



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado para impermeabilizar superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Arrunategui Silupu, Jimmy Alexander ([orcid.org/0000-0002-1310-5712](https://orcid.org/0000-0002-1310-5712))

Garcia Rosillo, Jose Luis Alfonzo ([orcid.org/0000-0003-1500-6918](https://orcid.org/0000-0003-1500-6918))

**ASESOR:**

Ing. Galan Fiestas, José Edwin ([orcid.org/0009-0005-9867-3637](https://orcid.org/0009-0005-9867-3637))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2023

## **Dedicatoria**

A Dios por encaminarnos en cada paso que damos en nuestras vidas, a mi padre Eràclito y mi tío Olmedo que hoy gozan del reino de Dios los cuales me inculcaron a luchar día a día para llegar a nuestros anhelados sueños y a mi sobrinita Leandrita que fue una heroína y ejemplo a seguir.

## **Agradecimiento**

Agradecemos inmensamente a los ingenieros y docentes por habernos brindado sus valiosos conocimientos y a la vez a la Universidad César Vallejo por haberme dado la oportunidad de ser partícipe de su entorno profesional.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de Tablas.....	iv
Índice de gráficos y figuras .....	v
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA DE DISEÑO .....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.1.1. Tipo de investigación.....	9
3.1.2. Diseño de investigación .....	9
3.2. Variables y Operacionalización .....	9
3.3. Población Muestra y Muestreo .....	11
3.3.1. Población: .....	11
3.3.2. Muestra: .....	11
3.3.3. Muestreo: .....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	12
3.4.1. Validez y Confiabilidad .....	12
3.5. Procedimientos.....	12
3.6. Métodos de análisis de datos .....	13
3.7. Aspectos Éticos .....	13
IV. RESULTADOS .....	14
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.....	45
VII. RECOMENDACIONES .....	46
Referencias .....	47
ANEXO 1: Matriz de Consistencia.....	50
ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variable 1 .....	52
ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variable 2 .....	53
ANEXO 4: Ensayos de Laboratorio .....	54
ANEXO 5: Panel fotográfico .....	65

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Análisis Granulométrico del árido grueso.....	15
<b>Tabla 2.</b> Muestra del árido grueso. ....	15
<b>Tabla 3.</b> Peso específico y absorción del agr. grueso.....	16
<b>Tabla 4.</b> P.U. del agr. grueso. ....	17
<b>Tabla 5.</b> Granulometría del agr. fino. ....	18
<b>Tabla 6.</b> Muestra del agr. grueso. ....	18
<b>Tabla 7.</b> P.E. y absorción del agr. fino. ....	19
<b>Tabla 8.</b> P.U. del agr. fino. ....	20
<b>Tabla 9.</b> Características de muestras a ensayar.....	20
<b>Tabla 10.</b> Peso específico de los componentes del concreto kg/m <sup>3</sup> .....	21
<b>Tabla 11.</b> Cálculo peso y volumen, concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .....	21
<b>Tabla 12.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 15 min.....	24
<b>Tabla 13.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 30 min.....	25
<b>Tabla 14.</b> Permeabilidad del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 45 min. ....	25
<b>Tabla 15.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min.....	25
<b>Tabla 16.</b> Ensayo contenido de humedad Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min. ....	26
<b>Tabla 17.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 15 min.....	26
<b>Tabla 18.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 15 min.....	27
<b>Tabla 19.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 45 min.....	27
<b>Tabla 20.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min.....	28
<b>Tabla 21.</b> Ensayo contenido de humedad permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min. ....	28
<b>Tabla 22.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 15 min.....	29
<b>Tabla 23.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 30 min.....	29
<b>Tabla 24.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 45 min.....	29
<b>Tabla 25.</b> Permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min.....	29
<b>Tabla 26.</b> Ensayo contenido de humedad permeabilidad concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a 60 min. ....	30
<b>Tabla 27.</b> Resumen de permeabilidad antes de aplicar impermeabilizantes .....	31
<b>Tabla 28.</b> Resumen de permeabilidad antes de aplicar impermeabilizantes .....	32

<b>Tabla 29.</b> Datos de ensayo muestra sin impermeabilizar. ....	33
<b>Tabla 30.</b> Resumen de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.....	33
<b>Tabla 31.</b> Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite	34
<b>Tabla 32.</b> Datos de ensayo muestra con impermeabilizante cal y aceite.....	36
<b>Tabla 33.</b> Resumen de permeabilidad con impermeabilizante lechada. ....	38
<b>Tabla 34.</b> Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante lechada.....	39
<b>Tabla 35.</b> Datos de ensayo de muestra con impermeabilizante lechada. ....	40
<b>Tabla 36.</b> Costos de materiales para impermeabilizar. ....	42

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Curva granulométrica del árido grueso. ....	16
Figura 2. Granulometría del agr. fino.....	19
Figura 3. Peso de los materiales.....	22
Figura 4. Proceso de mezclado de los materiales.....	22
Figura 5. Proceso de vaciado de probetas.....	23
Figura 6. Ensayo de permeabilidad de cada muestra con la T° ambiente inicial de 28°C y 30°C al termino de los ensayos.....	23
Figura 7. Materiales para la impermeabilización Cal y aceite.....	24
Figura 8. Resumen de ensayos de probetas sin impermeabilizante.....	31
Figura 9. Ensayo muestra sin impermeabilizante.....	33
Figura 10. Resumen de ensayos de probetas con impermeabilizante cal y aceite.....	34
Figura 11. Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.....	35
Figura 12. Ensayo muestra con impermeabilizante cal y aceite.....	37
Figura 13. Resumen de ensayos de probetas con impermeabilizante con lechada.....	38
Figura 14. Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.....	39
Figura 15. Ensayo muestra con impermeabilizante lechada.....	41
Figura 16. Costo y cantidad de materiales.....	42

## Resumen

En la presente investigación tiene como objetivo principal determinar cómo influye el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, es por ello que se realizó el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado como impermeabilizante en losas aligeradas, el cual se considera una alternativa de solución ante estos agentes naturales y más aun con los antecedentes que hubieron este año 2023 del fenómeno del niño y los pronósticos a futuro que nos viene anticipando.

Para la investigación es aplicada y es de tipo experimental porque se realizará con pruebas de laboratorio, por lo que se procesará utilizando los datos variables obtenidos en laboratorio y así determinar el efecto de impermeabilidad. Asimismo, como población para el presente estudio Se realizarán 30 muestras de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , de 40cm x 40cm e= 5 cm, que será la superficie y de manera general donde se aplicará el impermeabilizante cal y aceite, y lechada (tradicional). Por tanto, se concluye que al impermeabilizar con cal y aceite residual se logra una permeabilidad aplicando el método tubo karsten de 93.71% y mediante el método de contenido de humedad 93.92%. respecto al coste se determinan precios favorables para impermeabilizar con estos métodos tradicionales.

**Palabras clave:** Diseño de mezcla, cal y aceite reciclado, lechada impermeabilización de losas.

## **Abstract**

In the present investigation, the main objective is to determine how the mix design with lime and recycled oil influences the waterproofing of lightened slab surfaces against rainfall, Piura, which is why the mix design with lime and recycled oil was carried out as waterproofing in lightened slabs, which is considered an alternative solution to these natural agents and even more so with the background that there was this year 2023 of the El Niño phenomenon and the future forecasts that it has been anticipating.

For the investigation it is applied and it is of an experimental type because it will be carried out with laboratory tests, for which it will be processed using the variable data obtained in the laboratory and thus determine the impermeability effect. Likewise, as population for the present study, 30 concrete samples will be made  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,  $40\text{cm} \times 40\text{cm} \times 5\text{cm}$ , which will be the surface and in general where the lime and oil waterproofing will be applied, and grout (traditional). Therefore, it is concluded that when waterproofing with lime and residual oil, a permeability is achieved by applying the karsten tube method of 93.71% and by the moisture content method of 93.92%. Regarding the cost, favorable prices are determined to waterproof with these traditional methods.

Keywords: Mix design, lime and recycled oil, slab waterproofing grout.

## I. INTRODUCCIÓN

Las precipitaciones en los meses de verano en la ciudad de Piura; diferentes edificaciones sufren el problema de las filtraciones de agua en las losas aligeradas las cuales posiblemente tengan fisuras producto de los malos procesos constructivos como es la inexistencia de la vibración del concreto al momento de su vaciado, mala dosificación del concreto y el vaciado del concreto a temperaturas altas donde Piura se caracteriza por ser una zona calurosa.

A nivel Internacional, en la Ciudad de Matanzas, Cuba, se desarrolló el artículo donde “Se realizo una entrevista de manera personal a especialistas; por tanto, esto tiene que ver con las zonas de impermeabilización de cubiertas, cimentación y partes húmedas. De tal manera se debe tener un buen control y planificación” (Alba, Cruz, & Agustín, 2018 p. 46)

De tal manera en México, se desarrolló el artículo donde “realizaron una propuesta para la impermeabilización de azoteas a base de nejayote, El diseño fue en la impermeabilización de ladrillos, de tal manera se evaluó el rendimiento, absorción y permeabilidad, obteniendo como conclusión resultados favorables” (Olea, Ruiz, Sánchez, & Silva, 2022 p. 6).

En la ciudad de Bogotá, Colombia, se desarrolló la investigación donde “informa que se debe garantizar un control adecuado de las aguas pluviales y subterráneas para evitar reparaciones repetitivas causados por la filtración de agua, para ello propone una impermeabilización efectiva” (Girón & Ramírez, 2018 p. 88).

A nivel nacional en Trujillo, Perú, se desarrollo la investigacion donde “evaluaron el grado de impermeabilidad en las superficies de muros y concluye que la cal y aceite logra una impermeabilidad del 96° y el chema Seal 99°) (Varas, 2021 p. 95)

Similiar situacion se presento en la ciudad de Huancayo donde “se determino la influencia de los impermeabilizantes caseros en losas aligeradas, donde se conluyo que al impermeabilizar con pegamento de ceramica reduce la infiltración hasta un 45.67%, impermeabilizante con penca hasta un 83.20% y cal y aceite un 69.97%” (Santos, 2022 p. 71).

En la ciudad de Huancavelica, se desarrolló la tesis donde “centra su investigación en determinar los resultados de diferentes métodos

convencionales de impermeabilización, Se concluye que, a través de los métodos de impermeabilización tradicionales, la permeabilidad al agua del mortero de cemento es del 77,12 %, 100 % EPS impermeable y 82,95 % de impermeabilización a base de cal” (Villena, 2019 p. 81).

A nivel local en la ciudad de Piura se desarrollo la tesis de pregrado donde “Se evaluo la permeabilidad del concreto como opción para el conctrol de las agua pluviales, concluye que el hormigón permeable es una alternativa viable al impermeable a la escorrentía” (Jimenez, 2019 p.117).

Actualmente, la instalación de losas en cubiertas es muy común debido a sus reducidas o alivianadoras propiedades, generando problemas recurrentes de impermeabilización además de malas prácticas constructivas. Cabe señalar que el agua es el ingrediente corrosivo más devastador para los materiales empleados en la construcción, ya que penetra, dobla los paneles livianos, corroe las estructuras de acero y provoca algunos inconvenientes, inconvenientes para la salud de los usuarios, residentes en la vivienda.

Esto nos impulsó a buscar una solución efectiva que beneficie a las diferentes familias habitacionales, pues una posible alternativa es impermeabilizar la superficie de los tableros de luz para protegerlos de la lluvia.

La presente investigación tiene como **problema general**: ¿Cómo influye el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?, asimismo, como problemas específicos tenemos: a). ¿Cuál es el grado de impermeabilidad al aplicar el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?, b). ¿Cuál es el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023? c). ¿Cuál es la diferencia de costo entre la dosificación del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?

Como **justificación** del estudio tenemos los siguientes ámbitos: en el ámbito teórico se pretende conocer en qué medida la cal y aceite reciclado influye en la impermeabilización de las losas aligeradas y otras estructuras para ellos nos

vamos a regir de normas técnicas que nos permitan obtener resultados veraces. Respecto al ámbito práctico realizaremos el diseño a moldes de mortero de 0.40mx0.40mx0.05m con adición de cal y aceite reciclado, con el fin de determinar la impermeabilización. En el ámbito social, se garantizará la salud y seguridad de la sociedad mediante la impermeabilización de la superficie del tablero de luces, lo que prolonga su vida útil.

Como **objetivo general** se pretende: Determinar cómo influye el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023. De tal manera planteamos 3 objetivos específicos: a). Evaluar cómo incide el grado de impermeabilidad del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023. b). Determinar cómo influye el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023. c). Determinar la diferencia de costo entre la dosificación del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023

Tenemos como **hipótesis general** que: Si influye el Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023. Y sus hipótesis específicas: a). Incide de manera favorable el grado de impermeabilidad del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023. b). Influye convencionalmente el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023 c). Si existe una diferencia presupuestal entre el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional en Cuba, se desarrolló el artículo denominado “Mejora del proceso en el control de la calidad para el diseño de los sistemas de impermeabilización en las edificaciones” tuvo como finalidad “realizar el estudio y análisis del proceso de diseño de Arquitectura. De tal manera realizaron métodos empíricos y matemáticos estadísticos. Se realizó una entrevista personalizada a cada especialista. Se usaron encuestas y el análisis de investigaciones previas. Los resultados obtenidos fueron útiles y favorables para la elaboración de propuestas metodológicas. La propuesta abarca los diferentes programas para la ejecución de viviendas que han sido afectadas durante los últimos años. Las mismas están dadas en las cubiertas, zonas húmedas y cimentaciones. De tal manera debe destacarse que un buen sistema de gestión de la calidad debe tener en cuenta la planificación, control y mejora continua de la misma” (Alba, Cruz, & Agustín, 2018).

En México se desarrolló el artículo denominado “Evaluación de un impermeabilizante a base de nejayote para su uso en azoteas de una casa habitación” tuvo como objetivo principal “proponer un impermeabilizante a base de nejayote para que sea utilizado en azoteas de viviendas. La presente tiene como fin rescatar los diferentes métodos de impermeabilización tradicional empleado durante siglos pasados. De tal manera se propuso utilizar el uso de la cal y nejayote ya que tiene buenas propiedades. Se tienen los siguientes resultados mediante las cuatro muestras que fue realizar placas de ladrillo recocidos, dos conteniendo agua y cal, mientras que, las otras dos por nejayote. De tal forma se evaluaron sus propiedades de rendimiento, permeabilidad y absorción, se concluye que el nejayote presenta mejores resultados, se realizaron 4 nuevas dosis empleando el mucílago de sábila y diferentes medidas de nejayote, su absorción mejoró con 8.38% mínimo y 20.61% máximo. Finalmente se aplicó el 8.16% y 9.25%, con rendimiento de 0.5 l/m<sup>2</sup> y permeabilidad de 0%” (Olea, Ruiz, Sánchez, & Silva, 2022).

(Girón & Ramírez, 2018), En su Tesis de investigación “Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios”, informa que: “Se debe garantizar un control adecuado de las aguas subterráneas, pluviales y superficiales para evitar reparaciones repetidas y/o servicios postventa causados por la depuración del

agua; ya que el agua es uno de los factores climáticos que más puede afectar al hormigón o al mortero. El propósito de un sistema de impermeabilización es cuidar, mantener la vida útil de las edificaciones, comenzando por un buen diseño, selección de materiales y una correcta instalación, hasta una impermeabilización efectiva. Pero esta es también una de las razones por las que, estadísticamente, es en muchos casos un problema para la edificación, ya que puede degradar la calidad y funcionalidad del edificio”.

**A nivel nacional**, (Varas, 2021), en su tesis titulada, “Evaluación del grado de impermeabilidad en superficies de paredes en edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales utilizando métodos de impermeabilización” en su investigación tiene como propósito, “Para brindar seguridad de la sociedad, y garantizar vida útil de sus viviendas en situaciones como inundaciones, desbordamientos de agua afectando la superficie de los muros. El diseño es experimental, ya que el objetivo general es diseñar un impermeabilizante para las superficies de las paredes de los edificios para proteger contra la precipitación. Los datos de las pruebas y cálculos muestran que es posible determinar el grado de resistencia al agua de cada producto impermeabilizante, el resultado es: Prueba A (Resistencia al agua a base de pegamento de sal de cal de baba de nopal), Resistencia al agua 67°, Prueba B (Aceite de cal resistente al agua), 94° de resistencia al agua, prueba C (SikaTop 107 Seal resistencia al agua), 96° de resistencia al agua y prueba D (resistencia al agua, Chema Seal), 99° de resistencia al agua. Los datos de las pruebas y cálculos muestran que es posible determinar el grado de resistencia al agua de cada producto impermeabilizante, el resultado es: Prueba A (Resistencia al agua a base de pegamento de sal de cal de baba de nopal), Resistencia al agua 67°, Prueba B (Aceite de cal resistente al agua), 94° de resistencia al agua, prueba C (SikaTop 107 Seal resistencia al agua), 96° de resistencia al agua y prueba D (resistencia al agua) Chema Seal), 99° de resistencia al agua”.

