



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho, Chosica – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Cóndor Arce Miguel Ángel

<https://orcid.org/0000-0003-0497-2635>

ASESOR:

Ms. Ing. Aybar Arriola Gustavo Adolfo

<https://orcid.org/0000-0001-8625-3989>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por darme fuerza, bienestar y sabiduría al guiar cada paso que doy en la vida y por dejarme tener a mi lado a mis seres queridos.

A mis padres, hermanos y amistades, quienes me brindan apoyo constante en cada situación de la vida en la que me encuentre.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad César Vallejo, por brindarnos una enseñanza de calidad con recursos suficientes a nivel internacional.

Al Ms. Ing. Aybar Arriola Gustavo Adolfo quien supo asesorarme de forma excepcional en la presente investigación.

ÍNDICE

Carátula	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Índice de contenidos	
Índice de tablas	
Índice de gráficos y figuras	
Resumen	
Abstract	
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimiento.....	25
3.6. Métodos de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	25
IV. RESULTADOS	26
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	27
TABLA 2: Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso	28
TABLA 3: Peso Unitario Compactado Agregado Grueso	29
TABLA 4: Contenido de humedad de Agregado Grueso	29
TABLA 5: Peso específico y % de Absorción del Agriado Grueso	29
TABLA 6: Análisis granulométrico del agregado fino.....	30
TABLA 7: Peso unitario de agregado fino.....	31
TABLA 8: Peso unitario compactado de agregado fino	31
TABLA 9: Peso específico y % de Absorción del Agriado Fino	32
TABLA 10 Propiedades de los agregados.....	33
TABLA 11: Características del Cemento	33
TABLA 12: Características del agua	33
TABLA 13: b/bo.....	35
TABLA 14: Tabulación de b/bo para porcentajes requeridos	35
TABLA 15: Diseño de mezcla de concreto permeable M-1 relación fino/grueso 0.05 para 1 m ³	37
TABLA 16: Datos de entrada de diseño de mezcla M-2 relación fino/grueso 0.15.....	37
TABLA 17: Diseño de mezcla de concreto permeable M-2 relación fino/grueso 0.15 para 1 m ³	38
TABLA 18: Datos de entrada de diseño de mezcla M-3 relación fino/grueso 0.25	38
TABLA 19: Diseño de mezcla de concreto permeable M-3 relación fino/grueso 0.25 para 1 m ³	39
TABLA 20: Resumen de materiales para los diseños de concreto permeable....	39
TABLA 21: Resumen de las cantidades de los materiales para 1 m ³ de concreto permeable	40
TABLA 22: Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 1- R. fino grueso 0.05	42
TABLA 23: Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 2- R. fino grueso 0.15	42

TABLA 24: Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 3- R. fino grueso 0.25.....	43
TABLA 25: Resumen de los promedios de los resultados a la resistencia a compresión.....	44
TABLA 26: Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 1 R. f/g 0.05.....	45
TABLA 27: Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 2 R. f/g 0.15.....	45
TABLA 28: Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 3 R. f/g 0.25.....	46
TABLA 29: Resumen de los promedios de los resultados a la resistencia a flexión.	47
TABLA 30: Resultados de ensayos de permeabilidad.....	48
TABLA 31: Resumen de los resultados de las propiedades en estado fresco y endurecido.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 01: Curva Granulométrica de Agregado Grueso	27
FIGURA 02: Curva granulométrica de agregado fino	29
FIGURA 03: <i>Esfuerzo de compresión vs. Contenido de aire</i>	34
FIGURA 04: Relación entre pasta y contenido de vacíos	34
FIGURA 05: Grafica de Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) vs. Edad	43
FIGURA 06: Grafica de Resistencia a la Flexión (kg/cm ²) vs. Edad	46
FIGURA 07: Dimensiones del aro de infiltración	47

RESUMEN

El concreto permeable es clasificado como un concreto especial, debido a las proporciones de sus componentes y la propiedad que permite migrar el agua a través de su estructura, esto se da por el alto porcentaje de vacíos que contiene el concreto permeable en comparación con un concreto convencional. Es por ello que se presenta como alternativa para uso como superficie de rodadura de pavimento rígido en territorios donde haya lluvias constantes, de esta manera evitar las fallas prematuras de las estructuras viales que se presentan por encharcamientos o escorrentías de aguas de lluvia. En la presente investigación se realizaron 3 diseños de mezcla de concreto permeable con resistencia de 210 kg/cm², para lo cual se siguieron las indicaciones del ACI 522R-10 y ACI 211.3R-02. Los diseños de mezcla tuvieron una proporción igual de cemento y agua la diferencia consta en la relación de agregado fino/grueso que contiene cada mezcla los cuales son de 0.05, 0.15 y 0.25. Para validar la investigación se realizaron especímenes en formas cilíndricas, vigas y losas para realizar ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión e infiltración de agua respectivamente dentro de un laboratorio.

Palabras claves: Concreto permeable; Carpeta de rodadura; Propiedades mecánicas; Resistencia a la compresión; Resistencia a la flexión; Permeabilidad; Pavimento rígido.

ABSTRACT

Pervious concrete is classified as a special concrete, due to the proportions of its components and the property that allows water to migrate through its structure, this is due to the high percentage of voids that permeable concrete contains compared to conventional concrete. That is why it is presented as an alternative for use as a rigid pavement rolling surface in territories where there is constant rainfall, in this way to avoid premature failure of road structures that occur due to puddles or rainwater runoff. In the present investigation, 3 permeable concrete mix designs with a resistance of 210 kg / cm² were made, for which the indications of ACI 522R-10 and ACI 211.3R-02 were followed. The ratio mix designs had an equal proportion of cement and water, the difference consists of the fine / coarse aggregate that each mix contains, which are 0.05, 0.15 and 0.25. To validate the research, they were specifically performed on cylindrical shapes, beams and slabs to perform tests of compressive strength, flexural strength and water infiltration respectively within a laboratory.

Keywords: Permeable concrete; Rolling folder; Mechanical properties; Compressive strength; Flexural strength; Permeability; Rigid pavement.

I.- INTRODUCCIÓN

Desde las primeras mezclas con calizas calcinadas en la antigua Grecia, hasta hoy en día se viene perfeccionando las propiedades del concreto, modificando la dosificación de los agregados como también el adicionando de plastificantes o fibras ya sean naturales, sintéticas o metálicas con la finalidad de obtener un concreto con optimo desempeño para los diversos fines y condiciones que sean requeridos, sea para ambientes con altos porcentajes de sulfatos, según su resistencia a fuerzas mecánicas e impermeabilidad o permeabilidad de estos.

Debido a la principal característica que posee el concreto, la cual es la resistencia a compresión, el concreto viene siendo usado en todos los proyectos de construcción ya sean edificaciones, obras hidráulicas e infraestructuras viales y es en esta última donde nos enfocaremos en la siguiente investigación.

En cuanto a la **realidad problemática**, se tiene en el país de Colombia, que según la creciente construcción de obras viales, la recarga natural de los mantos acuíferos ha tenido una disminución notoria, por otro lado, se incrementó de manera considerable el escurrimiento de aguas pluviales en la superficie del pavimentos en épocas de lluvia, lo que produce un aumento de riesgo de inundaciones en zonas bajas de las urbanizaciones, lo que degrada considerablemente la superficie del pavimento (capa de rodadura). (Mendoza y Ospina, 2018, p. 08). Por tanto en México, la utilización del concreto permeable en pavimentos rígidos reduce el escurrimiento de aguas pluviales o los elimina, mejorando la calidad del agua que llega al subsuelo y evita el encharcamiento de estas en la superficie del pavimento, lo que reduce o elimina la necesidad de implementar áreas de retención de aguas pluviales y cunetas para que las aguas sean conducidas a las redes de alcantarillado. El concreto permeable se define también como concreto con un revenimiento cero con un grado de porosidad alta. La utilización del concreto permeable se destina a vías de transito ligero, ciclo vías, estacionamientos, pasos peatonales entre otro. (Pérez, 2019 p. 03)

Se tiene registro de la existencia del concreto permeable desde hace 150 años, sin embargo en los últimos treinta años, el uso de este tipo de concreto se ha venido implementando en diversas aplicaciones de la construcción en países de Norteamérica, las áreas donde se usan con frecuencia este tipo de concreto son en

zonas cercanas a árboles, para la reducir la escorrentía pluvial e incrementar permeabilidad en áreas que las necesiten. El desarrollo de este producto se dio a mediados de los años 90 y su utilización básicamente es para pavimentos y veredas. La función de este concreto es la de filtrar las aguas pluviales hasta el subsuelo. (Choque y Ccana, 2016, p 01)

Se realizó la **formulación del problema**, en el cual se tuvo como **problema general**: De qué manera las dosificaciones tomadas para concreto permeable influye en las propiedades mecánicas del concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?, y los **problemas específicos**: Cuál es la resistencia a compresión del concreto permeable para las 3 dosificaciones de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?, ¿ Cuál es la resistencia a flexión del concreto permeable para las 3 dosificaciones de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?, ¿ Cuál será la percolación para las 3 dosificaciones de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020? Seguido se procedió con la elaboración de la **justificación teórica** donde se busca aportar los conocimientos respecto a las propiedades mecánicas del concreto en pavimentos rígidos, basándonos en el Manual de Carreteras EG-2013, teniendo como **justificación practica** presenta como alternativa al concreto permeable está elaborado con una mezcla de cemento portland, agregados fino, agregado grueso, agua y aditivos. Según las dosificaciones de la mezcla del concreto permeable se puede usar un porcentaje mínimo o ninguno de agregado fino, donde se pueden alcanzar resistencias adecuadas para su uso en pavimentos rígidos. Así mismo, la **justificación social**, el concreto permeable se presenta como una alternativa para poder drenar de forma adecuada las aguas de lluvia de la superficie de un pavimento hacia los mantos acuíferos. Conocido también como concreto ecológico debido a que las aguas filtradas llegan al subsuelo y no son derivados a las redes de alcantarillado donde estos terminarían como aguas residuales. Si bien no hay mucha información a nivel nacional sobre este tipo de concreto o incluso alguna norma peruana, el concreto permeable viene siendo usado en países europeos desde mediados del siglo XIX, como también en países de América del Norte y Oceanía, de esta manera buscan que las aguas pluviales sean aprovechadas de forma natural evitando

también la evaporación de estas y manteniendo los mantos acuíferos, por tanto **justificación económica** resulta que al implementar el uso de concreto permeable en vías de pavimento rígido, generaría una reducción de costos ya que los sistemas de alcantarillado serían menores o ninguno, teniendo como **justificación metodológica** la recolección de datos y técnicas para el manejo de parámetros de estos para garantizar la eficacia de los datos obtenidos, los cuales serán mediante pruebas de ensayo de especímenes de concreto, los que tendrán dosificaciones distintas de mezclas de concreto respecto al agregado fino, así mismo se realizarán ensayos de granulometría a los agregados que se usaran en las mezclas de concreto. En cuanto a los objetivos, se tiene como **objetivo general**: Analizar las propiedades mecánicas del concreto permeable según las dosificaciones tomadas para ser usado en superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020. Lo cual deriva a los siguientes **objetivos específicos**: Determinar si las dosificaciones de concreto permeable puedan tener una resistencia a compresión adecuada del concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020; Determinar la capacidad de resistencia a flexión de las 3 dosificaciones del concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020, Determinar la percolación para diferentes dosificaciones de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020 Teniendo como **hipótesis general**: Analizando las propiedades mecánicas del concreto permeable, este presenta propiedades mecánicas adecuadas para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020. En cuanto a las **hipótesis específicas** La resistencia a compresión del concreto permeable se determinará dependiendo de la dosificación de la mezcla para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020; asimismo, Las 3 dosificaciones de concreto permeable tiene una resistencia a flexión similar a las de un concreto convencional para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020. Por tanto el concreto permeable tiene la capacidad de percolación de aguas de lluvia para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020.

II.- MARCO TEÓRICO

El primer registro que se tiene respecto al uso de mezclas cementales datan de los años 7000 a.C., en civilizaciones como Persia o Babilonia, los cuales para construir los muros de sus ciudades, cocinaban las piedras con la finalidad de obtener cal, estas eran mezcladas con grasa animal o yema de huevo, de esta manera obtenían el mortero que usaban en sus construcciones. Cabe resaltar que en estas civilizaciones se encontraron los primeros vestigios de la aplicación de concreto para pisos.

En los años 2500 a.C. los egipcios usaron mezclas calizas y yesos calcinados para usarlos como mortero para pegar los grandes bloques de piedras que usaron en la construcción de las pirámides de Guiza y otras construcciones importantes de la cultura egipcia.

Se utilizaron trabajos previos como antecedentes, a nivel internacional según: MENDOZA Y OSPINA, (2018), Colombia, el proyecto que lleva por nombre: *“Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio”*. Concluyeron que: de acuerdo a los datos obtenidos respecto al concreto permeable o también llamado poroso el cual llevan aplicándolo en su país con diversos fines en la construcción con el cual buscan lograr un equilibrio hidráulico-estructural mínimo para ser usado en pavimentos rígidos. La investigación refiere que es de tipo mixta, toma como punto inicial la etapa cualitativa, en el cual se recolecta y analiza la información las que pueden ser revistas, manuales o tesis. La segunda etapa es la investigación cuantitativa, es aquí donde se realizaron ensayos en laboratorios para obtener un diseño de mezcla para un concreto permeable, el cual pueda ser usado en vías de pavimento rígido cumpliendo los parámetros establecidos.

Se realizó un análisis de granulometría a los agregados gruesos que se usaron para realizar la mezcla del concreto permeable, así como también el ensayo de Abrasión los Ángeles, el cual consiste en la determinación de la resistencia del agregado grueso menores a los 37.5 mm, que presenta al desgaste abrasivo el cual emplea la maquina Los Ángeles (L.A.)

Según DÍAZ (2017), Perú, en el proyecto: *“Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para usar en pavimentos, en la ciudad de Cajamarca.”* Concluyeron que: Según el diseño de mezcla del concreto permeable, se logró obtener una resistencia a compresión a la edad de 28 días de 22.35 MPa, de igual forma una resistencia a flexión de 4.34 Mpa, el cual cumple los parámetros de diseño mínimo de 210 kg/cm² de un concreto para ser usado en pavimento rígido, por otro lado la permeabilidad se obtuvo un promedio de 0.27 cm/seg, el cual también se encuentra dentro de lo establecido en el ACI 211.3R-02 (0.20y0.54 cm/seg).

PEREZ (2017), Perú, en el proyecto: *“Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017”* concluye que: la dimensiones del agregado grueso influye en la propiedad mecánica e hidráulica del diseño de mezcla, siendo la gradación N°4 la que obtuvo mejores resistencia a los ensayos de compresión y flexión, por otro lado se obtuvo una mejor permeabilidad con una gradación de 3/8”. Según los datos recolectados sobre los ensayos a flexión, el diseño de mezcla con gradación N° 4, puede ser aplicado en vías de pavimento rígido locales, para un tráfico ligero debido a que este concreto tiene un módulo de rotura de 34 kg/cm² el cual es similar al que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones CE 0.10 (Pavimentos Urbanos)

JULCANI (2018), Perú, en el proyecto: *“Comportamiento del concreto permeable utilizando agregados andesíticos en la urbanización el trébol, Huancayo”* concluye que: Al utilizar los agregados andesíticos en el diseño de mezcla con 15% de vacíos y un diseño de 175 kg/cm², el cual se encuentra dentro de los parámetros que se encuentran en la norma ACI 211.3R respecto al porcentaje de vacíos y según su resistencia a compresión y flexión se encuentra dentro de lo establecido en la norma ACI 522R. Por otro lado la presencia de aditivos en el diseño de mezcla mejora la resistencia a compresión del concreto permeable a la edad de 28 días.

CABELLO, ZAPATA, PARDO, ROMO, CAMPUZANOY ESPINOZA Y SANCHEZ (2015), Ecuador, en su memoria de artículos *“I Congreso internacional de ciencias y tecnología UMACH2015.”* Concluyeron que: El concreto permeable o poroso es representada como una alternativa en la construcción haciendo referencia a los

problemas que son causados por inundaciones producto de lluvias, el agotamiento de mantos acuíferos debido a la evaporización de las aguas en la superficie y por ende escasez de agua, por otro lado, tiene la característica de reducir el ruido debido a los vacíos que presenta el concreto y la de proporcionar una superficie de rodadura más segura para los vehículos que transitan sobre esta. Para obtener un diseño de concreto adecuado implica realizar ensayos de compresión, flexión, permeabilidad y porcentajes de vacíos según normas ACI y ASTM.

