

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores
con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa automotriz usadas,
para la provincia de Huancabamba, región Piura 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Luis Alejandro Laban Facundo

ASESOR

Carmen Chilon Muñoz

<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

Chiclayo, 2025

**Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería
exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa
automotriz usadas, para la provincia de Huancabamba, región
Piura 2023**

PRESENTADA POR
Luis Alejandro Laban Facundo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Elmer Rolando Polo Briceño
PRESIDENTE

Evelyng Lorena Rios Villanueva
SECRETARIO

Carmen Chilon Muñoz
VOCAL

Dedicatoria

A MI MADRE CLORINDA Y MI PADRE MARTIN, por ayudarme a lograr mis metas y siempre darme su bendición, la cual me ha llevado por un muy buen camino.

A MI HERMANO CHRISITAN, por ser siempre esa persona que me anima y motiva a seguir adelante.

Agradecimientos

A DIOS Y A LA VIRGEN DEL CARMEN por brindarme salud, cuidar de mi familia y por permitirme llegar hasta este punto tan importante en mi vida.

A MIS PADRES por siempre darme su apoyo, confianza, amor incondicional, enseñarme a nunca rendirme y sobre todo a siempre ver el lado bueno de la vida.

A MI HERMANO Y A MI TIO ALEJANDRO por brindarme todo su apoyo y por sus grandes consejos.

Tesis- Labán Facundo Luis Alejandro

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	2%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1%
5	buy.kr.ua Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1%

Índice

Dedicatoria	3
Agradecimientos.....	3
Lista de tablas	8
Lista de Ilustraciones.....	10
Lista de Imágenes	11
Lista de Gráficos.....	11
Lista de Ecuaciones.....	12
Resumen	13
Abstract	14
Introducción	15
Revisión de literatura	19
Humedad	21
Impermeabilizante	21
Absorción.....	21
Densidad	21
Materiales o superficies permeables	21
Cal.....	22
Aceite automotriz.....	22
Aceite residual automotriz.....	22
Grasa automotriz.....	24
Grasa residual automotriz	24
Ensayo fisicoquímico	24

Límites permisibles.....	25
Estándares de calidad ambiental para agua	26
IRAM 1572:.....	27
ASTM D 3359.....	27
Materiales y métodos.....	29
Tipo y diseño de investigación	29
Tipo de investigación	29
Diseño de investigación	29
Variables y operacionalización.....	29
Población y muestra	31
Población.....	31
Muestra.....	31
Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	32
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	32
Estrategia Metodológica para Demostración de la Hipótesis	32
Instrumentos y Materiales.....	34
Procedimientos.....	35
Resultados y discusión.....	42
Ensayo de densidad y viscosidad del aceite residual automotriz (ARA)	42
Densidad de la grasa residual automotriz (GRA).....	42
Ensayo de absorción	43
Grado de permeabilidad	75
Ensayo fisicoquímico del agua.....	79
Ensayo de adherencia.....	79

Análisis económico.....	80
Conclusiones.....	86
Recomendaciones.....	88
Referencias.....	89
Anexos.....	92

Lista de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables	30
Tabla 2. Adiciones y cantidad de ensayos	32
Tabla 3. Tipos y cantidades de aceites residuales automotrices	36
Tabla 4 Densidad y viscosidad de los diferentes tipos de ARA	42
Tabla 5. Densidad de la grasa residual automotriz	42
Tabla 6. Ensayo de absorción a la muestra patrón de las unidades de albañilería tarrajeadas.	43
Tabla 7. Ensayo de absorción aceite 15W-40 40%	43
Tabla 8. Ensayo de absorción aceite 15W-40 50%	44
Tabla 9. Ensayo de absorción aceite 20W-50 40%	45
Tabla 10. Ensayo de absorción aceite 20W-50 50%	45
Tabla 11. Ensayo de absorción aceite 25W-60 40%	46
Tabla 12. Ensayo de absorción aceite 25W-60 50%	47
Tabla 13. Ensayo de absorción aceite 80W-90 40%	48
Tabla 14. Ensayo de absorción aceite 80W-90 50%	48
Tabla 15. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 40%	49
Tabla 16. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 50%	49
Tabla 17. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + grasa residual automotriz 3%	51
Tabla 18. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + con grasa residual automotriz 5%	51
Tabla 19. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + con grasa residual automotriz 7%	51
Tabla 20. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 3%	52
Tabla 21. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 5%	53
Tabla 22. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 7%	53
Tabla 23. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 3%	54
Tabla 24. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 5%	54
Tabla 25. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 7%	55

Tabla 26. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 3%	56
Tabla 27. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 5%	56
Tabla 28. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 7%	56
Tabla 29. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 3%	58
Tabla 30. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 5%	58
Tabla 31. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 5%	58
Tabla 32. Ensayo de absorción a la muestra patrón de las muestras sin tarrajeo (ST)	59
Tabla 33. Ensayo de absorción aceite 15W-40 40% (ST)	60
Tabla 34. Ensayo de absorción aceite 15W-40 50% (ST)	60
Tabla 35. Ensayo de absorción aceite 20W-50 40% (ST)	61
Tabla 36. Ensayo de absorción aceite 20W-50 50% (ST)	61
Tabla 37. Ensayo de absorción aceite 25W-60 40% (ST)	62
Tabla 38. Ensayo de absorción aceite 25W-60 50% (ST)	63
Tabla 39. Ensayo de absorción aceite 80W-90 40% (ST)	64
Tabla 40. Ensayo de absorción aceite 80W-90 50% (ST)	64
Tabla 41. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras 40% (ST)	65
Tabla 42. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras 50% (ST)	65
Tabla 43. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 3% (ST)	67
Tabla 44. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 5% (ST)	67
Tabla 45. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 7% (ST)	67
Tabla 46. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 3% (ST)	68
Tabla 47. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 5% (ST)	69
Tabla 48. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 7% (ST)	69
Tabla 49. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 3% (ST)	70
Tabla 50. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 5% (ST)	70
Tabla 51. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 7% (ST)	71

