  $E_c$ , calculada en función a las  $f'_c$ , para el diseño de concreto para el pavimento rígido de la Av. Los Laureles, Lurigancho – 2019. Ya que, todas las  $f'_c$ , obtenidas con la incorporación de las fibras, superan la  $f'_c$  patrón y la  $f'_c$  mínima de 350 kg/cm<sup>2</sup>, especificada en el Manual de Suelos y Carreteras del MTC para avenidas con tránsitos mayores a 15'000,000.00 EE.
4. Para el tercer objetivo específico, se concluyó el uso de fibra sintética de polipropileno si influye favorablemente en el  $M_r$ . (esfuerzo a la flexo tracción) para el diseño de concreto para el pavimento rígido de la Av. Los Laureles, Lurigancho – 2019. Ya que, todos los esfuerzos a la flexo tracción alcanzadas con la incorporación de las fibras, superan la  $f'_c$  patrón y la  $f'_c$  mínima de 45 kg/cm<sup>2</sup>, especificada en el Manual de Suelos y Carreteras del MTC para avenidas con tránsitos mayores a 15'000,000.00 EE.

## **VII. Recomendaciones**

1. Con el objeto de mejorar del concreto con sus propiedades mecánicas y aminorar costos de las mezclas de concreto. Según los valores favorables determinados en nuestra investigación se recomienda usar la fibra sintética de polipropileno en las mezclas de concreto, incluso con cantidades hasta por debajo de las recomendaciones en las fichas técnicas según las resistencias que se quieren alcanzar.
2. Se recomienda realizar más ensayos para las mezclas de concreto con la fibra SikaFiber PE tanto estado fresco como endurecido con una incorporación de 600g de este para verificar si cumplen con todos los parámetros de calidad de una mezcla para uso en distintitos proyectos y no solo en obras viales.
3. Dado que los Ec. se calculan a partir de las  $f'c$  y estas varían favorablemente con una incorporación de hasta 600g. Se recomienda probar otros porcentajes por debajo del 100% de esta cantidad ya comprobada para verificar hasta que cantidad de fibra se puede adicionar y que las resistencias a la compresión sigan siendo favorables.
4. Dado que las cantidades de fibra SikaFiber PE incorporadas en el diseño del concreto mejoran considerablemente sus propiedades mecánicas del concreto. Se recomienda su uso para la producción de concretos de alta resistencia. Puesto que, permitirá obtener concretos con resistencias mayores a las especificadas en los proyectos y a la vez permitirá reducir los costos considerablemente siempre que se realicen dosificaciones adecuadas.

## Referencias

Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del Concreto. Lima.

Carrera Proaño, G. J. & Guachamín Gaibor, L. O. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia al desgaste superficial por abrasión en pavimentos de hormigón, empleando fibras sintéticas de polipropileno virgen, usando dos tipos de curado: inmersión y envoltura plástica*. (Quito).

Córdoba Sibaja, Carlos. (2015). *Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos*. (Costa Rica).

Flores Vargas, F. D. & Mamani Mamani, R. A. (2018). *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto Normal, con Fibra Sika Fiber Cho 65-35-NB y con Fibra Sika Fiber Forte PP-48*. (Puno).

González Salcedo L. (2010), *Generalidades sobre las fibras artificiales*. Módulo de lectura para la asignatura Análisis de Estructuras. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

González S., F. (2004), *Manual de supervisión de obras de concreto*. (2,<sup>a</sup>ed.). México: Limusa.

Gutierrez Ramos, María Milagros y Palomino Lazo, Katia del Pilar. 2015. *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción platica*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2015.

Hernández, F. (Febrero, 2007). Concreto reforzado con fibras. *Revista Construcción y Tecnología* (73). Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2007/feb07/problemas1.htm>

Hibbeler C., R. (2006). *Mecánica de materiales*. (3,<sup>a</sup>ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.

Joisel, A. (1981). *Fisuras y grietas en morteros y hormigones*. (5,<sup>a</sup>ed.). España: Editores técnicos asociados, s.a.

Johnston. C., D. (1994). *Fibre.reinforced cement and concrete*. Ln: V. M. Malhorta. *Advances in concrete technology*. 2 ed. Ottawa: V. M. Malhorta, P. 603673.

- Kosmatka, S., & Kerhoff, B. (2004). Diseño y control de mezcla de concreto. (PCA, Ed.) (EB201).
- Manahan, E., S. (2007). Introducción a la química ambiental. España: REVERTÈ.
- Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. (2014). Lima.
- Marroquín Albadan, H. T. & López Castro, M. F. (2019). *Análisis de la respuesta mecánica del concreto hidráulico para pavimentos modificados con fibras de bejuco*. (Colombia).
- Menéndez Acurio, R. (2016). *Ingeniería de pavimentos*. Lima: ICG.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras*. Lima.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima
- Montse G., Escolar S., Latas M. (2002). *Pavimentos nuevos revestimientos*. Barcelona: UPC
- Morales Olivares, J. (2005). *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. Universidad de Piura, Piura.
- Niño Hernández, J. R. (2010). *Tecnología del concreto - Tomo 1 Materiales, Propiedades y Diseño de mezclas*.
- Pablo Luis, J. D. (2018). *Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – 2017*.
- Rivva López. E. (1992). Diseño de Mezclas.
- Rojas Lizama, K. (2017). *Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto*. Trujillo.
- Ruiz Sibaja A., López Ríos J. y Martínez Jiménez J. (Abril, 2005). *La influencia de fibras sintéticas en las propiedades de hormigones frescos*. Revista Ingeniería de Construcción Vol. 20 No1. Chile.
- Salas, A. y Giani, R. (2010). *Tecnología de hormigón avanzada*. Santiago, Chile: UC.

Taylor, G. D. (1994). *Materials in Construction*. London: Longman Scientific & Technical, 2 ed. 284p.

Toirac Corral, José (Enero-Marzo, 2004). *Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón* (29). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/870/87029104.pdf>

Trinidad Torres M. (2005). *Precios unitarios*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

Villanueva, E., & Yaranga, H (2015). *Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el distrito de Lircay, Provincia de Angares, Región Huancavelica*. Lircay: Universidad Nacional de Huancavelica.

anexos

anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

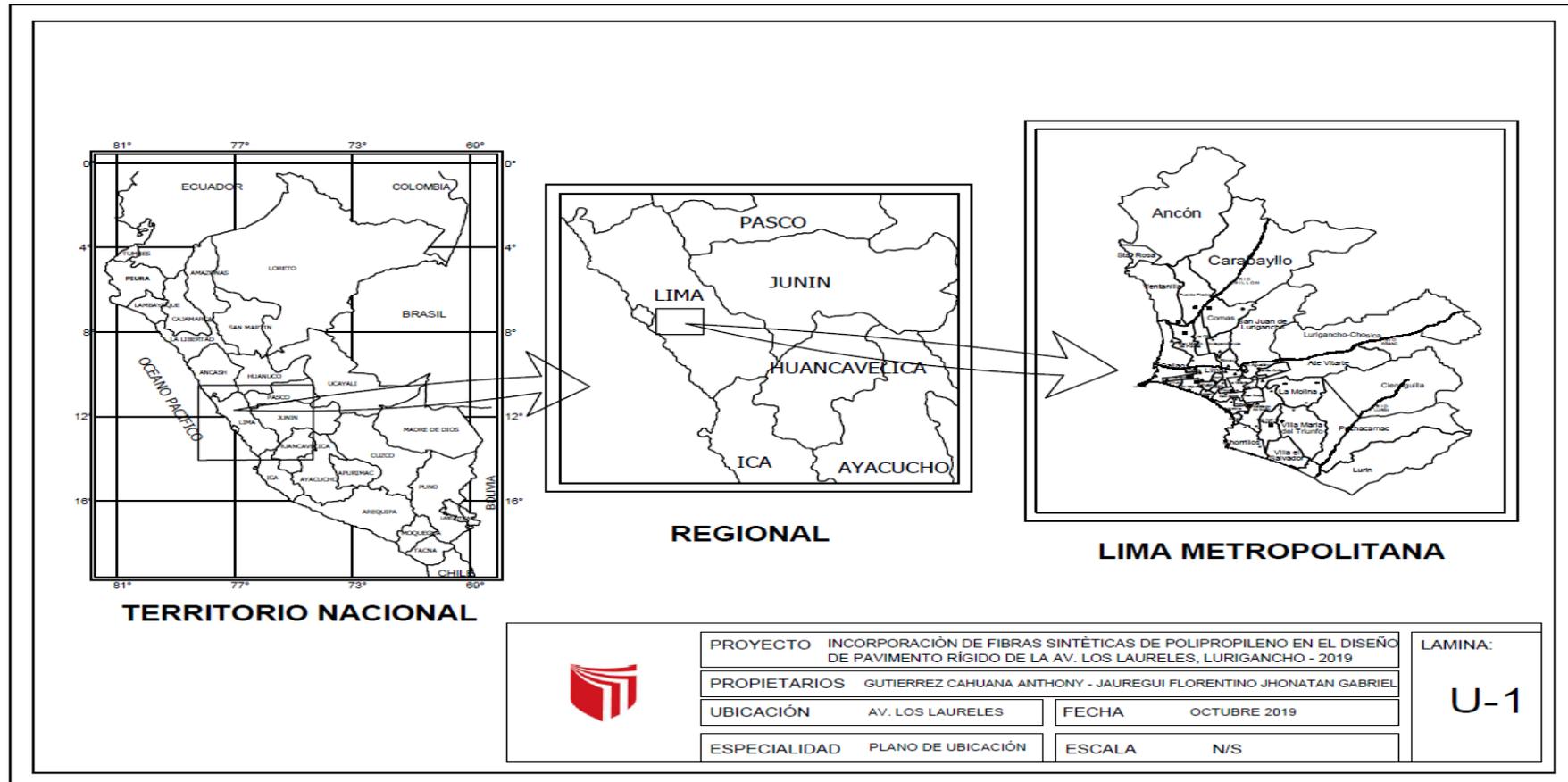
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Variable Independiente</b>  Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno	El polipropileno es un polímero de hidrocarburo sintético cuya fibra está realizada empleando procesos de extrusión mediante estiramiento en caliente del material a través de un troquel. (Villanueva & Yaranga, 2015)	SikaFiber PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concreto. SikaFiber PE, está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados, durante la mezcla se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto formando una red tridimensional muy uniforme (Ficha técnica de SikaFiber PE., 2019).	Propiedades físicas – mecánicas	Las fibras sintéticas pueden disminuir la contracción plástica y la fisuración, también pudiendo ayudar al concreto luego que esta se fisure. La capa ultra delgada del concreto regularmente usa fibras sintéticas para fortalecer sus propiedades para minimizar la formación de baches. (Kosmatha & Kerkoff, 2004)	Absorción de agua	Razón
			Características	La adición de SikaFiber PE sustituye a la armadura a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto. (Ficha técnica de SikaFiber PE., 2019).	Resistencia a la tensión	
					Módulo de elasticidad	
					Elongación de rotura	
					Resistencia a la alcalinidad	
					Fisuración por retracción	
					Índice de tenacidad	
					Resistencia al Impacto	
					Longitud de fibra sintética de polipropileno	
					Tipo de fibra sintética de polipropileno	
Interés económico	En el Perú, es poco lo que se ha hecho por aplicar este tipo de fibra sintética debido al desconocimiento o poca difusión de los métodos y técnicas que son utilizados. Motivado por esta carencia y la gran importancia que puede representar en el aspecto económico aplicarlas oportunamente, se pretende utilizar este método sobre pavimentos rígidos (Morales, 2004).	Precio unitario por m3 de concreto				
Cantidad de fibra por m3 de concreto						
<b>Variable dependiente</b>  Diseño del concreto para el pavimento rígido	Los pavimentos de concreto también son llamados como “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Por otro lado, cuando hablamos de diseño de pavimento rígido es una losa de concreto que absorbe la gran parte de los esfuerzos producidos sobre el pavimento producidas por las cargas del tránsito, a la vez ejerce tensiones muy bajas en la subrasante. (Manual de Suelos y Pavimentos MTC, 2013, p.261).	Las variables de diseño de pavimento rígido son la resistencia a flexo tracción del concreto, el módulo de elasticidad del concreto y el módulo de reacción de la superficie de apoyo de la losa (Manual de suelos y pavimentos MTC, 2013, p.262).	Dosificación del concreto para pavimento rígido	Posteriormente se debe conocer la relación agua-cemento, así mismo se debe conocer la proporción del agregado grueso y fino. Por último, conocer el contenido de aire y el asentamiento (SLUMP). (Niño, 2010, p. 191)	Relación agua - cemento	Razón
			Módulo de elasticidad del concreto	El AASHTO'93 nos dice que el módulo de elasticidad del concreto podrá ser proyectado aplicando una correlación y a la vez la ACI recomienda una correlación (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014, p. 231	Proporción de agregado fino natural	
					Proporción de agregado grueso natural	
					Proporción de fibras de sintéticas	
					Porcentaje de aire atrapado	
					Asentamiento (Slump)	
			Módulo de rotura del concreto	La resistencia al flexo tracción se obtendrá según el ensayo del MTC E 709 para la cual se elaborarán 2 vigas las cuales ensayarán a los 28 días. Así mismo esta resistencia también se obtiene a partir de la resistencia a la compresión del concreto según la correlación del ACI 363(MTC, 2013, p.269).	Resistencia a la compresión	
					Correlación recomendada del ACI	
					Esfuerzo a flexo tracción del concreto	
					Correlación del ACI 363	

## anexo 2: Matriz de consistencia

PROBLEMAS GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	METODOLOGÍA DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>¿Cómo influye la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019?</p>	<p>Determinar la influencia de la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p>	<p>La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p>	<p><b>Método: Científico</b> (Borja, 2012, p.31) <b>Enfoque: Cuantitativo</b> (Hernández et al., 2014, p.4) <b>Tipo: Aplicativo</b> (Borja, 2012, p.10) <b>Diseño: Cuasi – experimental</b> (Borja, 2012, p.15)</p>
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>¿Cómo influye la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el módulo de elasticidad del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019?</p> <p>¿Cómo influye la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el módulo de rotura del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019?</p>	<p>Determinar la influencia de la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el módulo de elasticidad del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el módulo de rotura del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p>	<p>La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en la dosificación del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p> <p>La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el módulo de elasticidad del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p> <p>La incorporación de fibras sintéticas de polipropileno influye en el módulo de rotura del concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019.</p>	<p><b>Población (Borja, 2012, p.30):</b> El presente estudio tendrá como población al Pavimento rígido del Tramo II (Autopista Ramiro Priale – Puente Huaycoloro) del Proyecto de mejoramiento de pistas y veredas de la Av. Quinta Avenida – Avenida Los Laureles.</p> <p><b>Muestra (Hernández et al., 2014, p.173):</b> Debido a que para esta investigación se empleara un muestreo no probabilístico, se determinó que se tomará como muestra solo 1km. de Pavimento Rígido del tramo II entre las progresivas 0+000 y 1+600 de la Avenida Los Laureles.</p> <p><b>Muestreo:</b> Se empleará el muestreo no probabilístico donde según (Borja, 2012, p.32) la delimitación de los grupos no depende de la probabilidad sino más bien del criterio de cada investigador.</p>
			<p><b>TÉCNICA E INSTRUMENTO</b></p> <p><b>Técnica:</b> La técnica será la observación (Borja, 2012, p.33) <b>Instrumento:</b> Formatos de laboratorio.</p>