MURESAN (2019), EEUU, en Nearby Engineers *“What is pervious concrete?”* Afirma que: El concreto permeable aplicado en vías de pavimento rígido pueden filtrar de 3 a 5 galones de aguas pluviales por minuto por pie cuadrado, este flujo está dentro de los parámetros para prevenir escorrentías en la superficie del pavimento. Se le puede añadir una capa subyacente de grava gruesa al pavimento de concreto permeable, esto para poder retener el agua debajo del pavimento. Siendo uno de los grandes beneficios ambientales, ya que la escorrentía generadas por aguas pluviales son fuentes de contaminación de agua; aproximadamente el 90% de contaminantes que se encuentran en la superficie son transportados por las escorrentías pluviales. Se tiene como principales contaminantes por escorrentías en zonas urbanas: sedimentos, metales pesados e hidrocarburos. Por otro lado, expresa que las limitaciones del concreto permeable se deben a sus propiedades físicas de su superficie el cual están limitados en algunos casos, tener la superficie rugosa hay cierto grado de desprendimiento de partículas, el cual puede ser un problema para un pavimento con mucho tráfico vehicular, en el cual indica que una posible solución es la de pulir la superficie del pavimento para eliminar residuos y evitar que estos tengas más daños.

RADLINSKA, WELKER, GREISING, CAMPBELL Y LITTLEWOOD (2017), en su artículo de investigación *“Long-term field performance of pervious concrete pavement”*

El fraguado por secado se desarrolla antes en el concreto permeable, pero es significativamente menor que en un concreto convencional. Los valores específicos del concreto permeable varían con las diferentes mezclas y materiales usados, pero usualmente los valores son aproximadamente la mitad de los esperados para las mezclas de concreto convencionales el bajo contenido de pasta es una posible

explicación. Aproximadamente del 50% al 80% del endurecimiento del concreto ocurre dentro de los primeros 10 días, en comparación con el 20% al 30% en el mismo período para el concreto convencional. A menudo, el hormigón permeable se fabrica sin juntas de control y se permite que se agriete al azar.

Según MARTINS, BISQUESI, FABRO y PIERALISI (2019) en su artículo "*Characterization of pervious concrete focusing on non destructive testing*", menciona que el concreto permeable es usado para disminuir las formaciones de islas de calor dentro de las zonas urbanas, por otro lado también influye como barrera acústica absorbiendo los ruidos generados por el roce del pavimento con los neumáticos de los vehículos, sin embargo actualmente el uso del concreto permeable es usado generalmente en vías de bajo tráfico.

A continuación las teorías relacionadas a la investigación, en el cual se contempla que el **concreto** es una mezcla de pasta (cemento y agua) y de los agregados finos y agregados gruesos y opcionalmente aditivos, el cual en su primera etapa tiende a tener una estructura plástica el cual después del fraguado obtendrá una consistencia más sólida, tiene como principal característica mecánica la resistencia a compresión, haciendo que sea un material idónea para su utilización en la construcción.

La cultura romana adoptó algunas técnicas para la elaboración del concreto desarrollando el cemento puzolánico mezclando caliza calcinadas con arenas de origen volcánico. Utilizando esta mezcla con la adición de piedras volcánicas se pudo construir el Coliseo Romano y el Panteón.

Para que un concreto obtenga la mayor resistencia dependerá del porcentaje de agua que esta tenga en su etapa de plástica y de la calidad de los agregados. Cuando el porcentaje de agua sea demasiada alta, menor será la resistencia que el concreto llegue a alcanzar. A menor sea el porcentaje de agua en una mezcla se obtendrán resultados más rígidos obteniendo mejores resultados a resistencia a compresión y flexión (Chaiña y Villanueva, 2017 p. 08). La calidad y desempeño de un concreto se garantiza con el estudio de diseño de mezcla.

Según Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, menciona los siguientes tipos de concreto: **Concreto simple** es aquel concreto que carece del

refuerzo de una armadura de acero o tiene un porcentaje mínimo del establecido en la norma; **concreto armado** es el concreto que posee una armadura de refuerzo de varillas de acero lo que le proporciona la propiedad de tener una mayor resistencia a flexión.

Por otro lado el **concreto permeable**, según ACI 522R-10, es un material el cual posee una estructura abierta, que está compuesto por Cemento Portland, agregado grueso, cantidades mínimas o nulas de agregado fino, agua y según el diseño de mezcla este puede tener aditivos, el cual produce un material que en su etapa de endurecimiento cuenta con poros cuyos tamaños pueden variar entre 2 a 8 mm, permitiendo así la filtración de líquidos. Los contenidos de vacíos del concreto permeable se encuentran desde un 15 a un 35 por ciento alcanzando resistencia a compresión desde 2.8 MPa hasta 28 Mpa. La facilidad que los líquidos puedan atravesar el concreto permeable dependerá de la dosificación de agregado fino que el concreto posea en su diseño de mezcla.

En países de Europa el concreto permeable viene siendo usado desde mediados del siglo XIX, el término permeable hace referencia a un concreto sin agregados finos o con una granulometría discontinua. En el año 1852 se usó de concreto permeable por primera vez en la construcción de 2 viviendas en Inglaterra, dicha mezcla estaba elaborado con gravas y cemento, ya para el año 1942 se tenían registradas 900 viviendas elaborados con concreto permeable (Amorós y Bendezú, 2019, p. 4).

La Segunda Guerra Mundial dejó casi todos los países europeos con necesidad de construir viviendas, esta dio impulso al desarrollo de nuevos métodos de construcción en edificaciones, entre estos métodos se encontraba el concreto permeable el cual, antes de la guerra, solo era usado en viviendas de máximo 2 pisos. Sin embargo, luego del año 1946 terminado la guerra, el concreto permeable pasó a ser usado en más aplicaciones de la construcción e incluso se llegó a usar en edificaciones de 10 pisos de altura.

Debido a que esta mezcla de concreto no usaba agregados finos y tenía un menor contenido de cemento que una mezcla de concreto convencional, tuvo un desarrollo sostenible en años posteriores.

El concreto permeable en nuestro país no tiene mucho desarrollo ya que es un concepto relativamente nuevo. En esta última década el concreto permeable o también llamado concreto poroso adquirió la atención de investigaciones ya que también es considerado como concreto ecológico, debido a una de sus principales características que es la filtración de líquidos. Según las dosificaciones que se emplean en las mezclas del concreto se pueden alcanzar vacíos entre 15% hasta un 35%, por otra parte hay una pérdida de resistencia a la compresión que puede llegar hasta un 61.88%, lo que concluye que a menor porcentaje de vacíos en el concreto se alcanzara mayor resistencia a la compresión (Cerdán, 2015, p.3)

Los **agregados** son materiales granulares como arena, grava y piedra chancada, los cuales son indispensables para la elaboración de un concreto debido a que representa un 70% del volumen total de un concreto, según la dimensión y calidad de los agregados puede tener incremento en la resistencia del concreto (Pérez, 2017, p. 27). Por otro lado si la calidad y pureza de los materiales nos son los adecuados (ejemplo: arenas con alto porcentaje de sulfatos), estas pueden dañar la estructura de un concreto armado reduciendo la vida útil de la estructura lo que también reduce el desempeño de la estructura ante posibles movimientos sísmicos.

La dimensión del agregado grueso para ser usado en el concreto permeable debe estar entre $3/4$ y $3/8$ de pulgada, el agregado grueso no puede tener mayores dimensiones debido que este diseño del concreto permeable tiene un porcentaje mínimo o ninguno de agregado fino, si las dimensiones fueran mayores reduciría la resistencia a compresión de este tipo de concreto.

Relación entre agregado fino y agregado grueso (f/g), esto influye de gran manera en el diseño de la mezcla del concreto, ya que dependerá tanto del comportamiento, la resistencia y la propiedad de permeabilidad del concreto permeable. El cual está relacionado al tamaño máximo de agregado grueso que puede tener el diseño de la mezcla de concreto, cuando mayor sea el tamaño de los agregados la relación f/g es menor, este valor debe estar entre 0.05 y 0.30 (Santos, 2014, p 17).

Cuanto mayor sea las dimensiones del agregado grueso y menor sea el porcentaje del agregado fino, el concreto tendrá una menor resistencia a la compresión pero una mayor permeabilidad de líquidos.

El **agua** como elemento del concreto se encarga de la hidratación de las partículas del cemento lo que hace que desarrolle las propiedades aglutinantes, el agua al mezclarse con el cemento forma la pasta, el cual puede ser fluida o no según la adición de agua que esta tenga. Al momento de endurecer la pasta por fraguado, cierta cantidad de agua permanece en el concreto como agua de hidratación mientras que el resto tiende a evaporarse. (Niño, 1997, p 48).

Mientras que el **cemento** es un conglomerante resultado de una mezcla de Clinker y una cantidad menor de yeso, existen 6 tipos de cemento: Tipo I, Puzolánico, Tipo II, Tipo III, Tipo IV y Tipo V (Laura, 2019, p 26)

Respecto a la **relación de cemento agua** (a/c), el cual se indica que para un concreto convencional la relación cemento agua esta entre 0.42 y 0.60, pero el concreto permeable tiene una relación de cemento agua entre 0.28 y 0.40 con contenidos de vacío que van desde 15 % hasta un 35% logrando que la estructura tenga resistencia a la compresión, por otro lado respecto a la permeabilidad del concreto, esta posee una capacidad de drenaje de 81 a 730 litros/min/m².

Según el ACI 522R-10, el concreto permeable llegan a obtener resistencias entre 2.8 Mpa hasta 28 Mpa., los cuales se encuentran dentro de los parámetros para el uso de este tipo de concreto en vías de pavimento rígido.

El concreto permeable tiene la característica de evitar que el agua pluvial se empoce en su superficie, lo que resulta que este concreto pueda ser usado no solo en vías de pavimento rígido sino también en ciclo vías, estacionamientos, taludes, etc. (Amorós y Bendezú, 2019, p. 4).

Pavimento es una estructura de vías de comunicación terrestre, los cuales son formados por capas superpuestas con materiales elaborados o no, los cuales son colocados sobre un terreno acondicionado el cual consta de carpeta, base y subrasante, con la finalidad de distribuir cargas aplicadas sobre estas. Hay dos tipos de pavimentos: **pavimento rígido**, el cual está compuesto de losas de concreto hidráulico, debido a su rigidez esta permite una buena distribuir las cargas

de los vehículos, la cual resulta en tensiones bajas en la sub rasante. Debido a su módulo de elasticidad alta del hormigo, estas optimizan su capacidad portante sobre la losa de concreto más que en la de la sub rasante: hay tres tipos: simple con juntas, armado con juntas y armado con refuerzos continuos. Por otro lado tenemos al **pavimento flexible**, son aquellos que son elaborados con materiales asfálticos sobre una capa de base y una sub base, debido a que posee menor rigidez esta se deforma con mayor facilidad lo que se transforma en mayores tensiones sobre la sub rasante.

En zonas lluviosas se opta por la utilización de pavimento rígido debido a sus propiedades, las cuales tienen un mejor desempeño que el pavimento flexible ante las lluvias, por otro lado tienen una mayor resistencia a fuerzas de compresión, esto es importante ya que estos pavimentos están sometidos a cargas altas debido a la circulación de vehículos pesados. Debido a estos factores el uso de pavimentos flexible no es recomendable para zonas lluviosas, ya que sufren daños severos a un corto periodo de su vida útil, debido a la estructura en general del pavimento flexible, al momento de aplicar una carga esta es de manera puntual lo que debilita su estructura, más aun si existiera filtración de aguas, por otro lado al aplicar una carga al pavimento rígido, está la distribuye en un área mucho mayor lo cual resulta en un menor esfuerzo del pavimento rígido.

III.- METODOLOGIA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Lozada. (2014, p 35). Menciona que la investigación que es de tipo aplicada tiene como finalidad generar conocimiento mediante la aplicación directa en un tiempo de plazo mediano sobre la sociedad o en algún sector productivo. La investigación aplicada presenta valor agregado debido al uso de conocimiento proveniente de una investigación básica.

La presente investigación es de tipo aplicada, la cual está basada en estudios que fueron obtenidos previamente. Para poder realizar un concreto permeable que pueda ser aplicado como pavimento, este debe ser capaz de superar un F'c de 175 kg/cm², Sin embargo este tipo de concreto también debe poseer los suficientes vacíos para poder permitir que el agua pueda filtrarse sobre esta, de forma que pueda dejar pasar las aguas pluviales y evitar la formación de escorrentías que puedan formarse producto de las lluvias u otros factores.

3.1.2. Diseño de investigación

La investigación será de diseño experimental, Hernández. (2010, p. 119). Menciona, la esencia de un experimento requiere que una acción pueda ser manipulada intencionalmente para analizar los posibles resultados que se puedan obtener, pueden ser una o más variables independientes las que pueden ser manipuladas para luego poder analizar las consecuencias que se dieron en una o más variables dependientes de manera en la que el investigador pueda controlar.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente (X):

- Concreto permeable

Variable dependiente (Y):

- Propiedades mecánicas

3.2.1. Definición conceptual

Variable Independiente (X): Concreto permeable, según Morales (2018), puede definirse como un concreto hidráulico con alto porcentaje de porosidad a consecuencia de sus características físicas (consistencia, densidad, tiempo de fraguado, etc.) los cuales poseen un elevado contenido de vacíos en comparación a las que tiene un concreto elaborado de manera convencional. Lo cual permite que los líquidos puedan pasar a través del concreto con facilidad.

Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas, Torres (2010), menciona que las propiedades de resistencia o mecánicas del concreto depende de la relación a/c y de igual forma la relación que existe entre el agregado fino y el agregado grueso, lo que se refleja en los ensayos a compresión y flexión a los que son sometidos las probetas o especímenes

3.2.2. Definición operacional

Variable Independiente (X): Concreto permeable, se realizaran diseños de mezcla de concreto con dosificaciones mínimas y nulas de agregado fino, lo cual generara un alto porcentaje de vacíos dando como una de las características principales la porosidad del concreto donde se busca que el concreto sea permeable y a la vez tenga la capacidad de resistir las cargas de vehículos pesados.

Variable dependiente (Y): Propiedades mecánicas, obtenido el diseño de mezcla y la elaboración de los especímenes de concreto permeable, estos serán sometidos a ensayos de resistencia para poder determinar las propiedades mecánicas (compresión y flexión) del concreto permeable.

3.2.3. Indicadores

Sierra(1989) Los indicadores llevan este nombre debido a que indican o son indicios de variables más generales y es debido a esto su existencia las cuales tiene concurrencia con las variables de estudio. Lo que se puede traducir en correlatos empíricos de las variables en estudio, estas tienen expresiones concretas, prácticas

y medibles para lo cual usaremos ensayos que se encuentran normados en la Norma Técnicas Peruana

3.2.4. Escala de medición

Mediante atributos o variables son representados los datos de la investigación para luego ser analizados y procesados, lo cual se transforma en información. Para realizar esto es necesario comparar los resultados obtenidos entre sí. Es por ello que este proceso de comparación necesita de una escala de medición donde ubicar los datos obtenidos durante la investigación. La **medición** en el presente trabajo de investigación será razón y nominal donde los resultados serán en números reales.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Hernández (2010, p. 175). El primer paso a seguir para evitar errores es realizar una adecuada delimitación del universo o población, esto según el criterio del investigador. Partiendo de esta perspectiva se tiene que la población viene a ser el concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido el cual contará con tres dosificaciones distintas.

3.3.2. Muestra

Las muestras que se tomarán son la población en general, estas contarán con distinto porcentaje de adición de agregado fino, luego estas muestras (especímenes) serán sometidos a ensayos para determinar sus propiedades mecánicas los cuales consistirán en ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y ensayo de permeabilidad del concreto.