En Huancayo se desarrolló la tesis de pregrado para obtener el título de ingeniero civil titulada “Influencia de impermeabilizantes caseros en las infiltraciones de losas aligeradas en la ciudad de Huancayo” su objetivo es “Determinar cómo influye los impermeabilizantes caseros en las infiltraciones de

losas aligeradas en la ciudad de Huancayo 2021”, se tiene un método científico, de tipo aplicada, el nivel descriptivo y el diseño de la investigación: experimental descriptivo, la población la conforma 8 maquetas físicas a escala y la muestra de igual manera fue intencionada y dirigida por esa razón de la misma manera las muestras están conformada por las mismas 8 maquetas físicas a escala. La investigación concluye que al que el impermeabilizante con penca de tuna reduce la infiltración hasta un 83.20% a un precio de S/. 10.94, el impermeabilizante de cal con aceite quemado reduce la infiltración hasta un 69.97% a un precio de S/. 9.33, el impermeabilizante de cemento con pegamento de cerámica reduce la infiltración hasta un 45.67% a un precio de S/. 11.03 y el impermeabilizante de Tecnopor con gasolina reduce la infiltración hasta un 98.88% a un precio de S/. 13.98, todos por metro cuadrado” (Santos, 2022 p.71).

(Villena, 2019), en su tesis titulada, “Impermeabilización tradicional en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica”, “Centra su investigación en determinar los resultados de diferentes métodos convencionales de impermeabilización utilizados para conservar tableros ligeros con el principal objetivo: Determinar los resultados de utilizar otros métodos convencionales de impermeabilización para conservar tableros ligeros. placa, su grado de investigación ha sido descrito y aplicado. Se concluye que, a través de los métodos de impermeabilización tradicionales, la permeabilidad al agua del mortero de cemento es del 77,12 %, 100 % EPS impermeable y 82,95 % de impermeabilización a base de cal”.

A nivel local, (Jimenez, 2019), En su tesis titulada “Evaluación del concreto para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, Piura”, tiene como propósito “Buscar alternativas sostenibles que ayuden a controlar las aguas pluviales de las lluvias torrenciales que se forman en Castilla a causa del fenómeno de El Niño. El método tiene un enfoque cuantitativo ya que se preparan y analizan muestras en base a los datos obtenidos. El proyecto se está probando a escala de laboratorio. La revisión concluye que el hormigón permeable es una alternativa viable al impermeable a la escorrentía y, por lo tanto, actúa como una superficie, proporcionando una opción sostenible que

facilitará el control del agua de lluvia en las zonas urbanas, beneficios sociales y ambientales a lo largo de la vida”.

Como bases teóricas tenemos; las losas aligeradas Losa aligerada, “Es comúnmente conocido como un estilo de construcción liviana en el que se reemplaza el concreto o cemento por otro material como poliestireno, cajas de madera y esferas, entre otros. Al construir una casa de dos pisos, las losas livianas reemplazan el concreto con ladrillos o ladrillos, reduciendo así el peso de la losa y cubriendo la misma área de una manera más práctica y económica. Las losas aligeradas, por el contrario, no requieren el uso de encofrado, ya que los ladrillos actúan como encofrado en las vigas laterales” (Arkiplus, 2019).

Según (Monteiro & Kumar, 1998), “El concreto está compuesto por cemento Portland, que es el material fabricado y base de la industria de la construcción. En muchos países, la tasa de utilización del hormigón es diez veces mayor que la de acero”.

Según (Espinoza, 2016), “El concreto es un bloque formado por un aglutinante formado por cemento Portland y agua y áridos, conocida como árido grueso y fino”.

(Salamanca, 1995), “La mezcla del mortero y agua puede llamarse pasta, y su consistencia normal y activa. Influye el agua ya que; Si es menor, será más seca y líquida, suele llamarse levadura, esta mezcla es principalmente agua y cal”.

(Espinoza, 2016), define: “Para evitar que el agua se filtre a través del techo, el mortero de cal, una mezcla de cal, arena y agua, ha sido durante mucho tiempo el material más utilizado. El uso de la cal, especialmente el mortero, se utilizó en todas las grandes civilizaciones”.

“El mortero es una mezcla flexible formada por un aglomerante, árido fino y agua. El mortero en forma de pasta se utiliza para el encolado de elementos de albañilería (ladrillo o bloques de hormigón), que son elementos fraguados a mano con propiedades pétreas y estabilidad dimensional” (Salazar, 2000).

**Ladrillo**, (Campbell, 2004), “Se emplea en la mayoría de las edificaciones desde la antigüedad, aunque ha habido muchas modificaciones y debido a su facilidad

de uso se sigue considerando hoy en día como un material de construcción en las edificaciones”.

**Impermeabilización**, Según (Restrepo, 2017), “evita que el agua ingrese por la estructura de las edificaciones, manteniendo su estructura seca y permite reducir la humedad”.

**Adherencia de los impermeabilizantes**, “Los productos para impermeabilizar recubren el material y deben tener una alta adherencia para evitar que se pele. Por ello se recomienda siempre imprimir las superficies y así mejorar su adherencia” (Protexargentina, 2022).

**Vida útil vs sistemas de impermeabilización**, Según menciona: (Echeverry, 2020), “Estos sistemas afecta directamente la vida útil de las edificaciones, (sin recubrimiento = vida promedio de 10 años, poco recubrimiento = vida promedio de 20 años, recubrimiento promedio = vida promedio de 45 años y alta resistencia al agua = 100 años de vida promedio)”.

“La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que se obtiene calentando piedra caliza. Asimismo, es óxido de calcio con la fórmula CaO, también conocida como cal viva.” (Industria y Construcción, 2012).

“El aceite residual es impermeable al agua, lo que significa que los poros del suelo están obstruidos con aceite” (Huaquisto Cáceres, 2014).

“El contenido de humedad se define como el exceso de agua en un estado saturado y con una cabida seca, expresado en porcentaje (%)” (NTP 339.127)

$$W = \frac{P. \text{ de la muestra húmeda} - P. \text{ de la muestra seca}}{P. \text{ de la muestra seca}} \times 100$$

“El método del tubo de karsten permite determinar la permeabilidad de los materiales. Utilizado en tiempos pasados en estudios de monumentos históricos, permitió medir la absorción de agua en los materiales porosos, asimismo la evaluación de impermeabilizantes calculando su absorción antes y después de su aplicación. El método descrito es de características no destructiva, de tal manera esto favorece su aplicación en la conservación de patrimonios, refleja el comportamiento en su estado y ubicación real, y su aplicación se puede dar en superficies verticales y horizontales” (Hendrickx, 2013).

### **III. METODOLOGÍA DE DISEÑO**

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

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

La investigación es aplicada, se pretende obtener nuevas propuestas de un diseño de impermeabilizante aplicando Cal y aceite reciclado. Es aplicada porque tenemos la problemática y se brinda solución mediante ensayos de laboratorio. (Baena, 2017).

##### **3.1.2. Diseño de investigación**

“Identifica diseños de investigación cuasiexperimentales que manipulan al menos una variable independiente, cambios en esas variables y enlaces a una o más variables dependientes; difieren de los experimentos reales solo en el grado de confiabilidad” (Valderrama, 2013).

Este es de tipo experimental porque se realizará con pruebas de laboratorio, por lo que se procesará utilizando los datos variables obtenidos en laboratorio y así determinar el efecto de impermeabilidad.

#### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable 1:** independiente

X1: Diseño de mezcla de Cal y Aceite reciclado

##### **Definición conceptual**

La cal es un elemento punzante de color blanco en estado puro, que se obtiene calentando piedra caliza (Industria y Construcción, 2012).

El aceite reciclado es resistente al agua, lo que significa que los poros del suelo están obstruidos con aceite (Huaquisto Cáceres, 2014).

##### **Definición operacional**

La cal y aceite reciclado será mezclado hasta lograr su contextura adecuada.

Mediante el diseño de mezcla de cal y aceite reciclado se aplicará el impermeabilizante a los moldes de 0.40 x 0.40 y un espesor de 5cm, con el fin de determinar su impermeabilidad.

### **Dimensiones**

- Dosificación de Cal + Aceite reciclado

### **Indicadores**

- Kg/ms

### **Esc. de medición**

- Razón.

### **Variable 2:** dependiente

Y1: Impermeabilización de losas aligeradas

### **Definición conceptual**

“Es un método para evitar el paso del agua a las edificaciones, teniendo su estructura seca y reducir la humedad, protegiéndolos de los posibles daños, acelerando la avería de las edificaciones” (Restrepo, 2017).

### **Definición operacional**

Mediante el diseño de mezcla realizado se aplicará el impermeabilizante a los moldes de 0.40 x 0.40 y un espesor de 5cm, con el fin de determinar su permeabilidad.

### **Dimensiones**

- Grado de impermeabilidad
- Ensayo de permeabilidad
- costo

### **Indicadores**

- Porcentaje de Humedad
- Proceso de ensayo de laboratorio
- Análisis de precio unitario

### **Escala de medición**

- Razón.

### **3.3. Población Muestra y Muestreo**

#### **3.3.1. Población:**

“Un conjunto de todas las instancias que coinciden con un conjunto de especificaciones” (Hernández Sampieri, 2014).

Se define como población a la impermeabilización de losas aligeradas en edificaciones del Perú.

#### **3.3.2. Muestra:**

“Es el subconjunto, la población de interés de la que se recopilarán datos, estos datos deben estar bien definidos y prelimitados, y deben ser representativos de la población”. (López, 2004).

El modelo para este estudio será la impermeabilización superficial de tabloneros livianos contra la precipitación en la costa norte del Perú (Piura). Se realizarán 30 muestras de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , de 40cm x 40cm e= 5 cm, que será la superficie donde se aplicará el impermeabilizante.

#### **3.3.3. Muestreo:**

“El muestreo es el proceso de tomar muestras” (Hernández Sampieri, 2014).

Para la presente investigación se realizará el ensayo a 10 losas de concreto sin impermeabilizar y se sumerge al agua durante 60 minutos, determinando su impermeabilidad y contenido de humedad expresado en (%).

Asimismo, se realizarán 10 probetas que se aplicara a la parte superficial el impermeabilizante a base de: cal + aceite reciclado, 10 probetas más aplicando el método tradicional con lechada, una vez impermeabilizadas las 20 probetas se dejara secar por 24 horas, con la finalidad de ser luego 10 de ellas expuestas al agua por completo, en un tiempo de 60 min. y determinar su contenido de humedad y las otras 10 probetas se les aplicara el método tubo Karsten, este método permite determinar la impermeabilidad de materiales.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Validez y Confiabilidad

Se aplicará la observación experimental, según (Hernández Sampieri, 2014) "Implica la recopilación sistemática de datos, buscando validez y confiabilidad de situaciones y comportamientos categorizando y sub categorizando".

##### **Materiales e instrumentos:**

**Materiales:** cemento portland Antisalitre Ms Pacasmayo, arena gruesa, piedra chancada 1/2", agua, madera para encofrado, aceite reciclado, cal, cubeta de plástico, guantes de jebe, papel bond, lapicero, batea, jarra medidora.

**Instrumentos:** balanza electrónica y reloj cronométrico

### 3.5. Procedimientos

#### **Etapa campo:**

Este paso incluye una serie de actividades desarrolladas durante la investigación, incluyendo, cronológicamente:

Asimismo, se construirá 30 muestras de 40cm x 40cm e= 5 cm.

El ensayo consiste en evaluar la impermeabilidad de las probetas para ello se realizará de la siguiente manera.

Primer paso es elaborar las 30 probetas de concreto  $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ .

Como segundo se evaluará sin impermeabilizar a las 10 primeras muestras 5 de ellas serán expuestas al agua por un tiempo 60 min. para determinar su contenido de humedad y expresado en (%) y las otras 5 probetas se les aplicará el método tubo Karsten por 60min.

Como tercer paso consiste en cubrir con el impermeabilizante a 10 muestras para ello se aplicará a 5 probetas: cal + aceite reciclado y a 5 probetas más aplicando el método tradicional con lechada, una vez impermeabilizadas las 10 probetas se dejará secar por 24 horas, con la finalidad de luego aplica el método tubo Karsten por 60min.

Como cuarto paso consiste en cubrir con el impermeabilizante las 10 ultimas muestras para ello se aplicará a 5 probetas: cal + aceite reciclado y a 5 probetas más aplicando el método tradicional con lechada, una vez

impermeabilizadas las 10 probetas se dejará secar por 24 horas, con la finalidad de luego ser sometidos a exposición del agua en un tiempo 60 min, determinando su contenido de humedad y expresado en (%).

Para el contenido de humedad se realizó el registro en seco y luego de estar sometido en el agua de cada muestra dados por la balanza electrónica.

**Trabajos de gabinete:**

Durante el registro de prueba, el grado de impermeabilidad de la muestra se calcula utilizando Excel.

**3.6. Métodos de análisis de datos**

La investigación utilizó métodos estadísticos para determinar los resultados, y los resultados se presentan en tablas y gráficos de barras que ayudan a comparar y evaluar el contenido de agua, el índice de estanqueidad y el grado de estanqueidad y repelencia al agua.

**3.7. Aspectos Éticos**

La elaboración de este estudio tuvo en cuenta la confiabilidad de los resultados obtenidos en campo, el respeto por la originalidad de la información contenida en libros, revistas y estudios, y el respeto por las creencias religiosas, éticas y políticas, teniendo en cuenta las circunstancias. comunidad y misión.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1. Consideraciones Generales**

#### **4.1.1. Normas Empleadas**

El análisis se desarrollo usando las siguientes normas:

- NORMA GE 040 – Consideraciones Generales de las edificaciones -Uso y mantenimiento
- Norma ASTM D 2216 – Contenido de Humedad
- Norma E 060 - Concreto Armado.
- Norma ASTM C 136 – Análisis por Tamizado de Agregado Fino y Grueso.
- Norma ASTM C 33 – Limites de Calidad para los Agregados Fino y Grueso.
- Norma MTC E 206 – Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.
- Norma MTC E 204 – Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos.

### **4.2. Elaboración de losas de concreto:**

Las losas que se aplicarán para esta investigación serán elaboradas de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y sus dimensiones serán igual a 40x40x5cm.

Los materiales a emplear para la elaboración del concreto fueron enviados al laboratorio con la finalidad de obtener sus propiedades físicas.

#### **4.2.1. Propiedades físicas de los materiales:**

##### **Agregado grueso:**

El material extraído de la cantera Sojo, ubicado en el distrito de Miguel Checa. Nuevamente, para los fines del estudio, esto se hizo de acuerdo con la norma ASTM C136 y también se verificó la calibración de cada dispositivo utilizado.

A continuación, se presenta tabla 1, granulometría del árido fino.

**Tabla 1. Análisis Granulométrico del árido grueso.**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG- 67
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	90 - 100
1/2"	12.700	500.0	11.1	11.1	88.9	
3/8"	9.525	1,735.0	38.5	49.6	50.4	20 - 55
# 4	4.760	2,020.0	44.8	94.5	5.6	0 - 10
# 8	2.360	250.0	5.6	100.0	0.0	0 - 5
< # 200	FONDO					
FINO		<b>250.0</b>				
TOTAL		<b>4,505.0</b>				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

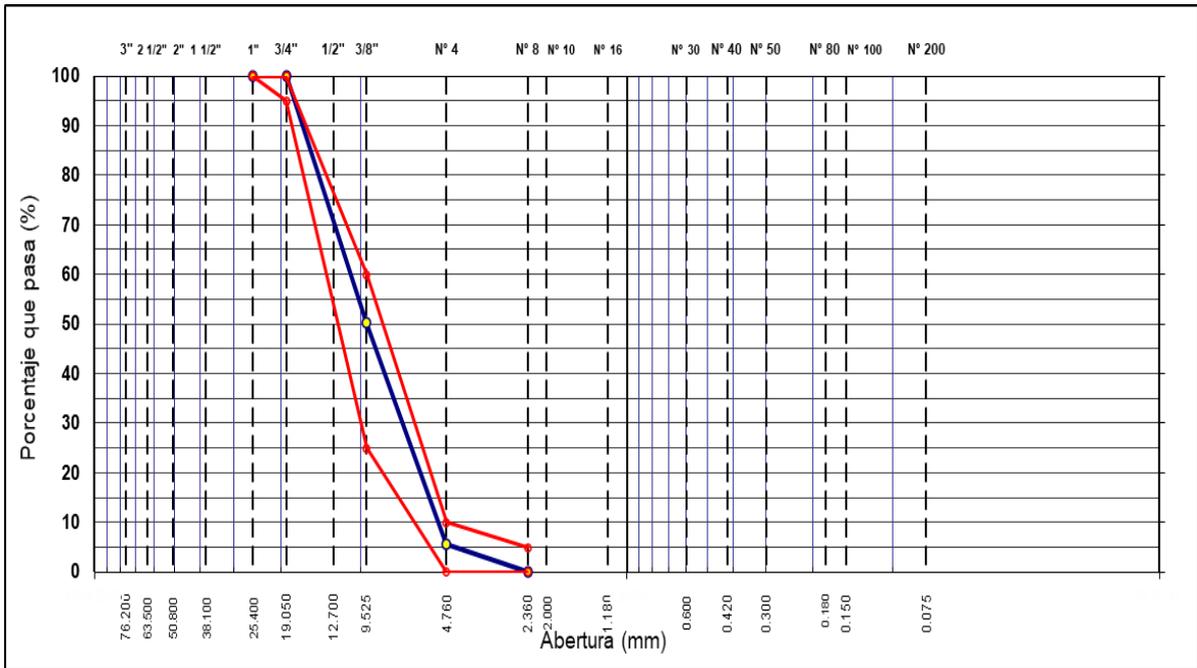
**Tabla 2. Muestra del árido grueso.**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
P. TOTAL	=	4,505.0	gr
P. LAVADO	=	4505.0	gr
P. FINO	=	250.0	gr
<b>% HUMEDAD</b>	<b>(P.S.H.)</b>	<b>P.S.S</b>	<b>% Humedad</b>
	4586.0	4532.0	1.2%
<b>Ensayo Malla #200</b>	<b>P.S. Seco.</b>	<b>P.S. Lavado</b>	<b>200%</b>
	4505.0	4505.0	0.00
% Grava	=	94.5	%
% Arena	=	5.6	%
% Fino	=	0.0	%
<b>MÓDULO DE FINURA</b>	=	<b>6.44</b>	<b>%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

**Interpretación:** En la tabla 01 y 02, según su análisis granulométrico del agr. grueso, se tiene como tamaño máximo nominal es de 1/2" y un % de humedad de 1.20%, de tal manera se define que los áridos son favorables para el diseño.