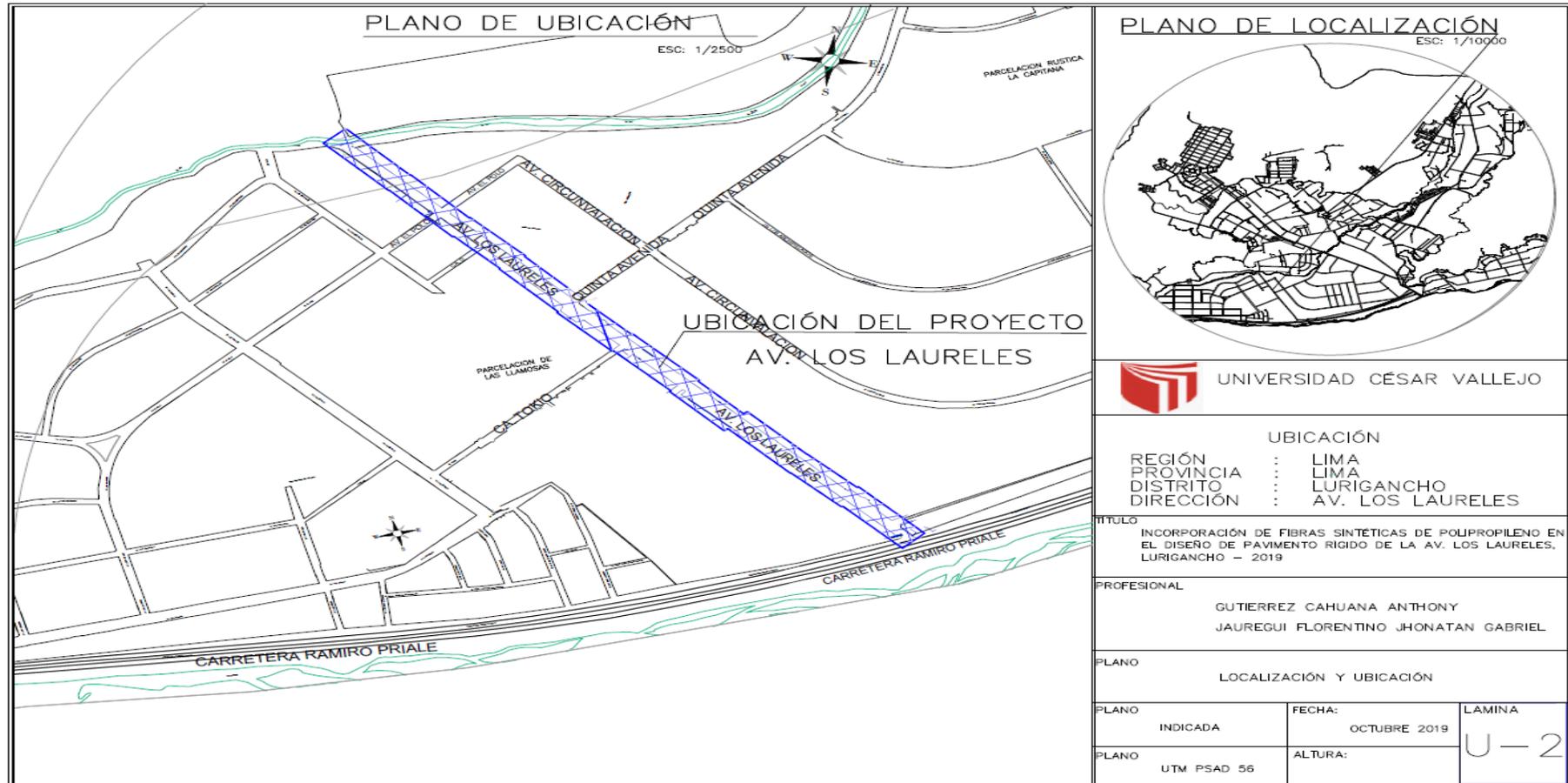
### anexo 3: Planos de ubicación

Figura 1. Mapa de ubicación del proyecto



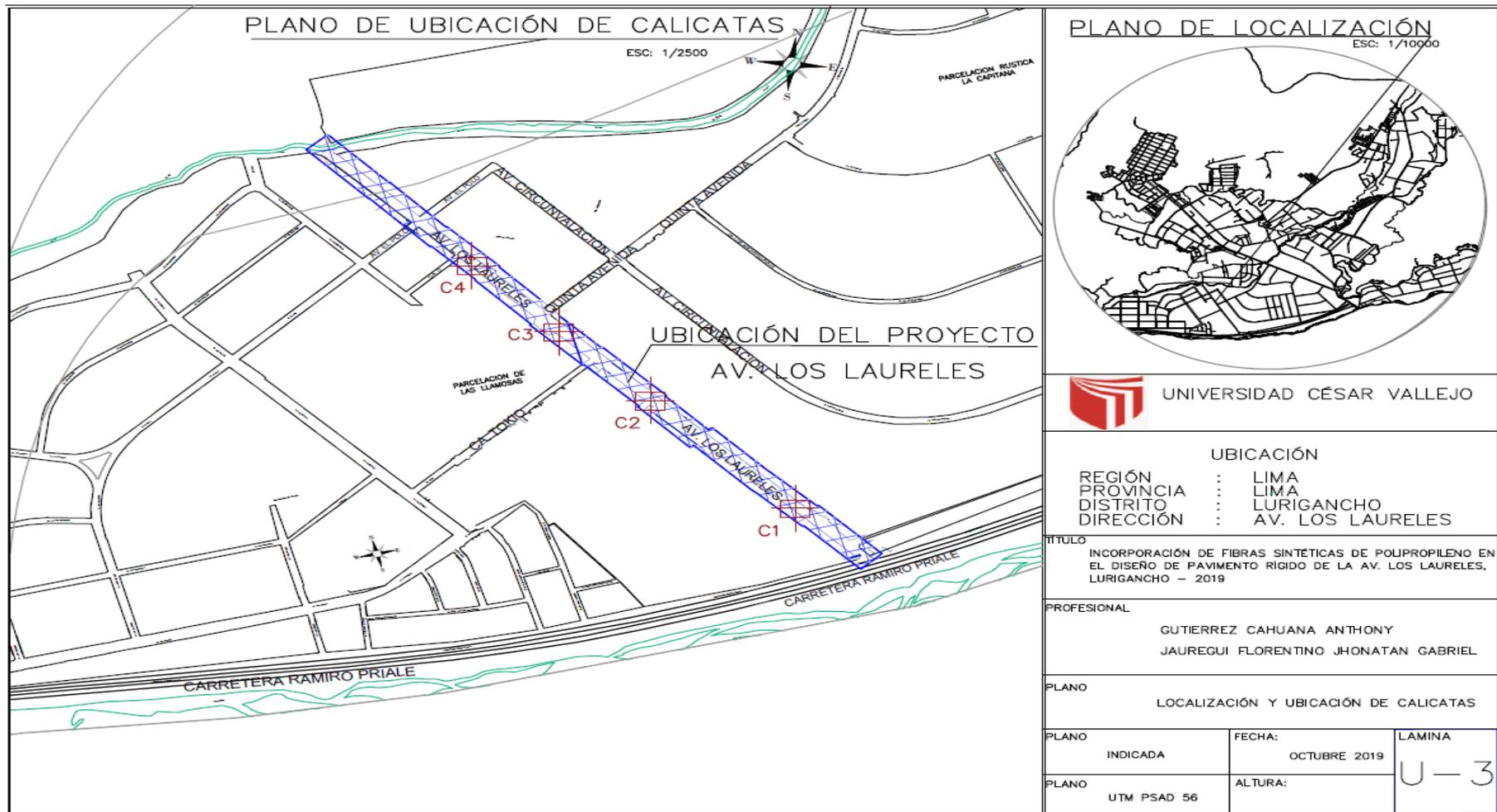
Fuente: Fuente propia

Figura 2. Mapa de ubicación del tramo a estudiar



Fuente: Fuente propia

Figura 3. Ubicación de Calicatas en la Av. Los Laureles



Fuente: Fuente propia



#### anexo 4: Panel fotográfico

Realizamos el conteo vehicular para determinar el índice medio diario anual por el tramo de estudio donde clasificaremos los tipos de vehículos que transitan por la vía, este estudio es fundamental por la información que maneja donde se hacen cálculos para la generación de una demanda generada.



Estudio de tráfico Avenida Los Laureles, de la Carretera Ramiro Priale a la Av. Quinta avenida



Estudio de tráfico Avenida Los Laureles, de la Av. Quinta avenida a la Av. El Polo

Excavación de calicatas donde se extrajo material de fundación para un análisis de CBR en laboratorio



Calicata #2 Avenida Los Laureles



Calicata #3 Avenida Los Laureles

## anexo 5: Ensayos realizados en laboratorio

Realizar el peso unitario del agregado fino



Tamices para realizar la granulometría.



Compactación del agregado fino.



Peso del agregado fino compactado y enrazado en el molde

Realizar el peso unitario del agregado grueso



Enrazado del agregado grueso en el molde.

Gravedad específica y absorción de agregado fino



Secado superficial para conocer el peso específico saturado



Peso específico aparente y la absorción de la muestra fina.

Compactación de suelo utilizando Proctor modificado



Utilizando el pistón manual para el CBR



Realizando el enrazado en el molde para el CBR

## CBR de suelos



PENETRACIÓN CBR	
Tiempo	Penetración (pulg.)
00:30	0.025
01:00	0.050
01:30	0.075
02:00	0.100
03:00	0.150
04:00	0.200
05:00	0.250
06:00	0.300
08:00	0.400
10:00	0.500

Generando carga que penetre la muestra compactada a una velocidad constante controlada.



Prensa empleada para la penetración en el espécimen.

## Elaboración de testigos de concreto



Pesos de la fibra de polipropileno 600g, 1000g y 1500 g.



Peso del agua y los agregados

## Proceso de mezclado



Colocación de los agregados en la mezcladora



Incorporación de fibra SikaFiber PE

Realizando la mezcla para las probetas y las vigas



Proceso de mezclado



Preparación de moldes de probetas, vigas y cono de Abrams, listos para el vaciado de la mezcla



Realizando el compactado con la varilla con una repetición de 25 golpes por capa.



Realizando la medida del asentamiento (slump).



Llenado de probetas y realizando la compactación con la varilla lisa.



Llenado de mezcla en probetas y vigas.



Probetas incorporadas con fibra de polipropileno de 600 g.



Probetas incorporadas con fibra de polipropileno de 1000 g.



Testigos con incorporación de fibra de polipropileno de 1500 g.



Testigos con incorporación de fibra de polipropileno de 600g, 1000g y 1500g.

## Curado de testigos y vigas



Curado de testigos en posa de agua

## Resistencia a la compresión en testigos cilíndricos de 0g, 600g, 1000g, 1500g



Colocación de testigo cilíndrico para la resistencia a la compresión.



Observando la falla que ocurre mediante la rotura



Las roturas se realizarán a los 7, 14 y 28 días.



Retirando el testigo de la máquina de rotura



Observando tipo de falla de la testigo ensayada



Testigos pasadas por la máquina de rotura

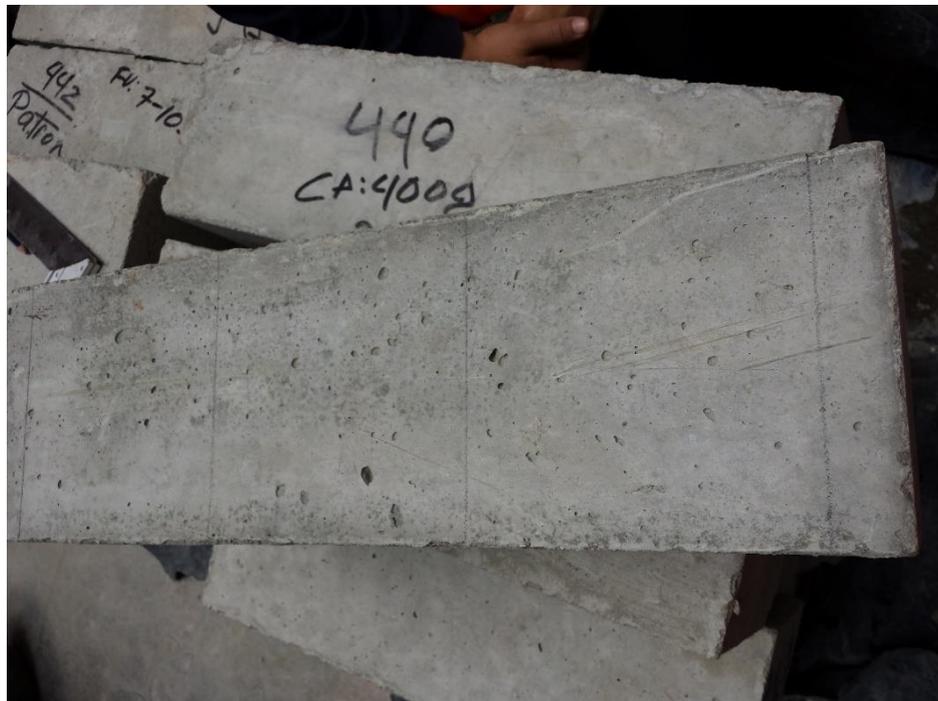
Resistencia a la flexión de concreto de viga con 0g, 600g, 1000g, 1500 g.



Vigas para ser ensayadas a resistencia a la flexión de concreto



Vigas patrón



Viga patrón marcada para ver el límite de rotura



Viga colocada en la máquina para la rotura de viga por flexión



Vigas pasadas por la máquina de rotura por flexión, para cada variación de fibra de polipropileno.

anexo 6: Conteo vehicular



ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	sur - norte
UBICACION	Lurigancho - Lima

DIA	LUNES
FECHA	07-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3
7:00-8:00	20	15	3	19	2	10	7			15	16	2	3	2		2		7	1			4	128
8:00-9:00	20	15	7	29	5	8	2	5		14	17	1	2	1		3		10	1			1	149
9:00-10:00	27	18	12	29	3	8		2		14	15	3	4	1		2		9	2			4	153
10:00-11:00	23	22	9	25	4	12				13	15	3	2	4		4		8	1			1	146
11:00-12:00	18	11	6	13	4	0	1	3		15	17	4	2	1		4		6	2			3	118
12:00-13:00	13	19	6	23	3	13	1	1		14	17	2	3	2		2		9	1			4	133
13:00-14:00	10	11	9	15	5	11	2	1		16	21	2	2	4		2		7	3			2	131
14:00-15:00	10	19	9	32	4	9	2	2		13	15	1	1	1		4		8	5			1	136
15:00-16:00	12	15	3	23	2	10	1			19	11	2	3	4		2		8	4			5	124
16:00-17:00	11	15	7	27	5	8		5		17	20	1	2	4		3		10	2			1	138
17:00-18:00	8	18	12	26	3	8		2		22	7	6	4	5		2		10	4			4	141
18:00-19:00	12	22	9	22	4	12	2			33	16	3	2	4		4		10	2			1	158
19:00-20:00	11	17	11	19	3	11	1	4		14	8	6	4	3		5		7	1			4	129
20:00-21:00	12	15	6	21	5	10	2	4		13	7	5	2	4		2		6	2			1	117
<b>TOTAL</b>	<b>223</b>	<b>232</b>	<b>109</b>	<b>323</b>	<b>52</b>	<b>138</b>	<b>21</b>	<b>29</b>		<b>215</b>	<b>195</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>41</b>		<b>41</b>		<b>115</b>	<b>31</b>			<b>36</b>	<b>1879</b>

TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	sur - norte
UBICACIÓN	Lurigancho - Lima

DIA	Martes
FECHA	08-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3
7:00-8:00	23	15	7	80	2	12	2			11	11	2	4	3		3		9	2			5	131
8:00-9:00	29	16	7	26	5	10		5		12	15	1	2	1		3		8	2			1	143
9:00-10:00	27	21	14	18	3	8	1	2		13	11	3	5	1		3		10	3			4	147
10:00-11:00	26	18	9	25	3	14		2		12	13	4	2	4		4		7	1			1	145
11:00-12:00	20	14	7	23	4	10	2	3		16	11	4	3	2		5		6	3			3	136
12:00-13:00	16	22	6	26	3	10	1	1		18	12	2	4	3		2		9	2			3	140
13:00-14:00	19	17	9	19	5	11	2	2		16	17	2	3	4		2		8	3			2	141
14:00-15:00	14	20	9	28	3	9	2	3		18	18	2	2	2		5		10	3			1	144
15:00-16:00	13	16	3	22	2	11	1			18	15	2	3	3		2		9	2			5	127
16:00-17:00	11	17	9	28	5	8		5		16	15	2	2	4		3		11	1			1	138
17:00-18:00	8	14	12	25	3	8		2		16	14	3	5	5		2		10	2			5	134
18:00-19:00	12	23	9	27	4	12	2			14	13	4	2	4		4		9	1			1	141
19:00-20:00	12	18	10	26	3	12	2	4		16	12	6	3	4		5		9	2			4	148
20:00-21:00	12	18	6	27	3	12	2	4		19	14	5	2	4		4		5	2			1	140
<b>TOTAL</b>	<b>242</b>	<b>254</b>	<b>117</b>	<b>340</b>	<b>48</b>	<b>147</b>	<b>17</b>	<b>33</b>		<b>215</b>	<b>191</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>44</b>		<b>47</b>		<b>120</b>	<b>29</b>			<b>37</b>	<b>1965</b>

TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	Sur - norte
UBICACIÓN	Lurigancho - Lima

DIA	Miércoles
FECHA	09-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER			TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3
7:00-8:00	21	15	6	24	2	12	3	3		20	17	4	5	3		2		6	4			5	152
8:00-9:00	29	17	7	31	5	9	1	5		14	18	4	3	3		4		6	2			1	159
9:00-10:00	28	19	13	30	3	9	2	5		17	15	3	5	2		3		7	3			5	169
10:00-11:00	24	24	9	26	6	13	1	1		19	18	3	3	4		5		7	2			2	167
11:00-12:00	19	11	9	22	6	9	3	3		17	11	3	4	2		5		8	4			3	139
12:00-13:00	13	21	6	23	4	13	1	1		19	12	2	3	2		4		7	3			3	137
13:00-14:00	21	13	12	20	6	12	3	3		19	16	2	4	4		2		9	2			2	150
14:00-15:00	10	20	9	32	4	9	3	3		18	15	1	2	2		4		10	4			2	148
15:00-16:00	13	15	4	23	4	10	2	1		16	13	2	4	2		1		7	2			3	122
16:00-17:00	13	18	9	30	5	9		5		16	14	1	3	4		1		7	1			2	138
17:00-18:00	10	18	12	33	4	8	1	2		12	14	6	6	2		4		9	2			2	145
18:00-19:00	12	23	9	26	5	13	1	1		13	17	4	2	3		3		9	4			1	146
19:00-20:00	14	17	11	25	3	12	1	6		15	17	8	4	4		3		8	1			2	151
20:00-21:00	14	17	6	27	5	10	2	5		21	16	6	3	4		3		8	3			1	148
<b>TOTAL</b>	<b>241</b>	<b>248</b>	<b>122</b>	<b>369</b>	<b>62</b>	<b>148</b>	<b>24</b>	<b>44</b>		<b>236</b>	<b>213</b>	<b>49</b>	<b>51</b>	<b>41</b>		<b>44</b>		<b>109</b>	<b>37</b>			<b>34</b>	<b>2072</b>

TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	Sur norte
UBICACIÓN	Burigomayo - Lima