Tabla 52. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 3% (ST)	72
Tabla 53. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 5% (ST)	72
Tabla 54. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 7% (ST)	72
Tabla 55. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquiras 40% + grasa 3% (ST)	74
Tabla 56. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquiras 40% + grasa 5% (ST)	74
Tabla 57. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquiras 40% + grasa 7% (ST)	74
Tabla 58. Grado de permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite a las muestras sin tarrajear	75
Tabla 59. Grado de permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite a las muestras tarrajeadas	76
Tabla 60. Permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite + grasa a las muestras sin tarrajear	76
Tabla 61. Permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite + grasa a las muestras tarrajeadas	76
Tabla 62. Composición del ARA 25W 60	77
Tabla 63. Composición del ARA 80W-90.....	78
Tabla 64. Ensayo fisicoquímico y Normas de calidad del agua	79
Tabla 65. Ensayo de adherencia al revestimiento del aceite 25W-60 al 40%	80
Tabla 66. Ensayo de adherencia al revestimiento del aceite 80W-90 al 40%	80
Tabla 67. Costos de los revestimientos con ARA y GRA	80

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Caracterización de aceites usados de diferentes maquinarias y vehículos	23
Ilustración 2. Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA. 26	
Ilustración 3. Estándares de calidad ambiental para agua DS-004-2017	27
Ilustración 4. Clasificación del resultado de la prueba de adherencia.....	28

Lista de Imágenes

Imagen 1. Obtención de los diferentes tipos de aceites.....	35
Imagen 2. Ensayo de densidad de la grasa residual automotriz (GRA)	37
Imagen 3. Especímenes dejados en agua.....	39
Imagen 4. Obtención de muestras de agua	39
Imagen 5. Muestra con el revestimiento de cal+ aceite 25W-50 (40%)	40
Imagen 6. Ensayo empírico referente a la norma ASTM D-4541	41
Imagen 7. Perdida de color del revestimiento.....	85
Imagen 8. Fisuración del revestimiento	85

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Diagrama de Flujo	30
Gráfico 2. Revestimiento al 40% y 50% de aceite 15W-40	44
Gráfico 3. Revestimiento al 40 y 50 % de aceite 20W-50.....	46
Gráfico 4. Revestimiento al 40 y 50% del aceite 25W-60.....	47
Gráfico 5. Revestimiento al 40 y 50% de aceite 80W-90.....	49
Gráfico 6. Revestimiento al 40 y 50% de aceite con presencia de esquirlas	50
Gráfico 7. Revestimiento de aceite 15W-40 (40%) + 3, 5, 7% de grasa automotriz	52
Gráfico 8. Revestimiento del aceite 20W-50 (40%) +3,5 y 7% de grasa automotriz.....	54
Gráfico 9. Revestimiento de aceite 25W-60 (40%) +3,5, 7% de grasa automotriz	55
Gráfico 10. Revestimiento de aceite 80W-90 (50%) +3,5 y 7% de grasa automotriz	57
Gráfico 11. Revestimiento de aceite 80W-90 con presencia de esquirlas (40%) +3, 5, y 7% de grasa automotriz	59
Gráfico 12. Revestimiento al 40 y 50% de aceite 15W-40 (ST)	61
Gráfico 13. Revestimiento de aceite 20W-50 al 40 y 50% (ST)	62
Gráfico 14. Revestimiento de aceite 25W-60 al 40 y 50% (ST)	63

Gráfico 15. Revestimiento de aceite 80W-90 al 40 y 50% (ST)	65
Gráfico 16. Revestimiento de aceite 80w-90 con presencia de esquirlas al 40 y 50% (ST)...	66
Gráfico 17. Revestimiento de aceite 15W-40 (40%) +3, 5 y 7% de grasa automotriz (ST).....	68
Gráfico 18. Revestimiento de aceite 20W-50 (40%)+3,5 y 7% de grasa automotriz (ST).....	70
Gráfico 19. Revestimiento de aceite 25W-60 (40%)+3, 5 y 7% de grasa automotriz (ST).....	71
Gráfico 20. Revestimiento de aceite 80W-90 (50%)+3, 5 y 7 % de grasa automotriz (ST).....	73
Gráfico 21. Revestimiento de aceite 80W-90 con presencia de esquirlas (40%) +3,5 y 7% de grasa automotriz (ST)	75
Gráfico 22. Costo y cantidad del revestimiento por m2	81

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1. Porcentaje de absorción [29].....	37
Ecuación 2. Tensión relativa [30]	40

Resumen

La investigación se enfocó en el problema más común de las viviendas ubicadas en climas húmedos y con precipitaciones pluviales frecuentes, el cual es la permeabilidad del agua, para ello se planteó el rehusó de la grasa y aceite residual automotriz (GRA y ARA) las cuales poseen propiedades y una naturaleza hidrofóbica, los cuales fueron utilizados como un revestimiento en ladrillos de arcilla. Se elaboraron mezclas con porcentajes de aceite del 30%, 40% y 50% respecto al peso de la cal y al óptimo porcentaje de cada tipo de aceite se le añadió grasa en porcentajes del 3%, 5% y 7% también respecto al peso de la cal, y fueron aplicadas en superficies con y sin tarrajeo. Para cumplir con el objetivo principal y la hipótesis se realizaron ensayos de absorción por inmersión, calidad de agua y adherencia. Los resultados mostraron que el mejor revestimiento era con el aceite 25W-60 al 40% con un porcentaje de absorción de 0.358% y 1.464% el cual representa a un grado de permeabilidad de 9.42° y 21.367° evaluada a 1 y 24 horas respectivamente, cumpliendo con la norma IRAM 1572 y la NMX-C-450-ONNCE-2019 respecto a la absorción de agua; los ensayos de calidad de agua mostraron resultados por debajo de los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano y del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM; el ensayo empírico de adherencia por la norma ASTM-D4541 mostró resultados por debajo de impermeabilizantes industrializados debido a la falla por cohesión del revestimiento y por último, no hubo diferencia significativa en cuanto a los costos de los materiales para 1 m².