Asimismo, para la presente tabla se observa la curva granulométrica del árido grueso.



**Figura 1.** Curva granulométrica del árido grueso.

**Gravedad específica y absorción del agr. grueso:**

En la tabla 3, se tiene un % de absorción es de 0.84% del agr. grueso, de tal forma, lo permite la norma (MTC E 206).

**Tabla 3.** *Peso específico y absorción del agr. grueso.*

<b>ÁRIDO GRUESO</b>				
<b>P.E. Y ABSORCIÓN</b>				
A	Saturated surface dry material weight (en aire) (gr)	510.0	509.0	
B	Saturated surface dry material weight (en agua) (gr)	445.0	448.0	
C	Volume of mass + volume of voids = A-B (cm <sup>3</sup> )	65.0	61.0	
D	Dry material weight in oven (105 °C)(gr)	505.5	505.0	
E	mass volume = C- (A - D) (cm <sup>3</sup> )	60.5	57.0	<u>Promedio</u>
	Pe bulk (Base seca) = D/C	7.777	8.279	8.028
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	7.846	8.344	8.095
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	8.355	8.860	8.608

$$\% \text{ de absorción} = ((A - D) / D * 100)$$

0.890 0.792

**0.84**

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Peso unitario de los agregados:**

**Tabla 4. P.U. del agr. grueso.**

<b>ÁRIDO GRUESO</b>					
<b>P.U. SUELTO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
P. recipiente + muestra	(gr)	9490	9485	9500	
P. recipiente	(gr)	6250	6250	6250	
P. muestra	(gr)	3240	3235	3250	
Vol.	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
P.U. suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1520	1517	1524	
P.U. suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )		1520		
<b>P.U. VARILLADO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	
P. recipiente + muestra	(gr)	9735	9755	9740	
P. recipiente	(gr)	6250	6250	6250	
P. muestra	(gr)	3485	3505	3490	
Vol.	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
P.U. compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1635	1644	1637	
<b>P.U. compactado promedio</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>		<b>1639</b>		

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

- **Granulometría del agr. fino (arena)**

El árido fino es el producto de la descomposición artificial o natural de la roca y se pasa por un tamiz de 9,4 mm (3/8 de pulgada) que cumple con los parámetros especificados en la norma (NTP 400.037 o ASTM C 33)".

**Tabla 5.** *Granulometría del agr. fino.*

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	Especificación
3/8"	9.525				100.0	100
# 4	4.760	40.2	4.4	4.4	95.6	95 - 100
# 8	2.360	120.0	13.1	17.5	82.5	80 - 100
# 10	2.000					
# 16	1.180	213.9	23.4	40.9	59.1	50 - 85
# 30	0.600	219.5	24.0	64.9	35.1	25 - 60
# 40	0.420					
# 50	0.300	161.3	17.6	82.5	17.5	10 - 30
# 80	0.180					
# 100	0.150	85.0	9.3	91.8	8.2	2 - 10
# 200	0.075	60.0	6.6	98.4	1.6	0 - 5
< # 200	FONDO	15.1	1.7	100.0	0.0	
<b>FINO</b>		<b>874.8</b>				
<b>TOTAL</b>		<b>915.0</b>				

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 6.** *Muestra del agr. grueso.*

<b>MUESTRA</b>			
P. TOTAL	=	915.0	gr
P. LAVADO	=	899.9	gr
P. FINO	=	874.8	gr
<b>% HUMEDAD</b>		<b>P.S.H.</b>	<b>P.S.S</b>
		551.9	545.6
			1.2%
<b>Ensayo Malla #200</b>		<b>P.S. Seco.</b>	<b>P.S. Lavado</b>
		915.0	899.9
			1.65
% Grava	=	4.4	%
% Arena	=	94.0	%
% Fino	=	1.6	%
M. DE FINURA	=		3.02
			%

EQUIV. DE ARENA	=	79.0	%
GRAV. ESPECÍFICA:			
P.E. Bulk (Base Seca)	=	3.073	gr/cm <sup>3</sup>
P.E. Bulk (Base Saturada)	=	3.100	gr/cm <sup>3</sup>
P.E. Aparente (Base Seca)	=	3.159	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	=	0.90	%

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Interpretación:** La tabla 04 y 05, si cumple los estándares del MTC E 204, se tiene un porcentaje de 1.65% que pasan por el tamiz #200, siendo permisible y su módulo de finura es de 3.02%, limites normados y establecidos en la elaboración de concreto, el agr. fino es favorable según lo estipulado y su porcentaje de humedad es de 1.20%. Asimismo, para la presente tabla se observa la curva granulométrica del agr. fino.

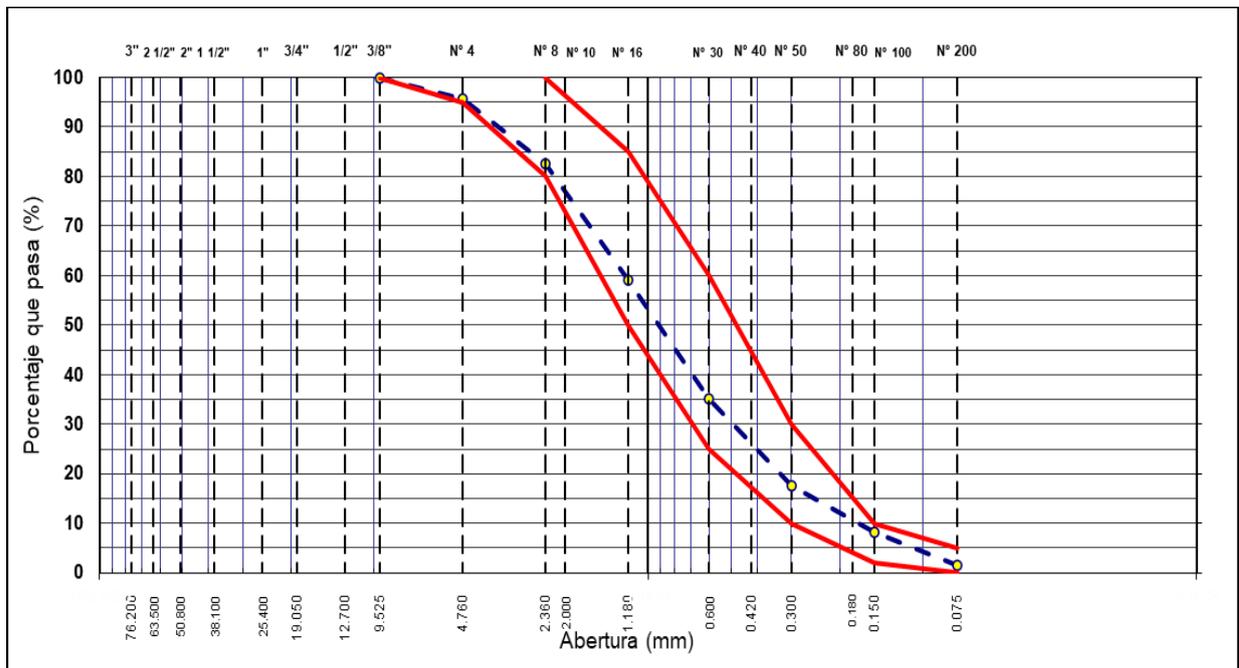


Figura 2. Granulometría del agr. fino.

Tabla 7. P.E. y absorción del agr. fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA – AGR. FINO		
A	Saturated surface dry material weight (en Aire) (gr)	305.0 303.4
B	P. frasco + agua (gr)	706.5 702.9
C	P. frasco + agua + A (gr)	1011.5 1006.3
D	P. material + agua en el frasco (gr)	908.2 912.9
E	Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (cm <sup>3</sup> )	103.3 93.4
F	P. material seco en estufa (105°C) (gr)	302.0 301

G Vol. de masa = E - (A - F) (cm <sup>3</sup> )	100.3	91	<u>PROMEDIO</u>
Pe bulk (Base seca) = F/E	2.924	3.223	3.073
Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.953	3.248	3.100
Pe aparente (Base seca) = F/G	3.011	3.308	3.159
% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.99	0.80	0.90

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

### P.U. de los agregados:

**Tabla 8.** P.U. del agr. fino.

<b>AGR. FINO</b>					
<b>P.U. SUELTO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
P. recipiente + muestra	(gr)	9665	9650	9660	
P. recipiente	(gr)	6305	6305	6305	
P. muestra	(gr)	3360	3345	3355	
Vol.	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
P.U. suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1576	1569	1574	
P.U. suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )		1573		
<b>P.U. VARILLADO</b>					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
P. recipiente + muestra	(gr)	9890	9885	9870	
P. recipiente	(gr)	6305	6305	6305	
P. muestra	(gr)	3585	3580	3565	
Vol.	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
P.U. compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1682	1679	1672	
P.U. compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )		1678		

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

- **Elaboración de probetas de concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup>.**

Se elaboraron probetas de mortero de dimensiones de 40x40x5cm, con una relación a/c 0.60, dimensiones tomadas para facilitar su ensayo.

**Tabla 9.** Características de muestras a ensayar.

Dimensiones
-------------

N° de probetas	Material	Elementos	Largo	Ancho	Espesor
30	Concreto f'c=210kg/cm2	Cemento	40 cm	40 cm	5 cm
		Ag. Fino			
		Ag. Grueso			
		Agua			

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 10.** *Peso específico de los componentes del concreto kg/m3*

Componentes	Unidad	Peso Volumétrico (Pv)	Peso Específico (Pe)
Cemento portland	kg.	1	3.15gr/cm3
Arena	kg.	2.50	2.75gr/cm3
Piedra	kg.	3.10	2.89gr/cm3
Agua	lt.	0.67	

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 11.** *Cálculo peso y volumen, concreto f'c=210kg/cm2*

Componentes	Proporción	Peso Especifico (Pe)	Peso de los materiales kg/bls	Volumen por bolsa (Pie3)
Cemento	1	3150	42.50	1 bls
Arena	2.39	2755	101.58	2.4 pie3
Piedra	3.06	2890	131.75	3.1 pie3
Agua			27.7	27.7 lt
<b>Total</b>			<b>270.22</b>	

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

- **Proceso de mezclado:**

1er etapa: peso de los materiales según las dosificaciones de diseño.



*Figura 3. Peso de los materiales.*

2da etapa: se realiza el proceso de mezclado, arena y piedra chancada de 1/2" de acuerdo al diseño de mezcla proporcionado por el laboratorio y de acuerdo a los ensayos de los materiales, se agrega agua de forma graduada y seguir con el mezclado.



*Figura 4. Proceso de mezclado de los materiales.*

3era etapa: Se realiza el proceso de vaciado del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , en los moldes de madera.



Figura 5. Proceso de vaciado de probetas.

**Ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes:**

Para el siguiente ensayo se realizaron los parámetros establecidos en la Norma GE 040 del RNE y la Norma ASTM D 2216 – donde se adquirirán las 10 primeras muestras las cuales 5 de ellas serán analizadas mediante tubo de Karsten y las otras 5 mediante el método contenido de humedad, ambos métodos van a permitir determinar la permeabilidad de materiales.

Ensayo mediante tubo de Karsten:

Ensayo mediante contenido de humedad:



Figura 6. Ensayo de permeabilidad de cada muestra con la  $T^\circ$  ambiente inicial de  $28^\circ\text{C}$  y  $30^\circ\text{C}$  al termino de los ensayos.



Figura 7. Materiales para la impermeabilización Cal y aceite.

- **Resultados del ensayo:**

“Es importante realizar una prueba de permeabilidad antes de la impermeabilización ya que ayuda a comparar la permeabilidad después de la impermeabilización”.

**Permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes:**

**Ensayo Método Karsten:** Los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de concreto a la edad de 14 días por el método Karsten para el tiempo de 15, 30, 45 y 60 minutos cómo se muestra en la tabla N°12, 13, 14 y 15.

**Tabla 12.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 15 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (15 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto	M-1	0.24	0.24
2	$f'c=210$	M-2	0.15	0.15
3	$\text{kg/cm}^2$	M-3	0.25	0.25

4		M-4	0.43	0.43
5		M-5	0.56	0.56

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 13.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 30 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (30 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1		M-1	0.24	0.48
2	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-2	0.15	0.30
3		M-3	0.25	0.5
4		M-4	0.43	0.86
5		M-5	0.56	1.12

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 14.** Permeabilidad del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  a 45 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (45 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1		M-1	0.24	0.72
2	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-2	0.15	0.45
3		M-3	0.25	0.75
4		M-4	0.43	1.29
5		M-5	0.56	1.68

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 15.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-1	0.24	0.96
2		M-2	0.15	0.60
3		M-3	0.25	1.00

4	M-4	0.43	1.72
5	M-5	0.56	2.24

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

### Ensayo Contenido de humedad:

Resultados obtenidos de permeabilidad de muestras a 14 días por el método contenido de humedad para el tiempo de 60 minutos cómo se muestra en la tabla N°16.

**Tabla 16.** Ensayo contenido de humedad Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
1	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-6	20.461	20.961
2		M-7	20.435	20.985
3		M-8	19.540	20.040
4		M-9	19.200	19.750
5		M-10	19.335	19.835

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

**Pwm** = Peso de la muestra húmeda, en (kg).

**Psm** = Peso de la muestra seca, en (kg).

- **Muestras impermeabilizadas con cal y aceite residual**

**Ensayo Método Karsten:** se realizó la impermeabilización con cal y aceite y la dosificación que se empleó según los diseños de laboratorio fue: 4kg de cal, 2 litros de aceite residual, diseño que tiene un rendimiento de 0.65 m<sup>2</sup>. Asimismo, las muestras de concreto a 14 días de edad fueron probadas para determinar la permeabilidad utilizando el método de Karsten a los 15, 30, 45 y 60 minutos. Se detalla en tabla N°16, 17, 18 y 19.

**Tabla 17.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 15 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (15 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1		M-11	0.00	0.00
2	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-12	0.00	0.00
3		M-13	0.01	0.01
4		M-14	0.03	0.03
5		M-15	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 18.** Permeabilidad concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> a 15 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (30 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1		M-11	0.00	0.00
2	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-12	0.00	0.00
3		M-13	0.03	0.04
4		M-14	0.03	0.06
5		M-15	0.00	0.00

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 19.** Permeabilidad concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> a 45 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (45 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1		M-11	0.00	0.00
2	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-12	0.01	0.01
3		M-13	0.03	0.07
4		M-14	0.03	0.09
5		M-15	0.04	0.04

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 20.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-11	0.02	0.02
2		M-12	0.04	0.05
3		M-13	0.03	0.10
4		M-14	0.05	0.14
5		M-15	0.06	0.10

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

#### **Ensayo Contenido de humedad:**

Se detallan los resultados en muestras de concreto a edad de 14 días por el método contenido de humedad, con un tiempo de 60 min. cómo se visualiza en la tabla 21.