DIA	JUEVES
FECHA	10-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3			
7:00-8:00	21	17	7	18	3	11	4	3		20	9	3	4	3		3		6	3					4	139
8:00-9:00	29	17	10	19	4	8		6		22	12	3	3	3		3		5	1					2	147
9:00-10:00	28	18	13	31	4	10	1	6		20	17	4	5	3		3		6	3					2	174
10:00-11:00	24	24	10	17	3	12		1		21	18	2	3	3		6		9	3					3	159
11:00-12:00	19	12	7	24	6	9	3	5		19	17	5	4	4		4		8	3					2	161
12:00-13:00	15	20	9	26	4	14	1	1		17	15	2	4	4		2		12	1					3	150
13:00-14:00	18	11	9	23	8	12	2	3		18	16	2	3	5		2		11	2					2	147
14:00-15:00	12	20	9	24	4	9	2	5		18	15	2	2	2		4		10	3					1	142
15:00-16:00	13	17	4	24	5	11	1	1		18	12	3	3	2		3		9	2					4	132
16:00-17:00	11	15	7	22	3	10		3		14	12	3	3	3		4		7	1					1	119
17:00-18:00	8	18	12	24	3	9	1	2		16	14	4	5	2		3		9	2					3	135
18:00-19:00	14	24	10	30	2	14	2			10	13	4	3	2		3		10	1					3	146
19:00-20:00	12	18	11	23	3	11	3	3		9	16	4	4	2		3		8	2					4	136
20:00-21:00	13	21	7	22	3	12	3	4		9	11	2	3	3		3		9	3					2	130
<b>TOTAL</b>	<b>237</b>	<b>252</b>	<b>125</b>	<b>324</b>	<b>55</b>	<b>152</b>	<b>23</b>	<b>43</b>		<b>231</b>	<b>197</b>	<b>43</b>	<b>49</b>	<b>42</b>		<b>46</b>		<b>119</b>	<b>30</b>					<b>36</b>	<b>2007</b>



ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	Sur - norte
UBICACION	Lurigancho - Lima

DIA	Viernes
FECHA	11-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL		
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C3R2		C3R3	
7:00-8:00	24	15	7	20	2	9	1			18	12	2	4	3		3		9	2				5	136
8:00-9:00	29	17	7	29	5	9		4		13	14	1	2	2		3		8	2				1	146
9:00-10:00	27	21	14	30	4	8	1	2		17	12	3	5	1		3		8	3				4	163
10:00-11:00	26	18	10	27	4	9		1		20	14	4	2	4		4		10	1				1	155
11:00-12:00	20	14	7	23	4	8	2	3		17	16	4	4	2		6		9	3				2	144
12:00-13:00	16	22	6	26	3	13	1	1		20	13	2	4	3		2		8	2				3	145
13:00-14:00	19	17	9	19	5	12	2	1		17	16	3	3	5		2		8	3				2	143
14:00-15:00	14	20	9	32	4	8	2	2		17	15	2	2	2		5		9	3				1	147
15:00-16:00	13	16	3	28	2	9	1	1		12	20	2	4	3		3		8	2				4	131
16:00-17:00	11	17	9	25	5	8		4		17	23	2	2	3		3		6	2				2	139
17:00-18:00	8	19	12	23	3	8		4		17	11	4	5	2		2		9	3				3	133
18:00-19:00	12	23	9	22	4	13	2	4		15	12	5	2	4		4		4	2				1	143
19:00-20:00	12	18	10	28	3	12	4	4		18	12	6	4	2		5		5	3				4	150
20:00-21:00	12	18	6	26	5	11	4	3		12	13	5	2	3		4		6	2				1	133
<b>TOTAL</b>	<b>243</b>	<b>255</b>	<b>118</b>	<b>358</b>	<b>53</b>	<b>137</b>	<b>20</b>	<b>34</b>		<b>230</b>	<b>203</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>39</b>		<b>44</b>		<b>112</b>	<b>33</b>				<b>34</b>	<b>2008</b>

TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida los Laureles
SENTIDO	SUR - norte
UBICACIÓN	Lúrigancha - Lima

DIA	Sábado
FECHA	12-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2B1	T2B2	T2B3	T3B1	T3B2	T3B3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
7:00-8:00	18	17	6	21	2	8	3	3		16	15	3	4	3		3		9	5				5	141
8:00-9:00	29	17	11	24	3	6	0	3		15	16	3	3	3		3		12	1				2	156
9:00-10:00	28	10	13	32	3	5	1	3		16	14	2	3	3		3		9	3				2	158
10:00-11:00	24	16	10	30	4	8	0	1		15	16	3	3	3		4		8	1				3	149
11:00-12:00	19	17	7	26	6	9	2	3		17	14	4	4	3		2		7	3				2	145
12:00-13:00	15	15	9	22	4	9	1	1		16	16	1	4	2		1		8	1				2	127
13:00-14:00	18	14	7	19	6	10	2	1		16	12	2	2	4		2		8	3				2	128
14:00-15:00	11	15	6	24	4	9	2	2		13	9	3	1	2		1		5	3				1	111
15:00-16:00	10	15	4	17	4	11	1	1		12	10	2	3	2		2		7	1				2	104
16:00-17:00	10	15	5	17	3	12	0	5		12	12	2	2	3		5		8	1				2	114
17:00-18:00	8	14	10	19	3	11	1	2		11	13	3	2	1		3		6	1				3	111
18:00-19:00	12	15	7	18	2	10	2	3		9	11	2	3	2		3		5	1				1	108
19:00-20:00	11	17	8	16	2	8	2	3		9	11	3	3	2		4		8	1				3	111
20:00-21:00	13	16	4	15	2	8	2	4		6	10	3	2	2		4		4	2				0	97
<b>TOTAL</b>	<b>226</b>	<b>221</b>	<b>107</b>	<b>305</b>	<b>48</b>	<b>124</b>	<b>19</b>	<b>35</b>		<b>183</b>	<b>179</b>	<b>36</b>	<b>34</b>	<b>35</b>		<b>40</b>		<b>104</b>	<b>27</b>				<b>30</b>	<b>1758</b>



Ministerio de Transportes y Comunicaciones

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TRAMO DE LA CARRETERA	Tramo II Avenida Los Laureles
SENTIDO	Sur - norte
UBICACION	Lurigancho - Lima

DIA	Domingo
FECHA	13-10-2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION					SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL	
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3				
7:00-8:00	10	7	7	11	4	9	3	3		15	10	3	4	4		3		4	3			4			4	94
8:00-9:00	13	8	8	10	5	8	0	3		15	12	2	3	3		4		5	1					1	101	
9:00-10:00	13	12	8	8	4	8	1	1		11	9	2	2	2		3		7	3					2	96	
10:00-11:00	12	11	8	9	1	10	0	1		12	13	2	3	3		5		6	2					3	99	
11:00-12:00	10	6	7	10	2	8	2	4		14	17	3	1	1		3		6	2					2	100	
12:00-13:00	8	10	7	15	3	10	1	7		14	13	2	2	2		2		7	1					2	101	
13:00-14:00	8	10	7	15	3	10	1	2		12	13	1	2	2		1		5	1					2	95	
14:00-15:00	7	11	5	15	3	9	1	1		18	13	3	1	1		2		6	2					1	100	
15:00-16:00	8	7	4	17	2	9	1	1		12	12	3	1	1		2		7	2					2	92	
16:00-17:00	6	10	7	17	3	10	0	2		12	15	2	2	2		1		6	1					2	99	
17:00-18:00	6	7	8	26	2	9	1	2		11	10	1	1	1		2		5	1					2	95	
18:00-19:00	6	12	8	21	1	9	1	0		8	8	3	2	2		2		6	2					0	91	
19:00-20:00	6	10	5	18	2	3	1	2		6	6	2	1	1		2		6	1					3	75	
20:00-21:00	12	9	3	18	0	2	0	1		6	6	1	2	2		2		6	2					2	66	
<b>TOTAL</b>	<b>119</b>	<b>130</b>	<b>92</b>	<b>202</b>	<b>35</b>	<b>114</b>	<b>13</b>	<b>24</b>		<b>166</b>	<b>157</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>24</b>		<b>34</b>		<b>82</b>	<b>24</b>				<b>26</b>	<b>1306</b>		

## anexo 7: Diseño de pavimento rígido

1.0 Conteo de tráfico es realizado por días laborables y no laborables.



### RESUMEN ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



TRAMO DE LA CARRETERA	TRAMO II - AVENIDA LOS LAURELES
SENTIDO	SUR - NORTE
UBICACIÓN	AV. LOS LAURELES EN EL DISTRITO LURIGANCHO

DIA	LUNES - DOMINGO
FECHA	07/10/2019 - 13/10/2019

HORA	MOTO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER						TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		B2	B3	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
DIAGRA. VEH.																								
LUNES	223	232	109	323	52	138	21	29	0	215	195	42	36	41	0	41	0	115	31	0	0	36	1879	
MARTES	242	254	117	340	48	147	17	33	0	215	191	42	42	44	0	47	0	120	29	0	0	37	1965	
MIERCOLES	241	248	122	369	62	148	24	44	0	236	213	49	51	41	0	44	0	109	37	0	0	34	2072	
JUEVES	237	252	125	327	55	152	23	43	0	231	197	43	49	42	0	46	0	119	30	0	0	36	2007	
VIERNES	243	255	118	358	53	137	20	34	0	230	203	45	45	39	0	49	0	112	33	0	0	34	2008	
SABADO	226	221	107	305	48	124	19	35	0	183	179	36	39	35	0	40	0	104	27	0	0	30	1758	
DOMINGO	119	130	92	202	35	114	13	24	0	166	157	30	31	27	0	34	0	82	24	0	0	26	1306	
<b>TOTAL</b>	<b>1531</b>	<b>1592</b>	<b>790</b>	<b>2224</b>	<b>353</b>	<b>960</b>	<b>137</b>	<b>242</b>	<b>0</b>	<b>1476</b>	<b>1335</b>	<b>287</b>	<b>293</b>	<b>269</b>	<b>0</b>	<b>301</b>	<b>0</b>	<b>761</b>	<b>211</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>233</b>	<b>12995</b>	
<b>IMDS</b>	<b>219</b>	<b>227</b>	<b>113</b>	<b>318</b>	<b>50</b>	<b>137</b>	<b>20</b>	<b>35</b>	<b>0</b>	<b>211</b>	<b>191</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>109</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>1856</b>	

Para calcular el IMDS se calcula la sumatoria total de los días laborables y no laborables entre 7 días.

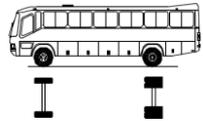
$$TDLabor. = (L+MA+MI +J+V) / 5$$

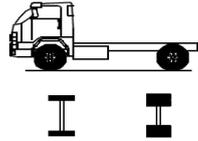
$$TDNLabor. = (S+D) / 2$$

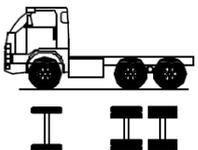
$$IMDs = (5xTDLabor. + 2xTDNLabor.) / 7$$

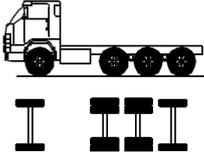
## 2.0 Factor de camión por ejes equivalentes EE.

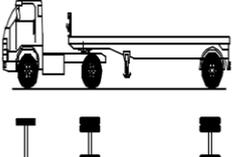
Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

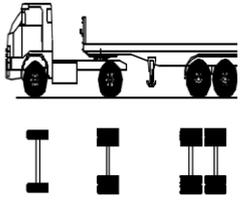
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
B2		$[P/6.6]^{4.1}$	E1	7	1.273	<b>Sumatoria Tn</b>
		$[P/8.2]^{4.1}$	E2	11	3.335	18
					<b>Factor de camión</b>	4.608

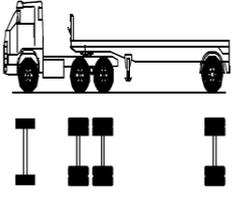
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
C2		$[P/6.6]^{4.1}$	E1	7	1.273	<b>Sumatoria Tn</b>
		$[P/8.2]^{4.1}$	E2	11	3.335	18
					<b>Factor de camión</b>	4.608

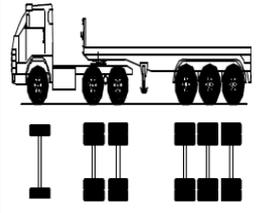
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
C3		$[P/6.6]^{4.1}$	E1	7	1.273	<b>Sumatoria Tn</b>
		$[P/13.3]^{4.1}$	E2	18	3.458	25
					<b>Factor de camión</b>	4.731

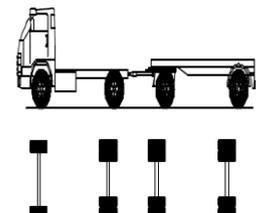
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
C4		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/16.6]4.0	E2	23	3.685	30
					<b>Factor de camión</b>	4.958

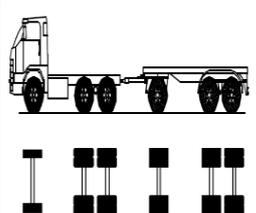
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
T2S1		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/8.2]4.1	E2	11	3.335	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/8.2]4.1	E3	11	3.335	29
					<b>Factor de camión</b>	7.942

Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
T2S2		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/8.2]4.1	E2	11	3.335	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/13.3]4.1	E3	18	3.458	36
					<b>Factor de camión</b>	8.066

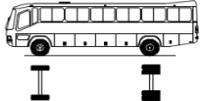
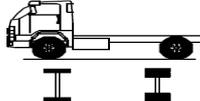
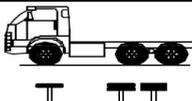
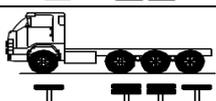
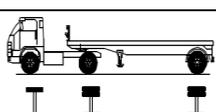
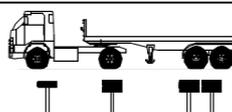
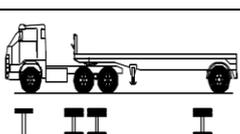
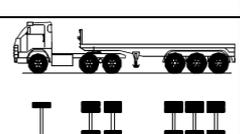
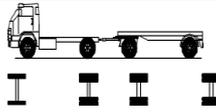
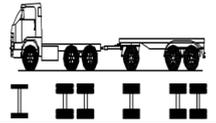
Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
T3S1		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/13.3]4.1	E2	18	3.458	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/8.2]4.1	E3	11	3.335	36
					<b>Factor de camión</b>	8.066

Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
T3S3		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/13.3]4.1	E2	18	3.458	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/17.5]4.0	E3	25	4.165	50
					<b>Factor de camión</b>	8.896

Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
C2R2		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/8.2]4.1	E2	11	3.335	
		[P/8.2]4.1	E3	11	3.335	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/8.2]4.1	E4	11	3.335	40
					<b>Factor de camión</b>	11.277

Configuración vehicular	Gráfico	EE=	Ejes	Peso	Fator E.E	
C3R3		[P/6.6]4.1	E1	7	1.273	
		[P/13.3]4.1	E2	18	3.458	
		[P/8.2]4.1	E3	11	3.335	<b>Sumatoria Tn</b>
		[P/13.3]4.1	E4	18	3.458	54
					<b>Factor de camión</b>	11.524

Cuadro de resumen de Factor de equivalencia, donde el IMDS de cada vehículo pesado se multiplica con su factor de equivalencia donde el resultado es el Esalo.

<b>B2</b>		4.608	18	39.69	35	161
<b>C2</b>		4.608	18	39.69	211	972
<b>C3</b>		4.731	25	55.13	191	904
<b>C4</b>		4.958	30	66.15	41	203
<b>T2S1</b>		7.942	29	63.95	42	334
<b>T2S2</b>		8.066	36	79.38	38	306
<b>T3S1</b>		8.066	36	79.38	43	347
<b>T3S3</b>		8.896	50	110.25	109	970
<b>C2R2</b>		11.277	40	88.2	30	338
<b>C3R3</b>		11.524	54	119.07	33	380
					<b>ESALo</b>	4916

### 3.0 Calculo de Esal

Se identifican los factores de distribución de dirección y el factor de crecimiento acumulado

Cuadro de distribución direccional:

**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

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

Factor de crecimiento acumulado:

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

Donde:

r = Taza de crecimiento anual  $\implies$  r = 5 % = 0.05

n = Periodo de diseño  $\implies$  20 años

Reemplazando:

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

## FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJES

$$ESAL = ESAL_o \cdot 365 \cdot D_d \cdot D_l \cdot \left\{ \frac{1 + r^n}{r} - 1 \right\}$$

**Donde:**

- ESAL<sub>o</sub> = Repeticiones del eje de carga equivalente actual.
- D<sub>d</sub> = Factor de distribución direccional, por lo general se considera 0.5
- D<sub>l</sub> = Factor de distribución de carril.
- r = tasa de crecimiento anual
- n = Período de diseño

$$Esal = Esalo \times 365 \times FD \times FC \times Fca$$

$$Esal = 4916 \times 365 \times 1.00 \times 0.80 \times 33.06$$

$$Esal = 47'460,452.30 \approx 47.5 \text{ E}+06 \text{ kN}$$

### Módulo de rotura:

El módulo de rotura ( $M_r$ ) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión ( $f'_c$ ) del concreto mediante la siguiente regresión.

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

Donde los valores "a" varían entre 1.99 y 3.18

$$F'_c = 350 \text{ kg/cm}^2 \quad a = 2.6$$

Reemplazando:

$$S'_c = 2.6 (350 \text{ kg/cm}^2)^{0.5}$$

$$S'_c = 48.64 \text{ kg/cm}^2 \times 14.2233$$

$$S'_c = 691.84/145.038 \approx 4.77 \text{ Mpa}$$

### 4.0 Propiedades de materiales.

#### Resistencia de compresión del concreto:

$$F'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

### Módulo de elasticidad del concreto:

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$F'c = 350 \text{ kg/cm}^2 \approx 4978.155 \text{ psi}$$

$$E = 57,000 \times (4978.155)^{0.5}$$

$$E = 4021694.3 \text{ psi} \approx 27728.6 \text{ Mpa}$$

### 5.0 Datos de tráfico y otras propiedades

#### Números de ejes equivalentes:

$$E_{sal} = 47'456,704.32 \approx 47.5 \text{ E}+06 \text{ kN}$$

#### Factor de confiabilidad y desviación estándar normal:

Ubicamos nuestra confiabilidad (R), para poder ubicar nuestra desviación estándar normal (ZR).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP <sub>0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	TP <sub>1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	TP <sub>2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	TP <sub>3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	TP <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	TP <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	TP <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	TP <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	TP <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	TP <sub>9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	TP <sub>11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	TP <sub>15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

$$R = 95\%$$

$$Z_r = -1.645$$

## 6.0 Desviación estándar (So)

El rango sugerido por el método AASHTO 93 varía entre  $0.30 < So < 0.40$ , sin embargo, en el manual del MTC se sugiere utilizar un So de 0.35.