Palabras clave: Permeabilidad, aceite de motor usado, grasa automotriz, metales totales.

Abstract

The research focused on the most common problem of homes located in humid climates and with frequent rainfall, which is water permeability, for this purpose the rejection of residual automotive grease and oil (ARG and AWO) was proposed, which They have hydrophobic properties and nature, which were used as a coating on clay bricks. Mixtures were prepared with oil percentages of 30%, 40% and 50% with respect to the weight of lime and to the optimal percentage of each type of oil, fat was added in percentages of 3%, 5% and 7% also with respect to the weight. of quicklime and were applied on surfaces with and without plastering. To meet the main objective and hypothesis, immersion absorption, water quality and adhesion tests were carried out. The results showed that the best coating was with 25W-60 oil at 40% with an absorption percentage of 0.358% and 1.464% which represents a permeability degree of 9.42° and 21.367° evaluated at 1 and 24 hours respectively. complying with the IRAM 1572 standard and the NMX-C-450-ONNCE-2019 regarding water absorption; The water quality tests showed results below the maximum permissible limits for water for human consumption and Supreme Decree No. 004-2017-MINAM; The empirical adhesion test according to the ASTM-D4541 standard showed results below industrialized waterproofing due to the cohesion failure of the coating and finally, there was no significant difference in terms of the costs of the materials for 1m^2 .

Keywords: Permeability, used motor oil, automotive grease, total metals.

Introducción

Los problemas en la actualidad por humedad en edificaciones se dan por la compleja e incorrecta aplicación de métodos que reduzcan la permeabilidad, deteriorando la calidad y funcionalidad tanto de las superficies de mampostería como de concreto. Por consiguiente, un adecuado control de prevención respecto las precipitaciones pluviales, la cual es una de las principales causas de permeabilidad hacia el interior de las viviendas, va a prolongar la vida útil de nuestras construcciones [1].

El trabajo de investigación titulado “ Evaluación del grado permeabilidad de albañilería en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa automotriz usadas, para la provincia de Huancabamba, región Piura 2023” se realizó debido a que en la gran parte de la provincia de Huancabamba, son relativamente frecuentes e intensas las precipitaciones pluviales, teniendo registros promedios de entre 1200 mm a 3000 mm al año y de más de 4000 mm como en el año de 1983 y 2017 en las cuales se presentaron condiciones océano-atmosféricas anómalas que dieron como resultado al “Fenómeno del niño”, provocando en muchos puntos inundaciones, desbordes de quebradas y ríos, las cuales afectaron a toda la población por ende al tener un clima tipo lluvioso y con una concentración de humedad alta durante la mayoría de meses del año, nace la necesidad de que nuestras estructuras y principalmente los muros de albañilería posean un revestimiento el cual nos brinde una permeabilidad relativamente baja o nula y que posea un buen grado de adherencia. La humedad en estas superficies genera la aparición de hongos o moho, malos olores y el deterioro en la pintura al interior de la vivienda. Ante este problema se indagó en un método innovador, económico debido a que la provincia de Huancabamba tiene uno de los peores índices de pobreza de la región Piura (Ver fig.15) y que principalmente favorezcan al medio ambiente como es en el caso de esta investigación, la cual reutiliza materiales como la grasa y aceite automotriz, los cuales poseen propiedades compuestos que repelen el agua.

La contaminación ambiental es el problema que más aqueja a la sociedad, debido a que todas las actividades que realiza un ser humano tienen consecuencias directas e indirectas sobre el suelo, el agua y aire; ante ello se promueven medidas como el reciclaje, rehúso y reutilización, sobre todo de los residuos peligrosos como los generados en la industria automotriz, como es el caso del aceite y grasas automotrices, debido a que estos son altamente perjudiciales para el medio ambiente.

La actividad de trasladarse de un lugar a otro, por medio de vehículos motorizados, es una de las maneras por la cual el ser humano daña el ambiente, ya que por cada metro o kilómetro que nos desplazamos, se van deteriorando compuestos dentro del vehículo, como es el caso del aceite tanto del motor y de los engranajes, los cuales cada cierto kilometraje se cambia por uno nuevo; y lo mismo sucede con la grasa, la cual va perdiendo propiedades y por ende requiere un cambio. Debido a la gran cantidad de vehículos existentes en el mundo, los residuos generados por estos tienden a ser desechados por el sistema de drenaje o tirados en espacios abiertos, generando una gran contaminación. Se debe tener en cuenta que en el 2016 había más de 2.76 millones de vehículos en Perú según la Superintendencia Nacional de Registros Públicos y de los cuales aproximadamente 60 mil vehículos eran de la región Piura, por ello los residuos tanto de aceites y grasas son gigantescos, por lo cual deben tener un tratamiento y reutilización adecuada, que ayude a minimizar los impactos ambientales generados por estos mismos.

Teniendo en cuenta que los hidrocarburos contenidos en el aceite residual automotriz no son biológicamente degradables, y que además debido a su insolubilidad se mantienen en la superficie, esto impacta de manera negativa a la mineralización de la materia orgánica del suelo, por consiguiente, impide que el humus se regenere; simultáneamente afecta al agua con la generación de una película la cual provoca el bloqueo de la luz solar, interrumpiendo el ciclo del oxígeno tanto superficial como subterránea [2].

El siguiente punto por el cual la investigación se realizó fue debido a la composición química y propiedades físicas que poseen tanto el aceite como la grasa automotriz las cuales los hace ser materiales que repelen el agua. Algunas propiedades son la densidad, la tensión superficial y en cuanto los compuestos son los hidrocarburos, aditivos hidrofóbicos (antiespumantes y antioxidantes) y ésteres sintéticos. Todos estos compuestos ayudan a que el aceite y la grasa no se mezclen al estar en contacto con el agua.