**Tabla 21.** Ensayo contenido de humedad permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
1	Concreto $f'c=210$ $\text{kg/cm}^2$	M-16	20.511	20.531
2		M-17	20.525	20.545
3		M-18	19.640	19.670
4		M-19	19.250	19.290
5		M-20	19.435	19.485

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

**Pwm** = Peso de la muestra húmeda, en (kg).

**Psm** = Peso de la muestra seca, en (kg).

- **Muestras impermeabilizadas con método tradicional (lechada).**

**Ensayo Método Karsten:** se realizó la impermeabilización con lechada (método tradicional) y la dosificación que se empleó según los diseños de laboratorio fue: 1kg de cemento, 0.75kg de arena fina y 1.25 litros de agua,

diseño que tiene un rendimiento de 1.00 m<sup>2</sup>. Asimismo, las muestras de concreto a edad de 14 días, por el método Karsten para el tiempo de 15, 30, 45 y 60 min. Tal como se detalla en tabla 22, 23, 24 y 25.

**Tabla 22.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 15 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (15 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	M-21	0.04	0.04
2		M-22	0.05	0.05
3		M-23	0.06	0.06
4		M-24	0.05	0.05
5		M-25	0.04	0.04

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 23.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 30 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (30 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	M-21	0.05	0.09
2		M-22	0.07	0.12
3		M-23	0.06	0.12
4		M-24	0.05	0.10
5		M-25	0.06	0.10

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 24.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 45 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (45 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	M-21	0.08	0.17
2		M-22	0.07	0.19
3		M-23	0.07	0.19
4		M-24	0.08	0.18
5		M-25	0.09	0.19

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Tabla 25.** Permeabilidad concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Lectura	Acumulado
1	Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	M-21	0.10	0.27
2		M-22	0.11	0.30
3		M-23	0.09	0.28
4		M-24	0.08	0.26
5		M-25	0.09	0.28

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

#### Ensayo Contenido de humedad:

Los resultados de permeabilidad en muestras de concreto a edad de 14 días por el método contenido de humedad, para el tiempo de 60 minutos cómo se detalla en la tabla 26.

**Tabla 26.** Ensayo contenido de humedad permeabilidad concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup> a 60 min.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (60 minutos)	
			Psm (Kg.)	Pwm (Kg.)
1	Concreto f'c=210 kg/cm <sup>2</sup>	M-26	20.591	20.671
2		M-27	20.565	20.655
3		M-28	19.670	19.770
4		M-29	19.330	19.430
5		M-30	19.465	19.575

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

**Pwm** = Peso de la muestra húmeda, en (kg).

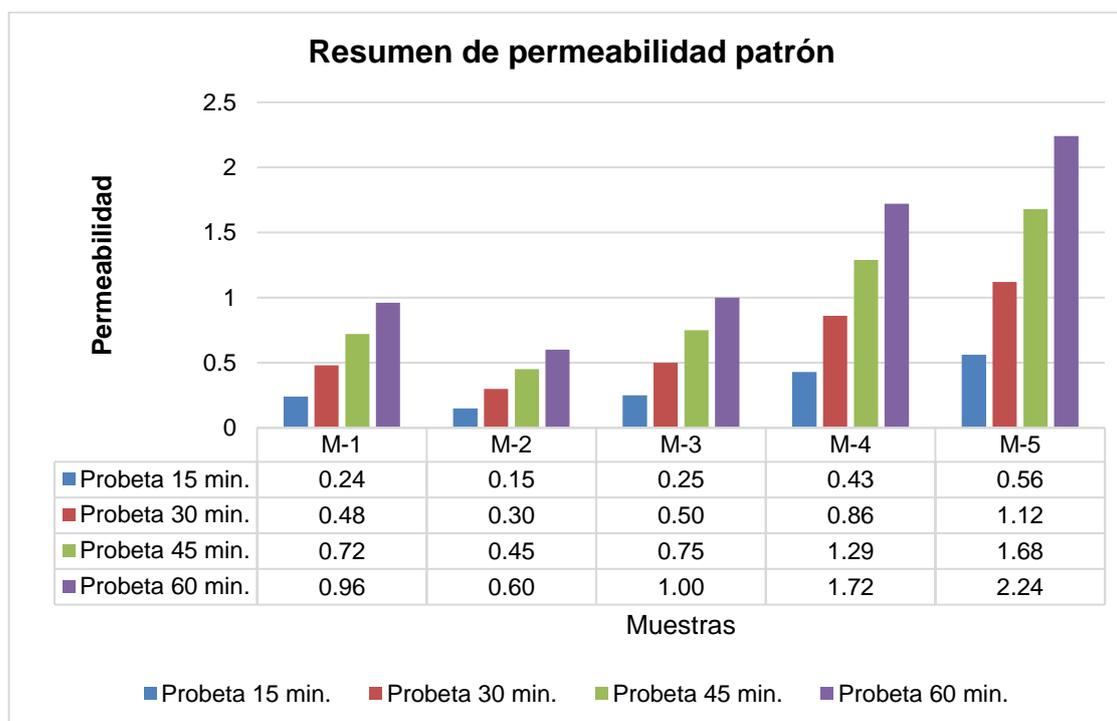
**Psm** = Peso de la muestra seca, en (kg).

- **Calculo para determinar el % de permeabilidad sin aplicar impermeabilizantes (Método de Karsten)**

**Tabla 27.** Resumen de permeabilidad antes de aplicar impermeabilizantes

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (ml)			
			15 min.	30 min.	45 min.	60 min.
1	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-1	0.24	0.48	0.72	0.96
2		M-2	0.15	0.30	0.45	0.60
3		M-3	0.25	0.50	0.75	1.00
4		M-4	0.43	0.86	1.29	1.72
5		M-5	0.56	1.12	1.68	2.24

Fuente: Elaboración Propia, 2023.



*Figura 8.* Resumen de ensayos de probetas sin impermeabilizante

**Tabla 28.** Resumen de permeabilidad antes de aplicar impermeabilizantes

N° de probeta	Muestra	Permeabilidad Acumulada a 60 min.				
		Inicial	(%)	Final	(%)	(%) Acum.
1	M-1	0.24	100	0.96	25	75.00
2	M-2	0.15	100	0.60	25	75.00
3	M-3	0.25	100	1.00	25	75.00
4	M-4	0.43	100	1.72	25	75.00
5	M-5	0.56	100	2.24	25	75.00

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

Interpretación: La tabla 28 nos detalla las muestras 1, 2, 3, 4 y 5, el porcentaje de permeabilidad acumulada después de 60 minutos de ensayo de permeabilidad es del 75.00%, estos ensayos son respecto a las probetas sin impermeabilizar.

- **Contenido de humedad expresado en porcentaje (W)**

Luego de realizar inicialmente los ensayos con las muestras sin impermeabilizar y los 2 ensayos con cada uno de los impermeabilizantes a estudiar. Luego analizamos y calculamos el contenido de humedad para determinar el grado de impermeabilización de cada capa impermeabilizante; el resultado es:

Formula C.H.

$$W = \frac{P. \text{ muestra húmeda} - P. \text{ muestra seca}}{P. \text{ muestra seca}} \times 100$$

W = Contenido de humedad, expresado en (%).

Pwm = Peso muestra húmeda, expresado en (gr).

Psm = Peso muestra estado seco, expresado en (gr).

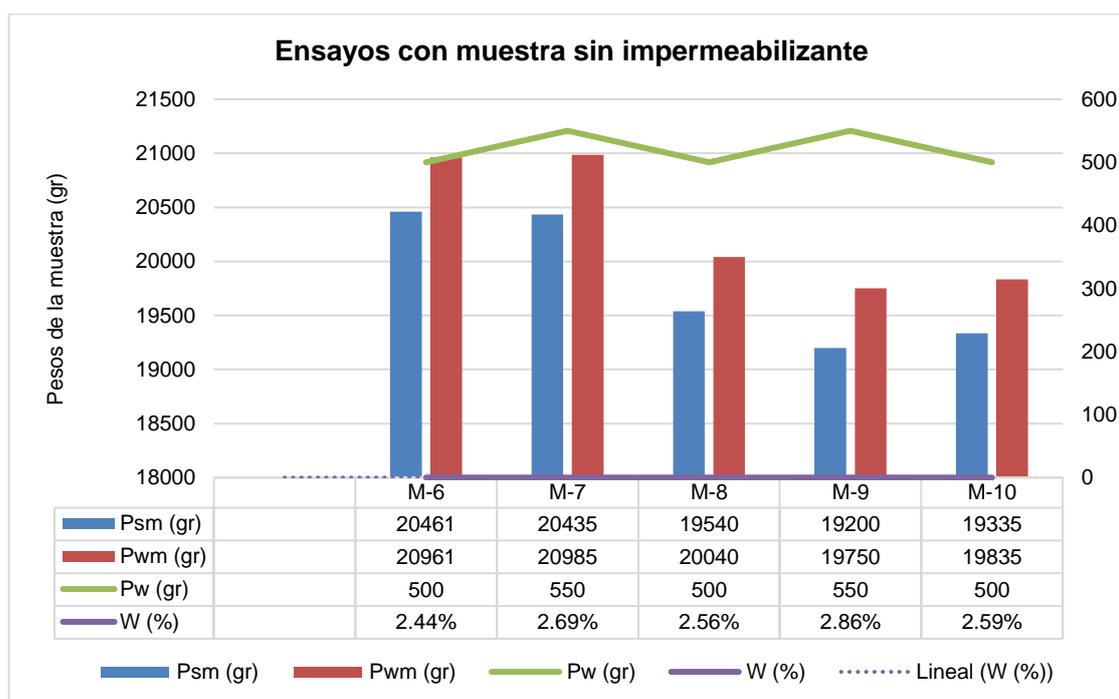
Pw = Peso del agua (Pwm-Psm), expresado en (gr).

**Tabla 29.** Datos de ensayo muestra sin impermeabilizar.

Muestra	Psm (gr)	Pwm (gr)	Pw (gr)	W (%)
M-6	20461	20961	500	2.44%
M-7	20435	20985	550	2.69%
M-8	19540	20040	500	2.56%
M-9	19200	19750	550	2.86%
M-10	19335	19835	500	2.59%
<b>W promedio de la muestra</b>				<b>2.63%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

W promedio de la muestra sin impermeabilizante = 2.63%.



**Figura 9.** Ensayo muestra sin impermeabilizante

- **Calculo para determinar el % de permeabilidad aplicando cal y aceite como impermeabilizantes (Método de Karsten)**

**Tabla 30.** Resumen de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (ml)			
			15 min.	30 min.	45 min.	60 min.
1	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-11	0.00	0.00	0.00	0.02
2		M-12	0.00	0.00	0.01	0.05
3		M-13	0.01	0.04	0.07	0.10
4		M-14	0.03	0.06	0.09	0.14
5		M-15	0.00	0.00	0.04	0.10

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

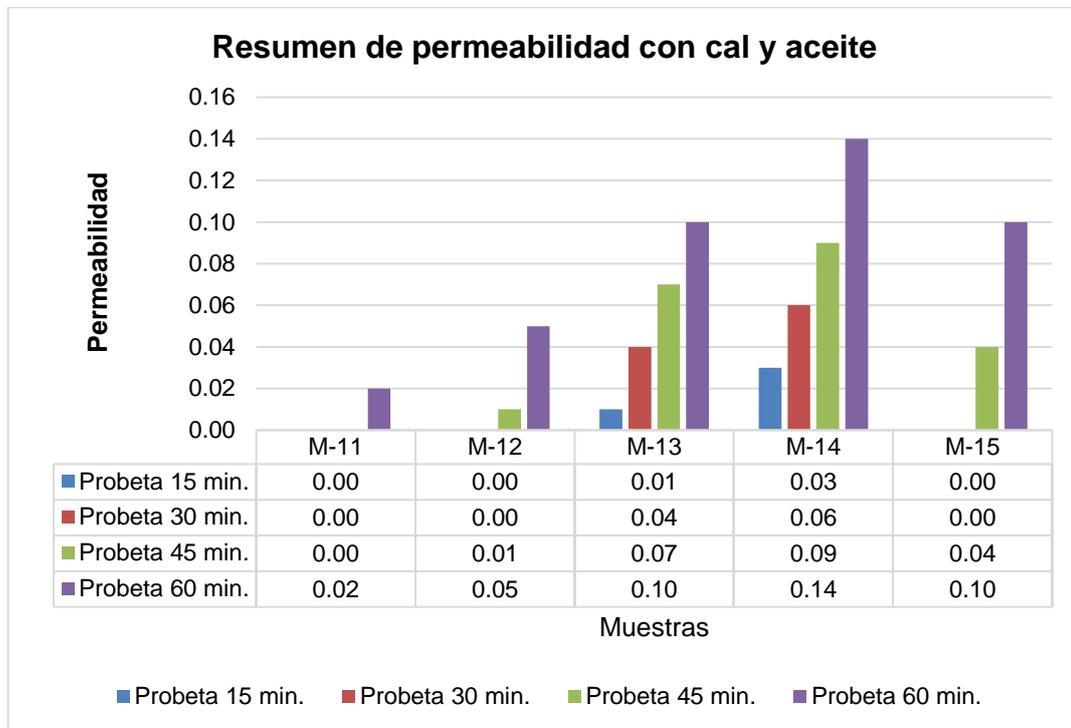


Figura 10. Resumen de ensayos de probetas con impermeabilizante cal y aceite.

Tabla 31. Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite

N° de probeta	Muestra	Permeabilidad Acumulada a 60 min.				
		Inicial	(%)	Final	(%)	(%) Dism.
1	M-11	0.00	100	0.02	0	100.00

2	M-12	0.00	100	0.05	0	100.00
3	M-13	0.01	100	0.10	10	90.00
4	M-14	0.03	100	0.14	21	78.57
5	M-15	0.00	100	0.10	0	100.00
<b>% promedio de las muestras</b>						<b>93.71</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

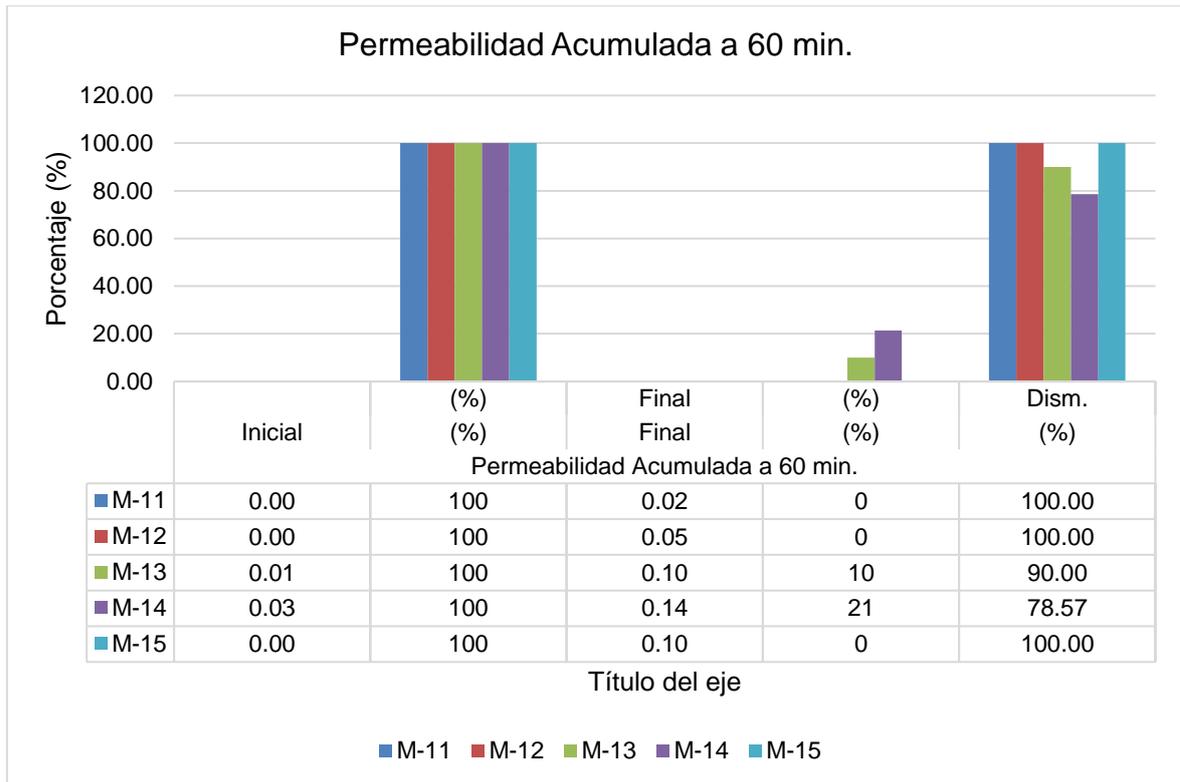


Figura 11. Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.