Considerando la variación, en la presente investigación se utilizó una desviación estándar de  $So = 0.31$ .

## 7.0 Módulo de reacción de la subrasante – K [Mpa/m]

### 7.1 Método AASHTO

#### Datos de la subbase:

CBR = 51.4%                      Espesor de subbase = 20 cm

Si CBR < 10

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

Si CBR > 10

$$K1 = 46 + 9.08 (\text{LOG(CBR)})^{4.34}$$

$$K1 = 46 + 9.08 (\text{LOG}(51.4))^{4.34}$$

$$K1 = 139.40 \text{ Mpa/m}$$

#### Datos del suelo de fundación:

CBR = 42.3%

Si CBR < 10

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

Si CBR > 10

$$K1 = 46 + 9.08 (\text{LOG(CBR)})^{4.34}$$

$$K1 = 46 + 9.08 (\text{LOG}(42.3))^{4.34}$$

$$K1 = 120.95 \text{ Mpa/m}$$

### Módulo de reacción compuesto de la subrasante (K)

$$Kep = (1 + (h/38)^2 * (K1/K2)^{2/3})^{0.5} * K1$$

$$Kep = (1 + (h/38)^2 * (K1/K2)^{2/3})^{0.5} * K1$$

$Kep = 128.15 \text{ Mpa/m} \approx 467.74 \text{ pci}$

### 8.0 Serviciabilidad inicial y final

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00	1.50

Ubicamos nuestros índices de serviciabilidad:

Índice de serviciabilidad inicial (pi) = 4.5

Índice de serviciabilidad final (pf) = 3                      PSI = 1.5

### 9.0 Transferencia de cargas (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	3.8

El valor de coeficiente de transmisión de carga es J = 2.8.

## 10.0 Coeficiente de drenaje (Cd)

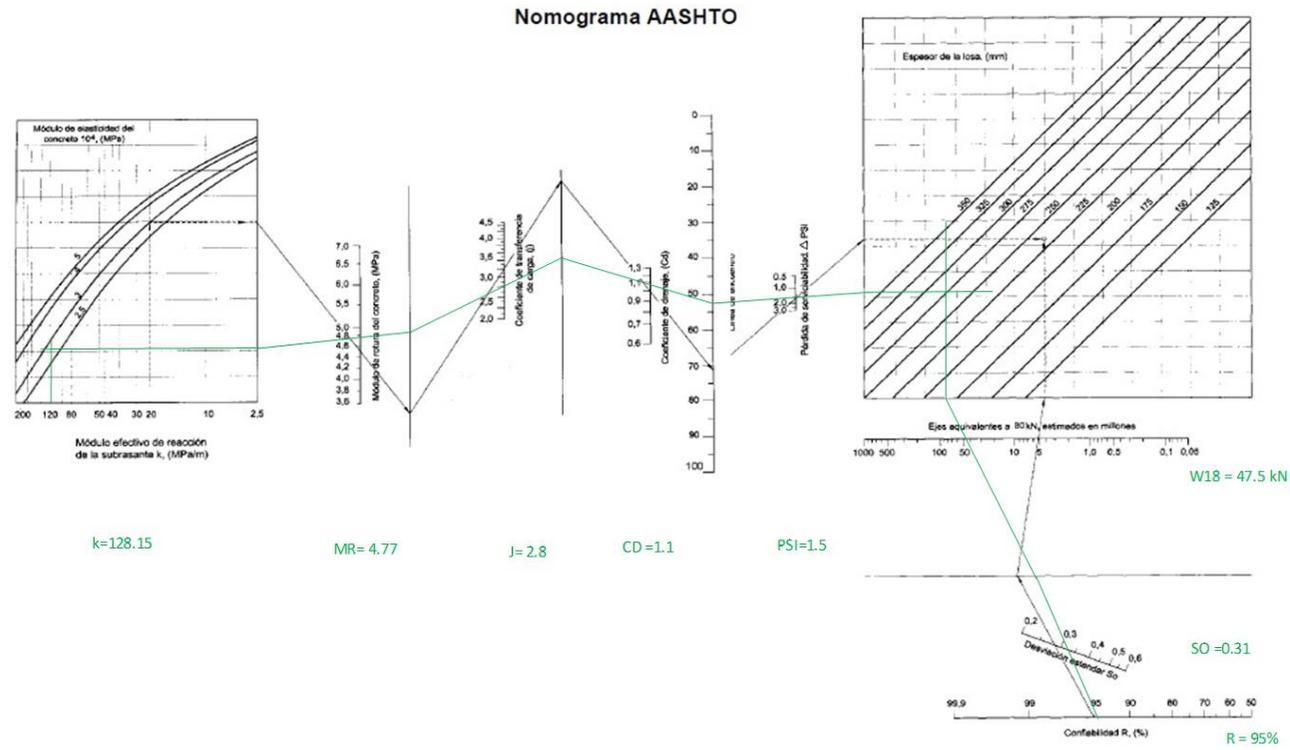
Calidad de Drenaje	% del tiempo en que el pavimento esta expuesto a niveles de humedad próximos a la saturacion			
	< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 -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

Se tomó el CD = 1.10 por el tipo de suelo.

Estos valores se aplicarán para el diseño del pavimento por medio del monograma de ASSHTO 93 y luego verificar con un software con conversión de los datos a psi.

Datos AASHTO 93		
K	=	128.15
Mpa/m		
EC	=	2.77
Mpa/m		
MR	=	4.77
J	=	2.8
CD	=	1.10
PSI	=	1.5
W18	=	47.5 kN
So	=	0.31
R	=	95%

Ingresando los datos obtenidos para nuestro diseño al monograma, se obtiene como resultado un espesor de losa de 27.7cm  $\approx$  28cm



Comprobando el software ecuación AASHTO 93 el espesor de la carpeta de rodadura, donde se obtiene 11.2" como espesor de losa.

11.2"  $\approx$  28.448 cm  $\approx$  28.5 cm

## 11. Dimensionamiento del pavimento

Se desarrolla el dimensionamiento del pavimento conociendo la longitud y el ancho de la vía.

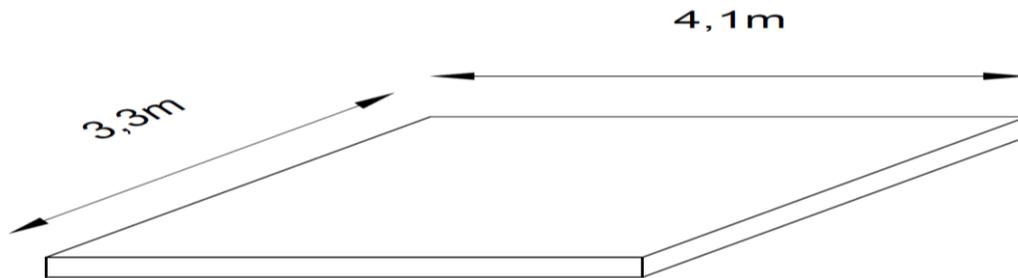
Ancho de vía: 6.60 m (con 3.30 metros para cada carril)

Longitud de vía: 1000 m = 1km

### 11.1 Dimensionamiento de losa:

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

Se determina según las características del pavimento que la separación por juntas de ancho será de 3.30m, siendo esta la mitad del ancho de vía con una longitud de 4.10m.



**Datos de vía**

Ancho de vía	6.6	m
longitud de vía	1000	m
espesor de losa	28.5	m

**Cantidad de paños de acuerdo al ancho y longitud de la losa**

	1	2	3	4
ancho	2.4	2.2	2.0	1.8
largo	303.0	270.3	243.9	222.2

### 11.2 Transferencia de carga mediante pasadores o dowells:

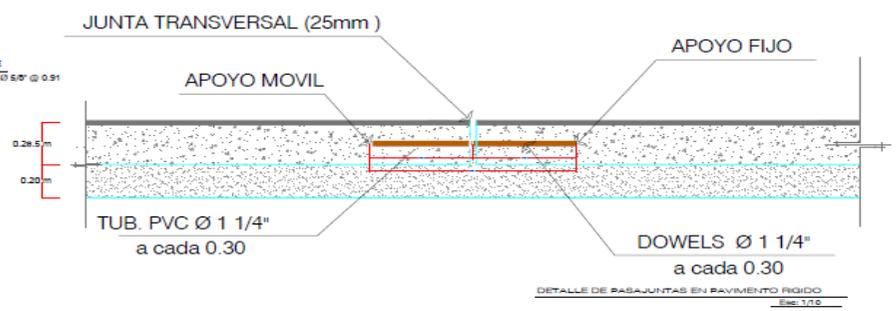
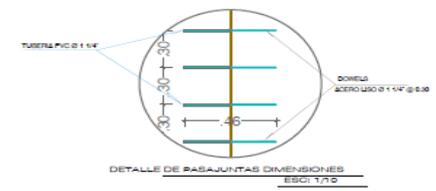
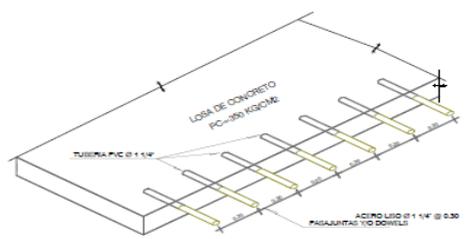
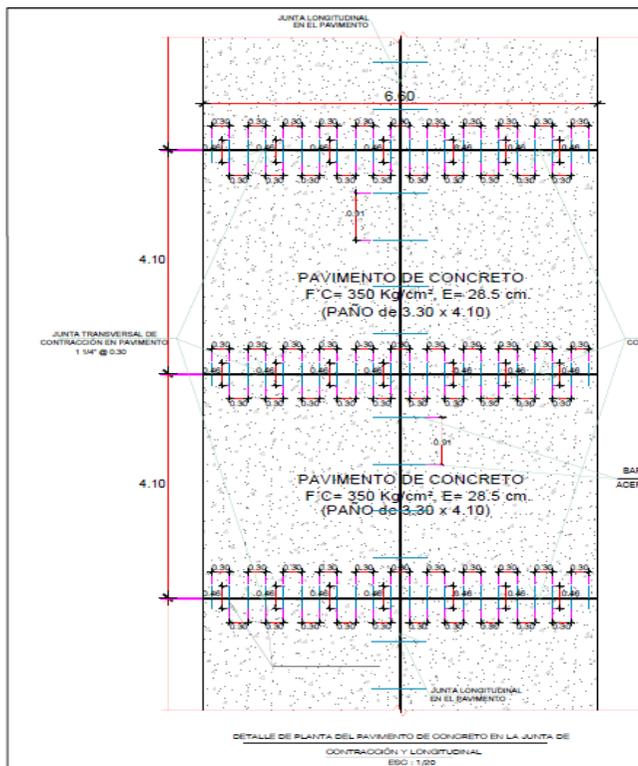
Se usa con relación del espesor de losa  $e = 285$  mm, las características del pasador proporcionado por el MTC.

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		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

## Barras de amarre

Se especifica mediante el espesor de la losa  $e = 285$  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



	<b>PROYECTO</b> INCORPORACIÓN DE FIBRAS SINTÉTICAS DE POLIPROPILENO EN EL DISEÑO DE CONCRETO PARA EL PAVIMENTO RÍGIDO, AVENIDA LOS LAURELES, LURIGANCHO, 2019		<b>LAMINA:</b>  <h1>D-1</h1>
	<b>PROPIETARIOS</b> GUTIERREZ CAHUANA ANTHONY - JAUREGUI FLORENTINO JHONATAN GABRIEL		
	<b>UBICACIÓN</b> AV. LOS LAURELES	<b>FECHA</b> DICIEMBRE 2019	
	<b>ESPECIALIDAD</b> DETALLES CONSTRUCTIVOS	<b>ESCALA</b> N/S	



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaFiber® PE

### FIBRA SINTÉTICA PARA EL REFUERZO DE CONCRETO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

#### USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- Mortero y concreto proyectado (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

A los concretos a los que se agregado SikaFiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Bolsa de 600 g
<b>Apariencia / Color</b>	Fibra de color crema
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.
<b>Densidad</b>	1.17 kg/L

## INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	< 2%
Resistencia a la Tensión	468 kg/cm <sup>2</sup>
Módulo de Elasticidad	15,000 kg/cm <sup>2</sup>
Elongación de Rotura	26%
Resistencia a la Alcalinidad	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Se agrega, en planta o a pie de obra, directamente a la mezcla de concreto o mortero. Una vez añadido el SikaFiber® PE, basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. No disolver en el agua de amasado.

### DOSIFICACIÓN

- Hasta  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ , utilizar 600 g de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.
- Para concretos de alta resistencia, mayores a  $f'c = 300 \text{ kg/m}^2$ , utilizar 1 kg de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.
- Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de SikaFiber® PE por m<sup>3</sup> de concreto.

## LIMITACIONES

SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. La adición de SikaFiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado. La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

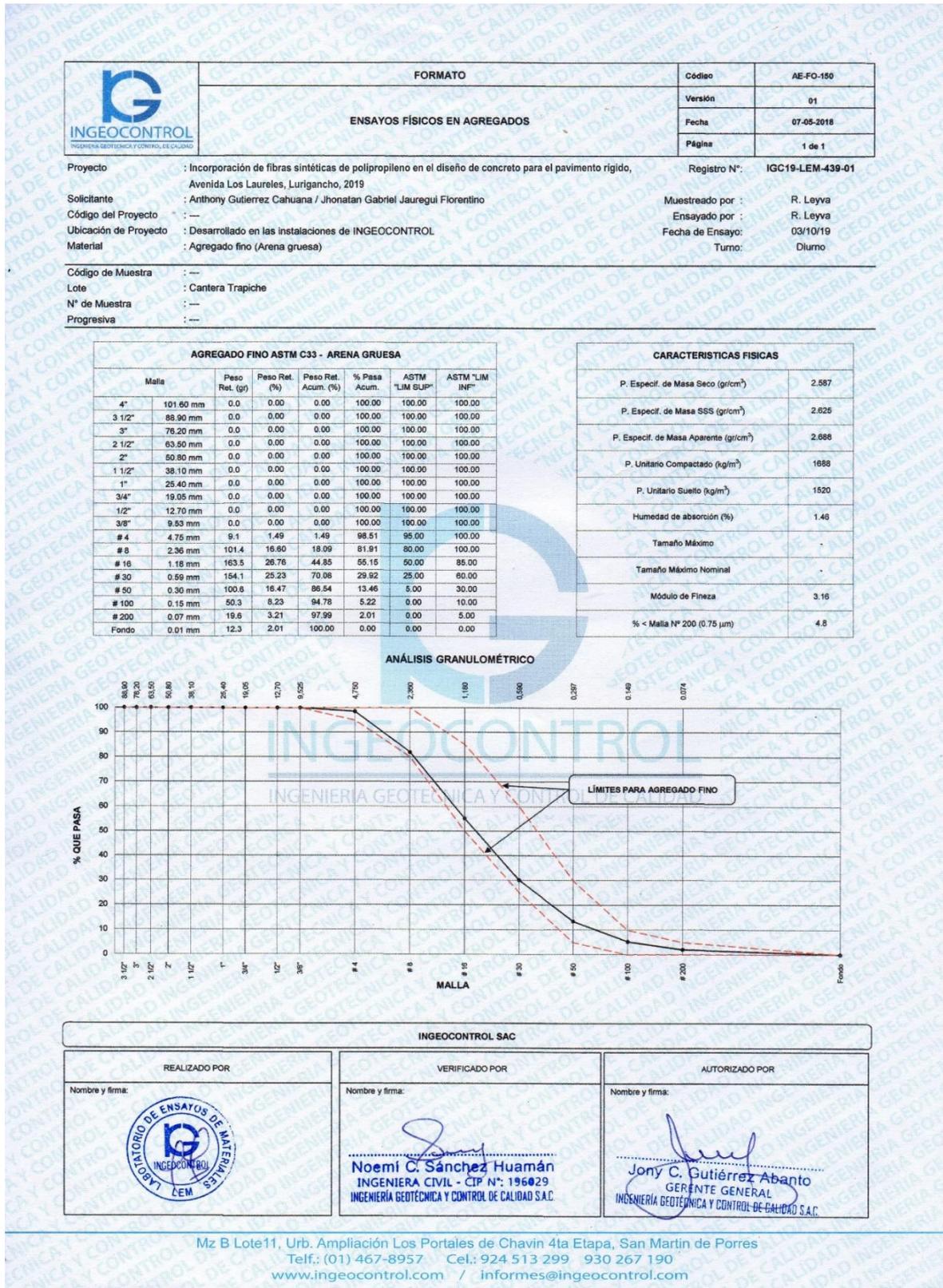
Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