3.3.3. Muestreo

Según Niño (2011) el muestreo no aleatorio es el método el cual permite usar muestras con mayor claridad o también por criterio del investigador. Por otro lado Bear (2008) nos dice que el muestreo intencionado permite al investigador poder tomar muestras según la necesidad de su criterio, para lo que el investigador debe contar con conocimiento previo del tema. Por ende el muestreo será no probabilístico – intencionado, ya que las muestras no serán tomadas al azar.

3.3.4. Unidad de análisis

El concreto permeable vendrá a ser la **unidad de análisis**, este contará con distintas dosificaciones de agregado fino.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnica.

Según, Niño (2011) refiere sobre la práctica de observación que esta requiere de la preparación de un plan para verificar datos dependiendo de la investigación y también del procedimiento.

De modo que se utilizara la técnica de observación, donde se obtendrán resultados luego de los ensayos a los que estarán sometidos los especímenes, teniendo en cuenta las dosificaciones de las mezclas de concreto, la obtención de resistencia del concreto según sus edades y la propiedad de permeabilidad que esta puede llegar a alcanzar. La toma estos datos es de vital importancia ya que nos da a conocer los cambios físicos y mecánicos que el concreto permeable pueda tener durante el periodo de estudio.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

Torres (2015) nos dice que, para recolectar los datos primarios correspondientes a una investigación científica se realiza generalmente por observación, entrevista,

encuestas o algún otro sujeto de estudio y también por experimentación. Teniendo presente lo antes mencionado se puede considerar que el instrumento de recolección de datos debe cumplir con condiciones que el proyecto de investigación demanda, con factores relacionados respecto a los análisis que se llevaran a cabo en la investigación como es la edad del espécimen, el nombre o codificación del espécimen, resultados de los ensayos realizados y observación.

3.4.3. Validez de instrumento de recolección de datos.

Se validaron los datos obtenidos con certificaciones que fueron proporcionados por el especialista, durante las etapas de análisis del concreto, para lo cual cada proceso que sea realizado en el laboratorio deberá contar con la validez respectiva los cuales son: análisis de calidad de los materiales, análisis granulométricos, ensayos de rotura, permeabilidad, etc. El especialista es quien determinará que los ensayos fueron realizados correctamente, lo cual se podrá descartar algún error humano.

3.4.4. Confiabilidad.

Niño (2011) menciona que la confiabilidad es un recurso básico, para poder conocer cuan exacto y fiable pueden ser los datos obtenidos en la investigación. Un instrumento debe garantizar de manera exacta la medición de las muestras que se tendrán durante la investigación, la cual se realizaran en tiempos diferentes y lograr obtener resultados similares.

La confiabilidad la genera la calibración de los equipos que se usaran durante los ensayos, por ello es primordial verificar la calibración de estos equipos antes de realizar los ensayo, debido que los equipos son calibrados cada determinado tiempo. Siendo esta la única manera de garantizar que los datos obtenidos no cuentan con errores.

Para esta investigación se realizaron ensayos de resistencia a compresión, resistencia a flexión y permeabilidad del concreto, para lo que la norma indica que

los equipos usados en los ensayos no deben de superar los 13 meses después de su última calibración.

3.5. Procedimientos

Los materiales de agregado grueso como agregado fino fueron adquiridos a la empresa Unicon.

Se realizó un diseño de mezcla en laboratorio para certificar la autenticidad de los resultados, para los cuales se tiene previsto realizar diseño de mezcla con resistencia de $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, a los cuales se les disminuirá la adición de agregado fino de un 80 y 90 % del volumen de un concreto convencional y un diseño de mezcla será sin adición de agregado fino.

Una vez obtenido el diseño de mezcla se procedió a la preparación de la mezcla del concreto y la generación de los especímenes que fueron llevados a ensayos de compresión, flexión y permeabilidad. Se realizaron 27 especímenes cilíndricos para ensayos a compresión de 30 cm de alto por 15 cm de diámetro; 9 especímenes prismáticos de 15 cm por 15 cm por 45 cm, los cuales serán para ensayos a flexión y se realizaran 9 bloques de concreto de 30 cm de alto por 30 cm de largo por 10 cm de espesor para los ensayos de permeabilidad de concreto.

Luego de obtener los resultados de los ensayos se procederió a compararlos y analizarlos en cuadros y tablas para determinar las características de los diseños de mezcla usados.

3.6. Método de análisis de datos:

Según Sabino (1992) sobre el método de análisis menciona que los pasos a realizar deben ser de forma natural. Teniendo conocimiento de los resultados obtenidos de los ensayos de la investigación, se realizarán cuadros y tablas que sean necesarios para la colocación de los resultados, por ello podemos afirmar que el método de análisis que se realizara es de forma **cuantitativa** debido a la manera en las que se obtendrán los resultados de los distintos ensayos que se realizaran,

los que estarán en datos numéricos y serán ingresados en tablas para luego ser comparados con resultados de otros especímenes o manipulación se sea necesario.

3.7. Aspectos éticos

Tacillo (2016) que los aspectos éticos, es la aplicación de los principios morales con relación a los temas tomados en cuenta en la búsqueda de la información científica. De tal modo que los ensayos que se realizaran en la presente investigación están determinados por las Nomas Técnicas Peruanas, para de esta manera contar con resultados confiables.

IV RESULTADOS

Para realizar la dosificación del concreto permeable se utilizó agregado grueso cuyas dimensiones se encontraban entre 3/8" y 3/4". En la Tabla 01 se detalla el análisis granulométrico de los agregados utilizados, por otro lado en la Figura 01 se pueden observar las curvas granulométricas de los agregados según lo requerido por el ACI 522 R10

Tabla: 01

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso:

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
4"	100	0	0		100.00
3 1/2"	90	0	0		100.00
3"	75	0	0		100.00
2 1/2"	63	0	0		100.00
2"	50	0	0		100.00
1 1/2"	37.5	0	0		100.00
1"	25	0	0		100.00
3/4"	19	68	2.49	2.49	97.51
3/8"	9.5	1062.4	38.83	41.31	58.69
N° 4	4.75	1553	56.76	98.07	1.93
N° 8	2.36	52.9	1.93	100.00	0.00
N° 16	1.18	0	0.00	100.00	0.00
N° 30	0.6	0	0.00	100.00	0.00
N°50	0.3	0	0.00	100.00	0.00
N° 100	0.15	0	0.00	100.00	0.00
Total		2736.3	100.00		

Fuente: *Elaboración Propia.*

Los resultados de la curva granulométrica nos indican que el material usado se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el ACI 211.

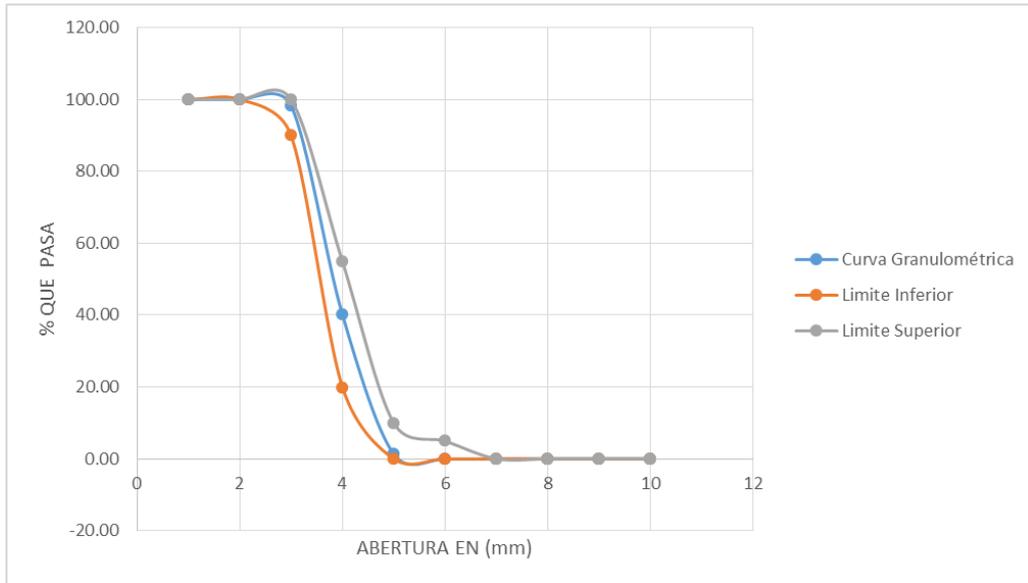


Figura 01: Curva Granulométrica de Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

$$\Sigma \% \text{ Retenido Acumulado } 3/4" + 3/8" + \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 \text{ (Ec. 1)}$$

$$\text{Módulo de Fineza} = 6.42$$

Luego de realizar la granulometría de los agregados, se realizaron ensayos a los materiales para determinar sus propiedades, para de esta manera poder realizar los diseños de mezcla de forma teórica de concreto permeable con los valores obtenidos.

Tabla: 02

Peso Unitario Suelto de Agregado Grueso

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la Muestra + Molde	g	6610	6567	6592
Peso del Molde	g	198	198	198
Peso de la Muestra	g	6412	6369	6394
Volumen del Molde	cc	4601	4601	4601
Peso Unitario Suelto de la Muestra	kg/m ³	1393.7	1384.3	1389.7
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	kg/m³	1389.2		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 03

Peso Unitario Compactado Agregado Grueso

		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso de la Muestra + Molde	g	7314	7326	7310
Peso del Molde	g	198	198	198
Peso de la Muestra	g	7116	7128	7112
Volumen del Molde	cc	4601	4601	4601
Peso Unitario Compactado de la Muestra	kg/m ³	1546.7	1549.3	1545.8
PROM. PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1547.2		

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 04

Contenido de humedad de Agregado Grueso

Peso del recipiente	g	98.4
Peso del recipiente + muestra húmeda	g	578.7
Peso de recipiente + muestra seco	g	577.4
Peso de muestra seco	g	479
Peso de agua	g	1.3
Contenido de humedad	%	0.22

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 05

Peso específico y % de Absorción del Agriado Grueso

		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	g	1586.1	1599.2	1592.7
Peso muestra Sat. Sup. Seca	g	2534.5	2508.0	2521.3
Peso muestra Seco	g	2494.0	2476.0	2485.0
Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.67	2.76	2.72
Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.63	2.72	2.68
Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.75	2.82	2.79
Absorción de agua = ((B - C)/C)*100	%	1.624	1.292	1.46

Fuente: Elaboración Propia.

De igual modo se realizó ensayos al agregado fino que se utilizó en la preparación del concreto permeable.

Tabla: 06

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que pasa
1 1/2"	37.5				
1"	25				
3/4"	19				
3/8"	9.5	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	25	4.40	4.40	95.60
N° 8	2.36	67	11.80	16.20	83.80
N° 16	1.18	105	18.49	34.68	65.32
N° 30	0.6	132	23.24	57.92	42.08
N°50	0.3	163	28.70	86.62	13.38
N° 100	0.15	58	10.21	96.83	3.17
Fondo		18	3.17		
Total		568	100.00	100.00	

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de la curva granulométrica nos indican que el material usado se encuentra dentro de los parámetros.

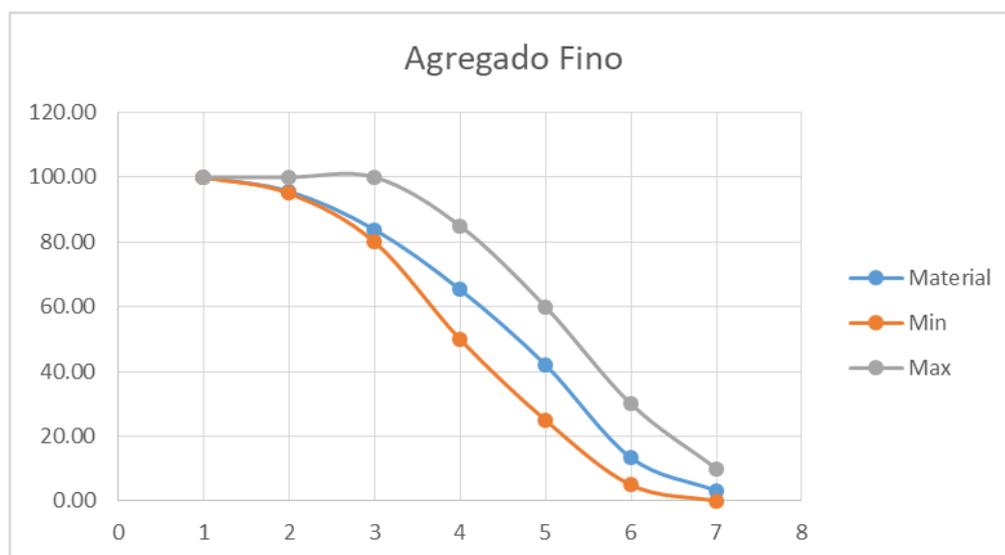


Figura 02: Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 07

Peso Unitario Suelto de Agregado Fino

		Muestra 1	Muestra 2
Peso de la Muestra + Molde	g	5770	5760
Peso del Molde	g	198	198
Peso de la Muestra	g	5572	5562
Volumen del Molde	cc	4601	4601
Peso Unitario Suelto de la Muestra	kg/m ³	1211.1	1208.9
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	kg/m³	1210.0	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 08

Peso Unitario Compactado Agregado Fino

		Muestra 1	Muestra 2
Peso de la Muestra + Molde	g	6420	6480
Peso del Molde	g	1640	1640
Peso de la Muestra	g	4780	4840
Volumen del Molde	cc	2740	2740
Peso Unitario Compactado de la Muestra	kg/m ³	1744.5	1766.4
PROM. PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m³	1755	

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 09

Peso específico y % de Absorción del Agriado Fino

		M - 1	M - 2	PROMEDIO
Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balon	g	671.26	669.8	670.5
Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.72	311.7	311.2
Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balon	g/cc	667.1	662.5	664.80
Peso del Balon N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	496.1	492.7	494.40
Volumen del Balon (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.66	2.64	2.65
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.72	2.75	2.74
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]	%	0.8	1.5	1.2

Fuente: Elaboración Propia.

La proporción de agua que se empleó en los diseños de las mezclas de concreto permeable es de suma importancia para que el concreto pueda alcanzar las características que se desean del concreto. El agua que se usa en la mezcla de concreto debe ser potable, libre de impurezas que puedan afectar las características del concreto y también cumplir con el ASTM C1602.

Respecto a la cantidad de agua a usarse en mezclas de concretos permeables tienen una relación agua/cemento relativamente baja. La cantidad a usarse tiene que ser adecuada, ya que si existiera una relación agua /cemento muy baja la adherencia de los materiales no sería la correcta lo que podría ocasionar que el concreto logre presentar fallas de manera prematura. Por otro lado, si la mezcla de concreto contiene una elevada relación agua/cemento podría causar la obstrucción de los poros del concreto lo cual reduciría la propiedad de permeabilidad de este tipo de concreto.

El cemento a usar para la elaboración del concreto permeable es Portland el cual sus características se deben encontrar dentro del ASTM C150.

El uso de aditivos en las mezclas de concreto son para modificar ciertas características de la mezcla respecto a la hidratación, la trabajabilidad y endurecimiento del concreto. Debido a la baja relación agua/cemento que tiene el concreto permeable es necesario el uso de aditivo, en este caso se usó un reductor de agua.

Caracterización de agregados

En la tabla 10 se muestran las propiedades físicas del agregado grueso y agregado fino, que fueron usados en los diseños de mezcla para el concreto permeable según las dosificaciones que se especifican.

Tabla: 10

Propiedades de los agregados

Agregado	Peso Unitario (kg/m ³)	Peso Específico (kg/m ³)	Contenido de Humedad (%)	Capacidad de Absorción (%)
Grueso (3/4" - 3/8")	1547.2	2680	0.2	1.06
Fino	1266.6	2650	2.64	1.2

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 11

Características del Cemento

Material	Tipo	Densidad (kg/m ³)
Cemento Portland	I	3150

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 12

Características del agua

Material	Densidad (kg/m ³)
Agua	1000

Fuente: Elaboración Propia.

Para que los diseños de concreto puedan llegar a una resistencia de 210 kg/cm² (3000 psi) utilizaremos la norma ACI 522R 10, donde nos indica el porcentajes de vacíos que el concreto necesitara para que pueda llegar a la resistencia a compresión deseada. En este caso se busca tener un porcentaje de vacíos entre 15% y 20%.