Interpretación: La tabla 31 y figura 11, nos detalla las muestras 11, 12, 13, 14 y 15, el porcentaje de permeabilidad acumulada después de 60 minutos de ensayo de permeabilidad su porcentaje promedio es del 93.71%, estos ensayos son respecto a las probetas con impermeabilización de cal y aceite residual.

- **Contenido de humedad expresado en porcentaje (W)**

Luego de realizar inicialmente los ensayos con las muestras sin impermeabilizar, se procede a calcular el ensayo con el impermeabilizante a base de cal y aceite residual. Luego analizamos y calculamos el contenido

de humedad para determinar el grado de impermeabilización del mismo; el resultado es:

Formula C.H.

$$W = \frac{P. \text{ muestra húmeda} - P. \text{ muestra seca}}{P. \text{ muestra seca}} \times 100$$

W = Contenido de humedad, expresado en (%).

Pwm = Peso muestra húmeda, expresado en (gr).

Psm = Peso muestra estado seco, expresado en (gr).

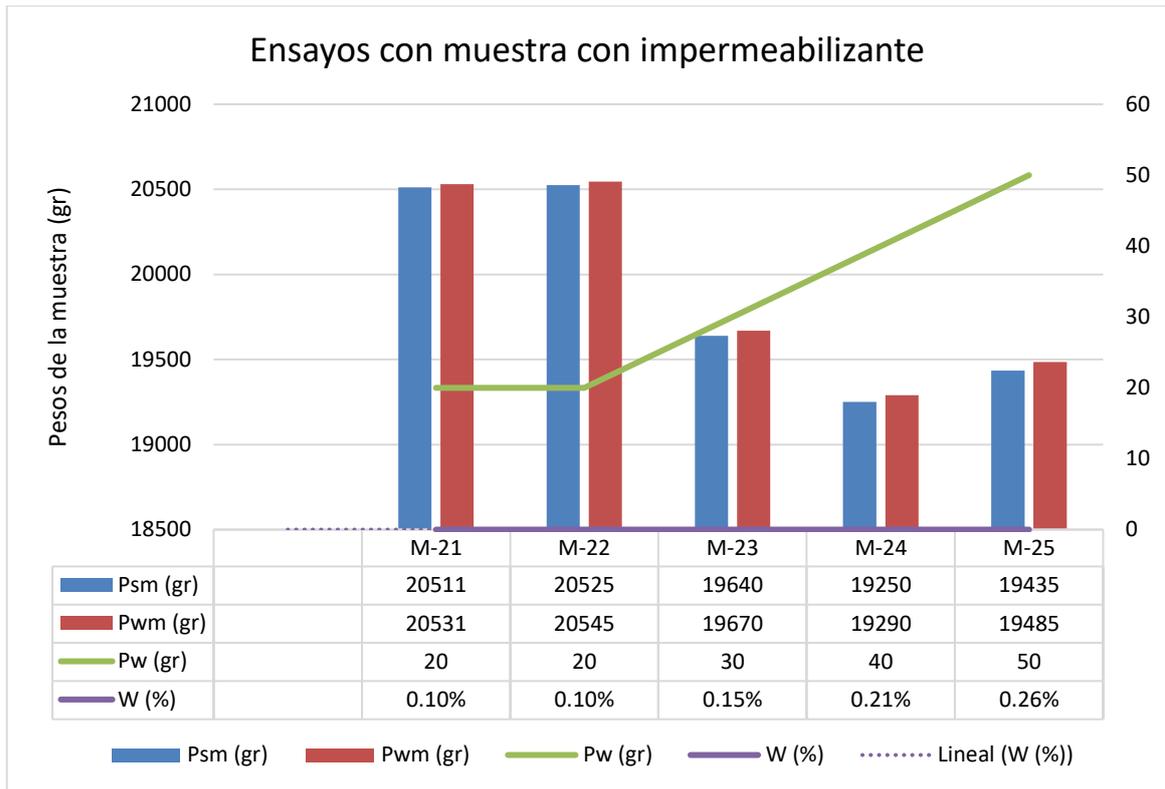
Pw = Peso del agua (Pwm-Psm), expresado en (gr).

**Tabla 32.** *Datos de ensayo muestra con impermeabilizante cal y aceite*

<b>Muestra</b>	<b>Psm (gr)</b>	<b>Pwm (gr)</b>	<b>Pw (gr)</b>	<b>W (%)</b>
M-16	20511	20531	20	0.10%
M-17	20525	20545	20	0.10%
M-18	19640	19670	30	0.15%
M-19	19250	19290	40	0.21%
M-20	19435	19485	50	0.26%
<b>W promedio de la muestra</b>				<b>0.16%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

W promedio de la muestra con impermeabilizante cal y aceite = 0.16%.



*Figura 12.* Ensayo demuestra con impermeabilizante cal y aceite

Se desarrollo mediante el método de regla de tres simple directa el porcentaje de permeabilidad respecto a la muestra sin impermeabilizar.

Datos:

W = promedio muestra con Impermeabilizar = 0.16% → P% permeabilidad.

W = promedio muestra sin Impermeabilizar = 2.63% → 100% permeabilidad.

$$P = \frac{0.16 \times 100}{2.63} = 6.08 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se calcula el (%) de impermeabilidad de la muestra como 100% de impermeabilidad menos el (%) de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad muestra} = 100 \% - 6.08 \% = 93.92 \%$$

Entonces se tiene un grado de impermeabilidad de 93.92%, se realizó teniendo un valor de 0° a 100° según su % de impermeabilización.

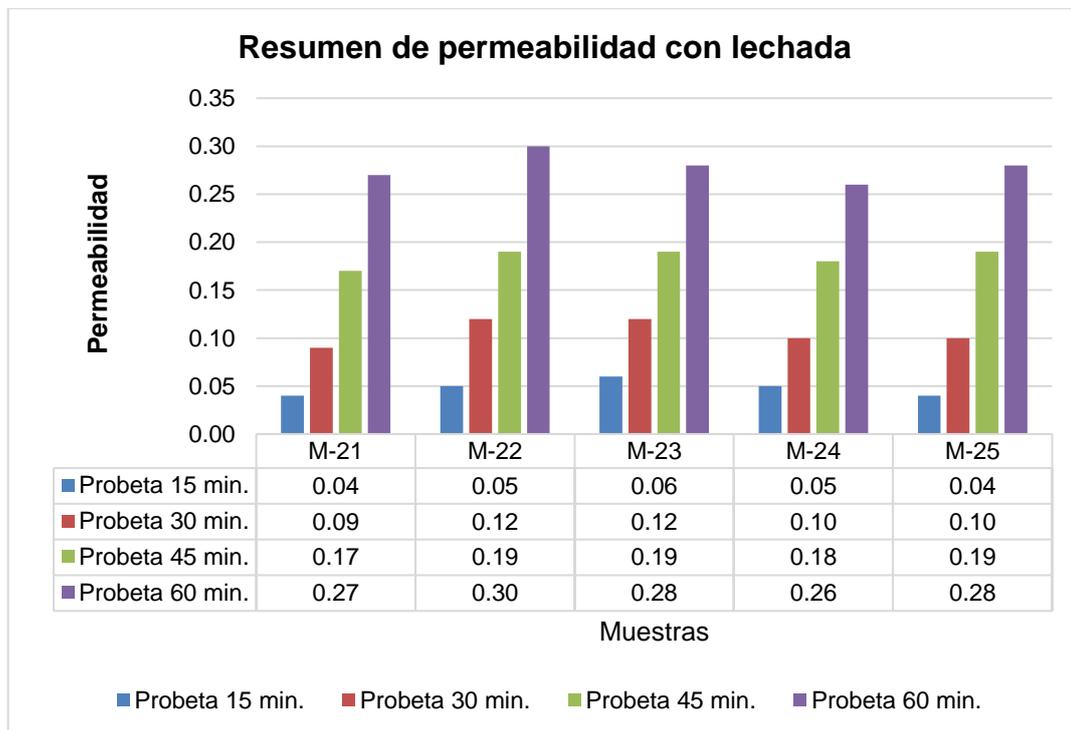
Para la muestra ensayada de 93.92% de impermeabilidad, corresponde un 94° de impermeabilidad.

- **Calculo para determinar el % de permeabilidad aplicando lechada como impermeabilizante (Método de Karsten)**

**Tabla 33.** Resumen de permeabilidad con impermeabilizante lechada.

N° de probeta	Elemento	Probeta	Permeabilidad Acumulada (ml)			
			15 min.	30 min.	45 min.	60 min.
1	Concreto f'c=210 kg/cm2	M-21	0.04	0.09	0.17	0.27
2		M-22	0.05	0.12	0.19	0.30
3		M-23	0.06	0.12	0.19	0.28
4		M-24	0.05	0.10	0.18	0.26
5		M-25	0.04	0.10	0.19	0.28

Fuente: Elaboración Propia, 2023.

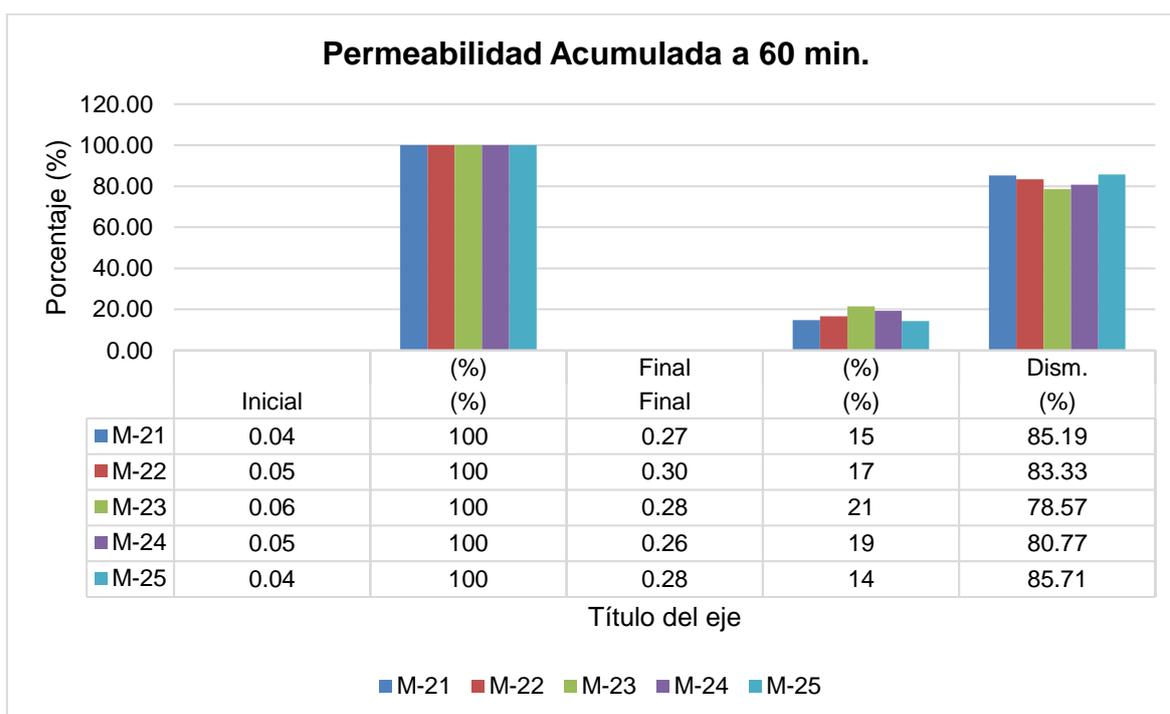


**Figura 13.** Resumen de ensayos de probetas con impermeabilizante con lechada.

**Tabla 34.** Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante lechada.

N° de probeta	Muestra	Permeabilidad Acumulada a 60 min.				
		Inicial	(%)	Final	(%)	(%) Dism.
1	M-21	0.04	100	0.27	15	85.19
2	M-22	0.05	100	0.30	17	83.33
3	M-23	0.06	100	0.28	21	78.57
4	M-24	0.05	100	0.26	19	80.77
5	M-25	0.04	100	0.28	14	85.71
<b>% promedio de las muestras</b>						<b>82.71</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2023.



*Figura 14.* Resumen de % de permeabilidad con impermeabilizante cal y aceite.

Interpretación: La tabla 34 y figura 14, nos detalla las muestras 21, 22, 23, 24 y 25, el porcentaje de permeabilidad acumulada después de 60 minutos de ensayo de permeabilidad su porcentaje promedio es del 82.71%, estos ensayos son respecto a las probetas con impermeabilización de lechada.

- **Contenido de humedad expresado en porcentaje (W)**

Luego de realizar inicialmente los ensayos con las muestras sin impermeabilizar, se procede a calcular el ensayo con el impermeabilizante a base de lechada. Luego analizamos y calculamos el contenido de humedad para determinar el grado de impermeabilización del mismo; el resultado es:

Formula C.H.

$$W = \frac{P. \text{ muestra húmeda} - P. \text{ muestra seca}}{P. \text{ muestra seca}} \times 100$$

W = Contenido de humedad, expresado en (%).

Pwm = Peso muestra húmeda, expresado en (gr).

Psm = Peso muestra estado seco, expresado en (gr).

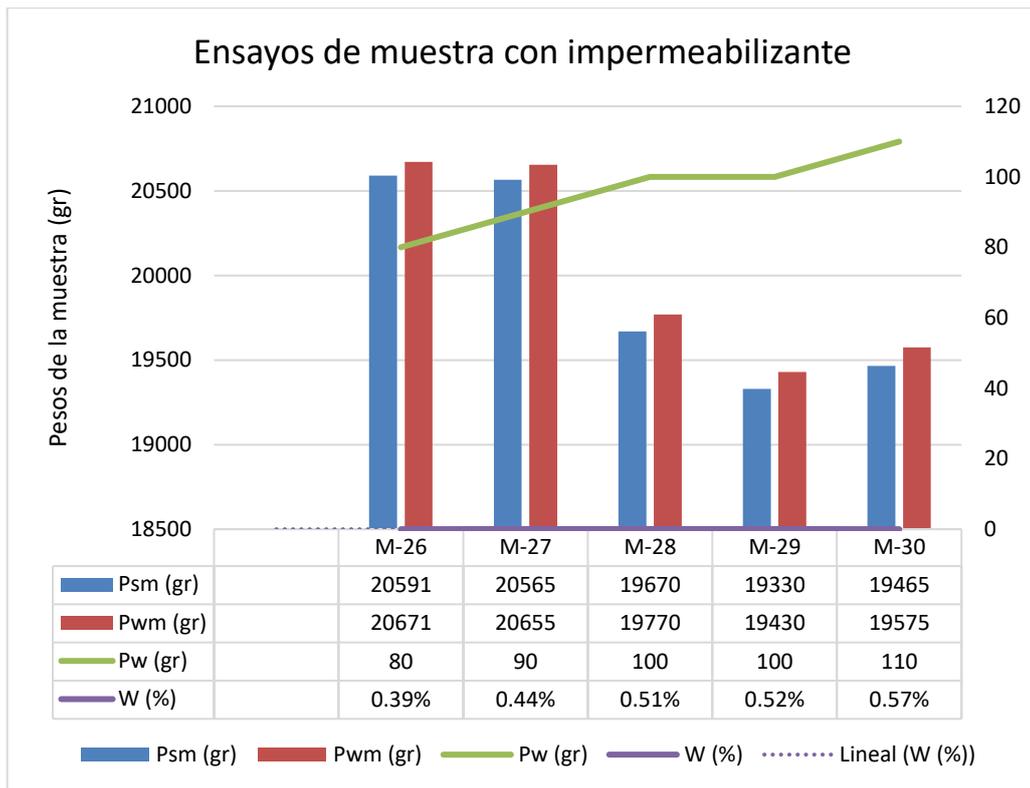
Pw = Peso del agua (Pwm-Psm), expresado en (gr).

**Tabla 35.** *Datos de ensayo de muestra con impermeabilizante lechada.*

Muestra	Psm (gr)	Pwm (gr)	Pw (gr)	W (%)
M-26	20591	20671	80	0.39%
M-27	20565	20655	90	0.44%
M-28	19670	19770	100	0.51%
M-29	19330	19430	100	0.52%
M-30	19465	19575	110	0.57%
<b>W promedio de la muestra</b>				<b>0.48%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.

W promedio de la muestra con impermeabilizante lechada = 0.48%.



*Figura 15.* Ensayo demuestra con impermeabilizante lechada.

Se desarrollo mediante el método de regla de tres simple directa el porcentaje de permeabilidad respecto a la muestra sin impermeabilizar.

Datos:

W = promedio muestra con Impermeabilizar = 0.48% → P% permeabilidad.

W = promedio muestra sin Impermeabilizar = 2.63% → 100% permeabilidad.

$$P = \frac{0.48 \times 100}{2.63} = 18.25 \% \text{ permeabilidad.}$$

Se calcula el (%) de impermeabilidad de la muestra como 100% de impermeabilidad menos el (%) de permeabilidad.

$$\% \text{ impermeabilidad muestra} = 100\% - 18.25\% = 81.75\%.$$

Entonces se tiene un grado de impermeabilidad de 81.75%, se realizó teniendo un valor de 0° a 100° según su % de impermeabilización.