# anexo 9: Resultados de laboratorio





FORMATO

Código: AE-FO-160

ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS

Versión: 01

Fecha: 07-05-2018

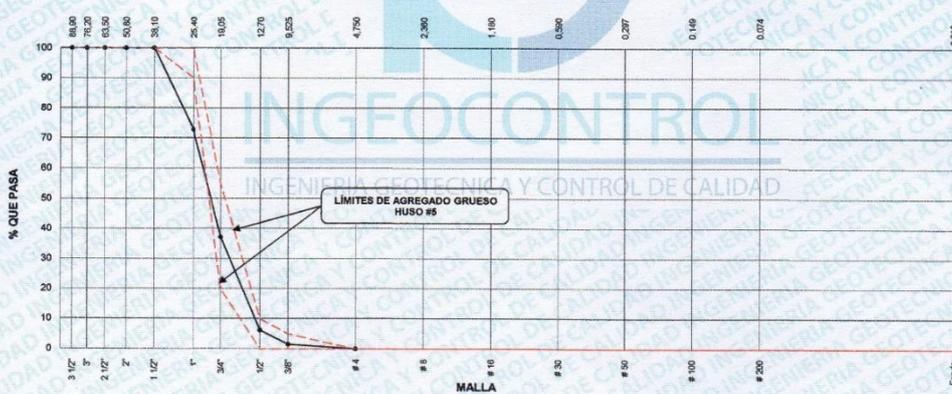
Página: 1 de 1

**Proyecto:** Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019. **Registro N°:** IGC19-LEM-442-02  
**Solicitante:** Anthony Gutiérrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino. **Muestreado por:** R. Leyva  
**Código del Proyecto:** ---. **Ensayado por:** R. Leyva  
**Ubicación de Proyecto:** Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL. **Fecha de Ensayo:** 03/10/19  
**Material:** Agregado grueso. **Turno:** Diurno  
**Código de Muestra:** ---  
**Lote:** Cantera Trapiche  
**N° de Muestra:** ---  
**Progresiva:** ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 5						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	1116	27.21	72.79	90.00	100.00
3/4"	19.05 mm	1463	35.67	62.87	37.13	20.00
1/2"	12.70 mm	1271	30.98	93.86	6.14	0.00
3/8"	9.53 mm	191	4.66	98.51	1.49	0.00
# 4	4.75 mm	61	1.49	100.00	0.00	0.00
# 8	2.36 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	0	0.00	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.545
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.560
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.585
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1585
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1483
Humedad de absorción (%)	0.62
Tamaño Máximo	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1 -
Módulo de Fineza	7.51
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.62

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC		
REALIZADO POR	VERIFICADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-93
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019. **REGISTRO N°:** IGC18-LEM-439-04  
**SOLICITANTE** : Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino. **REALIZADO POR** : R. Leiva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- **REVISADO POR** : N. Sánchez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Realizado en las instalaciones de INGENCOCONTROL. **FECHA DE VACIADO** : 12/10/19  
**FECHA DE EMISIÓN** : 12/10/19 **TURNO** : Diurno  
**Agregado** : Ag. Grueso / Ag. Fino **F'c de diseño**: 350 kg/cm2  
**Procedencia** : Cantera Trapiche **Asentamiento**: 3" - 4"  
**Cemento** : Cemento Sol tipo I **Código de mezcla**: **FIBRA 600g**

- |  |   |
|--|---|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 550 kg      |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0.40               | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas                |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 220 L   | 7. CÁLCULO DE ADITIVO<br>0.00 kg x m3 = 0.0% / Cto            |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1.5%            | 8. CÁLCULO DE FIBRAS SINTÉTICAS (Sika Fiber PE)<br>600 g x m3 |

**8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS**

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1768 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3						
Aire	---	0.0150 m3						
Aditivo	1000 kg/m3	0.0000 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2545 kg/m3	---	0.20%	0.62%	7.81	1482	1585	
Agregado fino	2587 kg/m3	---	0.60%	1.46%	3.16	1463	1585	
Volumen de pasta		0.4118 m3						
Volumen de agregados		0.5882 m3						

- |   |  |
|---|--|
| <b>9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</b><br>Agregado grueso 52.0% = 0.3058 m3 = 778 kg<br>Agregado fino 48.0% = 0.2823 m3 = 730 kg | <b>12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA</b> 0.048 m3<br>Cemento Sol tipo I 26.40 kg<br>Agua 11.02 L<br>Aditivo 0.0 g = 0 mL<br>Agregado grueso 37.4 kg<br>Agregado fino 35.3 kg<br>Sika Fiber PE 28.8 g<br>Slump Obtenido 2.314" |
| <b>10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b><br>Agregado grueso 780 kg<br>Agregado fino 735 kg                | <b>13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</b><br>CEM   A.F.   A.G.   ADIT.   FIBRA   AGUA<br>1 : 1.4 : 1.44 : 0. mL : 46.4 g : 17.7 L / bolsa   |

**OBSERVACIONES:**  
\* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
\* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENCOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>FORMATO</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-93</b>
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO</b> <b>REFERENCIA ACI 211</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>PROYECTO</b>	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	<b>REGISTRO N°:</b>	<b>IGC18-LEM-439-06</b>
<b>SOLICITANTE</b>	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	<b>REALIZADO POR :</b>	R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---	<b>REVISADO POR :</b>	N. Sánchez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Realizado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD	<b>FECHA DE VACIADO :</b>	12/10/19
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 12/10/19	<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Agregado</b>	: Ag. Grueso / Ag. Fino	<b>F'c de diseño:</b>	350 kg/cm2
<b>Procedencia</b>	: Cantera Trapiche	<b>Asentamiento:</b>	3" - 4"
<b>Cemento</b>	: Cemento Sol tipo I	<b>Código de mezcla:</b>	<b>FIBRA 1000g</b>

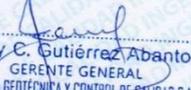
- |  |  |
|--|--|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>F'cr = 446 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 550 kg       |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0.40               | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m3 = 12.9 Bolsas                 |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 220 L   | 7. CÁLCULO DE ADITIVO<br>0.00 kg x m3 = 0.0% / Clo             |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 1.5%            | 8. CÁLCULO DE FIBRAS SINTÉTICAS (Sika Fiber PE)<br>1000 g x m3 |

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Sol tipo I	3110 kg/m3	0.1768 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2200 m3						
Aire	---	0.0150 m3						
Aditivo	1000 kg/m3	0.0000 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2545 kg/m3	---	0.20%	0.62%	7.61	1482	1585	
Agregado fino	2587 kg/m3	---	0.80%	1.46%	3.16	1483	1585	
Volumen de pasta		0.4118 m3						
Volumen de agregados		0.5882 m3						

- |  |   |
|--|---|
| 9. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS<br>Agregado grueso 52.0% = 0.3058 m3 = 778 kg<br>Agregado fino 48.0% = 0.2823 m3 = 730 kg | 12. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.048 m3<br>Cemento Sol tipo I 26.40 kg<br>Agua 11.02 L<br>Aditivo 0.0 g = 0 mL<br>Agregado grueso 37.4 kg<br>Agregado fino 35.3 kg<br>Sika Fiber PE 48.0 g<br>Slump Obtenido 2" |
| 10. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD<br>Agregado grueso 786 kg<br>Agregado fino 735 kg                | 13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA<br>CEM : A.F. : A.G. : ADIT. : FIBRA : AGUA<br>1 : 1.4 : 1.44 : 0. mL : 77.3 g : 17.7 L / bolsa   |
| 11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD<br>Agua 238 L  |   |

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

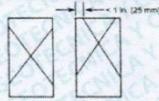
<b>INGEOCONTROL SAC</b>			
<b>TECNICO LEM</b>	<b>D:</b>	<b>JEFE LEM</b>	<b>D:</b>
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		<b>CCC - LEM</b>	<b>D:</b>
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:



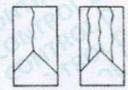
	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	30-04-2018
			<b>Página</b>	1 de 1
<b>PROYECTO</b>	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019		<b>REGISTRO N°:</b>	IGC19-LEM-439-07
<b>SOLICITANTE</b>	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jonathan Gabriel Jauregui Florentino		<b>REALIZADO POR :</b>	C. Amaringo
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---		<b>REVISADO POR :</b>	J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL		<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	Indicada
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 09/11/2019		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido			
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
<b>F'c de diseño</b>	: 350 kg/cm2			

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F'c
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/19	17/10/19	7	10.11	20	3	1.98	33070.0	412 kg/cm2	117.7%
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/19	17/10/19	7	10.23	20	3	1.96	30830.0	375 kg/cm2	107.2%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/19	17/10/19	7	10.15	20	5	1.97	33810.0	418 kg/cm2	119.4%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 01	12/10/19	19/10/19	7	10.17	20	3	1.97	33050.0	407 kg/cm2	116.2%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 02	12/10/19	19/10/19	7	10.04	20	3	1.99	35020.0	442 kg/cm2	126.4%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 03	12/10/19	19/10/19	7	9.95	20	3	2.01	32160.0	414 kg/cm2	118.2%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 01	12/10/19	19/10/19	7	10.16	20	4	1.97	34060.0	420 kg/cm2	120.0%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 02	12/10/19	19/10/19	7	10.11	20	2	1.98	33810.0	421 kg/cm2	120.3%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 03	12/10/19	19/10/19	7	10.25	20	3	1.95	34920.0	423 kg/cm2	120.9%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 01	12/10/19	19/10/19	7	10.21	20	4	1.96	35260.0	431 kg/cm2	123.0%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 02	12/10/19	19/10/19	7	10.18	20	3	1.96	34310.0	422 kg/cm2	120.4%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 03	12/10/19	19/10/19	7	10.23	20	2	1.96	34290.0	417 kg/cm2	119.2%



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



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



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



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



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



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

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

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

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

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4%	6.6%
Field conditions	2.9%	7.8%
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2%	9.0%
		10.6%

Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

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

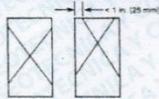
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

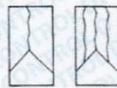
PROYECTO	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	REGISTRO N°:	IGC19-LEM-439-08
SOLICITANTE	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: --	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL	FECHA DE ENSAYO :	Indicada
FECHA DE EMISIÓN	: 09/11/2019	TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	: 350 kg/cm2		

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F'c
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/19	24/10/19	14	10.17	20	1	1.97	35910.0	442 kg/cm2	126.3%
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/19	24/10/19	14	10.15	20	3	1.97	34760.0	430 kg/cm2	122.7%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/19	24/10/19	14	10.11	20	5	1.98	32680.0	407 kg/cm2	116.3%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 01	12/10/19	26/10/19	14	10.31	20	3	1.94	355.0	434 kg/cm2	123.9%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 02	12/10/19	26/10/19	14	10.12	20	3	1.98	354.0	448 kg/cm2	128.2%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 03	12/10/19	26/10/19	14	10.23	20	3	1.96	352.0	437 kg/cm2	124.8%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 01	12/10/19	26/10/19	14	10.18	20	4	1.96	364.0	456 kg/cm2	130.3%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 02	12/10/19	26/10/19	14	10.22	20	2	1.96	365.8	455 kg/cm2	129.9%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 03	12/10/19	26/10/19	14	10.05	20	3	1.99	363.1	466 kg/cm2	133.1%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 01	12/10/19	26/10/19	14	10.2	20	4	1.96	368.0	459 kg/cm2	131.2%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 02	12/10/19	26/10/19	14	10.14	20	3	1.97	366.0	462 kg/cm2	132.0%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 03	12/10/19	26/10/19	14	10.12	20	2	1.98	369.0	468 kg/cm2	133.7%



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



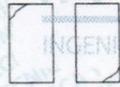
Tipo 2  
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.



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



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



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



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

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

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

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

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation<sup>a</sup>      Acceptable Range<sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths  
2 cylinders      3 cylinders

6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4%	6.6%	7.8%
	Field conditions	2.9%	6.0%	9.5%
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2%	9.0%	10.6%

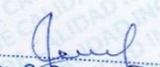
Fuente: ASTM C39

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

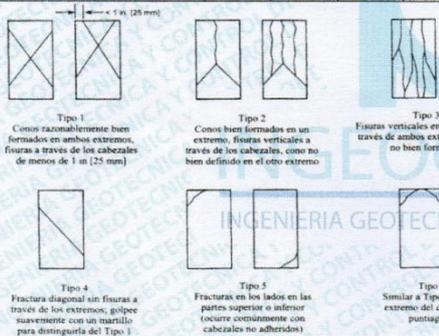
- \* Muestras elaboradas y curadas en las instalaciones de INGEOCONTROL a condiciones de laboratorio
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización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

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-439-09
SOLICITANTE	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jonathan Gabriel Jauregui Florentino		REALIZADO POR :	C. Amaringo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGENEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	Indicada
FECHA DE EMISIÓN	: 11/11/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 4" x 8"			
F'c de diseño	: 350 kg/cm2			

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (kg)	ESFUERZO	% F'c
Concreto Patrón Probeta N° 01	10/10/19	07/11/19	28	10.07	20	5	1.99	34005.0	427 kg/cm2	122.0%
Concreto Patrón Probeta N° 02	10/10/19	07/11/19	28	10.19	20	3	1.96	38356.6	470 kg/cm2	134.4%
Concreto Patrón Probeta N° 03	10/10/19	07/11/19	28	10.27	20	3	1.95	38959.5	470 kg/cm2	134.4%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 01	12/10/19	09/11/19	28	9.92	20	3	2.02	36998.1	479 kg/cm2	136.8%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 02	12/10/19	09/11/19	28	10.13	20	3	1.97	37312.7	463 kg/cm2	132.3%
Concreto con Fibra 600g Probeta N° 03	12/10/19	09/11/19	28	9.91	20	3	2.02	34326.8	445 kg/cm2	127.2%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 01	12/10/19	09/11/19	28	9.93	20	3	2.01	38147.3	493 kg/cm2	140.7%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 02	12/10/19	09/11/19	28	10.14	20	3	1.97	38051.3	471 kg/cm2	134.6%
Concreto con Fibra 1000g Probeta N° 03	12/10/19	09/11/19	28	10.16	20	3	1.97	38362.4	473 kg/cm2	135.2%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 01	12/10/19	09/11/19	28	9.9	20	2	2.02	38884.2	505 kg/cm2	144.3%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 02	12/10/19	09/11/19	28	10.14	20	2	1.97	37982.0	470 kg/cm2	134.4%
Concreto con Fibra 1500g Probeta N° 03	12/10/19	09/11/19	28	9.93	20	4	2.01	41131.1	531 kg/cm2	151.7%



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

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

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

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>b</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

FIG. 2 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos  
Fuente: ASTM C39

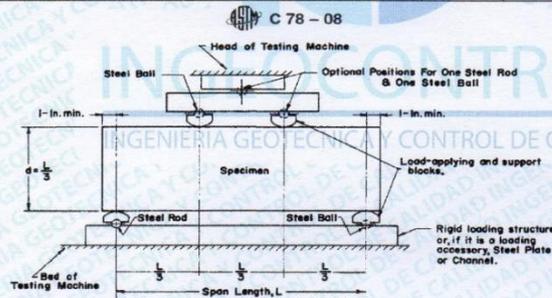
- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras elaboradas y curadas en las instalaciones de INGENEOCONTROL a condiciones de laboratorio
  - \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	<b>QCC - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019		REGISTRO N°:	IGC19-LEM-439-10
SOLICITANTE	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino		REALIZADO POR :	J. Gutiérrez
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Realizado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	11/11/19
FECHA DE EMISIÓN	: 11/11/2019		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Prismas de concreto endurecido			
F'c de diseño	: 350 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Patrón Viga N° 01	10/10/19	07/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	50 kg/cm2
Concreto Patrón Viga N° 02	10/10/19	07/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	48 kg/cm2
Concreto con Fibra 600g Viga N° 01	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	47.0	50 kg/cm2
Concreto con Fibra 600g Viga N° 02	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	48.0	50 kg/cm2
Concreto con Fibra 1000g Viga N° 01	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	49.0	58 kg/cm2
Concreto con Fibra 1000g Viga N° 02	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	50.0	58 kg/cm2
Concreto con Fibra 1500g Viga N° 01	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	51.0	64 kg/cm2
Concreto con Fibra 1500g Viga N° 02	12/10/19	09/11/19	28 días	TERCIO CENTRAL	52.0	68 kg/cm2



Fuente: ASTM C78

**OBSERVACIONES:**

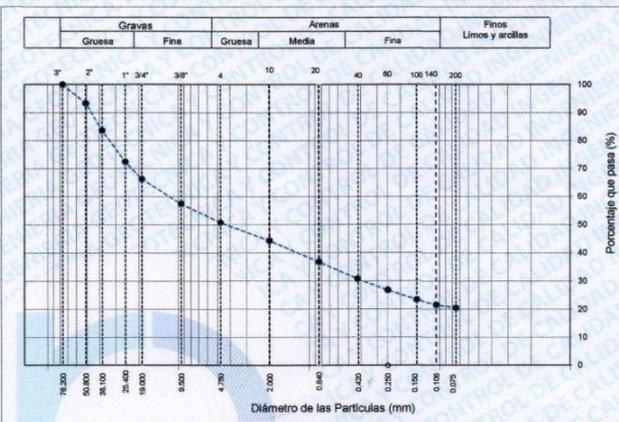
- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FQ-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2016
		Página	1 de 1

Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-439-18
Solicitante	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	Fecha de Ensayo:	11/10/19
Código de Proyecto	: ---	Turno:	Diurno
Procedencia	: Cantera Huachipa	Profundidad:	--- m
Sondaje / Calicata	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Sub base	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