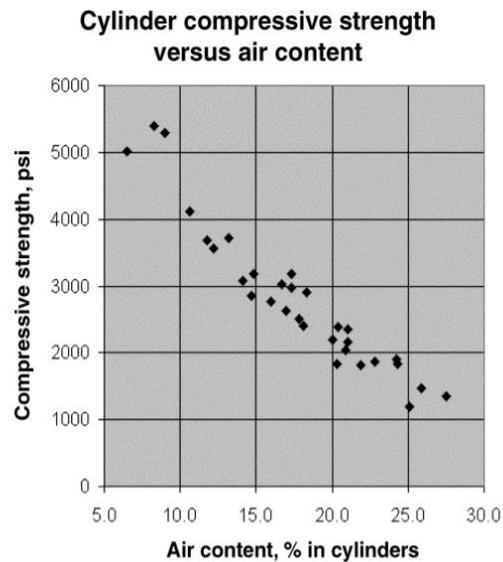


Figura 03: Esfuerzo de compresión vs. Contenido de aire

Fuente: ACI 522R, Reporte de Concreto Permeable ACI 522R-06. Capítulo 4.

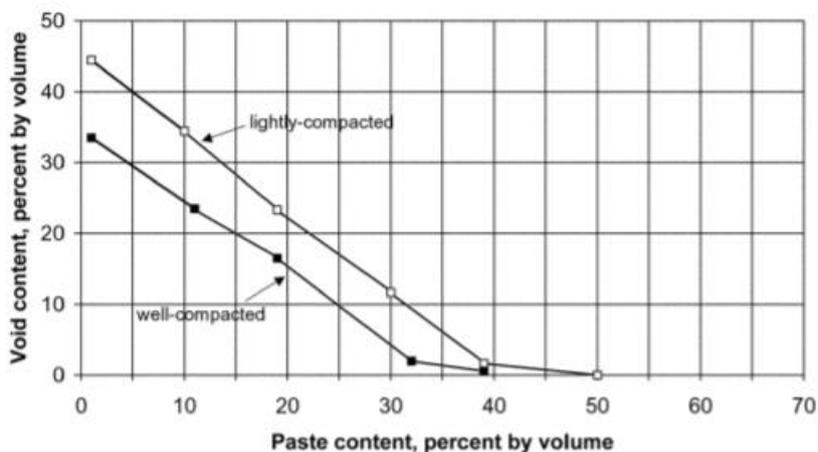


Figura 04: Relación entre pasta y contenido de vacíos para tamiz No. 8

Fuente: ACI 211.3R-02 Guía para elección de proporciones para concreto con revenimiento cero.

Para la elaboración de un concreto permeable la relación agua/cemento según el ACI 522R-06 se debe de encontrar entre 0.30 y 0.40, teniendo presente esta

especificación para los diseños de mezcla se utilizó una relación agua/cemento de 0.30 y lograr un porcentaje de vacíos de 15%. Cabe resaltar que tanto para las mezclas con agregado fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 tienen la misma relación agua/cemento de 0.30, por ello que solo varían las dosificaciones de los agregados.

Tabla: 13

b/bo

<u>Percent fine</u> <u>aggregates</u>	<u>b/bo</u>	
	<u>ASTM C33</u> <u>Size No. 8</u>	<u>ASTM C 33</u> <u>Size No. 67</u>
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Fuente: ACI 211.3 Reporte de Concreto Permeable ACI 211.3R-02. Apéndice 6.

Para nuestro caso se está utilizando una relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 para lo cual se tabula los datos de la Tabla 09 obteniendo los siguientes datos en la Tabla 10

Tabla: 14

Tabulación de b/bo para porcentajes requeridos.

<u>Percent fine</u> <u>aggregates</u>	<u>b/bo</u>	
	<u>ASTM C33</u> <u>Size No. 8</u>	<u>ASTM C 33</u> <u>Size No. 67</u>
0	0.99	0.99
5	0.96	0.96
10	0.93	0.93
15	0.89	0.89.5
20	0.85	0.86
25	0.81	0.825

Fuente: Elaboración Propia.

En el presente trabajo se utilizó agregado grueso entre los 3/8" y 3/4", los valores b/bo a usar en el presente caso son 0.96, 0.89 y 0.81, los cuales corresponden a un agregado con dimensiones de 3/8" (No. 85) ya que es la medida del agregado predominante en nuestra mezcla.

Para la elaboración del diseño de mezcla del concreto permeable se partió del diseño de un concreto de 210kg/cm², la cual se encuentra dentro de los parámetros de resistencia a compresión para ser usado en carpeta de rodadura de un pavimento rígido o pavimentos especiales de acuerdo a la norma CE. 010.

Para el diseño1 de mezcla de concreto permeable con relación fino/grueso de 0.05.

El volumen de la pasta es el 30% de la mezcla, para lo cual se utilizó 480 kg de cemento Portland Tipo I por cada m³ de concreto permeable en.

$$\text{Cantidad de agua a usar } \frac{\text{Agua}}{\text{Cemento}} = \frac{x}{480} = 0.30$$

Para lo cual tenemos la cantidad de **agua** es de 144 kg/m³.

$$\text{Masa de agregado} = 1547.2 \text{ (PUC)} \times 0.96 \text{ (b/bo)} = 1485.31 \text{ kg}$$

Lo que nos indica que por 1m³ de concreto se necesitara 1485.31 kg de **agregado grueso**.

$$\text{Volumen del agregado grueso} = \frac{1485.31}{2680} = 0.5542$$

Teniendo que la primera dosificación es una relación de fino/grueso de 0.05 tendremos que el volumen del agregado fino será el siguiente.

$$\frac{\text{Fino}}{\text{Grueso}} = 0.05 = \frac{x}{0.5542} = 0.0259$$

Por tanto el volumen por el peso específico del **agregado fino** nos da una masa de 68.64 kg.

$$\text{Para el porcentaje de Vacíos} = 1 \text{ m}^3 - (0.5542 + 0.0259 + 0.29)$$

Porcentaje de vacíos de 12%

La relación agua/cemento de 0.30 son las mismas para las 3 dosificaciones que se elaboraron

En las tablas se muestran el criterio para los diseños de mezclas de concreto permeable con relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 para lo cual usamos la norma ACI 522 R-10 y ACI 211.3R.

Tabla 15:

Diseño de mezcla de concreto permeable M-1 relación fino/grueso 0.05 para 1 m³

Material	Peso (kg)	% de mezcla
Cemento	480	0.1524
Agregado grueso	1495	0.5542
Agregado Fino	69	0.0259
Plastificante	3.84	0.0035
Agua	144	0.1440
Vacios	0	0.1200
Total		1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Datos para el diseño de la mezcla M-2 relación fino/grueso 0.15

Tabla: 16

Datos de entrada de diseño de mezcla M-2 relación fino/grueso 0.15

Relacion a/c	0.30
Porcentaje de vacios	15%
Plastificante	0.35%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 17

Diseño de mezcla de concreto permeable M-2 relación fino/grueso 0.15 para 1 m³

Material	Peso (kg)	% de mezcla
Cemento	480	0.1524
Agregado grueso	1377	0.5138
Agregado Fino	96	0.0364
Plastificante	3.84	0.0035
Agua	144	0.1440
Vacios	0	0.1500
Total		1.00

Fuente: Elaboración Propia.

Datos para el diseño de la mezcla M-3 relación fino/grueso 0.25

Tabla: 18

Datos de entrada de diseño de mezcla M-3 relación fino/grueso 0.25

Relacion a/c	0.30
Porcentaje de vacios	15%
Plastificante	0.35%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19:

Diseño de mezcla de concreto permeable M-3 relación fino/grueso 0.25 para 1 m³

Material	Peso (kg)	% de mezcla
Cemento	480	0.1524
Agregado grueso	1253	0.4676
Agregado Fino	219	0.0825
Plastificante	3.84	0.0035
Agua	144	0.1440
Vacios	0	0.1500
Total		1.00

Fuente: Elaboración Propia.

En las tablas 15, 17 y 19 se muestra los diseños de concreto con las dosificaciones que se está usando para las relaciones de agregado fino/grueso 0.05, 0.15 y 0.25 de concreto permeable. Obteniendo un resumen de los porcentajes en la tabla 20 y el resumen de las cantidades en la tabla 21.

Tabla: 20

Resumen de materiales para los diseños de concreto permeable

Mezcla	Relacion agua/cemento	Relacion fino/grueso	Porcentaje de vacios	Volumen de pasta	b/bo
M 1	0.30	0.05	12%	0.30	96
M 2	0.30	0.15	15%	0.30	89
M 3	0.30	0.25	15%	0.30	81

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 21

Resumen de las cantidades de los materiales para 1 m³ de concreto permeable.

Muestra	a/c	Cemento (kg)	Agua (lt)	Piedra (kg)	Arena (kg)	Plastificante (kg)	Vacios (%)
M-0.05	0.3	480	144	1485.3	68.75	3.84	12%
M-0.15	0.3	480	144	1376.99	96.34	3.84	15%
M-0.25	0.3	480	144	1253.22	218.73	3.84	15%

Fuente: Elaboración Propia.

Para la elaboración de las probetas se siguió lo indicado en el AST C31 / C31M, 1212.

Los especímenes realizados fueron orientados para la elaboración de probetas de forma cilíndrica de concreto compactado, adicionalmente también se usó una varilla para el correcto compactado del concreto permeable.

Para la realización de estas probetas los moldes tiene que ser de un material que no sea absorbente ni tenga alguna reacción con el cemento por ello se usan moldes de acero o de PVC. Previamente al uso de estos moldes, estos deberán ser habilitados cubriéndolos en su parte interior por un aceite no reactivo, esto hará que el concreto no se adhiera al molde y pueda ser separado del molde con suma facilidad.

Los moldes que se usaron para la elaboración de los especímenes fueron de acero los cuales tenían una altura de 20 cm y un diámetro de 10 cm.

La colocación y compactación de la mezcla de concreto permeable dentro de los moldes se realizara en 3 capas con igual cantidad de volumen, después de la colocación de cada capa con el uso de una varilla lisa de 5/8" de diámetro y una longitud aproximada de 60 cm y ambos extremos boleados, se realizaran 25 golpes dentro del molde empezando por los bordes y terminando al centro del molde, de igual manera por cada capa se realiza entre 10 a 15 golpes alrededor del molde con un martillo de goma, esto para que pueda compactarse bien la mezcla. Una vez bien compactado todas las capas se retira el exceso con el uso de la varilla de forma de enrasado para darle uniformidad a la parte superior del espécimen.

Luego de la elaboración de los especímenes estos serán colocados en una superficie plana y cubiertos con un con una tela húmeda para evitar que los especímenes pierdan liquido por evaporización. Pasado el tiempo de 24 horas los especímenes son retirados de los moldes y son colocados en un pozo donde son curados hasta el día deseado.

Para el presente trabajo, se elaboraron 8 probetas cilíndricas con dimensiones de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura por cada diseño de mezcla y estos se ensayaron a edades de 3, 7, 14 y 28 días.

Para los ensayos de módulo de rotura se realizaron 6 vigas con dimensiones de 15 cm de alto por 15 cm de ancho y 56 cm de largo. Estos se ensayaron a edades de 7, 14 y 28 días.

Para los ensayos de permeabilidad de realizaron 3 losas con dimensiones de 60 cm de largo por 60 cm de 60 cm de ancho y 10 cm de alto, el ensayo de permeabilidad se realizó a la edad de 21 días.

Se realizó también ensayo en esta fresco para las 3 mezclas de concreto permeable el cual fue el de consistencia (ASTM C143), cuyo procedimiento se basa en el uso del cono de Abrams, este fue llenado usando el mismo proceso de 3 capas con los que se realizaron los especímenes. Una vez lleno el cono de Abrams se enrasa con la varilla metálica y se retira el cono lentamente, este se colocó de forma inversa al costado de la mezcla para posteriormente medir la distancia entre la parte superior de la mezcla con la altura del cono de Abrams.

Para la resistencia a la compresión (ASTM C39) se realizaron especímenes en probetas de 10cm x 20cm. Los ensayos se realizaron a edades de 3, 7, 14 y 28 días, para estos se realizó ensayos a 2 especímenes por muestra por cada edad especifica con la finalidad de obtener resultados significativos esto con la finalidad de obtener una relación entre la edad y la resistencia a compresión.

Tabla: 22

Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 1- R. fino grueso 0.05

	Muestra	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
Diseño de Mezcla 1	A	3	9.9	76.98	10798	137
	B	3	10	78.54	11495	146
	C	7	9.9	76.98	12217	156
	D	7	9.9	76.98	12551	160
	E	14	9.9	76.98	13506	172
	F	14	10	78.54	13184	168
	G	28	9.9	76.98	14253	181
	H	28	10	78.54	15056	192

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 23

Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 2- R. fino grueso 0.15

	Muestra	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
Diseño de Mezcla 2	A	3	9.8	75	13690	174
	B	3	9.9	77	13199	168
	C	7	10	79	15410	196
	D	7	10	79	15675	200
	E	14	9.9	77	17425	222
	F	14	10.1	80	18752	239
	G	28	9.9	77	19845	253
	H	28	9.9	77	19256	245

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 24

Resultados de Ensayo a la Compresión del Diseño de Mezcla 3- R. fino grueso 0.25

	Muestra	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia (kg/cm ²)
Diseño de Mezcla 3	A	3	9.9	77	14382	183
	B	3	9.9	77	18693	238
	C	7	9.9	77	20499	261
	D	7	10	79	19979	254
	E	14	9.9	77	22765	290
	F	14	9.8	75	21774	277
	G	28	9.9	77	25264	322
	H	28	9.9	77	24930	317

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente figura se muestra la comparativa entre los diseños de mezcla realizados

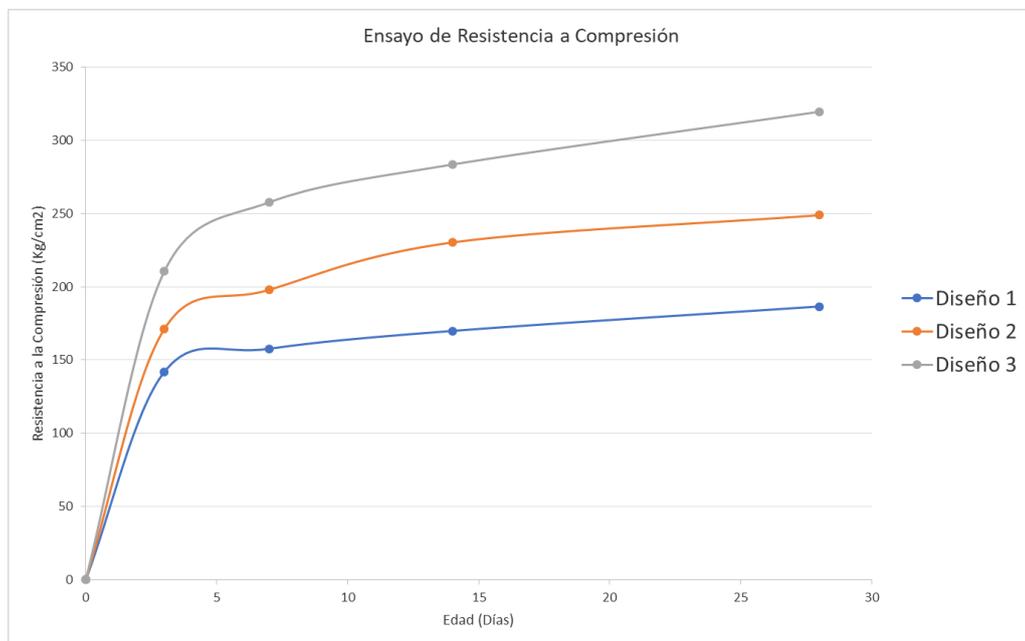


Figura 05: Grafica de Resistencia a la Compresión (kg/cm²) vs. Edad

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 25

Resumen de los promedios de los resultados a la resistencia a compresión.

Diseño de Mezcla	Resistencia a la compresión 28 días (kg/cm ²)
1	187
2	249
3	320

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en los ensayos a la resistencia a la compresión de los diseños de mezcla con relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 a edades de 28 días fueron 185, 249 y 320 kg/cm² respectivamente, lo cual para nuestro **primero objetivo específico** los diseños de mezcla con relación fino/grueso de 0.15 y 0.25 en los que se obtuvieron resistencia de 249 kg/cm² y 320 kg/cm² logran superar la resistencia de 210 kg/cm². Lo que satisface nuestra **primera hipótesis específica** el cual indica que la resistencia del concreto permeable se determinara según la relación del agregado fino/grueso. En este caso los diseños de mezcla que incluyeron mayor dosificación de agregado fino obtuvieron una mayor resistencia a compresión.