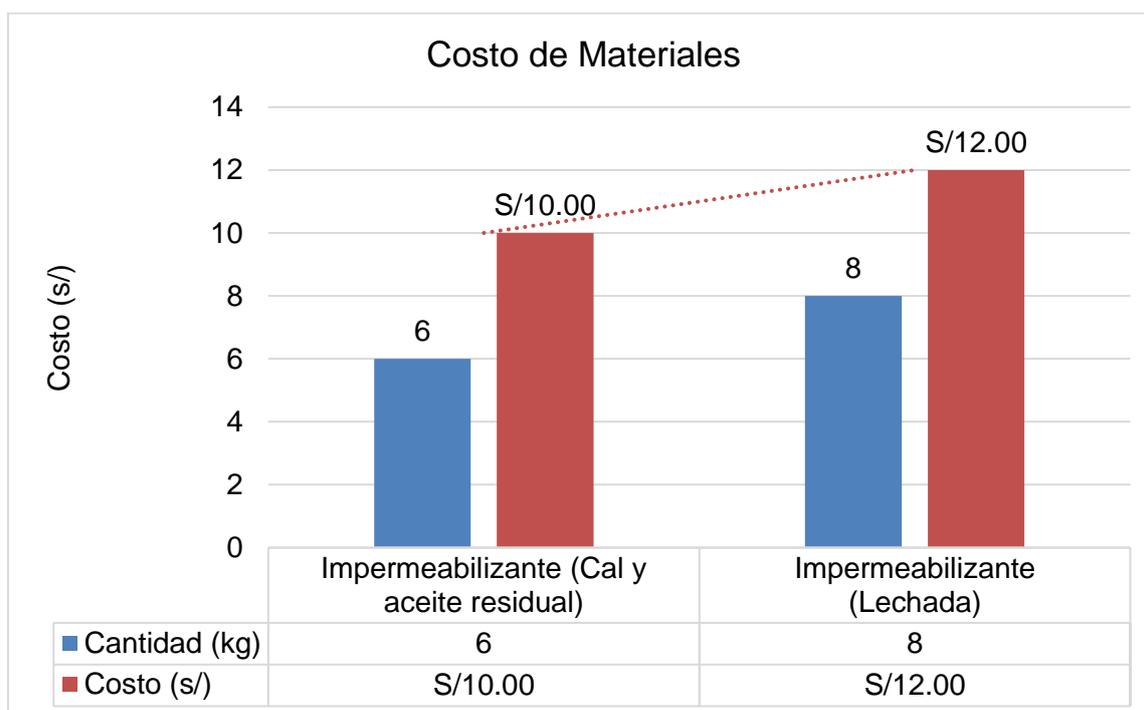
Para la muestra ensayada de 81.75% de impermeabilidad, corresponde un 82° de impermeabilidad.

Se determino el costo de la dosificación para 1.00m2 de impermeabilización con cal y aceite y lechada, de tal manera se presenta en la tabla 36 los costos para realizar este tipo de impermeabilización.

**Tabla 36.** Costos de materiales para impermeabilizar.

Ensayo	Descripción	Unidad	Cantidad (kg)	Costo (s/)
1	Impermeabilizante (Cal y aceite residual)	kg	6	S/10.00
2	Impermeabilizante (Lechada)	kg	8	S/12.00

**Fuente:** Elaboración Propia, 2023.



*Figura 16.* Costo y cantidad de materiales.

## V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos, mediante la aplicación de los impermeabilizantes a base de cal y aceite residual, asimismo impermeabilización tradicional se obtuvieron resultados favorables, lo cual se compara con la investigación de Varas, 2021, que en su investigación titulada “Evaluación del grado de impermeabilidad en paredes de edificaciones para evitar el paso del agua de lluvia utilizando métodos de impermeabilización” investigación que concluyo que la Prueba B (impermeabilizante a base de Aceite residual + cal resistente al agua), 94° de resistencia al agua), estas coincidencias es porque ambas investigaciones, emplearon la misma metodología y procedimientos, para el caso de nuestra investigación se desarrolló mediante el software Excel, lo cual nos permitió una comparación y a su vez, corroborar los valores obtenidos por Varas.

Por el contrario, Santos, 2022, en su investigación titulada “Influencia de impermeabilizantes caseros en las infiltraciones de losas aligeradas en la ciudad de Huancayo”, La investigación concluye que al que el impermeabilizante con penca de tuna reduce la infiltración hasta un 83.20%, el impermeabilizante de cal con aceite quemado reduce la infiltración hasta un 69.97%, el impermeabilizante de cemento con pegamento de cerámica reduce la infiltración hasta un 45.67% y el impermeabilizante de Tecnopor con gasolina reduce la infiltración hasta un 98.88%. estas diferencias se deben a la dosificación de los materiales a homogenizar, ya que, en ambas investigaciones, aplican los mismos métodos y procedimientos, pero los resultados fueron diferentes.

Similar situación presenta Villena, 2019, en su tesis titulada, “Impermeabilización de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica”, Centra su investigación en determinar los resultados de diferentes métodos convencionales de impermeabilización, tiene como objetivo determinar los resultados de utilizar otros métodos convencionales de impermeabilización para conservar losas aligeradas. Se concluye que, a través de los métodos de impermeabilización tradicionales, la permeabilidad al agua con lechada es del 77,12 %, EPS impermeable 100% y impermeabilización a base de cal 82,95 %.

las coincidencias que presenta al impermeabilizar con lechada, es porque ambas investigaciones, emplearon el mismo método y procedimientos, se aplicaron las mismas metodologías y procedimientos, para el caso de nuestra investigación se desarrolló mediante el software Excel, lo cual nos permitió una comparación y a su vez, corroborar los valores obtenidos por Villena.

Asimismo, para determinar los análisis de costo, de acuerdo a los resultados obtenidos mediante el Excel, según la tabla 36, se obtiene un costo – beneficio al comparar con un impermeabilizante sintético es de 69.97%; costo que como resultado favorece a la producción de este impermeabilizante aplicando la siguiente dosificación 4kg de Cal + 2 litros de aceite residual, lo cual valida la hipótesis planteada, de tal manera, coincide con lo manifestado por (Santos, 2022), donde concluye que si existe influencia en el costo – beneficio, ya que se está obteniendo un ahorro de 69.97% a un precio de S/. 9.33 soles, por parte del beneficio se sustituyó los impermeabilizantes sintéticos por impermeabilizantes tradicionales, para el caso de nuestra investigación fue a base de Cal con aceite residual y lechada, donde predominó el impermeabilizante de Cal con aceite residual, con un mejor grado de impermeabilidad de 94°.

## VI. CONCLUSIONES

Para la realización de la presente investigación se realizaron probetas de concreto de 0.40x0.40x0.05m para eso se realizaron 2 diferentes maneras de impermeabilizar, la primera fue a base de Cal y aceite residual y mediante el método tradicional que es aplicar lechada.

Según el primer objetivo específico: Se lleva a la conclusión que aplicando en método de karsten para la impermeabilización de cal y aceite se realizó la dosificación verificando la trabajabilidad y homogeneidad de la mezcla aplicando la siguiente dosificación 4kg de Cal + 2 litros de aceite residual. Asimismo, se obtuvo mediante el método de karsten un porcentaje de permeabilidad acumulada después de 60 minutos de ensayo de permeabilidad su porcentaje promedio de impermeabilidad es del 93.71% y mediante el método de contenido de humedad se determinó que el grado de impermeabilidad de 94°.

Mediante el método de impermeabilización tradicional, se lleva a la conclusión que aplicando en método de karsten para la impermeabilización con lechada se realizó la dosificación verificando la trabajabilidad y homogeneidad de la mezcla aplicando la siguiente dosificación 1kg de Cemento tipo I, 0.50kg arena fina residual y 1 litro de agua. Asimismo, se obtuvo mediante el método de karsten un porcentaje de permeabilidad acumulada después de 60 minutos de ensayo de permeabilidad su porcentaje promedio es del 82.71%, y mediante el método de contenido de humedad se determinó que el grado de impermeabilidad es de 82°.

Se determinó el costo para 1.00m<sup>2</sup> de cada impermeabilizante para el caso de cal + aceite reciclado se tiene un precio de S/ 10.00 soles en 6kg y con lechada un precio de S/ 12 soles en 8kg, habiendo una diferencia de S/ 2.00 costo-beneficio a favor del impermeabilizante con cal y aceite reciclado.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Recomendar que este estudio sea cubierto en investigaciones futuras y sirva como base, ya que la aplicación de impermeabilizantes tradicionales influye de manera favorable en el cuidado preventivo de losas aligeradas.
2. Realizar investigaciones acerca del proceso constructivo en la impermeabilización de losas aligeradas o estructuras que conformen la edificación, indagar sobre el diseño de concreto empleado ya que es uno de los componentes importantes y causar la infiltración en los techos u otras partes de las viviendas.
3. También se recomienda no solo realizar ensayos de permeabilidad del concreto, si no también realizar ensayos de adherencia y absorción.
4. En los ensayos de permeabilidad fueron evaluados en muestras a escala, por lo que se recomienda realizar los estudios en insitu, en edificaciones que hayan sido afectadas por las lluvias, ya que permitirá conocer resultados reales.
5. Por último, se recomienda realizar estudios con métodos naturales y buscar nuevas propuestas para minimizar la problemática del trabajo de estudio.

## Referencias

- Arkiplus. (2019). Losa aligerada. *Equipo de redactores de Arkiplus.com*.
- Baloa Montilla, T. (2019). Aceite residual automotriz como aditivo en mezclas de hormigón: Si es factible su uso. *Revista Matéria(2)*, 1.
- Campbell, J. (2004). *Ladrillo Historia Universal*. España: Blume.
- Domínguez, J., & Pérez, J. (2014). Aplicación al código técnico de la edificación de avances en el estudio de la exposición a la humedad de fachadas. *DYNA*, 89, 440-448.
- Echeverry, V. (2020). Protección al concreto: formas de impermeabilización y sus ventajas. *Argos 360 en concreto*.
- El Comercio. (25 de Febrero de 2019). *Aprende a proteger tu vivienda en épocas de lluvias*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/2018?datasection=customURL31>
- Espinoza, A. (23 de mayo de 2016). Recuperado el 5 de 10 de 2022, de QuimiNet: <https://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-y-aplicaciones-de-lasgeomembranas->
- Girón, Á., & Ramírez, F. (2016). *Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios*. Tesis Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Hernández Sampieri, R. (2014). Selección de la muestra. *Metodología de la investigación*, 170-191. Obtenido de [http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506\\_6.pdf](http://metabase.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/2776/506_6.pdf)
- Huaquisto Cáceres, S. (2014). *Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Industria y Construcción. (2012). *¿Qué es la CAL?* Recuperado el 5 de 10 de 2022, de <http://www.misrespuestas.com/>

- Jimenez, H. (2019). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de castilla, provincia Piura y departamento de Piura*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Piura, Piura.
- López, P. (2004). Población. Muestra y Muestreo. *Punto Cero*, 9(8), 69-74. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012)
- Mariaisabel. (21 de 12 de 2017). Perú: la furia de El Niño Costero en el 2017. *MONGABAY LATAM*.
- Monteiro, P., & Kumar, P. (1998). *CONCRETO: PROPIEDADES Y MATERIALES DE LA MICROESTRUCTURA* (4th Edition ed.). España: MC GRAW HILL.
- Protexargentina. (2022). *Protexargentina*. Recuperado el 5 de 10 de 2022, de <https://www.protexargentina.com/capacitaciones/pdfs/Impermeabilizantes%202.pdf>.
- Restrepo, M. (2017). *Colombia El Herald*. Obtenido de <https://www.elheraldo.co/colombia/la-impermeabilizacion-previene-filtraciones-en-epocas-de-lluvia-353295>
- Salamanca. (1995). *Tecnología del concreto y mortero*. Santa Fé de Bogotá. D.C. Colombia: Bhandar Editores Ltda.
- Salazar, A. (2000). *GUÍA PRÁCTICA. MORTEROS DE PEGA PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA*. Universidad del Valle, Santiago de Cali - Colombia.
- Varas, E. (2021). *Evaluación del grado de impermeabilidad en superficies de paredes en edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales utilizando métodos de impermeabilización*. Tesis Pregrado, Universidad privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Villena, C. (2019). *Impermeabilización tradicional en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1: Matriz de Consistencia**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES Y INDICADORES			Escala de Medicion
			Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>				
¿Cómo influye el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?	Determinar cómo influye el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.	Si influye el Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.	X= Diseño de mezcla de Cal y Aceite reciclado	Dosificación Cal + Aceite reciclado	kg/ms	Razón
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables, Dimensiones y Indicadores			
			Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cuál es el grado de impermeabilidad al aplicar el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la impermeabilización de	Evaluar cómo incide el grado de impermeabilidad del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la	Incide de manera favorable el grado de impermeabilidad del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado en la	Y=Impermeabilización de losas aligeradas	Grado de impermeabilida d	Porcentaje de Humedad	Razón

superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?	impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.	impermeabilización de superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.				
¿Cuál es el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?	Determinar cómo influye el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.	Influye convencionalmente el grado de impermeabilidad al aplicar la impermeabilización tradicional en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023		Ensayo de permeabilidad	Proceso de ensayo tubo de karsten	Razón
¿Cuál es la diferencia de costo entre la dosificación del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023?	Determinar la diferencia de costo entre la dosificación del diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.	Si existe una diferencia presupuestal entre el diseño de mezcla con cal y aceite reciclado y la impermeabilización tradicional, en superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura, 2023.		Costo	Análisis de precio unitario	Razón

Fuente: Elaboración propia 2023.

**ANEXO 2:** Matriz de operacionalización de variable 1

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de mezcla de Cal y Aceite reciclado	<p>“La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que se obtiene calentando piedra caliza” (Industria y Construcción, 2012).</p> <p>“El aceite reciclado es impermeable, lo que significa que los poros del suelo están obstruidos con aceite” (Huaquisto Cáceres, 2014).</p>	La cal y aceite reciclado será mezclado hasta lograr su contextura adecuada.	Dosificación de Cal + Aceite reciclado	Kg/ms	Razón, enfoque cuantitativo

**Fuente:** Elaboración propia 2023.

**ANEXO 3:** Matriz de operacionalización de variable 2

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Impermeabilización de losas aligeradas	“Evita que el agua ingrese por la estructura de las edificaciones, manteniendo su estructura seca y permite reducir la humedad” (Restrepo, 2017).	Mediante el diseño de mezcla realizado se aplicará el impermeabilizante a los moldes de 0.40 x 0.40 y un espesor de 5cm, con el fin de determinar su permeabilidad.	Tipo de impermeabilizante	Contenido de Humedad.  Proceso de ensayo tubo de karsten.  Costo	Razón, enfoque cuantitativo

**Fuente:** Elaboración propia 2022.

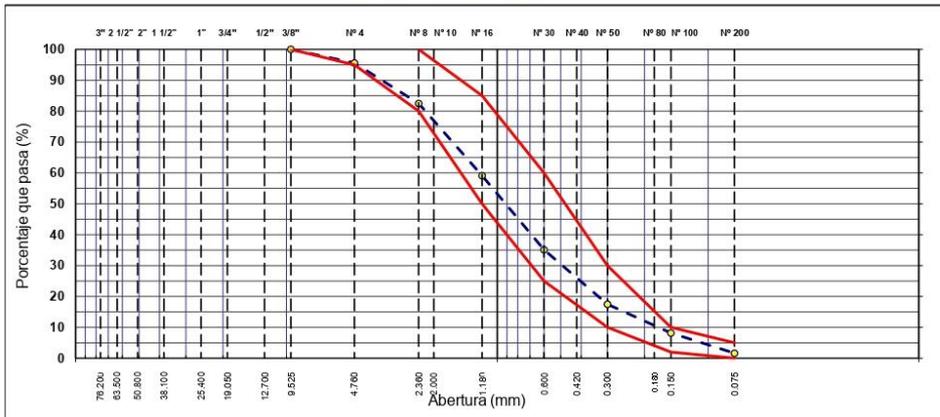
## ANEXO 4: Ensayos de Laboratorio

### Ensayos de laboratorio para el agregado fino

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos		 CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013360-2021 / DSO
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b> MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88		
OBRA : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR : SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023. SOLICITA : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso. MATERIAL : ARENA GRUESA ZARANDEADA MUESTRA : M-1 PROFUND. : - CANTERA : CERRO MOCHO UBICACIÓN : ACOPIO	N° REGISTRO : ARN_1 TÉCNICO : GILMER MANRIQUE ING° RESP. : - FECHA : 2/06/2023 HECHO POR : G.M.C. DEL KM : - AL KM : - CARRIL : -	