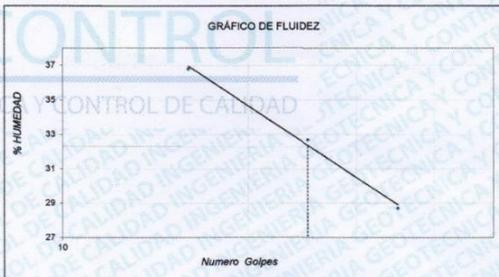
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	93.3	
1 1/2"	38.100	83.7	
1"	25.400	72.5	
3/4"	19.000	66.3	
3/8"	9.500	57.4	
N° 4	4.750	50.8	
N° 10	2.000	44.4	
N° 20	0.840	36.8	
N° 40	0.425	30.8	
N° 60	0.250	26.8	
N° 100	0.150	23.5	
N° 140	0.106	21.5	
N° 200	0.075	20.5	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.1
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/-5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SC - Arena arcillosa en condición parcialmente húmeda color rojiza.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Se eliminaron tamaños mayores a 3"

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	32
LÍMITE PLÁSTICO	26
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	5.9
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	-4.9
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	49.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	30.3
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	20.5

CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	GC - GM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Grava limo arcillosa con arena

INGEOCONTROL SAC			
<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma: 	D:	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		<b>CCQ - LEM</b> Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-15
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-439-15
Propietario	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	Fecha de Ensayo:	07/10/19
Material	: Sub base	Turno:	Diurno
Identificación	: Cartera Huachipa	Profundidad:	---
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Afirmado para sub base	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

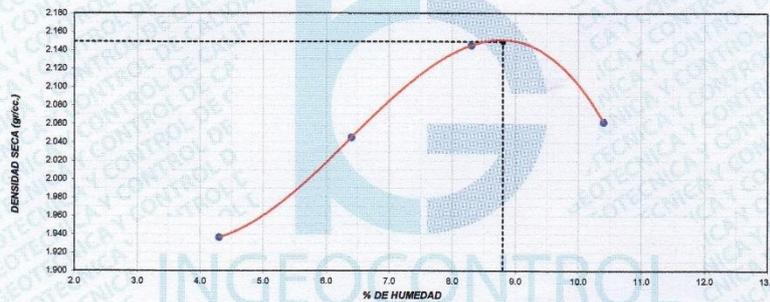
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.020	2.176	2.323	2.276
Contenido de agua	%	4.3	6.4	8.3	10.4
Densidad Seca	gr/cc	1.937	2.045	2.145	2.062

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	<b>2.149</b> gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Optima:</b>	<b>8.80</b> %
------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

	<b>INFORME</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

<b>Proyecto</b>	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	<b>registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-439-15</b>
<b>Propietario</b>	: Anthony Gutiérrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Fiorentino	<b>Muestreado por :</b>	<b>Solicitante</b>
<b>Código del Proyecto</b>	: ---	<b>Ensayado por :</b>	<b>J. Paulino</b>
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	<b>Fecha de Ensayo:</b>	<b>11/10/19</b>
<b>Material</b>	: Sub base	<b>Turno:</b>	<b>Diurno</b>
<b>Identificación</b>	: Cantera Huachipa	<b>Profundidad:</b>	<b>--- m</b>
<b>Procedencia</b>	: ---	<b>Norte:</b>	<b>---</b>
<b>N° de Muestra</b>	: Afirmado para sub base	<b>Este:</b>	<b>---</b>
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Cota:</b>	<b>---</b>

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

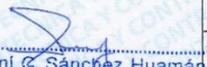
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	10		13		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	9.834		9.163		8.982	
Peso molde (gr.)	4.881		4.648		4.712	
Peso suelo compactado (gr.)	4.953		4.515		4.270	
Volumen del molde (cm³)	2.135		2.129		2.140	
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.320		2.121		1.995	
Humedad (%)	8.3		8.3		8.4	
Densidad Seca (gr./cm³)	2.142		1.958		1.841	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Peso de tara (gr.)			
Tara + suelo húmedo (gr.)	222.3	268.9	257.6
Tara + suelo seco (gr.)	205.2	248.3	237.6
Peso de agua (gr.)	17.0	20.6	20.0
Peso de suelo seco (gr.)	205.2	248.3	237.6
Humedad (%)	8.3	8.3	8.4

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
<b>NO EXPANSIVO</b>											

PENETRACIÓN													
Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 10				Molde N° 13				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		11	3.0			8	2.3			4	1.5		
0.050		28	6.8			22	5.5			15	3.9		
0.075		53	12.4			34	8.1			26	6.4		
0.100	70.307	76	17.5	43.0	61.2	62	14.4	31.5	44.8	49	11.5	26.0	37.0
0.150		133	30.2			122	27.7			89	20.4		
0.200	105.460	201	45.3	83.0	78.7	177	40.0	63.0	59.7	150	33.9	54.0	51.2
0.300		348	78.0			334	74.9			266	59.8		
0.400		571	127.6			449	100.5			407	91.1		
0.500		667	153.6			512	114.5			477	106.7		

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

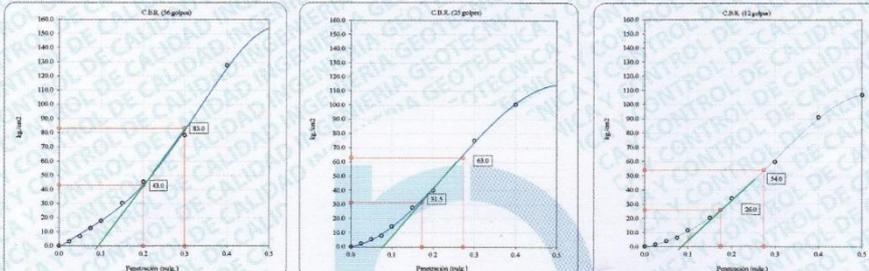
INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi G. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:	 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:

	<b>INFORME</b>		Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1

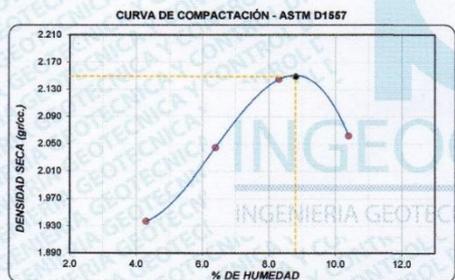
Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-439-15
Propietario	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Paulino
Ubicación de Proyecto	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	Fecha de Ensayo:	11/10/19
Material	: Sub base	Turno:	Diurno
Identificación	: Cantera Huachipa	Profundidad:	--- m
Procedencia	: ---	Norte:	---
N° de Muestra	: Afirmado para sub base	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

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

**Datos de muestra**  
 Máxima Densidad Seca : 2.149 gr/cm<sup>3</sup>  
 Máxima Densidad Seca al 95% : 2.042 gr/cm<sup>3</sup>  
 Optimo Contenido de Humedad : 8.80 %



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : **61.2 %**      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : **44.8 %**      C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : **37.0 %**



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1": **61.2 %**      C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2": **78.7 %**  
 C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1": **51.4 %**      C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2": **66.9 %**

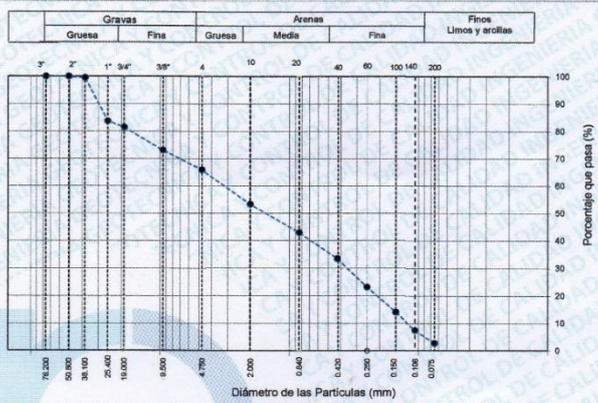
- OBSERVACIONES:**
- Muestra provista e identificada por el solicitante
  - Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	A:

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-08-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-438-12
Propietario	: Anthony Gutiérrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por	: J. Paulino
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por	: J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo	: 14/11/19
Material	: Terreno existente	Turno	: Diurno
Código de Muestra	: ---	Profundidad	: 0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-1	Norte	: ---
N° de Muestra	: M-1	Este	: ---
Progresiva	: ---	Cota	: ---

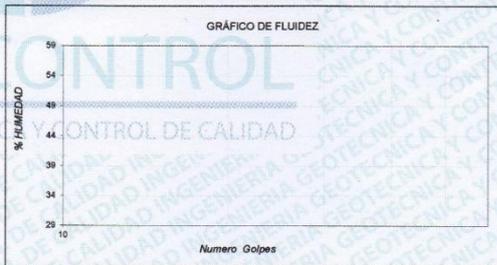
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	99.5	
1"	25.400	83.7	
3/4"	19.000	81.5	
3/8"	9.500	73.1	
N° 4	4.750	65.9	
N° 10	2.000	53.4	
N° 20	0.840	43.0	
N° 40	0.425	33.5	
N° 60	0.250	23.1	
N° 100	0.150	14.2	
N° 140	0.106	7.4	
N° 200	0.075	2.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.4
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno
PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SP Arena Pobremente graduada con grava de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto



COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	34.1
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	63.2
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	2.7

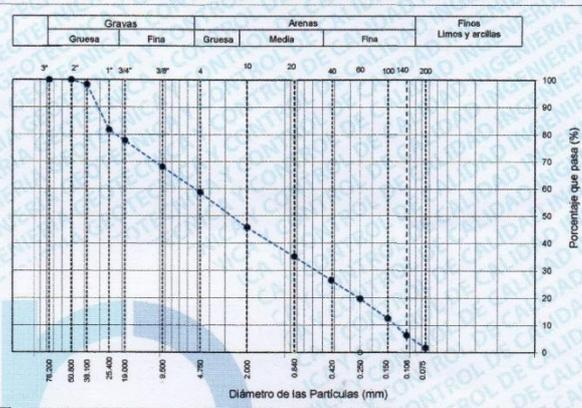
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente graduada con grava

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CQC - LEM	
D:		D:		D:	
M:		M:		M:	
A:		A:		A:	
		 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	07-05-2018
			<b>Página</b>	1 de 1

**Proyecto** : Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019 **Registro N°:** IGC19-LEM-439-13  
**Propietario** : Anthony Gutiérrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino **Muestreado por** : J. Paulino  
**Código del Proyecto** : --- **Ensayado por** : J. Gutiérrez  
**Ubicación de Proyecto** : --- **Fecha de Ensayo** : 14/11/19  
**Material** : Terreno existente **Turno** : Diurno  
**Código de Muestra** : --- **Profundidad** : 0.00 - 1.50 m  
**Sondaje / Calicata** : C-2 **Norte** : ---  
**N° de Muestra** : M-1 **Este** : ---  
**Progresiva** : --- **Cota** : ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	98.3	
1"	25.400	81.7	
3/4"	19.000	77.7	
3/8"	9.500	68.0	
N° 4	4.750	58.8	
N° 10	2.000	45.9	
N° 20	0.840	35.1	
N° 40	0.425	26.5	
N° 60	0.250	19.6	
N° 100	0.150	12.5	
N° 140	0.106	6.4	
N° 200	0.075	1.7	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.5
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SP Arena Pobremente graduada con grava de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo.

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	41.2
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	57.1
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	1.7

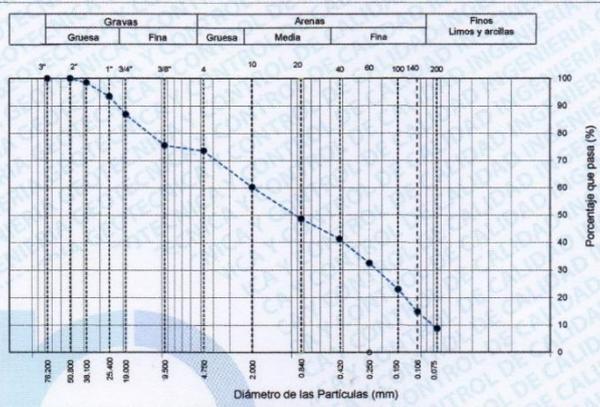
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente graduada con grava

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-439-14
Propietario	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por :	J. Paulino
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo:	14/11/19
Material	: Terreno existente	Turno:	Diumo
Código de Muestra	: ---	Profundidad:	0.00 - 1.50 m
Sondaje / Calicata	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

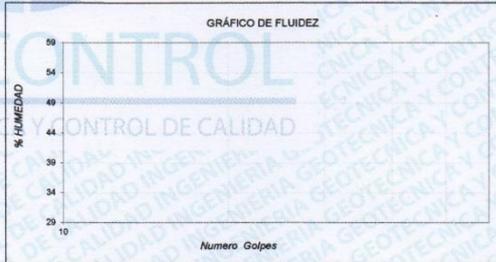
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	98.5	
1"	25.400	93.4	
3/4"	19.000	86.9	
3/8"	9.500	75.8	
N° 4	4.750	73.8	
N° 10	2.000	60.5	
N° 20	0.840	48.8	
N° 40	0.425	41.4	
N° 60	0.250	32.5	
N° 100	0.150	23.0	
N° 140	0.108	14.9	
N° 200	0.075	8.8	



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.7
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SP Arena Pobremente graduada con limo de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	26.4
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	64.9
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	8.8

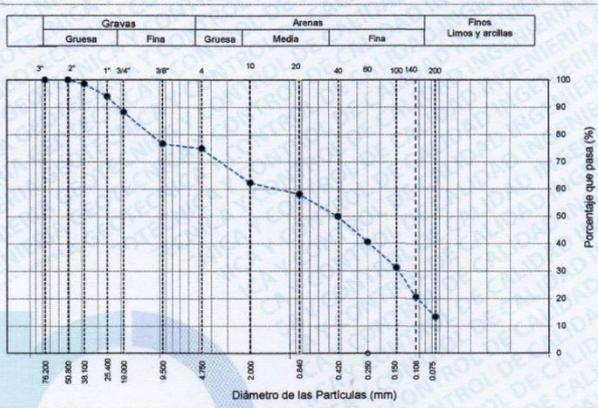
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SP - SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-2-4 (1)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena pobremente graduada con limo y grava

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM		JEFE LEM		CGC - LEM	
Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:	Nombre y firma:	D:
	M:	 Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-FO-01
	<b>ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS</b>	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 1

**Proyecto** : Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019 Registro N°: IGC19-LEM-439-17  
**Propietario** : Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino Muestreado por : J. Paulino  
**Código del Proyecto** : --- Ensayado por : J. Gutiérrez  
**Ubicación de Proyecto** : --- Fecha de Ensayo: 14/11/19  
**Material** : Terreno existente Turno: Diurno  
**Código de Muestra** : --- Profundidad: 0.00 - 1.50 m  
**Sondaje / Calicata** : C-4 Norte: ---  
**N° de Muestra** : M-1 Este: ---  
**Progresiva** : --- Cota: ---

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFIC.
3"	76.200	100.0	
2"	50.800	100.0	
1 1/2"	38.100	98.5	
1"	25.400	94.0	
3/4"	19.000	88.2	
3/8"	9.500	76.7	
N° 4	4.750	74.9	
N° 10	2.000	62.5	
N° 20	0.840	58.3	
N° 40	0.425	50.1	
N° 60	0.250	40.7	
N° 100	0.150	31.3	
N° 140	0.108	20.6	
N° 200	0.075	13.4	



CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.0
MÉTODO DE SECADO	Horno a 110 +/- 5°C
MÉTODO DE REPORTE	"B"
MATERIALES EXCLUIDOS	Ninguno

CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL	SP Arena Pobremente graduada con limo de color marrón claro en condición parcialmente húmeda a seca.
NOTAS SOBRE LA MUESTRA	Sin presencia de materiales extraños ajenos al suelo

PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA	"Secada al horno a 110 +/- 5°C"
PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO	Tamizado compuesto
TAMIZ SEPARADOR	N°4
MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS	"B"



LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.
ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic)	---
ÍNDICE DE LIQUEZ (IL)	---
MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO	Multipunto

CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO %	25.1
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO %	61.6
CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO %	13.4

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487)	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282)	A-1-b (0)
NOMBRE DEL GRUPO	Arena limosa con grava

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma: 	D:
	M:	Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:
		Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-15</b>
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>2 de 3</b>

<b>Proyecto</b>	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	<b>Registro N°:</b>	<b>IGC19-LEM-439-11</b>
<b>Propietario</b>	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	<b>Muestreado por :</b>	Solicitante
<b>Código del Proyecto</b>	: ---	<b>Ensayado por :</b>	C. Amaringo
<b>Ubicación de Proyecto</b>	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	<b>Fecha de Ensayo :</b>	11/10/19
<b>Material</b>	: Terreno natural	<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Identificación</b>	: ---	<b>Profundidad:</b>	1.50 m
<b>Procedencia</b>	: C-3	<b>Norte:</b>	---
<b>N° de Muestra</b>	: M-1	<b>Este:</b>	---
<b>Progresiva</b>	: ---	<b>Cota:</b>	---

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

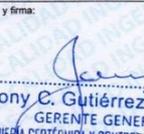
CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)							
Molde N°	2		4		1		
Número de capas	5		5		5		
Número de golpes	56		25		10		
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
Peso suelo + molde (gr.)	0.481		9.246		9.201		
Peso molde (gr.)	4.812		4.732		4.827		
Peso suelo compactado (gr.)	4.689		4.514		4.374		
Volumen del molde (cm³)	2.127		2.131		2.128		
Densidad húmeda (gr./cm³)	2.195		2.118		2.056		
Densidad Seca (gr./cm³)	2.067		1.961		1.934		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso de tara (gr.)	111.3		115.2		98.3		
Tara + suelo húmedo (gr.)	345.6		358.1		361.9		
Tara + suelo seco (gr.)	331.9		343.5		348.3		
Peso de agua (gr.)	13.7		14.6		15.6		
Peso de suelo seco (gr.)	220.6		228.3		248.0		
Humedad (%)	6.2		6.4		6.3		

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
NO EXPANSIVO											

Penetración (pulg.)	Carga Standard (kg/cm²)	Molde N° 2				Molde N° 4				Molde N° 1			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	kg	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		144	7.1			97	4.8			83	4.1		
0.050		202	10.0			203	10.1			153	7.6		
0.075		293	14.5			281	13.9			267	13.2		
0.100	70.307	499	24.7	50.0	71.1	379	18.8	35.0	49.8	388	19.2	24.0	34.1
0.150		827	40.9			678	33.5			679	33.5		
0.200	105.460	1473	72.9	90.0	85.3	1049	51.9	69.0	85.4	1039	51.4	55.0	82.2
0.300		2028	100.4			1789	88.6			1504	74.5		
0.400		2686	133.0			2372	117.4			1896	93.9		
0.500		3316	164.2			2886	142.9			2080	103.0		

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

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	COC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-16</b>
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 3</b>

<b>Proyecto</b> : Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019 <b>Propietario</b> : Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino <b>Código del Proyecto</b> : --- <b>Ubicación de Proyecto</b> : Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019 <b>Material</b> : Terreno natural	<b>Registro N°</b> : IGC19-LEM-439-11  <b>Muestreado por</b> : Solicitante <b>Ensayado por</b> : C. Amaringo <b>Fecha de Ensayo</b> : 07/10/19 <b>Turno</b> : Diurno
<b>Identificación</b> : --- <b>Procedencia</b> : C-3 <b>N° de Muestra</b> : M-1 <b>Progresiva</b> : ---	<b>Profundidad</b> : 1.50 <b>Norte</b> : --- <b>Este</b> : --- <b>Cota</b> : ---

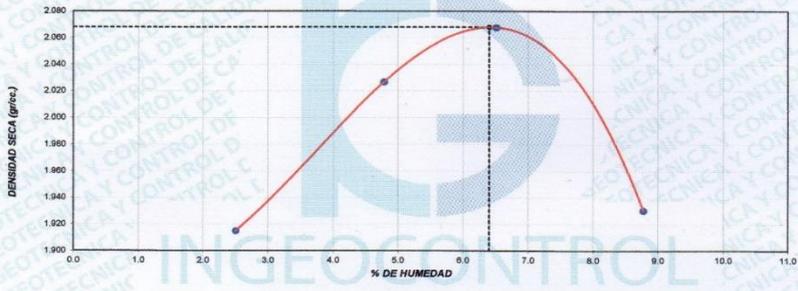
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR  
ASTM D1557 / ASTM D1883**

Volumen Molde	2123	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6292	gr.

NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr. 1.963	2.124	2.202	2.100
Contenido de agua	% 2.5	4.8	6.5	8.8
Densidad Seca	gr/cc 1.915	2.027	2.068	1.930

**Densidad Máxima Seca:** 2.068 gr/cm<sup>3</sup>      **Contenido Humedad Optima:** 6.4 %

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 ING. GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL ING. GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

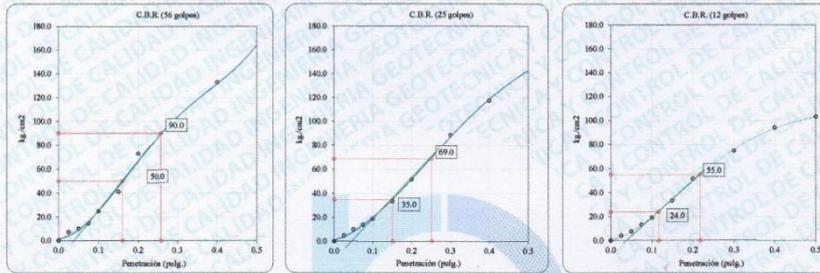
	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-15
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	3 de 3

Proyecto	: Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019	Registro N°:	IGC19-LEM-439-11
Propietario	: Anthony Gutierrez Cahuana / Jhonatan Gabriel Jauregui Florentino	Muestreado por :	Solicitante
Código del Proyecto	: ---	Ensayado por :	C. Amaringo
Ubicación de Proyecto	: Av. Los Laureles, Lurigancho - 2019	Fecha de Ensayo:	11/10/19
Material	: Terreno natural	Turno:	Diurno
Identificación	: ---	Profundidad:	1.50 m
Procedencia	: C-3	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

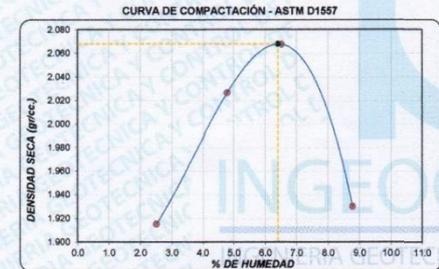
**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1883**

**Datos de muestra**

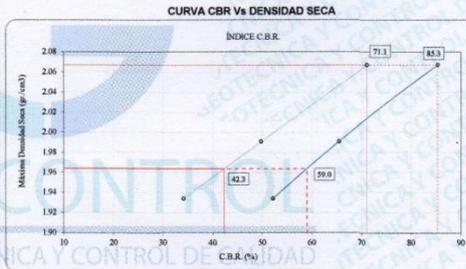
Máxima Densidad Seca 2.068 gr./cm<sup>3</sup>      Óptimo Contenido de Humedad 6.4 %  
Máxima Densidad Seca al 95% 1.995 gr./cm<sup>3</sup>



C.B.R. (0.1") 56 GOLPES :                      71.1 %      C.B.R. (0.1") 25 GOLPES :                      49.8 %      C.B.R. (0.1") 12 GOLPES :                      34.1 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1":                      71.1 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.1":                      42.3 %



C.B.R. (100% M.D.S.) 0.2":                      85.3 %  
C.B.R. ( 95% M.D.S.) 0.2":                      59.0 %

**OBSERVACIONES:**

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

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

## anexo 10: Calibración de instrumentos de laboratorio

		<b>PERUTEST S.A.C</b>	
<b>PERUTEST S.A.C</b> EQUIPOS E INSTRUMENTOS		CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA-QUIMICA RUC N° 20602182721	
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Masas		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LM - 093 - 2019</b>	
		Página 1 de 4	
<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>	Los resultados son válidos en el momento 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 reglamento vigente.	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>	PERUTEST 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.	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>600 g</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
<b>División de escala (d)</b>	<b>0.01 g</b>		
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0.1 g</b>		
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>		
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>		
<b>Modelo</b>	<b>SE602F</b>		
<b>Número de Serie</b>	<b>B824537017</b>		
<b>Capacidad mínima</b>	<b>0.2 g</b>		
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>		
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-13</b>		
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>2019-02-15</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
		 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	
<b>Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima</b> <b>Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque</b> <b>Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224</b> <b>E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe</b>			



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

#### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.8
Humedad Relativa	56%	56%

#### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

#### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.2 °C	21.2 °C

Medición Nº	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	300.00	5	0	600.00	5	0	
2	300.00	6	-1	600.00	6	-1	
3	300.00	6	-1	599.99	3	-8	
4	300.00	7	-2	600.00	6	-1	
5	300.00	6	-1	599.99	2	-7	
6	300.00	5	0	600.00	5	0	
7	300.00	7	-2	600.00	4	1	
8	300.00	5	0	600.00	6	-1	
9	300.01	8	7	600.01	8	7	
10	300.01	9	6	600.00	6	-1	
Diferencia Máxima			9	Diferencia Máxima			15
Error Máximo Permissible			100	Error Máximo Permissible			200

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.9 °C	22.0 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	200.00	5	0	0	0
2		0.11	8	7	200.00	4	1	-6	0
3		0.10	6	-1	200.00	6	-1	0	0
4		0.10	5	0	200.00	5	0	0	0
5		0.10	6	-1	200.01	8	7	8	8
Error máximo permisible									100

\* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

PERUTEST S.A.C  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 093 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAJO DE PESAJE

Temperatura

Inicial	Final
21.7 °C	21.8 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
60.00	60.00	6	-1	0	60.00	5	0	1	100
120.00	120.00	7	-2	-1	120.00	4	1	2	100
150.00	150.00	6	-1	0	150.00	5	0	1	100
200.00	200.00	5	0	1	200.00	6	-1	0	100
250.00	250.00	6	-1	0	250.00	7	-2	-1	100
300.00	300.00	6	-1	0	299.99	4	-9	-8	100
400.00	400.00	4	1	2	399.99	3	-8	-7	100
500.00	500.00	5	0	1	499.99	4	-9	-8	200
600.00	600.00	5	0	1	600.00	5	0	1	200

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

l: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000041 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000018 R$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

**INFORME TÉCNICO**

EXPEDIENTE : INF- LE 272-18

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**  
Calle Yahuar Huaca N°215  
Comas, Lima  
Att. : Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga Modelo: 150-AE  
Capacidad: 150000 kg  
N° serie: 5Y97826  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Modelo: TP9902  
N° serie: 150502075

FECHA : San Miguel, 23 de noviembre de 2018



  
Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

## **CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA**

### **1. GENERALIDADES.**

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 19 de noviembre de 2018.

### **2. EQUIPO CALIBRADO.**

Celda de carga:  
- Modelo : 150-AE  
- N° serie : 5Y97826  
- Capacidad : 150000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT  
- Modelo : TP9902  
- N° serie : 150502075  
- Capacidad : 150000 kg  
- Resolución : 5 kg

### **3 EQUIPO EMPLEADO.**

-Marco de reacción de perfiles mecano.  
-Celda de carga, HBM, C6A, N° 123030019, 2 MN, con última calibración efectuada el 22 de agosto de 2018.  
-Amplificador, HBM-MGCplus1 ch5  
-Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 kN, con última calibración efectuada el 21 de febrero de 2018.  
-Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6  
-Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300  
-Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

### **4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.**

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### **5. RESULTADOS.**

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.  
Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.

INF-LE: 272-18

2/3





Celda Calibrada: Modelo 150-AE  
 N° serie: 5Y97826 Carga nominal=150000 kg  
 Indicador Digital: HIGH WEIGHT Modelo: TP9902  
 Resolución: 5 kg N° Serie: 150502075  
 Celda patrón: HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN Incertidumbre = 1.3 kN  
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6  
 Calibrada en LEDI-PUCP el 21 de febrero 2018  
 Celda patrón: HBM #serie: 123030019 Capacidad: 2000kN Incertidumbre = 2.6 kN  
 Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch5  
 Calibrada en LEDI-PUCP el 22 de agosto 2018  
 Celdas patrones calibradas con patrones trazables al National Standards  
 Testing Laboratory de Maryland - USA y al DKD de Alemania  
 Norma de referencia: ASTM E74-18  
 Fecha: 2018-11-19 Ejecutores: M. Huamancayo P. - R.J. Castañeda  
 La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			LECTURA HIGH WEIGHT (kg)		
17033	17033	17033	17045	17045	17045
30059	30058	30058	30095	30075	30060
45085	45084	45084	45160	45135	45110
60109	60108	60108	60220	60195	60160
75130	75128	75128	75300	75265	75245
90148	90146	90146	90405	90365	90350
100159	100156	100156	100500	100445	100400
122814	122804	122798	122440	121695	121530
143282	143270	143262	142965	142135	141935
149424	149412	149404	149130	148260	148075

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:  
 A = -350.6719811433  
 B = 1.0184226649  
 C = -0.0000001557

Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Obteniéndose como resultado:

LLF = 809.0 kg  
 U = 1713 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 150000 kg

Este informe contiene 3 páginas.  
 Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisismicas.  
 INF-LE 272-18





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018**

SERV-0569-2018  
 Pág. 1 de 2

**1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín - Comas - Lima - Lima

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

**2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-010  
**Valor Nominal** : 5 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**4. Método de calibración**  
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

**5. Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-04	M1	M-0960-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20

  
**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)

  
**Ing. YANET MALDONADO PANEZ**  
 Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0414-2018  
Pág. 2 de 2

## 6. Resultados de medición

### Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,6
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M <sub>2</sub>
KM17-010	5 kg	5 kg + 0,06 g	0,19 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	0,8 g

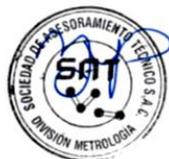
VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

## 7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	800-2019
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	3000 g
División de escala (d)	0.1 g
Div. de verificación (e)	1.0 g
Clase de exactitud	II
Marca	OHAUS
Modelo	SE3001F
Número de Serie	8346750775
Capacidad mínima	2.0 g
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2019-02-13

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6	21.6
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

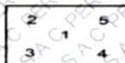
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.5 °C	21.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500 g			Carga L2 = 3,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1500.0	50	0	3000.0	50	0	
2	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
3	1500.0	60	-10	3000.0	40	10	
4	1500.0	50	0	3000.1	80	70	
5	1500.0	20	30	3000.0	60	-10	
6	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
7	1500.1	80	70	3000.0	60	-10	
8	1500.0	60	-10	3000.0	50	0	
9	1500.0	50	0	3000.0	30	20	
10	1500.0	20	30	3000.0	50	0	
Diferencia Máxima			80	Diferencia Máxima			80
Error Máximo Permisible			1,000.0	Error Máximo Permisible			1,000.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.0	50	0	1000.0	4	46	46	
2		1.0	50	0	1000.0	60	-10	-10	
3	1.0	1.0	40	10	1000.0	50	0	-10	
4		1.0	50	0	1000.0	50	0	0	
5		1.0	50	-0	999.9	30	-80	-80	
Error máximo permisible								1,000.0	

\* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 092 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	40	10						
2.0	2.0	60	-10	-20	2.0	50	0	-10	1,000
10.0	10.0	40	10	0	10.0	50	0	-10	1,000
100.0	100.0	50	0	-10	100.0	60	-10	-20	1,000
500.0	500.0	50	0	-10	500.0	60	-10	-20	1,000
800.0	800.0	60	-10	-20	800.0	60	-10	-20	1,000
1000.0	1000.0	50	0	-10	1000.0	50	0	-10	1,000
1500.0	1500.0	50	0	-10	1499.9	50	-100	-110	1,000
2000.0	2000.1	60	90	80	1999.9	4	-54	-64	1,000
2500.0	2500.1	80	70	60	2499.9	20	-70	-80	1,000
3000.0	3000.1	70	80	70	3000.1	80	70	60	1,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.004094 \text{ g}^2 + 0.0000000135 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000219 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-106-2019**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC  
 Atención : INGEOCONTROL SAC  
 Lugar de calibración : Calle 16. Mz. B lote 11 Urb. Ampliación los Portales de Chavin 4° Etapa - SMP.  
 Tipo de equipo : Máquina de Compresión Axial Eléctro-hidráulica  
 Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)  
 División de escala : 0.1 kN  
 Marca : ELE - INTERNATIONAL  
 Modelo : No Indica.  
 N° de serie del equipo : PC 001 Código : LC-001  
 Lector digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL  
 N° de serie lector digital : 1887-1-00082  
 Procedencia : USA  
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"  
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,6°C / 64%  
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,7°C / 64%  
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518  
 Número de páginas : 2  
 Fecha de calibración : 2019-10-25

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-10-28	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA <small>INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286</small>

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
9	100	99,98	101,13	100,20	100,40	-0,4	0,1
18	200	199,31	199,68	200,90	200,00	0,0	0,1
27	300	301,78	302,02	301,85	301,90	-0,6	0,1
36	400	401,75	401,02	400,62	401,10	-0,3	0,1
45	500	501,43	503,39	501,85	502,20	-0,4	0,1
54	600	604,82	602,78	604,07	603,90	-0,6	0,1
63	700	704,63	702,39	705,95	704,30	-0,6	0,1
72	800	805,46	800,30	805,27	803,70	-0,5	0,1
81	900	896,50	894,15	898,70	896,50	0,4	0,1

**Incertidumbre**

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  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>10 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>II</b>	PERUTEST 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.
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>B845372630</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-13</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe, Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

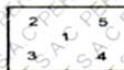
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	15,000	0.4	0.1	30,000	0.5	0.0	
2	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
3	15,000	0.6	-0.1	29,999	0.3	-0.8	
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.4	0.1	
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
6	15,000	0.3	0.2	30,000	0.5	0.0	
7	15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1	
8	14,999	0.3	-0.8	30,000	0.5	0.0	
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0	
10	15,000	0.5	0.0	29,999	0.3	-0.8	
Diferencia Máxima			1.0	Diferencia Máxima			0.9
Error Máximo Permissible			± 20.0	Error Máximo Permissible			± 30.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	10 g	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.8	-0.3	-0.3	
2		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0	
3		10	0.6	-0.1		10,000	10,000	0.9	-0.4	-0.3
4		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.2	0.3	0.3
5		10	0.5	0.0		10,000	10,000	0.3	0.2	0.2
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible				± 20.0



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C.  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 094 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.8	-0.3						
20	20	0.6	-0.1	0.2	20	0.5	0.0	0.3	10.0
100	100	0.4	0.1	0.4	100	0.6	-0.1	0.2	10.0
500	500	0.9	-0.4	-0.1	500	0.4	0.1	0.4	10.0
1,000	1,000	0.5	0.0	0.3	1,000	0.8	-0.3	0.0	10.0
5,000	5,000	0.6	-0.1	0.2	5,000	0.9	-0.4	-0.1	20.0
10,000	10,000	0.5	0.0	0.3	10,000	0.5	0.0	0.3	20.0
15,000	15,000	0.2	0.3	0.6	15,000	0.2	0.3	0.6	20.0
20,000	20,000	0.3	0.2	0.5	20,000	0.6	-0.1	0.2	30.0
25,000	25,001	0.3	1.2	1.5	25,000	0.5	0.0	0.3	30.0
30,000	30,000	0.5	0.0	0.3	30,000	0.5	0.0	0.3	30.0

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.

ΔL: Carga adicional.

E<sub>0</sub>: Error en cero.