Para realizar los ensayos de resistencia a flexión se tuvieron que elaborar especímenes en forma de viga para para lo cual se utilizó moldes metálicos con dimensiones de 15 cm de alto por 15 cm de ancho y 65 cm de largo. Al igual que los especímenes para los ensayos a compresión, estos fueron cubiertos con una tela húmeda por 24 horas después de su vaciado para posteriormente ser curados en un pozo con agua durante los días deseados.

Se realizaron 6 especímenes en forma de viga por cada diseño de mezcla, dos especímenes por cada diseño de mezcla fueron ensayados en las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla: 26

Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 1 R. f/g 0.05

	Muestra	Edad	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz Libre (cm)	Carga Máxima (lb)	Modulo de Rotura Mr (Mpa)	Modulo de Rotura Mr (kg)
Diseño de mezcla 1	A	7	15	15	45	30	1.82	19
	B	7	15	15	45	35	2.12	22
	C	14	15	15	45	45	2.73	28
	D	14	15	15	45	48	2.91	30
	E	28	15	15	45	53	3.21	33
	F	28	15	15	45	54	3.27	33

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 27

Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 2 R. f/g 0.15

	Muestra	Edad	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz Libre (cm)	Carga Máxima (lb)	Modulo de Rotura Mr (Mpa)	Modulo de Rotura Mr (kg)
Diseño de mezcla 2	A	7	15	15	45	46.5	2.82	29
	B	7	15	15	45	43	2.61	27
	C	14	15	15	45	54	3.27	33
	D	14	15	15	45	52	3.15	32
	E	28	15	15	45	62	3.76	38
	F	28	15	15	45	61	3.70	38

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 28

Resultados de Ensayo a Flexión del Diseño de Mezcla 3 R. f/g 0.25

Muestra	Edad	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz Libre (cm)	Carga Máxima (lb)	Modulo de Rotura Mr (Mpa)	Modulo de Rotura Mr (kg)	
Diseño de mezcla 3	A	7	15	15	45	3.15	32	
	B	7	15	15	45	3.15	32	
	C	14	15	15	45	3.94	40	
	D	14	15	15	45	62	3.76	38
	E	28	15	15	45	70	4.24	43
	F	28	15	15	45	79	4.79	49

En la siguiente figura se muestra la comparativa entre los diseños de mezcla realizados

Fuente: Elaboración Propia.

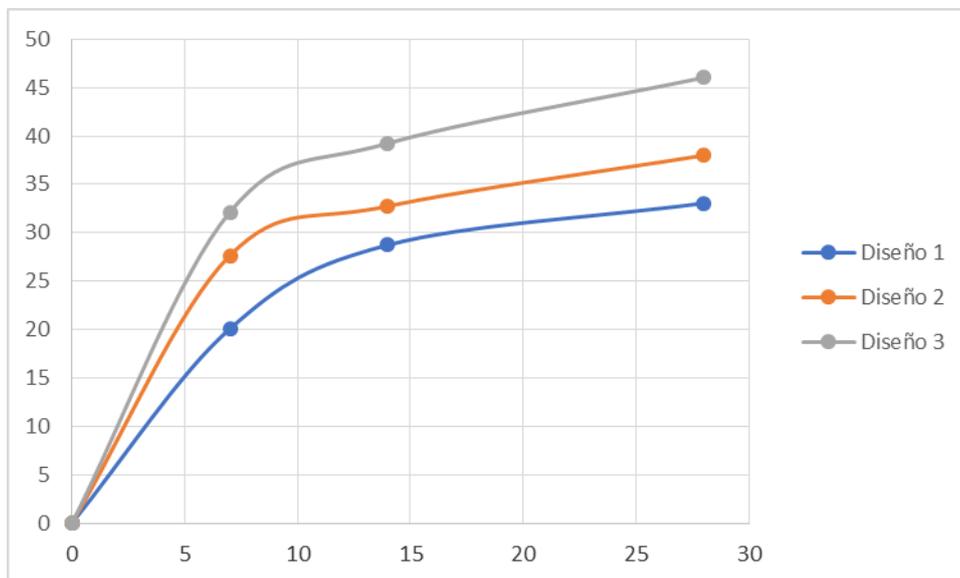


Figura 06: Grafica de Resistencia a la Flexión (kg/cm²) vs. Edad

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla: 29

Resumen de los promedios de los resultados a la resistencia a flexión.

Diseño de Mezcla	Resistencia a la flexión a 28 días (kg/cm ²)
1	32
2	39
3	46

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en los ensayos a la resistencia a la flexión de los diseños de mezcla con relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 a edades de 28 días fueron 33, 38 y 46 kg/cm² respectivamente, lo cual para nuestro **segundo objetivo específico** los resultados obtenidos en los 3 diseños de mezcla satisfacen a la **segunda hipótesis específica** el cual indica que la resistencia a flexión de un concreto permeables es similar a la de un concreto convencional con resistencia de 210 kg/cm².

Los ensayos de permeabilidad se realizaron bajo la norma ASTM C1701/C1701M-17a. Dicho procedimiento consta en colocar un aro de 300 mm de diámetro sobre una loza de concreto permeable en el cual se vierte el agua y se calcula el tiempo que transcurre en que este filtre el concreto permeable.

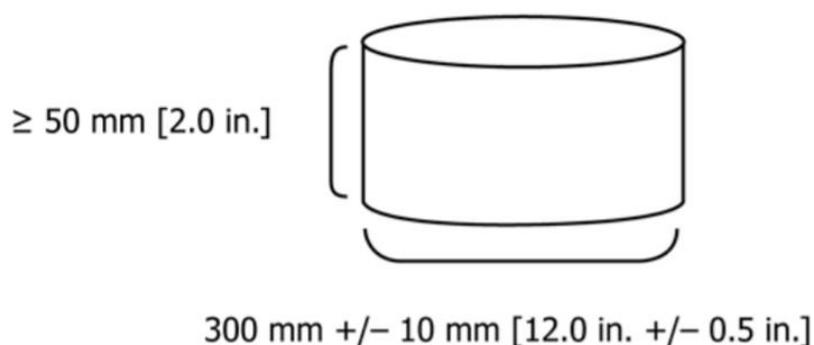


FIG. 1 Dimensions of Infiltration Ring

Figura 07: Dimensiones del aro de infiltración

Fuente: ASTM C1701/01701m-17a. Método de prueba estándar para tasa de infiltración de concreto permeable in-situ.

El cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{K * M}{(D^2 * t)}$$

Donde:

I = Rango de Infiltración, mm/h

M = Masa de infiltración del agua, kg

D = Diámetro del aro usado para la infiltración, mm

t = Tiempo

K = 4 583 666 000

Tabla: 30

Resultados de ensayos de permeabilidad

Diseño de mezcla	cm/s
1	1.05
2	0.89
3	0.85

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos en los ensayos de permeabilidad de los diseños de mezcla con relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 a edades de 28 días fueron 1.05, 0.89 y 0.85 cm/s. respectivamente, lo cual para nuestro **tercer objetivo específico** los resultados obtenidos en los 3 diseños de mezcla satisfacen a la **tercera hipótesis específica** ya que los diseños de estos concreto logran superar lo establecido en el ACI 211 3R-2 lo cual indican que la permeabilidad de los concreto se encuentran en un rango de 0.20 a 0.54 cm/s según datos obtenidos en laboratorios.

Tabla: 31

Resumen de los resultados de las propiedades en estado fresco y endurecido.

Diseño	Slump <1/4"	Compresión (kg/cm ²)	M.R. (kg/cm ²)	Permeabilidad
M 1	Si	187	33	1.05
M 2	Si	249	38	0.89
M 3	Si	320	46	0.85

Fuente: Elaboración Propia.

Para nuestro **objetivo general** luego de analizar las propiedades mecánicas del concreto permeable, los resultados obtenidos en los distintos ensayos realizados a los diseños de mezclas de concreto permeable logran afirmar nuestra **hipótesis general** el cual indica que las propiedades mecánicas del concreto permeable con relación de agregado fino/grueso de 0.05/ 0.18 y 0.25 son adecuadas para ser usadas como carpeta de rodadura en un pavimento rígido.

V. Discusión

Para el **primer objetivo específico** se determinó si las dosificaciones tomadas de relación fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25; logran superar la resistencia a compresión de 210 kg/cm². La resistencia a compresión de los especímenes de concreto permeable a los 28 días mostraron resultados favorables teniendo una máxima resistencia de 326 kg/cm², siendo la dosificación de relación fino/grueso de 0.25 la que mejor desempeño tuvo. Por otro lado la resistencia de la dosificación de fino/grueso de 0.05 obtuvo una resistencia máxima de 165.46 kg/cm² y la dosificación de fino/grueso de 0.15 obtuvo una resistencia de 223.94 kg/cm², los resultados de las dosificaciones de las mezclas de 0.15 y 0.25 logran superar los ensayos de resistencia a compresión de 210 kg/cm². Para nuestra **primera hipótesis**, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión se afirma que el concreto permeable con dosificación de agregado fino/grueso de 0.15 y 0.25, supera los 210 kg/cm².

Los resultados obtenidos con el diseño con relación fino/grueso 0.25 fue el más favorable donde se obtuvo 283.54 kg/cm², para Chaiña y Villanueva (2017) en su tesis "Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos, utilizando piedra huso 67 y arena gruesa de la cantera la poderosa, para la ciudad de Arequipa", realizó el diseño de un concreto permeable donde solo utilizó agregado con dimensiones de 1/2" a la cual también incorporó agregado fino y aditivo superplastificante, el resultado de este diseño de concreto permeable obtuvo una resistencia a la compresión de 210.84 kg/cm² a la edad de 28 días. Se puede evidenciar que los resultados de la resistencia a compresión alcanzado por el autor se encuentra por debajo de los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo.

Según Antaurco (2019) en su tesis titulada "Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019", logró alcanzar una resistencia a edades de 28 días de con adición de escoria de cobre 2 dosificaciones distintas de 25% y 50% la resistencia de 237 kg/cm² y 245 kg/cm². Cabe resaltar que los resultados obtenidos por el autor se encuentran por debajo de los resultados obtenidos de las mezclas de relación de agregado fino/grueso 0.15 y 0.25 el cual esta última logra superar los 300 kg/cm², sin

embargo el concreto con menos adición de agregado fino (0.05) se encuentra por debajo de los resultados obtenidos.

En tanto, los resultados que obtuvieron Castañeda y Moujir (2014) en su trabajo titulado "Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos", el cual realizó dos diseños de mezclas de concreto permeable; la primera contaba con agregado grueso de 1/2" a la cual se adicionó agregado y también fue necesario el uso de aditivos plastificantes los cuales fueron retardante y al igual que en nuestro caso un reductor de agua, este concreto alcanzó una resistencia a la compresión de con edad de 28 días de 232 kg/cm². Mientras para el segundo diseño de mezcla se omitió la adición del agregado fino, el cual a la edad de 28 días obtuvo una resistencia a compresión de 214 kg/cm². De igual manera los resultados obtenidos de resistencia a compresión por este autor se encuentran por debajo de los resultados obtenidos por los diseños realizados con dosificación de relación de agregado fino/grueso de 0.15 y 0.25.

La norma ACI 522R-10 indica que los resultados de resistencia a la compresión del concreto permeable pueden encontrarse entre los 70 a 280 kg/cm². En nuestro caso se utilizó agregado grueso entre los 3/8" a 1/2" con adición de agregado fino, lo que nos arrojó resultados favorables el cual incluso superó lo indicado en la norma ACI 522R-10.

Para nuestro **segundo objetivo específico** se debió determinar la capacidad de resistencia a flexión, luego de realizar los especímenes y realizar el ensayo de resistencia a flexión se obtuvieron los resultados para el diseño con relación fino/grueso de 0.05 una resistencia flexión de 33 kg/cm², para la relación fino/grueso 0.15 se obtuvo una resistencia de 38 kg/cm² y para el diseño con relación fino/grueso 0.25 se obtuvo la resistencia a flexión de 46 kg/cm². Estos resultados concuerdan con los parámetros establecidos por el ACI 522 R-10 donde indica que los resultados para los ensayos de resistencia a flexión con edades de 28 días se deben encontrar entre los 10 a 38 kg/cm². Teniendo presente los resultados obtenidos podemos afirmar que la **segunda hipótesis** es correcta ya que los resultados obtenidos son los adecuados y tienen similitud a la de un concreto de 210 kg/cm².

Según Pillaca en su tesis titulada “Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima – 2019”, el cual alcanzó una resistencia a flexión con muestras con edades de 28 días la resistencia de entre 9 hasta 14 kg/cm². Este resultado se encuentra muy por debajo de los resultados obtenidos en el presente trabajo ya que se obtuvieron valores de hasta 46 kg/cm² con el diseño de mezcla que contenía una relación de agregado fino/grueso de 0.25.

Según Bacilio y Méndez (2020) en su tesis con título “Evaluación del concreto permeable para su uso como pavimento rígido en la ciudad de Trujillo” los cuales realizaron dosificaciones distintas con agregado grueso de 1/2" y 3/8". Para el primero diseño en el cual utilizaron agregado grueso de 1/2" a la edad de 28 días, obtuvieron una resistencia a la flexión de promedio de 27 kg/cm². Por otro lado la segunda dosificación contaba con agregado grueso de 3/8" el cual a la edad de 28 días se obtuvo una resistencia a flexión promedio de 15 kg/cm². Ambos resultados se encuentran por debajo de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

En tanto Castañeda y Moujir (2014) en su tesis que lleva por titulado “Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos”, los cuales realizaron dos diseños de mezclas de concreto permeable con agregado grueso distinto, para el primer diseño tomaron como base el agregado grueso de 1/2" al cual adicionaron agregado fino en bajas proporciones y plastificantes los cuales fueron retardante y reductor de agua, los especímenes que fueron llevados a ensayo tuvieron una edad de 28 días obteniendo una resistencia a flexión de 37 kg/cm². Por otro lado la segunda mezcla de concreto permeable estaba compuesto de agregado grueso con dimensiones de 3/8" de igual modo añadieron retardante y reductor de agua, estos especímenes a la edad de 28 días obtuvieron una resistencia a flexión de 36 kg/cm². Ambos resultados son similares a los obtenidos en el presente trabajo sin embargo el diseño que se realizó con relación de agregado fino/grueso de 0.25 tuvo una resistencia mayor obteniendo 46 kg/cm².

De igual modo que en los ensayos a compresión la norma ACI 522R-10 establece que los resultados de ensayos de resistencia a flexión del concreto permeable se pueden encontrar entre los 10 a 38 kg/cm². Para nuestro caso se obtuvieron

resultados favorables los cuales incluso lograron superar los resultados establecidos por la norma ACI 522R-10

Para el **tercer objetivo específico** se determinó la permeabilidad de agua que tiene el concreto permeable. Para esto se realizaron losas de 45 cm x 45 cm x 10 cm, con las dosificaciones de relación fino/grosso de 0.05, 0.15 y 0.25. Para obtener los datos de permeabilidad se realizó el método de prueba para la tasa de infiltración de concreto permeable (ASTM C171/C1701M).

Con los resultados obtenidos de la infiltración del concreto permeable podemos afirmar que la **tercera hipótesis** es correcta.