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				
7"	177.800						PESO TOTAL = 915.0 gr				
6"	152.400						PESO LAVADO = 899.9 gr				
5"	127.000						PESO FINO = 874.8 gr				
4"	101.600						% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad
3"	76.200								551.9	545.6	1.2%
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200		P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%
2"	50.800								915.0	899.9	1.65
1 1/2"	38.100						% Grava =		4.4	%	
1"	25.400						% Arena =		94.0	%	
3/4"	19.050						% Fino =		1.6	%	
1/2"	12.700						MÓDULO DE FINURA =		3.02	%	
3/8"	9.525						EQUIV. DE ARENA =		79.0	%	
# 4	4.760	40.2	4.4	4.4	95.6	95 - 100	GRAVEDAD ESPECÍFICA:				
# 8	2.360	120.0	13.1	17.5	82.5	80 - 100	P.E. Bulk (Base Seca) =			gr/cm <sup>3</sup>	
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada) =			gr/cm <sup>3</sup>	
# 16	1.180	213.9	23.4	40.9	59.1	50 - 85	P.E. Aparente (Base Seca) =			gr/cm <sup>3</sup>	
# 30	0.600	219.5	24.0	64.9	35.1	25 - 60	Absorción =		0.90	%	
# 40	0.420						OBSERVACIONES:				
# 50	0.300	161.3	17.6	82.5	17.5	10 - 30					
# 80	0.180										
# 100	0.150	85.0	9.3	91.8	8.2	2 - 10					
# 200	0.075	60.0	6.6	98.4	1.6	0 - 5					
< # 200	FONDO	15.1	1.7	100.0							
FINO		874.8									
TOTAL		915.0									

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:  <b>GILMER MANRIQUE CASTRO</b> TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RB 100-2012	REVISADO POR:  <b>ING. EGORA NUNURA ARMETAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos



CERTIFICADO N° 00130406  
 RESOLUCION N° 013368-2021 / DSD



**GRAVEDAD ESPECÍFICA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA	: DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.	N° REGISTRO	: ARN_1
SOLICITA	: Arrunátegui Silipú Jimmy Alexánder, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso.	TÉCNICO	: GILMER MANRIQUE
MATERIAL	: ARENA GRUESA ZARANDEADA	ING° RESP.	: -
MUESTRA	: M-1	FECHA	: 2/06/2023
CANTERA	: CERRO MOCHO	HECHO POR	: G.M.C.
UBICACIÓN	: ACOPIO	DEL KM	: -
FECHA	: 2/06/2023	AL KM	: -
		CARRIL	: -

**DATOS DE LA MUESTRA**

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)				
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)				
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )				
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)				
E	Volumen de masa = C- ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )				PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C				
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C				
	Pe aparente ( Base Seca ) = D/E				
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )				

**GRAVEDAD ESPECÍFICA - AGREGADO FINO**

A	Peso material saturado superficialmente seco ( en Aire ) (gr)	305.0	303.4		
B	Peso frasco + agua (gr)	706.5	702.9		
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1011.5	1006.3		
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	908.2	912.9		
E	Volumen de masa + volumen de vacio = C-D (cm3)	103.3	93.4		
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	302.0	301		
G	Volumen de masa = E - ( A - F ) (cm3)	100.3	91		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.924	3.223		3.073
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.953	3.248		3.100
	Pe aparente ( Base seca ) = F/G	3.011	3.308		3.159
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.99	0.80		0.90

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR:	REVISADO POR:
 <b>GILMER MANRIQUE CASTRO</b> TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. - SENCICO RD 100-2012	 <b>ING. EGDARA NUNORA ARMESTAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TÍTULO	DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.	N° REGISTRO : ARN_1 TÉCNICO : GILMER MANRIQUE
SOLICITA	Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso.	ING° RESP. : -
MATERIAL	ARENA GRUESA ZARANDEADA	FECHA : 2/06/2023
MUESTRA	M-1	HECHO POR : G.M.C.
CANTERA	CERRO MOCHO	HORA :
UBICACIÓN	ACOPIO	

**AGREGADO FINO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9665	9650	9660	
Peso del recipiente	(gr)	6305	6305	6305	
Peso de la muestra	(gr)	3360	3345	3355	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1576	1569	1574	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1573			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9890	9885	9870	
Peso del recipiente	(gr)	6305	6305	6305	
Peso de la muestra	(gr)	3585	3580	3565	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1682	1679	1672	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1678			

OBSERVACIONES	

ELABORADO POR:	REVISADO POR:
 <b>GILMER MANRIQUE CASTRO</b> TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. - SENCICO RD 100-2612	 <b>ING. EGLORA NUNURA ARMESTAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos**



CERTIFICADO N° 00130406  
 RESOLUCIÓN N° 013388-2021 / DSD



**CONTROL DE ENSAYO QUE PASA POR EL TAMIZ ( N 200 )**  
 (NORMA MTC E 214)

**Título :** DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.

REALIZADO POR: G.M.C. MATERIAL: ARENA GRUESA ZARANDEADA  
 FECHA MUESTREO: 2/06/2023 CANTERA: CERRO MOCHO  
 HORA MUESTRO: - UBICACIÓN: ACOPIO  
 FECHA ENSAYO: 2/06/2023 MUESTREADO POR: G.M.C.

	MUESTRA	Promedio
Peso Original de la Muestra Seca	<b>915.00</b>	
Peso de la Muestra Seca Despues de Lavada	<b>880.00</b>	
Diferencia	<b>35.00</b>	
% del Material Fino que Pasa el Tamiz N 200	<b>3.83</b>	

Observaciones:

---



---



---



---

ELABORADO POR:	REVISADO POR:
 <b>GILMER MAXIMILIANO CASTRO</b> TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENGICO RB 100-2012	 <b>Ing. EGDARA NUNURA ARMETAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA

# Ensayos de laboratorio para el agregado grueso



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos



CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



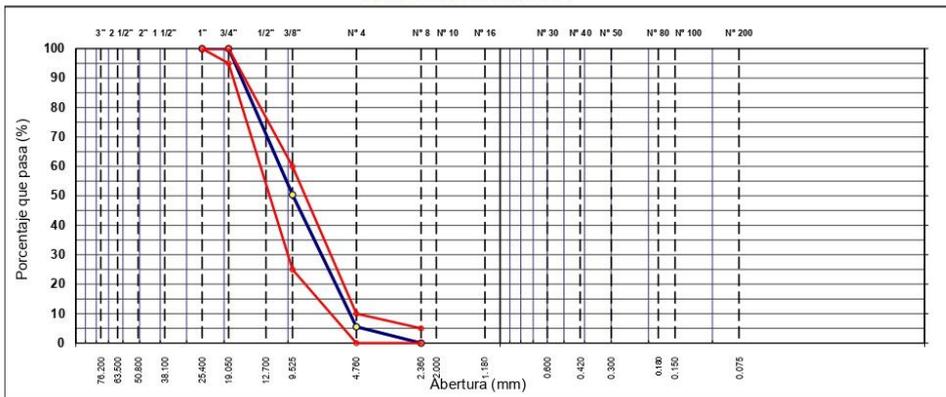
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88

TITULO : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023. SOLICITA : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso. MATERIAL : CONCRETO MUESTRA : Grava chancada 1/2" PROFUND. : - CANTERA : Sojo UBICACIÓN : Acopio	N° REGISTRO : GRCH_01 TÉCNICO : G.M.C ING° RESP. : - FECHA : 2/06/2023 HECHO POR : - DEL KM : - AL KM : - CARRIL : -
--	---

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q PASA	HUSO AG-2	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
7"	177.800						PESO TOTAL	=	4,505.0	gr			
6"	152.400						PESO LAVADO	=	4505.0	gr			
5"	127.000						PESO FINO	=	250.0	gr			
4"	101.600						% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad		
3"	76.200								4586.0	4532.0	1.2%		
2 1/2"	63.500						Ensayo Malla #200		P.S.Seco.	P.S.Lavado	200%		
2"	50.800								4505.0	4505.0	0.00		
1 1/2"	38.100						% Grava	=	94.5	%			
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	100 - 100	% Arena	=	5.6	%			
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	90 - 100	% Fino	=	0.0	%			
1/2"	12.700	500.0	11.1	11.1	88.9		MÓDULO DE FINURA	=	6.44	%			
3/8"	9.525	1,735.0	38.5	49.6	50.4	20 - 55	EQUIV. DE ARENA	=		%			
# 4	4.760	2,020.0	44.8	94.5	5.6	0 - 10	GRAVEDAD ESPECÍFICA:						
# 8	2.360	250.0	5.6	100.0	0.0	0 - 5	P.E. Bulk (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 10	2.000						P.E. Bulk (Base Saturada)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 16	1.180						P.E. Aparente (Base Seca)	=		gr/cm <sup>3</sup>			
# 30	0.600						Absorción	=		%			
# 40	0.420						OBSERVACIONES:						
# 50	0.300												
# 80	0.180												
# 100	0.150												
# 200	0.075												
< # 200	FONDO												
FINO		250.0											
TOTAL		4,505.0											

CURVA GRANULOMÉTRICA



ELABORADO POR:  <b>GILMER MAXIMILIANO CASTRO</b> TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. - SENCICO RD 100-2012	REVISADO POR:  <b>Ing. EGIPIO A. MUROZA ARMESTAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos**

  
CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**

(NORMA AASHTO T-84, T-85)

<p>TÍTULO : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.</p> <p>SOLICITA : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexánder, García Rosillo Jose Luis Alfonso.</p> <p>MUESTRA : Grava chancada 1/2"</p> <p>CANTERA : Sojo</p> <p>UBICACIÓN : Acopio</p>	<p>N° REGISTRO : GRCH_01</p> <p>TÉCNICO : G.M.C</p> <p>ING° RESP. : -</p> <p>LUGAR : -</p> <p>FECHA : 2/06/2023</p> <p>HORA : -</p>
--	---

**AGREGADO GRUESO**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

A	Descripción	Peso (gr)	Peso (gr)	Promedio	
	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr)	510.0	509.0		
	Peso material saturado superficialmente seco (en agua ) (gr)	445.0	448.0		
	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm <sup>3</sup> )	65.0	61.0		
	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	505.5	505.0		
	Volumen de masa = C- ( A - D ) (cm <sup>3</sup> )	60.5	57.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	7.777	8.279		8.028
	Pe bulk ( Base saturada) = A/C	7.846	8.344		8.095
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	8.355	8.860		8.608
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.890	0.792		0.84

OBSERVACIONES

---



---



---

<p>ELABORADO POR:</p>  <p><b>GILMER MÁRQUEZ CASTRO</b> TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RB 100-2012</p>	<p>REVISADO POR:</p>  <p><b>Ing. EGOARA-NUNIRA ARBESTAN</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066</p>
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos**

  
CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19

TITULO	DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.	N° REGISTRO	GRCH_01
SOLICITA	: Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso.	TÉCNICO	: G.M.C
MUESTRA	: Grava chancada 1/2"	ING° RESP.	: -
CANTERA	: Sojo	LUGAR	: -
UBICACIÓN	: Acopio	FECHA	: 2/06/2023
		HORA	: -

**AGREGADO GRUESO**

**PESO UNITARIO SUELTO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9490	9485	9500	
Peso del recipiente	(gr)	6250	6250	6250	
Peso de la muestra	(gr)	3240	3235	3250	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
Peso unitario suelto	(kg/m <sup>3</sup> )	1520	1517	1524	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1520			

**PESO UNITARIO VARILLADO**

DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	9735	9755	9740	
Peso del recipiente	(gr)	6250	6250	6250	
Peso de la muestra	(gr)	3485	3505	3490	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	2132	2132	2132	
Peso unitario compactado	(kg/m <sup>3</sup> )	1635	1644	1637	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m <sup>3</sup> )	1639			

OBSERVACIONES

---



---



---

<i>ELABORADO POR:</i>	<i>REVISADO POR:</i>
 <b>GILMER MANRIQUE CASTRO</b> <small>TECNICULO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RD 100-2012</small>	 <b>Ing. EGOZAR A. NUNORA ARMESTAR</b> <small>INGENIERO CIVIL CIP N° 261066</small>
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos**

  
 CERTIFICADO N° 00130406  
 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD  


TÍTULO : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023. SOLICITA : Arrunátegui Sikupú Jimmy Alexánder, Garcia Rosillo Jose Luis Alforzo. MATERIAL : CONCRETO MUESTRA : Grava chancada 1/2" PROFUND. : - CANTERA : Sojo UBICACIÓN : Acopio	N° REGISTRO : GRCH_01 TÉCNICO : G.M.C ING. RESP. : - FECHA : 2/06/2023 HECHO POR : - DEL KM : - AL KM : - CARRIL : -
--	---

**PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
ASTMD 693

TAMIZ	Peso por mallas (A) (gr)	Peso chatas y alargadas (B) (gr)	Porcentaje (C)=(B)/(A)*100 (%)	Gradación Original (D) (%)	Corrección (E)=(C)*(D) (%)	(E)/(D) (%)
1 1/2" - 1"						
1" - 3/4"						
3/4" - 1/2"	500	25.2	5.2	37.2	193.4	
1/2" - 3/8"	1735	17.5	0.8	15.4	12.3	
Peso Total (gr.)	2235	42.7		52.6	205.8	3.9

Observaciones:

---



---



---



---

ELABORADO POR:   <b>GILMER M. ARRIAGA CASTRO</b> TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST. - SENEGEO RD 100-2012	REVISADO POR:   <b>ING. EGORA A. NUNDIRA ARMENTAR</b> INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 261066
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA



**CONSULTGEOPAV SAC**  
RUC: 20602407021  
**Sistema Integral  
de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos**

  
CERTIFICADO N° 00130406  
RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD



TÍTULO : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.	N° REGISTRO : GRCH_01
SOLICITA : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, Garcia Rosillo Jose Luis Alfonso.	TÉCNICO : G.M.C
MATERIAL : CONCRETO	ING. RESP. : -
CALICATA : -	FECHA : 2/06/2023
MUESTRA : Grava chancada 1/2"	HECHO POR : -
PROFUND. : -	DEL KM : -
CANTERA : Sojo	AL KM : -
UBICACIÓN : Acopio	CARRIL : -

**PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS**

MTC E 210 - ASTM D 5821

CON UNA O MÁS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	1 CARA FRACTURADA (B)	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR MALLAS (D)	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(A) (gr)	= (B/A)*100 (%)	(%)	(%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"	0.0					
3/4"	1/2"	500.0	445.1	89.0	11.1	988.1	
1/2"	3/8"	1735.0	1659.1	95.6	38.5	3682.5	
<b>TOTAL</b>		2235.0	2104.2		49.6	4670.7	94.1

CON DOS O MÁS FRACTURADAS

TAMAÑO DEL AGREGADO	PESO POR MALLAS	2 CARAS FRACTURADAS (B)	% POR MALLAS (C)	PORCENTAJE POR MALLAS (D)	(E) = (C)*(D)	(E)/(D)	
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(A) (gr)	= (B/A)*100 (%)	(%)	(%)	(%)	
1 1/2"	1"						
1"	3/4"						
3/4"	1/2"	500.0	420.0	84.0	11.1	932.4	
1/2"	3/8"	1735.0	1316.0	75.9	38.5	2921.0	
<b>TOTAL</b>		2235.0	1736.0		49.6	3853.4	77.7

OBSERVACIONES:

---



---



---

<p>ELABORADO POR:</p>  <p><b>GILMER MARESCA CASTRO</b> TECNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RD 100-2012</p>	<p>REVISADO POR:</p>  <p><b>Ing. EGDARA NUNORA ARMESTAR</b> INGENIERO CIVIL CIP N° 261066</p>
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.	ING. ESPECIALISTA