I: Indicación de la balanza.

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.4223333 \text{ g}^2 + 0.00000000043 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000323 \text{ R}$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sirichi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018

SERV-0569-2018  
Pág. 1 de 2

**1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín - Comas - Lima - Lima

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

**2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-012  
**Valor Nominal** : 20 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

**3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 2

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**4. Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed. "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

**5. Trazabilidad**  
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM. Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-06	M1	M-0962-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
Jefe de Laboratorio de Masa (e)



**Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ**  
Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0412-2018

Pág. 2 de 2

## 6. Resultados de medición

### Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21.9	22.0
HUMEDAD RELATIVA (%)	56	55
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1005	1005

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M <sub>2</sub>
KM17-012	20 kg	20 kg + 0,5 g	0,5 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	3 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

## 7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

PERUTEST S.A.C  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente 800-2019

2. Solicitante INGEOCONTROL S.A.C.

3. Dirección MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS  
PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA -  
LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

4. Instrumento de Medición COMPARADOR CUADRANTE (DIAL)

Alcance de indicación 0 pulg. a 1.00 pulg.

División de Escala /  
Resolución 0.001 pulg.

Marca INSIZE

Modelo 2307-1

Número de Serie NO INDICA

Procedencia NO INDICA

Identificación LL-036

Tipo de indicación ANALÓGICO

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración : 2019-02-13

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

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

#### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C
Humedad Relativa	80%	81%



#### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL DM/LLA-138-2018	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 036 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de medición

#### ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg)	(pulg)
2.0	0.0787	0.0789	-0.0002
4.0	0.1575	0.1578	-0.0003
5.0	0.1969	0.1971	-0.0002
8.0	0.3150	0.3151	-0.0001
12.0	0.4724	0.4724	0.0000
16.0	0.6299	0.6300	-0.0001
18.0	0.7087	0.7090	-0.0003
20.0	0.7874	0.7878	-0.0004
22.0	0.8661	0.8663	-0.0002
25.0	0.9843	0.9848	-0.0005

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ) : 0.000

Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 0.59$  mils para (k=2)

#### ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

VALOR PATRÓN		INDICACIÓN DEL COMPARADOR	ERROR DE INDICACIÓN
(mm)	(pulg)	(pulg.)	(pulg.)
18.0	0.98425	0.9844	-0.0001
		0.9847	-0.0004
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002
		0.9845	-0.0002

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ) : 0.00 mils

Incertidumbre del error de indicación :  $\pm 0.59$  mils para (k=2)

Nota 1.- 1 mils es equivalente a 25,4  $\mu\text{m}$ .

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

**1. Expediente** 800-2019

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

**2. Solicitante** INGENOCONTROL S.A.C.

Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.

**3. Dirección** MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

PERUTEST 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.

**4. Equipo** HORNO

**Alcance Máximo** 300 °C

**Marca** PERUTEST

**Modelo** PT-H

**Número de Serie** Q105

**Procedencia** PERÚ

**Identificación** NO INDICA

**Ubicación** NO INDICA

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

**5. Fecha de Calibración** 2019-02-13

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALFONSO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACIÓN LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1145-2018

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.2	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.1
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.2
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	10.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	10.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	10.4

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.**



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

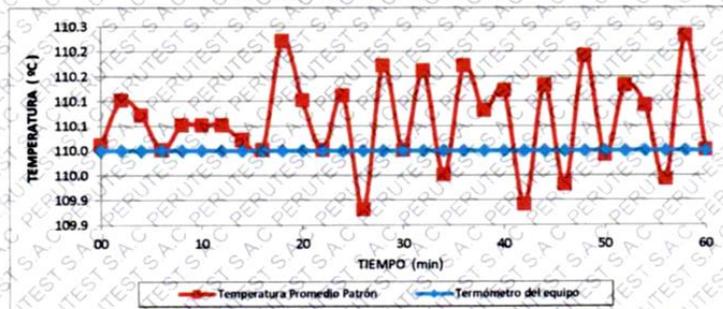
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 027 - 2019

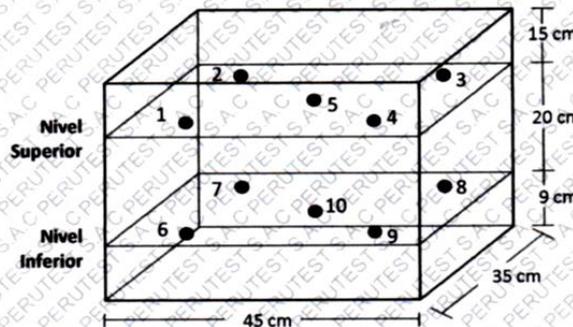
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 12. Incertidumbre

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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0413-2018**

SERV-0569-2018  
 Pág. 1 de 2

- 1. Cliente** : PERUTEST S.A.C.  
**Dirección** : Cal. Yahuar Huaca Nro. 215 Urb. San Agustín -  
 Comas - Lima - Lima
- 2. Patrón de medición** : Pesa  
**Marca** : No indica  
**Número de serie** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Identificación** : KM17-011  
**Valor Nominal** : 10 kg  
**Clase de exactitud** : M2  
**Material** : Hierro fundido  
**Cantidad** : 1
- 3. Fecha y lugar de calibración**  
**Fecha de calibración** : 2018-06-20  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Calibración de SAT S.A.C. - Sala 1

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

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

- 4. Método de calibración**  
 La calibración se realizó por comparación directa, usando para la secuencia de pesadas el método de simple sustitución, según el PC - 008, 2da Ed.  
 "Procedimiento para la Calibración de Pesas de Trabajo clases M2, M2-3 y M3" del INDECOPI-SNM.
- 5. Trazabilidad**  
 Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM.  
 Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración.

CÓDIGO	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-PM1-05	M1	M-0961-2017

Fecha de emisión: 2018-06-20



**JORGE R. QUILLE RAMOS**  
 Jefe de Laboratorio de Masa (e)



**Ing. YANET R. MALDONADO PANEZ**  
 Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0413-2018

Pág. 2 de 2

## 6. Resultados de medición

### Condiciones ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA (°C)	21,7	21,7
HUMEDAD RELATIVA (%)	51	51
PRESIÓN ATMOSFÉRICA (mbar)	1006	1006

IDENTIFICACIÓN	VN	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA	FORMA	MATERIAL	COLOR	CAVIDAD DE AJUSTE	EMP M <sub>2</sub>
KM17-011	10 kg	10 kg + 0,10 g	0,25 g	Paralelepípeda	Hierro fundido	Negro	Tiene	1,6 g

VN= Valor Nominal

EMP= Error máximo permisible

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.

## 7. Observaciones

- La identificación se encuentra pintada en la pesa.



INFORME TÉCNICO

EXPEDIENTE : INF- LE 092-19

SOLICITANTE : **PERUTEST S.A.C.**  
Calle Yahuar Huaca N°215  
Comas, Lima  
Att.: Sr. Alejandro Flores

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA OAP  
Celda de Carga OAP Tipo: ZSF-A  
10000 kg N°55P4331  
INDICADOR DIGITAL: HIGH WEIGHT  
Modelo: TP9901 N° 0284064

FECHA : San Miguel, 30 de abril de 2019

  
Ing. Daniel Torrealva  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas



## **CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA**

### **1. GENERALIDADES.**

PERUTEST S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 25 de abril de 2019.

### **2. EQUIPO CALIBRADO.**

Celda de carga:

- Marca : OAP Tipo: ZSF-A
- N° serie : 55P4331
- Capacidad: 10000 kg (nominal)

Indicador Digital: HIGH WEIGHT

- Modelo : TP9901
- N° serie : 0284064
- Carga nominal : 10000 kg
- Resolución : 0.5 kg

### **3 EQUIPO EMPLEADO.**

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 98950, 200 KN, con última calibración efectuada el 15 de febrero de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch1
- Celda de carga, HBM, U1, N° 6727, 50 KN, con última calibración efectuada el 16 de abril de 2019.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Gata hidráulica, LUKAS, HP 200/200, 500bar, Nr.300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS, ZPH3/8, PN: 700 SER N°: 263915

### **4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.**

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3.

El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### **5. RESULTADOS.**

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

Se recomienda recalibrar el equipo a intervalos apropiados.



Celda calibrada: OAP  
N° serie: 55P4331

Tipo: ZSF-A  
Capacidad: 10t

Indicador Digital : HIGH WEIGHT  
N° serie: 0284064

Modelo: TP9901

Celda patrón: HBM #serie: 98950 Capacidad: 200 kN  
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch1  
Calibrada en LEDI-PUCP el 15 de febrero 2019  
Celda patrón: HBM #serie: 6727 Capacidad: 50 kN  
Amplificador usado: HBM-MGCplus1 ch6  
Calibrada en LEDI-PUCP el 16 de abril 2019  
Celdas patrones calibradas con patrones trazables al DKD-Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18  
Fecha: 2019-04-25 Ejecutores: S. Llanos I. - M. Bernardo L.  
La calibración está referida a 23 °C

PATRON (kg)			INDICADOR HIGH WEIGHT (kg)		
1019.6	1019.6	1019.6	1018.0	1017.5	1018.5
2039.3	2039.2	2039.1	2037.5	2037.5	2039.0
3059.5	3059.3	3059.3	3060.0	3061.5	3064.5
4080.7	4080.4	4080.4 <sup>m</sup>	4082.0	4083.0	4084.0
5101.9	5101.6	5101.6	5103.0	5104.0	5105.5
6123.1	6122.8	6122.8	6125.5	6125.5	6127.0
7144.4	7144.0	7144.0	7146.5	7146.5	7148.5
8165.7	8165.3	8165.3	8169.0	8167.5	8170.5
9187.1	9186.6	9186.6	9191.0	9191.0	9192.0
9902.0	9901.5	9901.5	9905.0	9906.0	9908.5

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXION} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

A = -2.7227030797  
B = 1.0014098063  
C = -0.0000000701

Obteniéndose como resultado:

Desviación Standard S = 1.4 kg  
LLF(Lower Limit Factor) = 3.3 kg  
U = 13 kg

La Incertidumbre expandida, para k=2, ha sido calculada para 10000 kg  
Nota: DEFLEXION es la lectura directa del indicador digital HIGH WEIGHT

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>800-2019</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGECONTROL S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA</b>	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>VERNIER (PIE DE REY)</b>	
<b>Alcance de indicación</b>	<b>0 mm a 150 mm / 0 pulg. a 6 pulg.</b>	
<b>División de Escala / Resolución</b>	<b>0.01 mm / 0.0005 pulg.</b>	
<b>Marca</b>	<b>UBERMAN</b>	PERUTEST 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.
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>NO INDICA (*)</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Tipo de indicación</b>	<b>DIGITAL</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-02-13</b>	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2019-02-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



## PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

#### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

#### 8. Condiciones Ambientales

	minima	máxima
Temperatura	22.3 °C	22.6 °C
Humedad Relativa	61 %	68 %



#### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	BLOQUES PATRON DE LONGITUD MARCA: INSIZE	LLA-C-070-2018

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Serie grabada en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe , Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 035 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL PIE DE REY			MAXIMO ERROR ENCONTRADO ( $\pm \mu\text{m}$ )	ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS ( $\pm \mu\text{m}$ )
	EXTERIOR (mm)	INTERIOR (mm)	PROFUNDIDAD (mm)		
10.000	10.000	10.000	10.000	0	20
20.000	20.004	20.003	20.000	4	20
40.000	40.002	40.000	40.000	2	20
80.000	80.002	80.003	80.000	3	20
100.000	100.002	100.000	100.002	2	20
150.000	150.002	150.000	150.000	2	20

INCERTIDUMBRE DE MEDICION :  $1.5 \mu\text{m}$  ; para  $k=2$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe) Web: [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	800-2019	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	INGEOCONTROL S.A.C.	Los resultados son validos en el momento 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 reglamento vigente.
3. Dirección	MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	PERUTEST 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.
4. Equipo	PRENSA CBR	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad	5000 kgf	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	RUMISTON	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	LF-037	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGHT	
Modelo	315X5	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.1 kgf	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2019-02-13	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR



### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA OAP MOD: ZSF-A SERIE: 55P4331 F-10-A F	INF-LE 092 -19

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe) Web: [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)				F <sub>Promedio</sub> (kgf)
%	F <sub>i</sub> (kgf)	Patrón de Referencia				
		F <sub>1</sub> (kgf)	F <sub>2</sub> (kgf)	F <sub>3</sub> (kgf)		
10	500	501.6	500.6	501.6	501.4	501.4
20	1000	1002.2	1001.2	1002.2	1001.9	1001.9
30	1500	1504.4	1505.4	1505.4	1504.9	1504.9
40	2000	2008.2	2007.2	2007.2	2007.2	2007.2
50	2500	2505.5	2504.4	2505.5	2505.5	2505.5
60	3000	3005.2	3007.2	3006.2	3006.4	3006.4
70	3500	3505.2	3504.2	3505.2	3504.9	3504.9
80	4000	4007.6	4008.7	4008.7	4008.2	4008.2
90	4500	4508.2	4510.3	4510.3	4509.5	4509.5
100	5000	5010.1	5009.0	5010.1	5009.8	5009.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0		

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
500	-0.27	0.20	-0.20	0.02	0.58
1000	-0.19	0.10	-0.10	0.01	0.58
1500	-0.32	0.07	0.07	0.01	0.58
2000	-0.36	0.05	0.05	0.01	0.58
2500	-0.22	0.04	-0.08	0.00	0.58
3000	-0.21	0.07	0.00	0.00	0.58
3500	-0.14	0.03	-0.03	0.00	0.57
4000	-0.20	0.03	0.03	0.00	0.57
4500	-0.21	0.05	0.02	0.00	0.58
5000	-0.20	0.02	-0.02	0.00	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f <sub>0</sub> )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº M-0842-2018

Fecha de emisión : 2018 - 07 - 03

EXP.: 77794

Pág. 1 de 2

- Solicitante** : PERUTEST S.A.C.
- Dirección** : Calle Yahuar Huaca N° 215 Urb. San Agustín Comas - Lima - Lima
- Medida materializada** : **Pesas**
  - **Marca** : FUYUE
  - **Material** : Acero inoxidable
  - **Procedencia** : No Indica
  - **Código** : 31ZP30
  - **Valor Nominal** : 1mg a 1 kg (\*)
  - **Clase de exactitud** : F1
  - **Cantidad** : 25 unidades (\*\*)
  - **Ubicación** : No Indica
- Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
- Fecha de calibración** : 2018-06-28
- Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 1ª Ed. : 2007 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

### 7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1123	Pesa patrón Clase : E2	M-1157-2017/ METROIL S.A.C.

### 8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 21,6 °C a 20,5 °C
- **Humedad Relativa** : 52,4 %H.R. a 50 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1005 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

CESAR GUIZA VILLANUEVA  
Jefe del Laboratorio de Masa

### 9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (F1)
1	--	Cilindrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0,5 mg	0,3 mg	1,0 mg
2	*	Cilindrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 0,5 mg	0,3 mg	1,0 mg
3	--	Cilindrica con botón	TIENE	100 g	100 g + 0,21 mg	0,16 mg	0,5 mg
4	--	Cilindrica con botón	TIENE	50 g	50 g + 0,07 mg	0,10 mg	0,3 mg
5	*	Cilindrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0,08 mg	0,08 mg	0,25 mg
6	--	Cilindrica con botón	TIENE	20 g	20 g + 0,08 mg	0,08 mg	0,25 mg
7	--	Cilindrica con botón	NO TIENE	10 g	10 g + 0,09 mg	0,06 mg	0,20 mg
8	--	Cilindrica con botón	NO TIENE	5 g	5 g + 0,04 mg	0,05 mg	0,16 mg
9	*	Cilindrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0,04 mg	0,04 mg	0,12 mg
10	--	Cilindrica con botón	NO TIENE	2 g	2 g + 0,03 mg	0,04 mg	0,12 mg
11	--	Cilindrica con botón	NO TIENE	1 g	1 g + 0,02 mg	0,03 mg	0,10 mg
12	--	Laminar	NO TIENE	0,5 g	0,5 g + 0,020 mg	0,025 mg	0,08 mg
13	.	Laminar	NO TIENE	0,2 g	0,2 g + 0,030 mg	0,020 mg	0,06 mg
14	--	Laminar	NO TIENE	0,2 g	0,2 g + 0,030 mg	0,020 mg	0,06 mg
15	--	Laminar	NO TIENE	0,1 g	0,1 g + 0,013 mg	0,016 mg	0,05 mg
16	--	Laminar	NO TIENE	0,05 g	0,05 g + 0,018 mg	0,012 mg	0,04 mg
17	--	Laminar	NO TIENE	0,02 g	0,02 g + 0,017 mg	0,010 mg	0,03 mg
18	*	Laminar	NO TIENE	0,02 g	0,02 g + 0,011 mg	0,010 mg	0,03 mg
19	--	Laminar	NO TIENE	0,01 g	0,01 g + 0,009 mg	0,008 mg	0,025 mg
20	--	Laminar	NO TIENE	0,005 g	0,005 g + 0,010 mg	0,006 mg	0,020 mg
21	--	Laminar	NO TIENE	0,002 g	0,002 g + 0,007 mg	0,006 mg	0,020 mg
22	.	Laminar	NO TIENE	0,002 g	0,002 g + 0,016 mg	0,006 mg	0,020 mg
23	--	Laminar	NO TIENE	0,001 g	0,001 g + 0,002 mg	0,006 mg	0,020 mg

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k = 2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permisible

### 10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- Se colocó en el estuche una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° A-02925
- (\*) Se calibro las pesas de 1 mg hasta 200 g.
- (\*\*) La cantidad de pesas que se calibro son de 23 unidades.

FIN DEL DOCUMENTO