Según Bacilio y Méndez (2020) en su tesis con título “Evaluación del concreto permeable para su uso como pavimento rígido en la ciudad de Trujillo” los cuales realizaron dos diseños de mezcla de concreto permeable con agregados de distinta gradación. El primer diseño fue realizado con agregado grueso con gradación de 1/2”, el cual alcanzó un coeficiente de permeabilidad de 2.4 cm/s. Por otro lado el segundo diseño de mezcla de concreto fue realizado con agregado grueso y gradación de 3/8”, el cual tuvo un coeficiente de permeabilidad de 1.79 cm/s. Ambos resultados supero a los obtenidos en el presente trabajo donde el máximo obtenido fue de 1.05 cm/s

Según los obtenido por Jiménez (2019) en su tesis titulada “Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, Provincia Piura y Departamento Piura.”, la permeabilidad que obtuvo su diseño de mezcla con agregado grueso de gradación de 1/2" un coeficiente de permeabilidad de 0.49 cm/s, mientras que el diseño con gradación de 3/8" obtuvo un coeficiente de permeabilidad de 0.17 cm/s. Los datos obtenidos por el autor se encuentran por debajo de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Según Pillaca en su tesis el cual titula “Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima – 2019”, el cual adicionó fibras de plástico a su diseño de mezcla de concreto obturo resultados de coeficiente de permeabilidad desde 0.98 hasta 1.99 cm/s., estos datos superan a los obtenidos en el presente trabajo.

En tanto la norma ACI 522R-10 establece que el concreto permeable tiene un coeficiente de permeabilidad que se encuentra desde 0.001 hasta 10 cm/s. por otro lado la norma ACI 211.3R-02 indica que la infiltración de agua de las pruebas in situ se encuentra entre 0.20 y 0.54 cm/s

En cuanto a la propiedad de permeabilidad que posee el concreto permeable con materiales de agregado fino/grueso de 0.05 obtuvo un valor de 1.05 cm/s, con fino/grueso de 0.15 obtuvo un valor de 0.98 cm/s y con agregado fino/grueso de 0.25 obtuvo un valor de 0.81 cm/s, eso quiere decir que se encuentra dentro de lo establecido.

Para nuestro **objetivo general** teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos realizados al concreto permeable, este tiene las propiedades mecánicas necesarias para ser utilizado como carpeta de rodadura para un pavimento rígido, ya que los resultados obtenidos a resistencia a compresión supera la resistencia de 210 kg/cm². Por otro lado los resultados de resistencia a flexión del concreto permeable que se obtuvo lograron alcanzar una resistencia máxima de 46 kg/cm² superando lo mencionado en el ACI 522 donde indica que la resistencia a flexión se encuentra entre 10 a 38 kg/cm². Por tanto la **hipótesis general** para nuestro proyecto el cual menciona que analizando las propiedades mecánicas del concreto permeable se determina que la resistencia mecánica del concreto permeable es adecuado para su uso en superficies de rodadura de pavimento rígido.

VI. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos realizados para nuestro **objetivo general** se puede concluir: el concreto permeable tiene las propiedades adecuadas para poder ser utilizado como superficie de rodadura en un pavimento rígido; ya que, según las dosificaciones usadas se logró alcanzar una resistencia a compresión de 326 kg/cm².

Para la caracterización del diseño de mezcla del concreto permeable para el **primer objetivo específico** el agregado grueso que se usó en el diseño de mezcla fue material con dimensiones de 3/4" a 3/8" el cual tiene un peso unitario de 1547.2 kg/m³, su peso específico 2680 kg/m³, contenido de humedad de 0.20 % con capacidad de absorción de 1.46%. Para el agregado fino se usó material que pase el tamiz N°4 con un peso específico de 2650 kg/m³, contenido de humedad de 2.64 y capacidad de absorción de 1.90%

El diseño de mezcla se realizó siguiendo los criterios de la ACI 522 R-10, para lo que usamos agregado grueso de 3/8" y 3/4" en todos los diseños de mezclas donde predominaba el agregado de 3/8". Por otro lado para todos los diseños de mezcla se usó una relación de agua cemento de 0.3, usando 480 kg/m³ de cemento.

Los diseños de mezcla tienen una relación de agregado fino/grueso de 0.05%, 0.15% y 0.25%. A la vez se tuvo que usar plastificante para tener una mejor trabajabilidad de la mezcla.

Los valores obtenidos respecto a los ensayos de compresión de las muestras se realizaron a las edades de 3, 7, 14 y 28 días, teniendo para la relación f/g 0.05 los valores de 145, 163, 172 y 190 kg/cm² respectivamente, para f/g = 0.15 fueron 176, 202, 237, 254 kg/cm² respectivamente y para f/g = 0.25 fueron 211, 263, 292 y 326 kg/cm².

Por otro lado para el **segundo objetivo específico** los resultados obtenidos de las pruebas a flexión de las vigas a las edades de 7, 14 y 28 días fueron para f/g = 0.05 fueron 20, 29 y 33 kg/cm², para f/g = 0.15 fueron 28, 33 y 38 kg/cm² y para f/g = 0.25 fueron 32, 39 y 46 kg/cm² respectivamente.

Los resultados obtenidos cumplen con los parámetros establecidos en la norma ACI 522 R-10, la cual señala que la resistencia a compresión del concreto permeable se encuentra entre el rango de 2.8 a 28 MPa. Por otro lado los ensayos realizados a flexión se encuentran en el rango de 10 a 38 kg/cm²

Para el **tercer objetivo específico** Los resultados de los ensayos de permeabilidad se realizaron a 21 días, obteniendo una máxima de 1.05 cm/s. para el diseño de mezcla con relación fino/grueso 0.05, para las mezclas con relación fino/ grueso de 0.15 y 0.25 se obtuvo un coeficiente de 0.98 y 0.81 cm/s respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro de lo establecido del ACI 522 R-10, el cual indica que debe estar entre 0.001 a 10 cm/s.

VI. RECOMENDACIONES

- Para nuestro **primer objetivo específico**, debido a que el diseño de un concreto permeable no cuenta con mucha adición de agregado fino y también con una reducción importante de líquido (agua), la mezcla que se obtiene es poco trabajable tanto como para la preparación de la mezcla como la del vaciado, es por ello la necesidad de usar un reductor de agua, esto hará que al momento de realizar la mezcla las partículas puedan adherirse de forma adecuada y tener una mezcla homogénea de la misma forma ayuda a la trabajabilidad al momento del vaciado. Teniendo una mezcla homogénea se obtendrá un concreto con una adecuada resistencia a compresión
- Para nuestro **segundo objetivo específico**, al momento de realizar el vaciado del concreto permeable, este debe ser compactado adecuadamente, ya que un exceso de vacíos podría ocasionar que la resistencia a flexión pueda disminuir considerablemente, por otro lado el trabajo de acabado que se le dé a la parte superior del concreto debe ser uniforme para evitar un exceso de irregularidades en la superficie lo que también podría ocasionar daños prematuros.
- Para nuestra **tercer objetivo específico** al realizar la mezcla del concreto se debe evitar exceder la cantidad de agua que se le agrega a la mezcla ya que esto haría que la pasta pueda escurrirse y concentrarse en la parte inferior de la mezcla de concreto lo que podría ocasionar la obstrucción de los vacíos del concreto lo cual hará que pierda su propiedad de permeabilidad.

REFERENCIAS

MARTINS, Sergio [et al]. Characterization of pervious concrete focusing on non-destructive testing. Revista Ibracon de estruturas e materiais por [en línea]. Junio 2020, n°3 [Fecha de consulta: 25 de marzo del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/341805055_Characterization_of_pervious_concrete_focusing_on_non-destructive_testing

ISSN: 1983-4195

SANDOVAL, Gersson [et al]. Correlation between permeability and porosity for pervious concrete (PC). Revista Dyna [en línea]. Abril - Junio 2019, [Fecha de consulta: 25 de marzo del 2021]

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/333802282_Correlation_between_Permeability_and_Porosity_for_Pervious_Concrete_PC

ISSN: 0012-77613

MARDANI, Ali. Effect of aggregate grain size distribution on properties of permeable concrete. Revista Journal of Fundamental and Applied Sciences [en línea]. Febrero 2016, [Fecha de consulta: 26 de marzo del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/312167125_Effect_of_aggregate_grain_size_distribution_on_properties_of_permeable_concrete

ISSN: 1112-9867

SINGH, R. y SINGH Arpan. Fracture and fatigue study of pervious concrete with 15–20% void ratio. Revista Indian Academy of Sciences [en línea]. Febrero 2020, [Fecha de consulta: 25 de marzo del 2021].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/342119443_Fracture_and_fatigue_study_of_pervious_concrete_with_15-20_void_ratio

ISSN: 0250-4707

MULYONO, Anish. Laboratory Experiment: Pervious Concrete for Permeable Pavement, Focus in Compressive Strength and Permeability. Revista IOP Publishing [en línea]. Noviembre 2019. [Fecha de consulta: 01 de abril del 2021]

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337436770_Laboratory_Experiment_Pervious_Concrete_for_Permeable_Pavement_Focus_in_Compressive_Strength_and_Permeability

ISSN: 1755-1315

RADLINSKA, Aleksandra [et al]. Long-Term Field Performance of Pervious Concrete Pavement. Revista Department of Civil and Environmental Engineering Villanova University [en línea]. Noviembre 2017 n°17. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2021].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/258383898_Long-Term_Field_Performance_of_Pervious_Concrete_Pavement

ISSN: 1155-2017

RAKESH, KAVITHA Sajjala y KALA Felix. Performance of pervious concrete pavement. Revista International Journal of Research in Advanced Engineering and Technology [en línea]. Mayo 2019 Vol. 5. [Fecha de consulta: 01 de abril del 2021].

Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/334429499_Performance_of_pervious_concrete_pavement

ISSN: 2455-0876

BARIŠIĆ Ivana, GALIĆ Mario y NETINGER Ivanka. Pervious concrete mix optimization for sustainable pavement solution. Revista IOP Publishing [en línea] Febrero 2017. [Fecha de consulta: 01 de abril del 2021].

Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/90/1/012091>

ISSN: 1755-1315

ŠEŠLIJA Miloš [et al]. Possibilities of Pervious Concrete Application in Road Construction. Revista Doaj [en línea] Enero 2018. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2021].

Disponible en: <https://doaj.org/article/f086280ba25d474896531ddd3c28c3fb>

ISSN: 18486339

CHI FU, Tun. [et al]. The Influence of Aggregate Size and Binder Material on the Properties of Pervious Concrete. Revista Hindawi Publishing Corporation [en línea] Setiembre 2015. Vol 2015. [Fecha de consulta: 15 de mayo del 2021].

Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amse/2014/963971/>

ISSN: 1155-2015

PATIL, V., GUPTA, A. y DESAI, D. Use Of Pervious Concrete In Construction Of Pavement For Improving Their Performance. Revista IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2021]

ISSN: 2278-1684

DIXIT Shekhar y SHRIVASTAVA, Kumar. Utilization of Pervious Concrete In Construction. Revista Ijsart [en línea]. Mayo 2019 vol. 5. [Fecha de consulta: 2 de marzo del 2021].

Disponible en:

<http://ijsart.com/Content/PDFDocuments/IJSARTV5I531325.pdf>

ISSN: 2395-1052

GUPTA, Ajay y ASANGE, Sourabh. Use of Pervious Concrete in Pavements. Revista International Journal of Computer and Advanced Engineering Research [en línea]. Febrero 2017. Vol. 4. [Fecha de consulta: 2 de marzo del 2021].

Disponible en: <http://ipindexing.com/journal-article-file/228/Useofperviousconcreteinpavements>

ISSN: 2395-4523

SINGH Rekha y GOEL, Sanjay. Pervious Concrete—A Review on Its Properties and Applications. [en línea]. Vol. 30. Springer, Singapore Revista Sustainable Engineering, 2019 [Fecha de consulta: 5 de marzo del 2021].

Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-981-13-6717-5_16

ISBN: 978-981-13-6717-5.

BHARANIDHARAN, Vr, ASHOK Kumar y THANARAJ Samuel. A review on pervious concrete. Revista International Research Journal of Engineering and Technology. [en línea] Marzo 2019 Vol. 06. [Fecha de consulta: 14 de marzo del 2021]

Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V6/i3/IRJET-V6I3140.pdf>

ISSN: 2395-0056

ALSHAREEDA, Othman [et al]. Field performance evaluation of pervious concrete pavement reinforced with novel discrete reinforcement. Revista Case studies in construction materials. [en línea]. Diciembre 2018. Vol. 10. [Fecha de consulta: 24 de marzo del 2021]

Disponible en:

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509518304078?token=59D0E8AA82FF0EB9011F9CE5DD0DCBAB729675470758A51FB2114F6E3E9B1706E02AC451C0321B6E8E53F035E70A76C9&originRegion=us-east-1&originCreation=20210703043513>

ISSN: 2214-5095

American Concrete Institute. Report on pervious concrete. [en línea] Michigan: ACI 522R-10 [fecha de consulta: 5 de enero del 2021].

Disponible en: <https://engineering-solutions-in-print.com/products/aci-522r-10-pervious-concrete>

American Concrete Institute. Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete. [en línea] Michigan: 211.3r-02 [fecha de consulta: 5 de enero del 2021].

Disponible en: http://dl.mycivil.ir/dozanani/ACI/ACI%20211.3R-02%20R09%20Guide%20for%20Selecting%20Proportions%20for%20No-Slump%20Concrete_MyCivil.ir.pdf

AOKI, Yakuri. Development of pervious concrete. Tesis (Master of Engineering).

Dydney: University of Technology, Sydney Faculty of Engineering and Information Technology. 2009

Disponible en: <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/2100/1203/2/02Whole.pdf>

CHAIÑA Y VILLANUEVA. Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos, utilizando piedra huso 67 y arena gruesa de la cantera la poderosa, para la ciudad de Arequipa. Tesis (Título de Ing. Civil).

Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2017.

Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_d9d9e75ab6df49fb2a355897528b4c9a/Details

AMORÓS, Carlos y BENDEZÚ, José. Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm². Tesis (Título de Ing. Civil).

Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626313>

NIÑO, Jairo. Tecnología del concreto. 3era. Ed. Colombia: Multi-impresos S.A.S., 2018. 48pp.

ISBN: 9789588564036

PÉREZ, Luis. Comportamiento del concreto permeable, Utilizando agregado de las canteras la Victoria y roca fuerte, aumentando Diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015. Tesis (Título de Ing. Civil).

Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11017>

JIMENEZ. Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, Provincia Piura y Departamento Piura. Tesis (Título de Ing. Civil).

Piura: Universidad Nacional de Piura. 2019.

Disponible en:

<https://www.bing.com/search?q=%E2%80%9CEVALUACI%C3%93N+DEL+CONCRETO+PERMEABLE+COMO+UNA+ALTERNATIVA+SOSTENIBLE+PARA+EL+CONTROL+DE+LAS+AGUAS+PLUVIALES+EN+LA+CIUDA+DE+CASTILLA%2C+PROVINCIA+PIURA+Y+DEPARTAMENTO+DE+PIURA%E2%80%9D&cvid=ed506d7215174feb9d91c0dfcc600346&aqs=edge..69i57.653j0j1&pqlt=2083&FORM=ANNTA1&PC=ACTS>

CARDENAS, Eusebio, ALBITER Ángel y JAIMES Janner. Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua. Revista Espacio del divulgador [en línea] Diciembre 2016. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2021].

Disponible en:

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95844/10450491009.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ISSN: 405-0269

MOUJIR, Yalil y CASTAÑEDA, Luis. Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Santiago de Cali. Tesis (Título de Ing. Civil).

Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana. 2015.

Disponible en: <http://repositorio.ausjal.org/handle/11522/3082?show=full>

CHAVEZ, Gustavo. Estudio y análisis de dosificaciones para la elaboración de hormigón poroso con materiales locales. Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico. [en línea] Diciembre 2013. [Fecha de consulta: 15 de marzo del 2021].

Disponible en: <http://repositorio.uni.edu.py/documentos/36-104-1-PB.pdf>

ISSN: 2078-5577

CHOQQUE, Hubert y CCANA Juan. Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm². Tesis (Título de Ing. Civil).

Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016.

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/387927478/Juan-Hubert-Tesis-Bachiller-2016-P-1>

LAURA. Diseño y aplicación de concreto permeable para pavimentos de bajo volumen de tránsito en la ciudad de Tacna. Tesis (Título de Ing. Civil).

Tacna: Universidad Privada de Tacna, 2019.

Disponible en: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1169?mode=simple>

PORRAS, Jose. Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad. Tesis (Título de Licenciatura en Ingeniería en Construcción).

San José: Instituto tecnológico de Costa Rica

Disponible en:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7109/metodologia_diseño_concretos_permeables_respectivas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PÉREZ. Johan. Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017. Tesis (Título de Ing. Civil).

Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12351>

PÉREZ, Daniel. Estudio experimental de concreto permeables con agregados andesíticos. Tesis (Título de Maestro en Ingeniería). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.