Debido al gran volumen generado con respecto a los residuos de la mecánica automotriz (ARA Y GRA) y debido a las grandes problemáticas por parte de la humedad en las viviendas, en esta investigación se formuló la siguiente interrogante: ¿Cómo influyen los revestimientos a base de la mezcla de cal con los diferentes porcentajes de aceite o grasa residual automotriz, en la permeabilidad de los muros exteriores de ladrillos de arcilla ?, con lo cual se planteó la hipótesis de que la mezcla de cal con aceite o grasa residual automotriz reduce la permeabilidad de los muros de ladrillos de arcilla con y sin tarrajear.

La presente investigación radica en la importancia de reducir la permeabilidad en superficies de mampostería tarrajeadas y sin tarrajear ya que, la humedad en zonas donde las

precipitaciones pluviales son frecuentes e intensas causa su deterioro, por ello es por lo que a través de ciertos compuestos se pretende reducir o eliminar el paso de agua. Por consiguiente, se planteó el rehúso de diferentes tipos de ARA y GRA ya que su composición y propiedades hidrofóbicas pueden llegar a reducir precisamente el parámetro de estudio.

La investigación permitirá mostrar si es factible el uso de diferentes adiciones de residuos automotrices como reductores de permeabilidad, por lo que estaríamos logrando dos beneficios sociales, ya que estos residuos son grandes contaminantes del agua, aire y suelo, por ende, su rehúso beneficiaría a todas las ciudades y, por otro lado, se obtendrá el confort de esta misma población al tener las superficies exteriores de sus edificaciones con una baja o nula permeabilidad, aumentando el periodo de vida y reduciendo el costo de reparaciones futuras de estas estructuras. En el aspecto económico la justificación radica en la escasez de materiales reductores de permeabilidad industrializados en la provincia de Huancabamba haciendo costoso y difícil la adquisición de estos mismos en comparación al aceite y grasa de vehículos, puesto que estos son materiales de bajo costo y muy accesible para cualquier persona y más aún para las personas de zonas rurales y de bajos recursos, las cuales son las más perjudicadas económicamente debido a las reparaciones que se presentan con las filtraciones de agua por las intensas lluvias.

Con la identificación de la problemática, la tesis pretenderá ampliar este tema de investigación, desglosando la palabra aceite quemado usando los aceites más comunes de vehículos en la provincia de Huancabamba con la finalidad de verificar si es que todos funcionan de manera similar.

Entonces, para responder a la formulación del problema y del mismo modo validar la hipótesis mencionada, se tiene como Objetivo Principal: Evaluar el grado de permeabilidad de diferentes revestimientos de la mezcla de cal con aceite y grasa residual automotriz en muros de albañilería exteriores, y así mismo como Objetivos Específicos: Realizar los ensayos de laboratorio de densidad y viscosidad a los diferentes aceites automotrices. Realizar un ensayo de densidad para la grasa residual automotriz; Ensayar las unidades de albañilería con y sin tarrajeo con la respectiva aplicación en su superficie de la mezcla de cal con aceite residual automotriz en porcentajes de 30%, 40% y 50%, colocándolos en pruebas de absorción de agua. Evaluar el grado de permeabilidad de la mezcla de cal con los distintos porcentajes de aceite residual automotriz. Ensayar las unidades de albañilería con y sin tarrajeo con la respectiva aplicación en su superficie de la mezcla de cal con grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7% y el óptimo porcentaje de cada tipo de aceite residual automotriz, colocándolos en pruebas de absorción de agua. Evaluar el grado de permeabilidad de la mezcla de los distintos porcentajes

de grasa residual automotriz con cal y aceite residual automotriz. Realizar un ensayo fisicoquímico del agua para los ensayos con menor y mayor grado de permeabilidad respecto a todos los ensayos realizados. Realizar un ensayo de adherencia para las muestras con menor y mayor grado de permeabilidad respecto a todos los ensayos realizados. Realizar un análisis económico respecto a la mezcla de aceite y grasa automotriz con cal usadas como reductores de permeabilidad.

Revisión de literatura

En la investigación [3] se realizó un diseño de mezcla con cal y aceite reciclado para impermeabilizar superficies de losas aligeradas, para ello se elaboraron probetas de concreto de 40cmx40cmx0.5cm en las cuales se realizaron ensayos de laboratorio para hallar la permeabilidad, por el método de Karsten y por el ensayo de contenido de humedad. La dosificación fue de 4 kg de cal + 2 litros de aceite residual automotriz (ARA), donde se obtuvo una impermeabilidad del 93.71% por el método de Karsten y por el ensayo de contenido de humedad se obtuvo una impermeabilidad del 94° ambas evaluadas en 60 minutos.

En la referencia [4] se utilizó un porcentaje de aceite residual automotriz de 0.3% respecto a la masa del cemento, con la finalidad de demostrar que el aumento del olor aceitoso durante la adición de aceite residual automotriz al concreto se puede reducir mediante la incorporación de pequeñas cantidades de productos químicos antiespumantes a base de aceite y silicona en concentraciones de 0.05 y 0.07% del peso del cemento; esta investigación es de vital importancia para municipios, productores de concreto y organizaciones medio ambientales.

En [5] se realizó ensayos acerca de métodos de impermeabilización con aceite quemado, baba de nopal + sal + sellador, impermeabilizante Sika Top 107 Seal, impermeabilizante Chema Seal; en el cual se elaboró 12 muretes impermeabilizados con las distintas mezclas y 3 muretes sin ningún tipo de impermeabilizante, para comprobar mediante el ensayo de contenido humedad y siguiendo la guía de la N.T.P. 339.127, el grado de impermeabilidad de cada adición. Respecto al tema de aceite quemado se hizo una mezcla de 4 kg de cal de obra con 2 litros de aceite la cual obtuvo un porcentaje de 94° de impermeabilidad, lo cual muestra que es un buen impermeabilizante, ya que no hay tanta diferencia entre los impermeabilizantes industriales Sika Seal y Chema Seal los cuales obtuvieron un 96° y 99° de impermeabilidad, respectivamente.