# Ensayos de laboratorio para el diseño de mezcla.

CONSULTGEOPAV SAC		Indecopi																																					
RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos		CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD																																					
<b>DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO HIDRÁULICO</b> F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>																																							
<b>Título</b> : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE REICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023. <b>Solicita</b> : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, García Rosillo Jose Luis Alfonso. <b>Cemento</b> : PACASMAYO TIPO I <b>Ag. Fino</b> : CANTERA CERRO MOCHO <b>Ag. Grueso</b> : HUSO 67 CANTERA SOJO <b>Agua</b> : POTABLE <b>Aditivo 1</b> : Dosis 0.00% P. Especif. 1.000 kg/lt <b>Aditivo 2</b> : Dosis P. Especif. 1.27 kg/lt <b>Asentamiento</b> : 3" - 5" <b>Concreto</b> : Sin aire incorporado	<b>N° REGISTRO</b> : DC-001 <b>TÉCNICO</b> : G.M.C. <b>ING° RESP.</b> : E.N.A. <b>FECHA</b> : 3/06/2023 <b>HECHO POR</b> : G.M.C.																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Características de los agregados</th> </tr> <tr> <th>Definición</th> <th>Agregado Fino</th> <th>Agregado Grueso</th> <th>Cemento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso específico kg/m<sup>3</sup></td> <td>2755</td> <td>2890</td> <td>3150</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Suelto</td> <td>1573</td> <td>1520</td> <td>1501</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Varillado</td> <td>1678</td> <td>1639</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Módulo de Fineza</td> <td>3.02</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Humedad Natural</td> <td>1.20</td> <td>1.20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>% Absorción</td> <td>0.9</td> <td>0.84</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño Máximo Nominal</td> <td></td> <td>3/4"</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Características de los agregados				Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	2755	2890	3150	Peso Unitario Suelto	1573	1520	1501	Peso Unitario Varillado	1678	1639		Módulo de Fineza	3.02			% Humedad Natural	1.20	1.20		% Absorción	0.9	0.84		Tamaño Máximo Nominal		3/4"		
Características de los agregados																																							
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento																																				
Peso específico kg/m <sup>3</sup>	2755	2890	3150																																				
Peso Unitario Suelto	1573	1520	1501																																				
Peso Unitario Varillado	1678	1639																																					
Módulo de Fineza	3.02																																						
% Humedad Natural	1.20	1.20																																					
% Absorción	0.9	0.84																																					
Tamaño Máximo Nominal		3/4"																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Valores de diseño</th> </tr> <tr> <th>Agua</th> <th>R a/c (*)</th> <th>Cemento</th> <th>Aire atrapado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>222.0</td> <td>0.673</td> <td>329.9</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>			Valores de diseño				Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado	222.0	0.673	329.9	2%																									
Valores de diseño																																							
Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado																																				
222.0	0.673	329.9	2%																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Volumen absolutos m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> de mezcla</th> </tr> <tr> <th>Agua</th> <th>Cemento</th> <th>Aire</th> <th>Pasta</th> <th>Agregado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.222</td> <td>0.105</td> <td>0.000</td> <td>0.347</td> <td>0.653</td> </tr> </tbody> </table>			Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla					Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregado	0.222	0.105	0.000	0.347	0.653																						
Volumen absolutos m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> de mezcla																																							
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregado																																			
0.222	0.105	0.000	0.347	0.653																																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Relación de agregados en mezcla Ag. f/ Ag. gr.</th> <th>54%</th> <th>46%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Relación de agregados en mezcla Ag. f/ Ag. gr.		54%	46%																																	
Relación de agregados en mezcla Ag. f/ Ag. gr.		54%	46%																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Volumen absoluto de agregados</th> <th>Fino</th> <th>Grueso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.653</td> <td>m<sup>3</sup></td> <td>0.300</td> <td>0.353</td> </tr> </tbody> </table>			Volumen absoluto de agregados		Fino	Grueso	0.653	m <sup>3</sup>	0.300	0.353																													
Volumen absoluto de agregados		Fino	Grueso																																				
0.653	m <sup>3</sup>	0.300	0.353																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Pesos de los elementos kg/m<sup>3</sup> de mezcla</th> <th>Secos</th> <th>Corregidos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento</td> <td></td> <td>329.9</td> <td>329.9</td> </tr> <tr> <td>Agr. Fino</td> <td></td> <td>827.5</td> <td>825.1</td> </tr> <tr> <td>Agr. Grueso</td> <td></td> <td>1019.1</td> <td>1022.7</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td></td> <td>222.0</td> <td>220.8</td> </tr> <tr> <td>Aditivo: 1</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Aditivo: 2</td> <td></td> <td>0.00</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>Colada kg/m<sup>3</sup></td> <td></td> <td>2399</td> <td>2399</td> </tr> </tbody> </table>			Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		Secos	Corregidos	Cemento		329.9	329.9	Agr. Fino		827.5	825.1	Agr. Grueso		1019.1	1022.7	Agua		222.0	220.8	Aditivo: 1		0.00	0.00	Aditivo: 2		0.00	0.00	Colada kg/m <sup>3</sup>		2399	2399					
Pesos de los elementos kg/m <sup>3</sup> de mezcla		Secos	Corregidos																																				
Cemento		329.9	329.9																																				
Agr. Fino		827.5	825.1																																				
Agr. Grueso		1019.1	1022.7																																				
Agua		222.0	220.8																																				
Aditivo: 1		0.00	0.00																																				
Aditivo: 2		0.00	0.00																																				
Colada kg/m <sup>3</sup>		2399	2399																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Aporte de agua en los agregados</th> <th>Agr. Fino</th> <th>Agr. Grueso</th> <th>Agua libre</th> <th>Agua efectiva</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2"></td> <td>2.48</td> <td>3.67</td> <td>6.15</td> <td>215.8</td> </tr> </tbody> </table>			Aporte de agua en los agregados		Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua libre	Agua efectiva			2.48	3.67	6.15	215.8																									
Aporte de agua en los agregados		Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua libre	Agua efectiva																																		
		2.48	3.67	6.15	215.8																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="7" style="text-align: center;">Volumenes aparentes con humedad natural de acopio</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Cemento</th> <th>Fino</th> <th>Grueso</th> <th>Agua (lt)</th> <th>Aditivo I lt</th> <th>Aditivo II lt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>En m<sup>3</sup></td> <td>0.22</td> <td>0.525</td> <td>0.673</td> <td>216</td> <td>0.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>En pie<sup>3</sup></td> <td>7.76</td> <td>18.52</td> <td>23.76</td> <td>216</td> <td>0.0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Volumenes aparentes con humedad natural de acopio								Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo I lt	Aditivo II lt	En m <sup>3</sup>	0.22	0.525	0.673	216	0.0		En pie <sup>3</sup>	7.76	18.52	23.76	216	0.0										
Volumenes aparentes con humedad natural de acopio																																							
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)	Aditivo I lt	Aditivo II lt																																	
En m <sup>3</sup>	0.22	0.525	0.673	216	0.0																																		
En pie <sup>3</sup>	7.76	18.52	23.76	216	0.0																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="8" style="text-align: center;">Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">En peso por kg de cemento</th> <th>Cemento (kg)</th> <th>Ag. Fino (kg)</th> <th>Ag. Grueso (kg)</th> <th>Agua (lt)</th> <th>Aditivo 1 (gr)</th> <th>Aditivo 2 (gr)</th> <th rowspan="2">Observaciones:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2.50</td> <td>3.10</td> <td>0.67</td> <td>0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th rowspan="2">En volumen por bolsa de cemento</th> <th>Cemento (bolsa)</th> <th>Ag. Fino (pie<sup>3</sup>)</th> <th>Ag. Grueso (pie<sup>3</sup>)</th> <th>Agua (lt)</th> <th>Aditivo 1 (ml)</th> <th>Aditivo 2 (ml)</th> <th rowspan="2">Se utilizo Cemento Portland Tipo I</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.39</td> <td>3.06</td> <td>27.8</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio								En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones:	1	2.50	3.10	0.67	0			En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)	Se utilizo Cemento Portland Tipo I	1	2.39	3.06	27.8	0	
Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio																																							
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)	Aditivo 1 (gr)	Aditivo 2 (gr)	Observaciones:																																
	1	2.50	3.10	0.67	0																																		
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie <sup>3</sup> )	Ag. Grueso (pie <sup>3</sup> )	Agua (lt)	Aditivo 1 (ml)	Aditivo 2 (ml)	Se utilizo Cemento Portland Tipo I																																
	1	2.39	3.06	27.8	0																																		
ELABORADO POR:				REVISADO POR:																																			
 GILMER M. CASTRO TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RD 100-2012				 Ing. EDGAR A. NUNURA ARMESTAR INGENIERO CIVIL CIP N° 261066																																			
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.				ING. ESPECIALISTA																																			

# Ensayos de laboratorio para la dosificación de impermeabilizantes

 <b>CONSULTGEOPAV SAC</b> RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos		 Indecopi CERTIFICADO N° 00130406 RESOLUCIÓN N° 013368-2021 / DSD																																			
<b>DOSIFICACIÓN PARA IMPERMEABILIZANTES</b>																																					
<b>Título</b> : DISEÑO DE MEZCLA CON CAL Y ACEITE RECICLADO PARA IMPERMEABILIZAR SUPERFICIES DE LOSAS ALIGERADAS ANTE PRECIPITACIONES PLUVIALES PIURA 2023.		<b>N° REGISTRO</b> : DC-001 <b>TÉCNICO</b> : G.M.C. <b>ING° RESP.</b> : E.N.A. <b>FECHA</b> : 13/06/2023 <b>HECHO POR</b> : G.M.C.																																			
<b>Solicita</b> : Arrunátegui Silupú Jimmy Alexander, García Rosillo Jose Luis Alfonso. <b>Cemento</b> : PACASMAYO TIPO I <b>Ag. Fino</b> : ARENA FINA <b>Agua</b> : POTABLE <b>Muestra 1</b> : IMPERMEABILIZANTE CON LECHADA <b>Muestra 2</b> : IMPERMEABILIZANTE CON CAL Y ACEITE																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N° de probetas</th> <th rowspan="2">Material</th> <th rowspan="2">Elementos</th> <th colspan="3">Dimensiones</th> </tr> <tr> <th>Largo</th> <th>Ancho</th> <th>Espesor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">Concreto f'c=210kg/cm<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">Cemento Ag. Fino Ag. Grueso Agua</td> <td style="text-align: center;">40 cm</td> <td style="text-align: center;">40 cm</td> <td style="text-align: center;">5 cm</td> </tr> </tbody> </table>						N° de probetas	Material	Elementos	Dimensiones			Largo	Ancho	Espesor	30	Concreto f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Ag. Fino Ag. Grueso Agua	40 cm	40 cm	5 cm																	
N° de probetas	Material	Elementos	Dimensiones																																		
			Largo	Ancho	Espesor																																
30	Concreto f'c=210kg/cm <sup>2</sup>	Cemento Ag. Fino Ag. Grueso Agua	40 cm	40 cm	5 cm																																
<b>Diseño de mezcla para impermeabilización con lechada</b>																																					
(rendimiento para 1 m <sup>2</sup> )																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Componentes</th> <th rowspan="2">Unidad</th> <th>Proporción</th> </tr> <tr> <th>Kg/lit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cemento</td> <td style="text-align: center;">kg.</td> <td style="text-align: center;">1.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Arena</td> <td style="text-align: center;">kg.</td> <td style="text-align: center;">0.750</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Agua</td> <td style="text-align: center;">lit.</td> <td style="text-align: center;">1.250</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Total</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>3.000</b></td> </tr> </tbody> </table>			Componentes	Unidad	Proporción	Kg/lit	Cemento	kg.	1.000	Arena	kg.	0.750	Agua	lit.	1.250	<b>Total</b>		<b>3.000</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Dosificación por bolsa de cemento</th> </tr> <tr> <th>Cemento</th> <th>Arena</th> <th>Agua</th> <th>Peso total</th> </tr> <tr> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> <th>(kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">42.50</td> <td style="text-align: center;">31.88</td> <td style="text-align: center;">53.125</td> <td style="text-align: center;">127.50</td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación por bolsa de cemento				Cemento	Arena	Agua	Peso total	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	42.50	31.88	53.125	127.50
Componentes	Unidad	Proporción																																			
		Kg/lit																																			
Cemento	kg.	1.000																																			
Arena	kg.	0.750																																			
Agua	lit.	1.250																																			
<b>Total</b>		<b>3.000</b>																																			
Dosificación por bolsa de cemento																																					
Cemento	Arena	Agua	Peso total																																		
(kg)	(kg)	(kg)	(kg)																																		
42.50	31.88	53.125	127.50																																		
<b>Diseño de mezcla para impermeabilización con cal y aceite</b>																																					
(rendimiento para 0.65 m <sup>2</sup> )																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Componentes</th> <th rowspan="2">Unidad</th> <th>Proporción</th> </tr> <tr> <th>Kg/lit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cal</td> <td style="text-align: center;">kg.</td> <td style="text-align: center;">4.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aceite</td> <td style="text-align: center;">lit.</td> <td style="text-align: center;">2.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Total</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>6.000</b></td> </tr> </tbody> </table>			Componentes	Unidad	Proporción	Kg/lit	Cal	kg.	4.000	Aceite	lit.	2.000	<b>Total</b>		<b>6.000</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Dosificación para 10 muestras</th> </tr> <tr> <th>Componentes</th> <th>Unidad</th> <th>Proporción</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>Kg/lit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Cal</td> <td style="text-align: center;">kg.</td> <td style="text-align: center;">10.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Aceite</td> <td style="text-align: center;">lit.</td> <td style="text-align: center;">5.000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Total</b></td> <td></td> <td style="text-align: center;"><b>15.000</b></td> </tr> </tbody> </table>			Dosificación para 10 muestras			Componentes	Unidad	Proporción			Kg/lit	Cal	kg.	10.000	Aceite	lit.	5.000	<b>Total</b>		<b>15.000</b>	
Componentes	Unidad	Proporción																																			
		Kg/lit																																			
Cal	kg.	4.000																																			
Aceite	lit.	2.000																																			
<b>Total</b>		<b>6.000</b>																																			
Dosificación para 10 muestras																																					
Componentes	Unidad	Proporción																																			
		Kg/lit																																			
Cal	kg.	10.000																																			
Aceite	lit.	5.000																																			
<b>Total</b>		<b>15.000</b>																																			
ELABORADO POR:			REVISADO POR:																																		
 GILMER MANRIQUE CASTRO TÉCNICO LABORATORISTA SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETO EST - SENCICO RD 100-2012			 Ing. EGOARA NUNORA ARMESTAR INGENIERO CIVIL CIP N° 261066																																		
ESPECIALISTA SUELOS Y PAV.			ING. ESPECIALISTA																																		

## ANEXO 5: Panel fotográfico



**Peso de los materiales para el diseño de mezcla**





**Mezcla de los materiales para un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**





**Elaboración de muestras para ensayos de impermeabilización.**





**Aplicación de impermeabilizante con cal y aceite residual.**





**Aplicación de impermeabilizante con lechada.**





**Peso de las muestras con método de contenido de humedad y calculo de porcentaje de permeabilidad.**





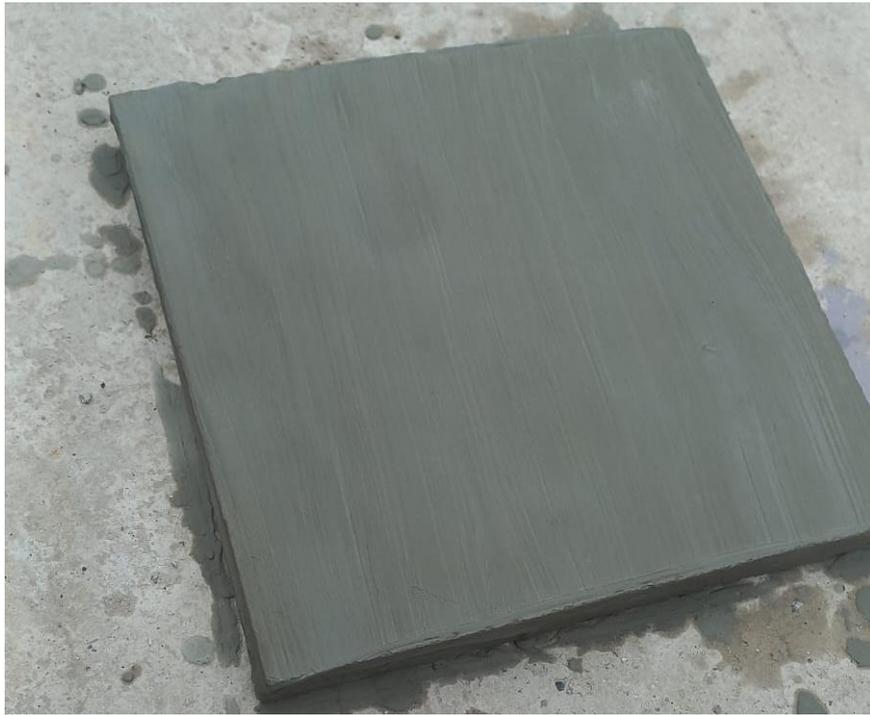
**Ensayo con Tubo de Karsten sin impermeabilizar la muestra**





**Ensayo con Tubo de Karsten con impermeabilizante con cal y aceite reciclado**





**Ensayo con Tubo de Karsten con impermeabilizante tradicional de lechada**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, JOSÉ EDWIN GALAN FIESTAS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis Completa titulada: "Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado para impermeabilizar superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura 2023", cuyos autores son GARCIA ROSILLO JOSE LUIS ALFONZO, ARRUNATEGUI SILUPU JIMMY ALEXANDER, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

PIURA, 29 de Setiembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
JOSÉ EDWIN GALAN FIESTAS <b>DNI:</b> 44741619 <b>ORCID:</b> 0009-0005-9867-3637	Firmado electrónicamente por: JGALANFI el 11-10- 2023 21:02:30

Código documento Trilce: TRI - 0651873