Disponible en:
https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000647494

PILLACA. Análisis del concreto permeable con fibras plásticas relacionado a las propiedades de compresión y flexión para su uso en pavimentos, Lima – 2019. Tesis (Título de Ing. Civil)

Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019

Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43537?show=full&locale-attribute=es>

SANTOS. Diseño de mezcla de hormigón permeable para emplearlo en proyectos urbanísticos de inertes social. Tesis (Título de Ing. Civil).

Ecuador: Universidad Espíritu Santo, 2014

Disponible en :
<https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/oai:localhost:123456789-641/Similar>

MORALES Alexei. Resistencia a la compresión de un concreto permeable vs uno convencional, utilizando agregados de la cantera Shonguwarqui del Distrito de Chingas, Provincia Antonio Raymondi. Tesis (Título de Ing. Civil).

Huaraz: Universidad San Pedro, 2018

Disponible en:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5485>

MENDOZA Y OSPINA. Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio, Tesis (Título de Ing. Civil).

Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018.

Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/14127>

JULCANI. Comportamiento del concreto permeable utilizando agregados andesíticos en la urbanización el trébol, Huancayo. Tesis (Título de Ing. Civil).

Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/776?locale-attribute=en>

CABELLE, Sandra [et al]. Concreto poroso: constitución, variables influyentes y Protocolos para su caracterización. Memoria de artículos. I congreso internacional de ciencia y Tecnología utmach 2015. [en línea] 2015. Ed, 2015. [Fecha de consulta: 16 de marzo del 2021]

Disponible en: http://www.utmachala.edu.ec/archivos/siutmach/documentos/centro_investigacion/eventos/I%20Congreso%20Internacional%20de%20Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa%20UTMACH%202015.pdf

ISBN: 978-9942-21-149-1

ABANTO, Flavio. Tecnología del concreto. 5 ed. Perú: Editorial San Marcos, 2018. 50pp.

ISBN: 0978612315463

SABINO, Carlos. El proceso de investigación. Venezuela: Editorial Panapo, 1992. 76pp.

ISBN: 9802305774

CERDAN Luis. Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015. Tesis (Título de Ing. Civil).

Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11017>

SALAS. Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm². Tesis (Título de Ing. Civil).

Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/710>

MURESAN Flori, What is pervious concrete?, Revista Nearby Engineers. [en línea] 20 de noviembre del 2019. [Fecha de consulta: 17 de marzo del 2021]

Disponible en: <https://www.ny-engineers.com/blog/what-is-pervious-concrete#:~:text=Pervious%20concrete%20is%20a%20special,and%20reach%20the%20underlying%20soi>

TORRES, Luis. Tecnología del concreto permeable o ecológico en la construcción. Tesis (Título de Ing. Civil).

México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010

Disponible en: https://repositorio.unam.mx/contenidos/tecnologia-del-concreto-permeable-o-ecologico-en-la-construccion-268771?c=d8lxNX&d=false&q=Tecnolog%C3%ADas . de . la . informac i%C3%B3n&i=1&v=1&t=search_0&as=0

DÍAZ, Anjhela y VÁSQUEZ Miler. Diseño de un concreto poroso aplicado en pavimentos rígidos con fines de mejorar el proceso de infiltración en Soritor, 2019. Tesis (Título de Ing. Civil).

Lima: Universidad César Vallejo. 2019

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48664>

ANTAUROCO, David. Diseño de concreto permeable para pavimento rígido usando escoria de cobre en el distrito Independencia, Ancash, 2019. Tesis (Título de Ing. Civil).

Huaraz: Universidad César Vallejo. 2019

Disponible

en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44401?locale-attribute=es>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación - 6ta edición. México. Editorial McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A., 2014 [fecha de consulta: 15 de febrero de 2021].

Disponible

en:

[https://www.uca.ac.cr/wp-](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

[content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf](https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf)

ISBN: 978456223960

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho, Chosica – 2020”					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente (X) Concreto Permeable	Puede definirse como un concreto hidráulico con alto porcentaje de porosidad a consecuencia de sus características físicas (consistencia, densidad, tiempo de fraguado, etc.). Morales (2018) Los cuales según ACI 522R poseen un elevado contenido de vacíos en comparación a la de un concreto convencional. Lo cual permite que los líquidos puedan pasar a través del concreto con facilidad.	Se realizarán mezclas de concreto permeable siguiendo el ACI 522R y ACI 211.3R-02 con distintas dosificaciones de agregado para llegar a obtener un concreto con resistencia y permeabilidad adecuada.	Concreto de alta porosidad	Ensayos de granulometría	Razón
			Percolación del agua	Eficiencia de filtración de aguas pluviales	Razón
			Dosificación de mezcla de concreto	Relación agregado $f/g = 0.05$	Razón
				Relación agregado $f/g = 0.15$	
Variable Dependiente (Y) Propiedades Mecánicas	Las propiedades de resistencia o mecánicas del concreto depende de la relación agua-cemento y de igual forma la relación que existe entre el agregado fino y el agregado grueso. Torres (2010). Lo que se refleja en los ensayos a la resistencia a la compresión (NTP 339.034) y flexión (NTP 399.078) a los que son sometidos las probetas o especímenes, de igual forma los ensayos de permeabilidad del concreto según ASTM C1701/C1701M-17a.	Esta variable será medida realizando ensayos de resistencia a compresión según NTP 339.034, ensayo de resistencia a flexión según NTP 399.078 y ensayos de permeabilidad según ASTM C1701/C1701M-17a.	Resistencia a Compresión	Ensayos de resistencia a compresión	Razón
			Resistencia a Flexión.	Ensayos de resistencia a flexión.	Razón
			Permeabilidad	Infiltración	Razón

Matriz de Consistencia: “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho, Chosica – 2020”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Variable Independiente (X) Concreto Permeable		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿De qué manera las dosificaciones con relacion fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 para concreto permeable influye en las propiedades mecánicas del concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?	Analizar las propiedades mecánicas del concreto permeable según las dosificaciones tomadas para ser usado en superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020	Analizando las propiedades mecánicas del concreto permeable, se determina la resistencia mecánica adecuada para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020.	Concreto de alta porosidad	Ensayos de granulometría	NTP 400.012
			Percolación del agua	Eficiencia de filtración de aguas pluviales	ACI-522R-10, ASTM C1701
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Dosificación de mezcla de concreto	Relacion agregado f/g = 0.05	NTP 400.012 ACI 211.3R-02
¿Cuál será la resistencia a compresión del concreto permeable para las dosificaciones de agregado fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?	Determinar si las 3 dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25 de concreto permeable puedan tener una resistencia a compresión adecuada del concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020	La resistencia a compresión del concreto permeable con dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25 es adecuada para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020		Relacion agregado f/g = 0.15	NTP 400.012 ACI 211.3R-02
			Relacion agregado f/g = 0.25	NTP 400.012 ACI 211.3R-02	
¿Cuál será la resistencia a flexión del concreto permeable para las dosificaciones de agregado fino/grueso de 0.05, 0.15 y 0.25 de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?	Determinar la capacidad de resistencia a flexión de las dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25 de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020	El concreto permeable con dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25 tiene una resistencia a flexión para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020	Variable Dependiente (Y) Propiedades mecánicas		
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cuál será la percolación de agua de las dosificaciones de agregado fino/grueso de 0.05, 0.15, 0.25 para dosificaciones de mezcla de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020?	Determinar la percolación para dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25 de concreto para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020	El concreto permeable con dosificaciones de agregado f/g de 0.05, 0.15 y 0.25; tiene la capacidad de evacuar aguas de lluvia para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho Chosica, 2020.	Resistencia a la compresión	Ensayos de resistencia a compresión.	NTP 339.034
			Resistencia a flexión	Ensayos de resistencia a flexión.	NTP 399.078
			Permeabilidad	Infiltración	ASTM C1701

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Valdiviezo Peralta Víctor
- 1.2 Cargo e institución laboral: Residente de Obra
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho-Chosica 2020
- 1.5 Autor del Instrumento: Miguel Angel Córdor Arce

II. ASPECTOS DE VALICAIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.			X		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y claridad.				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias			X		
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos u científicos.				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.					X

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

FAVORABLE

DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

Lima, 30 de Junio del 2021



VICTOR MANUEL
VALDIVIEZO PERALTA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 172770

Valdiviezo Peralta Víctor Manuel
D.N.I: 46285356

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: José Antonio Espinoza Capa
- 1.2 Cargo e institución laboral: Residente de Obra
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho-Chosica 2020
- 1.5 Autor del Instrumento: Miguel Angel Córdor Arce

II. ASPECTOS DE VALICAIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y claridad.					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos u científicos.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.					X

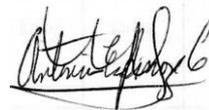
III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

FAVORABLE

DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

Lima, 30 de Junio del 2021



JOSE ANTONIO
ESPINOZA CAPA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 153882

José Antonio Espinoza Capa
D.N.I: 08669207

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Tincallpa Bautista Roberto José
- 1.2 Cargo e institución laboral: Residente de Obra
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho-Chosica 2020
- 1.5 Autor del Instrumento: Miguel Angel Córdor Arce

II. ASPECTOS DE VALICAIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					X
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y claridad.					X
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos u científicos.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.					X

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

FAVORABLE

DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

Lima, 25 de Junio del 2021

ROBERTO JOSE TINCALLPA BAUTISTA
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 182358

Tincallpa Bautista Roberto José

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Armando Walter Ramos Tineo
- 1.2 Cargo e institución laboral: Residente de Obra
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho-Chosica 2020
- 1.5 Autor del Instrumento: Miguel Angel Córdor Arce

II. ASPECTOS DE VALICAIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				X	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.				X	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y claridad.				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				X	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos u científicos.				X	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.				X	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.				X	
10. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.				X	

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

FAVORABLE

DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

Lima, 30 de Junio del 2021


ARMANDO WALTER
RAMOS-TINEO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 154090

Armando Walter Ramos Tineo
D.N.I: 09274089

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Águila Zavala José Pablo
- 1.2 Cargo e institución laboral: Residente de Obra
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Análisis de las propiedades mecánicas del concreto permeable para superficie de rodadura de pavimento rígido, Lurigancho-Chosica 2020
- 1.5 Autor del Instrumento: Miguel Angel Córdor Arce

II. ASPECTOS DE VALICAIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.				X	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					X
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.					X
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y claridad.				X	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					X
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos u científicos.					X
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					X
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					X
10. Pertenencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.					X

III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

FAVORABLE

DEBE MEJORAR

NO FAVORABLE

Lima, 30 de Junio del 2021



JOSE PABLO AGUILA ZAVALA
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 153750

Águila Zavala José Pablo
D.N.I: 08066986

Validación de contenido usando V de Aiken

RESPUESTAS AL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

	Item 1 Claridad	Item 2 Objetividad	Item 3 Actualidad	Item 4 Organización	Item 5 Suficiencia	Item 6 Internaciona	Item 7 Consistencia	Item 8 Coherencia	Item 9 Metodología	Item 10 Pertinencia
Experto 1	3	4	4	5	4	3	4	5	5	5
Experto 2	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5
Experto 3	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5
Experto 4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Experto 5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5

Min: 1
 Categoría: 4
 N° de jueces: 5

DEFICIENTE	1
REGULAR	2
BUENO	3
MUY BUENO	4
EXCELENTE	5

RESPUESTAS DICOTOMICAS A LA EVALUACION DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION POR JUICIO DE EXPERTOS

	Item 1 Claridad	Item 2 Objetividad	Item 3 Actualidad	Item 4 Organización	Item 5 Suficiencia	Item 6 Internaciona	Item 7 Consistencia	Item 8 Coherencia	Item 9 Metodología	Item 10 Pertinencia
Experto 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Suma	3.75	4.50	4.50	4.25	4.25	3.75	4.50	4.50	4.75	4.75
V de Aiken	0.75	0.9	0.9	0.85	0.85	0.75	0.9	0.9	0.95	0.95

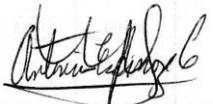
FORMULA V de AIKEN

$$V = \frac{s}{n(c - 1)}$$

S: Suma de respuestas afirmativas
 n: Número de jueces
 c: Número de valores de la escala de medición

<u>V de Aiken:</u>	0.87
--------------------	------

Instrumento de recolección de datos es valido

Expertos				
Ing. Valdiviezo Peralta Víctor Manuel	Ing. Espinoza Capa José Antonio	Ing. Tincallpa Bautista Roberto José	Ms. Ing. Ramos Tineo Armando Walter	Ing. Águila Zavala José Pablo
 ----- VICTOR MANUEL VALDIVIEZO PERALTA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 172779	 ----- JOSÉ ANTONIO ESPINOZA CAPA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 153882	 ----- ROBERTO JOSE TINCALLPA BAUTISTA INGENIERO CIVIL REG. CIP. 182358	 ----- ARMANDO WALTER RAMOS TINEO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 154000	 ----- JOSÉ PABLO AGUILA ZAVALA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 153750

DE SOLICITANTES PROYECTO : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
: CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".

UBICACIÓN MUESTRA : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.05

FECHA EMISION EXPEDIENTE :2/07/21
: ITT 046 – 21

**DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO f_c 210 kg/cm²
RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.05**

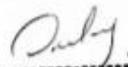
CEMENTO		SOL tipo I	
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Cantera	Unicon	Cantera	Unicon
Peso Específico de masa	2.65 gr/cm ³	Peso Específico de masa	2.69 gr/cm ³
Peso Específico de masa S.S.S.	2.68 gr/cm ³	Peso Específico de masa S.S.S.	2.72 gr/cm ³
Peso Específico aparente	2.74 gr/cm ³	Peso Específico aparente	2.77 gr/cm ³
Peso Unitario Suelto	1210 kg/m ³	Peso Unitario Suelto	1389 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1755 kg/m ³	Peso Unitario Compactado	1547kg/m ³
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
Malla	% Retenido Pasante	Malla	% Retenido pasante
3/8"	100	2"	100
No. 4	95.6	1 1/2"	100
No. 8	83.8	1"	100
No. 16	65.3	3/4"	98.3
No. 30	42.1	1/2"	66.8
No. 50	13.4	3/8"	40.2
No. 100	3.2	No. 4	1.3
Módulo de fineza	3.0	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Absorción	1.2 %	Absorción	1.1%
Humedad	2.6%	Humedad	0.2 %
		Forma del Agregado	Angular

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE SOLICITANTES : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
PROYECTO : CÓNDOR ARCE MIGUEL ANGEL
: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.05
FECHA EMISION :2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 046 – 21

		Peso Seco	Peso Húmedo
Diseño de mezcla m ³			
Cemento	kg	480	480
Agua	l	144	156
Agregado Fino	kg	69	71
Agregado Grueso	kg	1485	1488
Euco 37	kg	3.84	3.84

Asentamiento	Pulgadas	1/4
Peso Unitario Concreto P.U.C.	Kg/m ³	2166
Rendimiento	M ³	1.01
Temperatura Ambiente	°C	21.3
Temperatura Mezcla	°C	24.1
Factor cemento	bolsas/m ³	11.3
Relación agua cemento seco		0.30
Relación agua cemento obra		0.32

Proporción en Peso (corregido)	Pie ³	1:0.1: 3.1/ 13.8 l /bolsa de cemento, 34 g aditivo Euco 37
Proporción en volumen (corregido)	Pie ³	1: 0.2 :3.3/13.8 l/bolsa de cemento 34 g aditivo Euco 37

Fecha de vaciado 20/05/2021

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
 PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
 MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c$ 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.15
 FECHA EMISION : 2/07/21
 EXPEDIENTE : ITT 046 – 21

DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO $f'c$ 210 kg/cm²
RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.15

CEMENTO	SOL tipo I
----------------	------------

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Cantera	Unicon	Cantera	Unicon
Peso Específico de masa	2.65 gr/cm ³	Peso Específico de masa	2.69 gr/cm ³
Peso Específico de masa S.S.S.	2.68 gr/cm ³	Peso Específico de masa S.S.S.	2.72 gr/cm ³
Peso Específico aparente	2.74 gr/cm ³	Peso Específico aparente	2.77 gr/cm ³
Peso Unitario Suelto	1210 kg/m ³	Peso Unitario Suelto	1389 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1755 kg/m ³	Peso Unitario Compactado	1547 kg/m ³