El investigador [6], realizó ocho maquetas físicas a escala en las que se evaluaron distintos métodos para impermeabilizar losas aligeradas, dando como resultados: revestimiento a base de penca de tuna con una impermeabilidad de 83.20%, el impermeabilizante a base 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% todos estos evaluados en 1 hora y con el método de karsten.

Los autores [7], realizaron un análisis práctico sobre el uso de un gel de caucho polimerizado sintético, reemplazando los principales materiales con aceite residual automotriz y caucho usado, en el cual se evaluó la tendencia de los cambios de viscosidad, resistencia a la permeabilidad del agua, adherencia a la superficie humedad, capacidad de respuesta del comportamiento estructural, entre otras. La viscosidad máxima se obtuvo cuando la relación de mezcla aceite usado y caucho fue de 2:1, además que mejoro la adherencia a la superficie húmeda, capacidad estructural y la seguridad de la temperatura, por ende, se concluyó que tanto el caucho como el aceite usado se pueden utilizar como materias impermeabilizantes, ya que además de mejorar ciertas características, reduce los costos y la contaminación ambiental que se generan al intentar deshacerse de estos residuos.

Bases teóricas

En esta investigación se tienen las siguientes bases teóricas:

Humedad: La humedad nos indica la cantidad de vapor de agua existente en el aire, además de que esta es parte fundamental del ciclo hidrológico, pues al condensarse cae en forma de lluvia. En nuestras casas es fundamental mantener niveles saludables de humedad, pues al tener excesivos niveles, se tiende a originar moho y al tener bajos niveles se tiende a producir una sensación desagradable [8].

Cualquier tipo de estructura se encuentra expuesta a la acción del agua tanto por las precipitaciones pluviales, fugas en alguna tubería o por el aumento de los niveles freáticos del suelo, ante esto cualquier tipo de daño se puede presentar, ya que esta afecta a la estética y a la habitabilidad e incluso puede llegar a afectar de manera estructural a una edificación. Los daños más comunes suelen por condensación, capilaridad y por filtración [9].

Impermeabilizante: Este es un compuesto químico u orgánico que impide las filtraciones de agua, utilizados principalmente en el rubro de la construcción para impermeabilizar paredes, soleras, cimentaciones, entre otras. Su eficacia está en las especificaciones que nos da el fabricante sobre el producto, esto ayuda a saber la dosificación, todo esto, para lograr prolongar la vida útil de la construcción, además de reducir los costos con mantenimientos de prevención antes que de corrección [10].

Absorción: Este parámetro en unidades de albañilería de arcilla, se define como la diferencia de peso entre un ladrillo saturado y seco, expresándolo en porcentaje [11]. Las pruebas a sumersión son a 5 y 24 horas, en las que se evaluara el porcentaje de absorción de las muestras, en la que los resultados se darán con una exactitud de 0.1% [29].

Densidad: Es una propiedad intrínseca asociada al filósofo griego Arquímedes. No considera la cantidad de materia a analizar y es definida por la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen, además de variar en función de la temperatura y presión, esto por los cambios de estado que presenta la materia y habitualmente expresada en unidades de kilogramo entre metro cúbico [12].

Materiales o superficies permeables: Son materiales y superficies que tienen la presencia de poros por el cual los gases y líquidos pasan a través de estos, como por ejemplo gravas, concreto, materiales arcillosos [13].

Cal: Un complemento que es un producto de la descomposición de rocas calizas, muy bueno para obras de ingeniería, ya que este producto que tiene características de buena adherencia [14].

Aceite automotriz: Lubricante utilizado para proteger distintas partes de un vehículo como son el motor (anillos del pistón, válvulas, paredes del cilindro, etc.), corona y caja de cambios (engranajes).

La composición de un aceite depende del tipo (mineral, sintético y semisintético) pero en general tienen una base sintética y aditivos que dentro de los principales están los antioxidantes y antiespumantes [33].

El aceite posee propiedades físicas y debido a su naturaleza química que tienen como función repeler el agua:

Naturaleza hidrofóbica: Los aceites debido a su composición en su mayor parte por hidrocarburos los hace ser hidrofóbicos, ya que este es un compuesto apolar formado por carbono e hidrógeno lo que no le permite mezclarse con el agua que es polar.

Densidad: El aceite posee menor densidad que el agua lo que hace que este flote.

Propiedades de superficie: La tensión superficial del agua es relativamente alta generando que se formen gotas en lugar de mezclarse con el aceite o la grasa automotriz debido a que las moléculas de agua se atraen entre sí más, a esto se le llama puente de hidrógeno [32].

Aceite residual automotriz: Todos los derivados del petróleo son recursos que se son indispensables dentro de las sociedades, como es el caso del aceite, ya que está presente en todos los vehículos que usa el ser humano [15].

Este es un líquido con un color característico negro a pardo que es utilizado como lubricante de motores y que tienen características similares a uno nuevo, pero con la diferencia que contiene metales pesados, agua, gasolina y anticongelantes, que son producidos por las temperaturas elevadas dentro de los motores [16].

Estos residuos tienen riesgos en la salud como, por ejemplo:

- Trastornos respiratorios, los cuales son generados por las altas velocidades de la máquina o también por la antigüedad de esta misma. Este humo causa problemas al exponerse por largos periodos [17].

- Trastornos en la piel, el contacto tanto con grasas y aceites automotrices produce dermatitis crónica e irritación, además de que su contacto prolongado produce resequedad y sensibilidad en la piel [17], [18].

Algunas investigaciones nos mostraron propiedades de aceite usados en algunos vehículos y máquinas, en la cual se puede observar las diferentes variaciones de viscosidad, humedad, densidad y de la presencia de metales pesados (Ver ilustración 1).

Propiedad	Aceites Usados								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Viscosidad (CentiStokes)	24.8	55.3	60	50.85	72.28	56.8	67.2	114.5	81.1
Humedad (%)	2.44	0.27	0.01	0.0094	0.447	1.48	1.08	0.05	0.46
Azufre (ppm)	0.85	1.14	0.16	0.12	0.65	1.21	1.12	0.47	1.29
Aluminio (ppm)	140.74	16.41	12.28	11.41	13.54	11.2	22.03	2.21	16.95
Hierro (ppm)	55.11	1521.42	3.03	4.89	227.86	148.8	110.37	2.44	121.19
Sodio (ppm)	22.31	145.85	15.52	13.48	492.07	410.07	303.87	140.67	216.81
Zinc (ppm)	937.28	104.32	7.04	6.37	17.93	901.51	1015.87	667.24	825.56
Cobre (ppm)	7.96	5.37	0.041	0.041	10.38	17.4	7.05	1.89	14.29
Silicio (ppm)	28.43	16.28	2.43	5.2	49.69	6.21	5.48	0.28	2.27
Fosforo (ppm)	10.58	24.89	5.46	4.97	24.17	19.79	1.82	1.06	18.37
Cloro (ppm)	24.43	224.11	18.95	15.8	709.45	635	469	210	330
Calcio (ppm)	251.33	1064	48.33	41.28	171.8	401.48	308.48	20.08	285.34
Sedimentos (%)	1.57	0.44	0.01	0.01	0.05	0.18	0.16	0.01	0.04
Cenizas (%)	0.98	0.22	0.008	0.007	0.186	0.932	0.916	0.216	0.709
Densidad (Kg/L)	0.8994	0.8659	0.9004	0.901	0.8663	0.9978	0.9884	0.8976	0.885

Ilustración 1. Caracterización de aceites usados de diferentes maquinarias y vehículos

Fuente: [19]

Además, hoy en día en el mercado existe una gran variabilidad de aceite y marcas, para cualquier tipo de automóvil o máquina como, por ejemplo:

- 80W-90, el cual es usado como lubricante para engranajes autoblocantes y posee una densidad de 0.9 kg/l [20].
- 20W-50, usado para automóviles con un alto desgaste, por ende, su rendimiento es para 5 mil kilómetros, además es muy utilizado en vehículos gasolineros [21].
- -25W-60, usado para motores con problemas de consumo de aceite y usado para carros antiguos [21].

- 15W-40, este es un aceite para motores netamente petroleros, como camiones, camionetas, volquetes, etc.

Grasa automotriz: La grasa automotriz es una mezcla de aceite, un espesante principalmente a base de jabón de litio y un lubricante adicional como es el teflón, los cuales al mezclarse tienen la misma función que un aceite automotriz, pero debido a su adhesión y textura presentan una mejor adherencia a cualquier tipo de superficies por lo que, es excelente para resistir los efectos gravitacionales presentes en algunas partes de los automóviles además de que en gran cantidad evita el ingreso de algún tipo de contaminante al elemento rodante y que por consecuencia de algún tipo de desgaste o deterioro a las mismas [22].

La grasa también posee componentes que repelen el agua como la base de aceite que puede ser mineral o sintético, espesantes, aditivos (antioxidantes y anti-desgaste) y aditivos especiales.

Grasa residual automotriz: Esto es el producto del uso prolongado del vehículo causando la degradación de este componente, su composición puede variar, pero en general tienen partículas metálicas, polvo, aditivos degradados, jabones y espesantes.

Ensayo fisicoquímico: Son procedimientos realizados en un laboratorio en el que se evalúa muestras de agua y se determina sus características físicas, química o ambas [23].

- ✓ Color verdadero, este parámetro está relacionado con las partículas en suspensión y sustancias disueltas, el método por el cual se ensayó fue el método espectrofotométrico de longitud de onda única. El método de análisis está en la edición 24 del 2023 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2120-C [24].
- ✓ Turbidez, este parámetro se relaciona con las partículas en suspensión, como lo son la materia orgánica, algas, entre otros contaminantes que enturbian el agua. El método de análisis con el que se evaluó fue el nefelométrico, el cual está en la edición 23 del 2017 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2130-B [24].
- ✓ Sabor, se relaciona con la presencia de contaminantes. El método de análisis con el que se evaluó fue la evaluación de la proporción de sabor, el cual está en la edición 23 del 2020 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2160-C [24].

- ✓ Dureza Total, es causado por iones metálicos divalentes, que forman precipitados e incrustaciones, cuando reaccionan con el jabón y con ciertos aniones presentes en el agua. El método de análisis con el que se evaluó fue el titulométrico con EDTA, el cual está en la edición 24 del 2023 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2340-C [24].
- ✓ Conductividad, este parámetro está definido por la temperatura y los iones disueltos. El método de análisis con el que se evaluó fue métodos de laboratorio, el cual está en la edición 23 del 2017 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2510-B [24].
- ✓ Sólidos totales, el método de análisis con el que se evaluó fue mediante la determinación de sólidos totales secados a 103-105 °C, el cual está en la edición 23 del 2017 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 2540-B [24].
- ✓ Potencial de hidrógeno, está determinado por el número de iones hidrógeno presentes en el agua y determina si una sustancia es ácida, neutra o básica. El método de análisis con el que se evaluó fue mediante el electrométrico, el cual está en la edición 23 del 2017 de los métodos estándar para el análisis de agua y aguas residuales en la parte 4500-H+-B [24].
- ✓ Aceites y grasas, este parámetro puede ocurrir por causas antropogénicas o naturales. El método de análisis con el que se evaluó fue mediante la prueba para aceites, grasas e hidrocarburos de petróleo en agua, el cual es validado por la norma ASTM D3921 [24].
- ✓ Metales totales, el método de análisis con el que se evaluó fue mediante la determinación de oligoelementos en aguas y desechos mediante plasma acoplado inductivamente – espectrometría de masas, el cual está en la EPA 200.08 [24].
- ✓ Olor, el agua en su estado puro no produce ningún tipo de olor, por ello es que este parámetro se puede utilizar de manera subjetiva para determinar su estado, calidad o contenido. El método de análisis con el que se evaluó fue mediante la ISO 4121, directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas [24].