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Malla	% Retenido Pasante	Malla	% Retenido pasante
3/8"	100	2"	100
No. 4	95.6	1 1/2"	100
No. 8	83.8	1"	100
No. 16	65.3	3/4"	98.3
No. 30	42.1	1/2"	66.8
No. 50	13.4	3/8"	40.2
No. 100	3.2	No. 4	1.3
Módulo de fineza	3.0	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Absorción	1.2 %	Absorción	1.1%
Humedad	2.6%	Humedad	0.2 %
		Forma del Agregado	Angular

Observaciones:

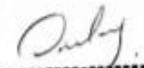
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.15
FECHA EMISION : 2/07/21

Diseño de mezcla m ³		Peso Seco	Peso Húmedo
Cemento	kg	480	480
Agua	l	144	154
Agregado Fino	kg	96	99
Agregado Grueso	kg	1377	1380
Euco 37	kg	3.84	3.84

Asentamiento	Pulgadas	1/4
Peso Unitario Concreto P.U.C.	Kg/m ³	2111
Rendimiento	M ³	1.00
Temperatura Ambiente	°C	21.3
Temperatura Mezcla	°C	24.1
Factor cemento	bolsas/m ³	11.3
Relación agua cemento seco		0.30
Relación agua cemento obra		0.32

Proporción en Peso (corregido)	Pie ³	1:0.2: 2.8/ 13.6 l /bolsa de cemento+ 34 g aditivo Euco 37
Proporción en volumen (corregido)	Pie ³	1: 0.2:3.1/13.6 l/bolsa de cemento+ 34 g aditivo Euco 37

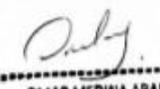
Fecha de vaciado 20/05/2021

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.25
FECHA EMISION : 2/07/21

**DISEÑO DE MEZCLA CONCRETO f_c 210 kg/cm²
RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.25**

CEMENTO		SOL tipo I	
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Cantera	Unicon	Cantera	Unicon
Peso Específico de masa	2.65 gr/cm ³	Peso Específico de masa	2.69 gr/cm ³
Peso Específico de masa S.S.S.	2.68 gr/cm ³	Peso Específico de masa S.S.S.	2.72 gr/cm ³
Peso Específico aparente	2.74 gr/cm ³	Peso Específico aparente	2.77 gr/cm ³
Peso Unitario Suelto	1210 kg/m ³	Peso Unitario Suelto	1389 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1755 kg/m ³	Peso Unitario Compactado	1547 kg/m ³
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			
Malla	% Retenido Pasante	Malla	% Retenido pasante
3/8"	100	2"	100
No. 4	95.6	1 1/2"	100
No. 8	83.8	1"	100
No. 16	65.3	3/4"	98.3
No. 30	42.1	1/2"	66.8
No. 50	13.4	3/8"	40.2
No. 100	3.2	No. 4	1.3
Módulo de fineza	3.0	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Absorción	1.2 %	Absorción	1.1%
Humedad	2.6%	Humedad	0.2 %
		Forma del Agregado	Angular

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO- CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.25
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 046 – 21

Diseño de mezcla m ³		Peso Seco	Peso Húmedo
Cemento	kg	480	480
Agua	l	144	152
Agregado Fino	kg	219	225
Agregado Grueso	kg	1253	1256
Euco 37	kg	3.84	3.84

Asentamiento	Pulgadas	1/4
Peso Unitario Concreto P.U.C.	Kg/m ³	2105
Rendimiento	M ³	1.00
Temperatura Ambiente	°C	21.3
Temperatura Mezcla	°C	24.1
Factor cemento	bolsas/m ³	11.3
Relación agua cemento seco		0.30
Relación agua cemento obra		0.32

Proporción en Peso (corregido)	Pie ³	1:0.4: 2.6/ 13.6 l /bolsa de cemento, 34 g aditivo Euco 37
Proporción en volumen (corregido)	Pie ³	1: 0.6 :2.8/13.6 l/bolsa de cemento, 34g aditivo Euco 37

Fecha de vaciado 20/05/2021

Observaciones:

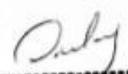
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO-CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.05
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 047 – 21

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS C39

Norma de Referencia NTP 339.034 / ASTM C 39

FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	ALTURA (cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESIST. A COMPRESION (kg/cm ²)
25/05/2021	28/05/2021	3	9.9	77.0	20.0	10798	140
25/05/2021	28/05/2021	3	9.9	77.0	20.0	11495	149
25/05/2021	1/06/2021	7	9.8	75.0	20.0	12217	162
25/05/2021	1/06/2021	7	9.9	77.0	20.0	12551	163
25/05/2021	8/06/2021	14	10.1	80.0	20.0	13506	169
25/05/2021	8/06/2021	14	9.8	75.0	20.0	13184	175
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20.0	14253	185
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20.0	1505.6	196

Los ensayos se realizan en una prensa marca ELE INTERNATIONAL N° 140500026 DE 1,555 KN de capacidad, verificada periódicamente contra una celda de carga patrón, trazable internacionalmente. Patrón de referencia: Trazabilidad NIST (United States National Institute de Standards & Technology), Patrón utilizado Móreos, N° de Serie C-8294 Clase A, Calibrado de acuerdo a la Norma ASTM E-74-13. Certificado de Calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518.

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE SOLICITANTES : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
PROYECTO : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO-CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.15
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 047 – 21

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS C39

Norma de Referencia NTP 339.034 / ASTM C 39

FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	ALTURA (cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESIST. A COMPRESION (kg/cm ²)
25/05/2021	28/05/2021	3	9.9	77.0	20	13690	178
25/05/2021	28/05/2021	3	9.8	75.4	20	13199	175
25/05/2021	1/06/2021	7	9.9	77.0	20	15410	200
25/05/2021	1/06/2021	7	9.9	77.0	20	15675	204
25/05/2021	8/06/2021	14	9.9	77.0	20	17425	226
25/05/2021	8/06/2021	14	9.8	75.4	20	18752	249
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20	1984.5	258
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20	19256	250

Los ensayos se realizan en una prensa marca ELE INTERNATIONAL N° 140500026 DE 1,555 KN de capacidad, verificada periódicamente contra una celda de carga patrón, trazable internacionalmente. Patrón de referencia: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), Patrón utilizado Móreos, N° de Serie C-8294 Clase A, Calibrado de acuerdo a la Norma ASTM E-74-13. Certificado de Calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518.

Observaciones:

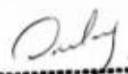
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO-CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.25
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 047 – 21

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS C39

Norma de Referencia NTP 339.034 / ASTM C 39

FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	ALTURA (cm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESIST. A COMPRESION (kg/cm ²)
25/05/2021	28/05/2021	3	10.1	80.0	20	14382	180
25/05/2021	28/05/2021	3	9.9	77.0	20	18693	243
25/05/2021	1/06/2021	7	9.9	77.0	20	20499	266
25/05/2021	1/06/2021	7	9.9	77.0	20	19979	260
25/05/2021	8/06/2021	14	9.8	77.0	20	22765	302
25/05/2021	8/06/2021	14	9.9	77.0	20	21774	283
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20	25264	328
25/05/2021	22/06/2021	28	9.9	77.0	20	24930	324

Los ensayos se realizan en una prensa marca ELE INTERNATIONAL N° 140500026 DE 1,555 KN de capacidad, verificada periódicamente contra una celda de carga patrón, trazable internacionalmente. Patrón de referencia: Trazabilidad NIST (United States National Institute de Standards & Technology), Patrón utilizado Móreos, N° de Serie C-8294 Clase A, Calibrado de acuerdo a la Norma ASTM E-74-13. Certificado de Calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518.

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE SOLICITANTES : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
PROYECTO : CÓNDROR ARCE MIGUEL ANGEL
: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO-CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN MUESTRA : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
: DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.05
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 048 – 21

HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
ASTM C 78

FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg)
24/05/2021	31/05/2021	7	TERCIO CENTRAL	45	6
24/05/2021	31/05/2021	7	TERCIO CENTRAL	45	7
24/05/2021	7/06/2021	14	TERCIO CENTRAL	45	8
24/05/2021	7/06/2021	14	TERCIO CENTRAL	45	9
24/05/2021	21/06/2021	28	TERCIO CENTRAL	45	10
24/05/2021	21/06/2021	28	TERCIO CENTRAL	45	10

Los ensayos se realizan en una prensa marca ELE INTERNATIONAL N° 140500026 DE 1,555 KN de capacidad, verificada periódicamente contra una celda de carga patrón, trazable internacionalmente. Patrón de referencia: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), Patrón utilizado Móreos, N° de Serie C-8294 Clase A, Calibrado de acuerdo a la Norma ASTM E-74-13. Certificado de Calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518.

Observaciones:

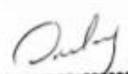
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTES : CÓNDOR ARCE MIGUEL ANGEL
PROYECTO : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE PARA SUPERFICIE DE RODADURA DE PAVIMENTO RÍGIDO, LURIGANCHO-CHOSICA, 2020".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE)
MUESTRA : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f_c 210 kg/cm² RELACION DE AGREGADO FINO Y GRUESO 0.15
FECHA EMISION : 2/07/21
EXPEDIENTE : ITT 048 – 21

HORMIGÓN (CONCRETO). MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL HORMIGÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
ASTM C 7

FECHA VACIADO	FECHA ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE (cm)	MODULO DE ROTURA (kg)
24/05/2021	31/05/2021	7 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	7
24/05/2021	31/05/2021	7 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	6
24/05/2021	7/06/2021	14 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	8
24/05/2021	7/06/2021	14 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	9
24/05/2021	21/06/2021	28 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	11
24/05/2021	21/06/2021	28 DIAS	TERCIO CENTRAL	45	10

Los ensayos se realizan en una prensa marca ELE INTERNATIONAL N° 140500026 DE 1,555 KN de capacidad, verificada periódicamente contra una celda de carga patrón, trazable internacionalmente. Patrón de referencia: Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), Patrón utilizado Móreos, N° de Serie C-8294 Clase A, Calibrado de acuerdo a la Norma ASTM E-74-13. Certificado de Calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518.

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286

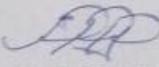



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-032-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica
Capacidad del equipo : 1,555 kN (350,000 lbf. ó 159 TN)
División de escala : 0,1 kN
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Modelo : 36-0735/06 ACCU-TEK 350 Digital Series
N° de serie del equipo : 140500026
Panel digital : ADR TOUCH ELE-INTERNATIONAL
N° de serie panel digital : 1887-1-00242
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20.1 °C / 69%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20.1 °C / 69%
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 : 2020-06-26

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.

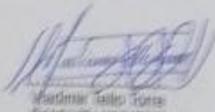
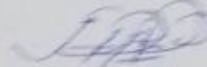
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-06-30	 Vladimír Tello Torre INGENIERO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-030-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Circunvalación s/n. Mz B-124
Urb. Las Praderas de Huachipa, Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 98131610
Código de identificación : No indice
Abertura de Tamiz : 250 µm (N° 60)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp (°C) y H.R. (%) inicial : 26.2°C / 55%
Temp (°C) y H.R. (%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DIN
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio) con N° de serie
16973, certificado N° LJA-057-2020 y patrón de N° de serie 15388, con
certificado N° LJA-058-2020. Certificado de calibración FESSEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

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
	2021-02-29	 Vladimir Tello Torres Gerente de Laboratorio	 JOSEPH ARNALDO RUMBACH ORMAZO INGENIERO CIVIL Reg. CP. N° 8984

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-029-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : FORNEY
Número de serie : 200BS8W45711824
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 75 µm (N° 200)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

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.

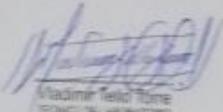
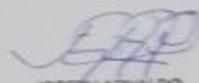
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-028-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa, Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 08146578
Código de identificación : No Indica.
Abertura de Tamiz : 150 µm (N° 100)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) Inicial : 26.2°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 15369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

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.

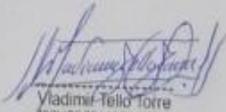
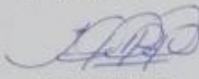
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMIACHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 85945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-027-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : W.S. TYLER
Número de serie : 98260855
Código de identificación : No Indica
Abertura de Tamiz : 425 µm (N° 40)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

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
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-027-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : W.S. TYLER
Número de serie : 98260855
Código de identificación : No Indica
Abertura de Tamiz : 425 µm (N° 40)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Numero de paginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

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.

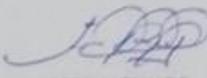
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimer Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-026-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 145128643
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 850 µm (N° 20)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-23

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.

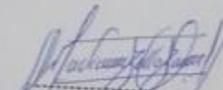
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-025-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 11224818
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 2 mm (N° 10)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-23

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.

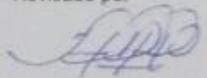
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-024-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL, Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 142221058
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 4,750 mm (N°4)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-23

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.

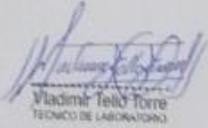
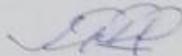
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 85945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-018-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 11445529
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 12,500 mm (1/2")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-22

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.

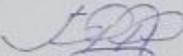
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimír Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHO ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-017-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 06468154
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 9,500 mm (3/8")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-22

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
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-016-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 10457556
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 19,000 mm (3/4")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-22

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.

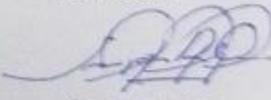
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimar Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCTC-001-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz. B. Lt. 1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Termómetro con indicación digital
Alcance de indicación : -50 °C a 150 °C
Resolución : 0,1 °C
Marca : Hanna Instruments
N° de serie : OAE446
Modelo : HI98501
Procedencia : No Indica.
Método de calibración : Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales
PC.017 - Indecopi - primera edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 74%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 74%
Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards &
Technology), patrón utilizado Fluke, modelo 9009, N° de serie B38334,
certificado de calibración reporte N° B3815065
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

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
	2020-08-04	 Vladimir Tello Telle TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CPR-005-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de instrumento : Pie de rey de indicación digital
Alcance de indicación : 0 mm a 450 mm
División de escala : 0,01 mm
Marca : INSIZE
N° de serie : 0307151021
Modelo : 1106-451
Código : No Indica.
Procedencia : No Indica.
Método de calibración : Procedimiento de calibración de Pie de Rey (usando bloques)
PC 012 - Indecopi - segunda edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,2 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,2 °C / 72%
Patrones de referencia : Trazabilidad INACAL, patrones utilizados marca MITUTOYO, bloque de 1 mm con certificado N° LLA - 489 - 2019, bloque de 2 mm con certificado N° LLA - 486 - 2019, bloque de 2 mm con certificado N° LLA - 488 - 2019, bloque de 5 mm con certificado N° LLA - 487 - 2019, bloque de 10 mm con certificado N° LLA - 485 - 2019, bloque 10 mm con certificado N° LLA - 484 - 2019, bloque de 50 mm con certificado N° LLA - 490 - 2019, bloque de 200 mm con certificado N° LLA-496-2019.
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2020-07-30

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
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMAZO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-014-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : I

Número de serie : SND05732704 Tipo : Electrónica

Modelo : TS200S Código : No Indica.

Capacidad máxima : 200 g División de escala (d) : 0,001 g

División de verificación (e) : 0,001 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23.2°C / 66%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23.4°C / 64%

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021 y M-0304-2021 y 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-05-03

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
	2021-05-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945



Selección de material de agregado grueso



Preparación de mezcla de concreto permeable



Preparación para ensayo de asentamiento



Ensayo de asentamiento



Elaboración de vigas de concreto permeable para realizar ensayos de resistencia a flexión. NTP 339.078



Elaboración de probetas cilíndricas de concreto permeable para realizar ensayos a compresión según NTP 339.034.



Extracción de moldes para curado de muestras.



Ensayo a compresión de vigas a los tercios del tramo.



Colocación de capping a las muestras cilíndricas para ensayo de compresión.



Ensayo a compresión de las muestras cilíndricas.



Elaboración de losa para ensayo de infiltración.



Habilitación de la muestra para ensayo de infiltración adhiriendo un aro con silicona en la parte superior de la muestra



Ensayo de infiltración de agua (ASTM C1701-17)