Límites permisibles: Este es una concentración de sustancias o parámetros biológicos, físicos y químicos que al ser excedidos pueden llegar a ser perjudiciales para

la salud, al ambiente y al ser humano. Los encargados de dar estos valores son los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental y por el Ministerio del ambiente [25].

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA		
Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁻ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoníaco	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS		
Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Ilustración 2. Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA.

Fuente: [25].

Estándares de calidad ambiental para agua: El decreto supremo N° 004-2017-Minam, establece parámetros básicos de control de calidad para diferentes fuentes de agua, que pueden ser utilizadas en diversas actividades del ser humano, teniendo como principal objetivo preservar al medio ambiente. Estos son estándares que nos ayudan a tener como base un nivel aceptable del recurso hídrico en el ambiente, además estos parámetros no son exigencias debido a que se utilizan para establecer políticas ambientales públicas, estableciendo una calidad aceptable para las emisiones realizadas por toda la sociedad [26].

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Ilustración 3. Estándares de calidad ambiental para agua DS-004-2017

Fuente: [26].

IRAM 1572: Esta normativa nos dice que la permeabilidad es producida por dos mecanismos, los cuales son, absorción capilar y por absorción por presión del fluido, además nos da como límite que la absorción de agua debe ser menor al 50% evaluada en 24 horas. La normativa ensaya muestras patrón y otras con el revestimiento impermeabilizante para de esta manera relacionarlas entre sí y sacar el grado de permeabilidad [27].

ASTM D 3359: El ensayo cubre los procedimientos en los que se evalúa la adherencia de revestimientos a diferentes superficies, existen dos métodos de ensayo: el método A-X y el método B-A; en el primero se hace un corte a través del revestimiento al sustrato, sobre el corte se aplica la cinta sensible a la presión y luego se retira para evaluar de acuerdo a una escala de 0 a 5, el segundo se hace con un patrón reticular con cortes que varían entre seis a once en cada dirección, luego se coloca la cinta y se retira para evaluar por comparación con descripciones e ilustraciones [28].

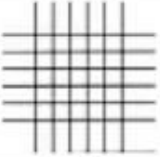
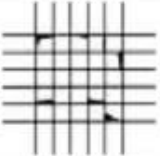
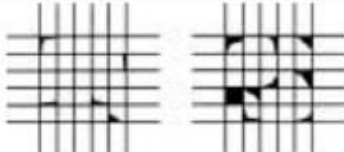
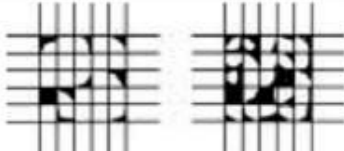
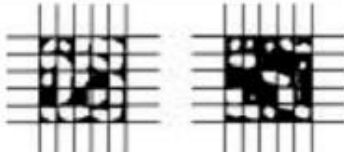
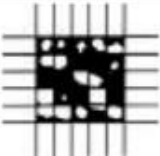
<p>ISO Class: 0/ASTM Class: 5B The edges of the cuts are completely smooth; none of the squares of the lattice is detached.</p>	
<p>ISO Class: 1/ASTM Class: 4B Detachment of small flakes of the coating at the intersections of the cuts. A cross-cut area not significantly greater than 5% is affected.</p>	
<p>ISO Class: 2/ASTM Class: 3B The coating has flaked along the edges and/or at the intersections of the cuts. A cross-cut area significantly greater than 5%, but not significantly greater than 15%, is affected.</p>	
<p>ISO Class: 3/ASTM Class: 2B The coating has flaked along the edges of the cuts partly or wholly in large ribbons, and/or it has flaked partly or wholly on different parts of the squares. A cross-cut area significantly greater than 15%, but not significantly greater than 35%, is affected.</p>	
<p>ISO Class: 4/ASTM Class: 1B The coating has flaked along the edges of the cuts in large ribbons, and/or some squares have detached partly or wholly. A cross-cut area significantly greater than 35%, but not significantly greater than 65%, is affected.</p>	
<p>ISO Class: 5/ASTM Class: 0B Any degree of flaking that cannot even be classified by classification 4.</p>	

Ilustración 4. Clasificación del resultado de la prueba de adherencia.

Fuente: [28].

EFEECTO PATOLÓGICO: Hace referencia a cualquier tipo de alteración o daño que puede llegar a aparecer inmediatamente o después de un periodo de su ejecución en una estructura o material, el cual resulta en una disminución del rendimiento o un comportamiento contrario. Existen efectos pueden ser causados por un diseño inadecuado, por materiales incorrectos o de mala calidad, condiciones ambientales o por una mala ejecución [34].

Materiales y métodos

Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Por el propósito, la **Investigación Aplicada**, pues se estudia la posibilidad de la aplicación de cualquiera de las mezclas para el tema de reducción de permeabilidad de muros de albañilería exteriores. Por la metodología utilizada para la demostración de la hipótesis es una **Investigación experimental**, debido a que se manipula deliberadamente las variables independientes, las cuales afectan a la variable dependiente y se establece una relación causa-efecto en la investigación [29]. En esta investigación el estímulo este dado por los porcentajes de los diferentes tipos de aceites residuales automotrices (30%, 40%, 50%) y grasa residual automotriz (3%,5%,7%); además de las superficies donde se va a aplicar el revestimiento las cuales son con y sin tarrajeo.

Diseño de investigación

La investigación es experimental, debido a que se evaluó la efectividad de la muestra mediante ensayos de laboratorio. Primero evaluando muestras patrón sin ningún tipo de revestimiento, y luego con las distintas mezclas de aceite y grasa automotriz, para su respectiva evaluación de los resultados y al compararlos comprobar la optimación en cuanto a reducción de permeabilidad.

Variables y operacionalización

Se tiene como variable independiente a los diferentes porcentajes de grasa residual automotriz (GRA) y de diferentes tipos de aceites residuales automotrices(15W-40, 20W-50, 25W-60, 80W-90 y 80W-90 con esquiras) y grasa residual automotriz, los cuales son materiales que quedan como residuos de todo tipo de vehículo automotor, además de las superficies tarrajeadas y sin tarrajar, asimismo la definición operacional es el material que se utilizara como mezcla con la cal para el revestimiento reductor de permeabilidad.

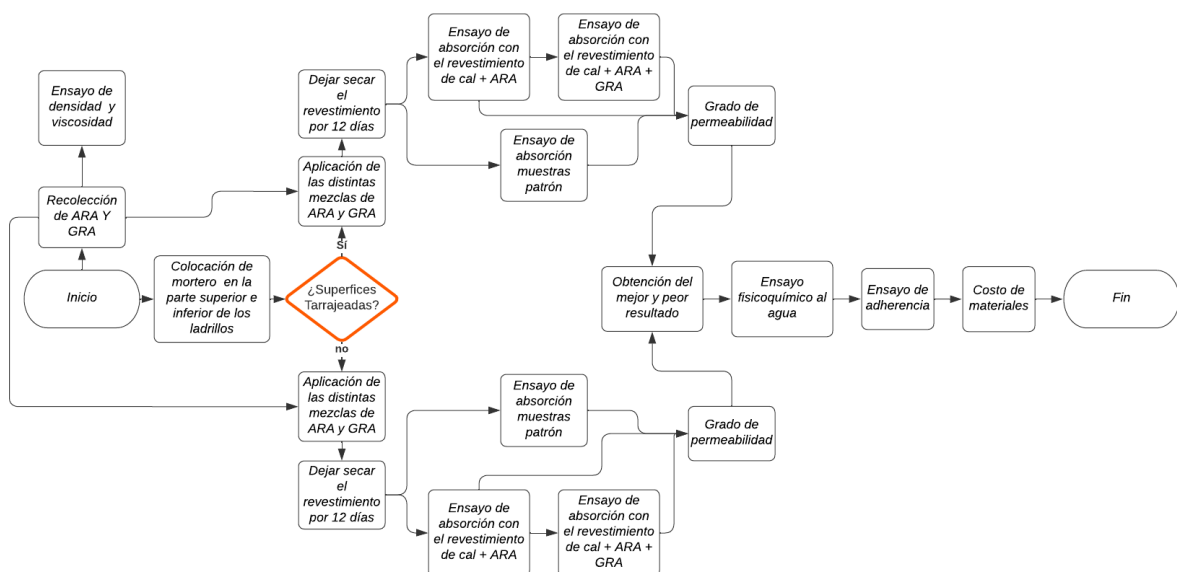
Por otro lado, la variable dependiente seria, la permeabilidad en las unidades de albañilería, la cual se puede definir como la capacidad de un material de dejar pasar líquidos o vapores a través de él.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable		Rango de aplicación	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos de investigación
INDEPENDIENTE	Porcentajes de Grasa residual automotriz y de los aceites residuales automotrices 15W-40, 20W-50, 25W-60, 80W-90 y 80W-90 con esquiras.	Aceite al 30 %	Peso	Kg	Balanza digital
		Aceite al 40 %			
		Aceite al 50 %			
		Grasa al 3 %			
		Grasa al 5 %			
	Grasa al 7 %				
Superficies de las unidades de albañilería	Tarrajeadas Sin tarrajear	Espesor	mm	Wincha	
DEPENDIENTE	Permeabilidad en muros de albañilería exteriores		Porcentaje de absorción	%	IRAM 1572

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración propia

Población y muestra

Población

La población consta de los muros de ladrillos de arcilla exteriores, tarrajeados y sin tarrajar en la Provincia de Huancabamba.

Muestra

Para la investigación se tiene un muestreo del tipo no probabilístico, esto se debe porque la selección de las muestras no dependerá del uso de probabilidades a raíz del tipo de población que se tiene, sino que estará tomada a criterio del investigador [29]. Está constituida por 198 unidades de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos, de los cuales 3 con tarrajeo y 3 sin tarrajeo serán utilizados como muestra patrón y el resto será la superficie donde se aplicará cada uno de los revestimientos a base de aceite y grasa residual automotriz mezclados con cal.

Tabla 2. Adiciones y cantidad de ensayos

ENSAYO	DESCRIPCIÓN	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
MP	Murete Patron sin impermeabilizar y sin tarrajeo	1	3

ENSAYO CA	DESCRIPCIÓN	% DE ACEITE	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
A	Cal + adición de aceite 15W-40	30%, 40%, 50%	3	9
B	Cal + adición de aceite 20W-50	30%, 40%, 50%	3	9
C	Cal + adición de aceite 25W-60	30%, 40%, 50%	3	9
D	Cal + adición de aceite 80W-90	30%, 40%, 50%	3	9
E	Cal + adición de aceite 80w-90 con presencia de esquirlas metalicas	30%, 40%, 50%	3	9

ENSAYO CAG	DESCRIPCIÓN	% DE GRASA	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
1	Cal + Adición óptima de aceite 15W-40 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
2	Cal + Adición óptima de aceite 20W-50 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
3	Cal + adición óptima de aceite 25W-60 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
4	Cal + adición óptima de aceite 80W-90 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
5	Cal + adición de aceite con esquirlas + Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9

ENSAYO	DESCRIPCIÓN	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
MPT	Murete Patron sin impermeabilizar y con tarrajeo	1	3

ENSAYO T.CA	DESCRIPCIÓN	% DE ACEITE	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
A	Cal + adición de aceite 15W-40	30%, 40%, 50%	3	9
B	Cal + adición de aceite 20W-50	30%, 40%, 50%	3	9
C	Cal + adición de aceite 25W-60	30%, 40%, 50%	3	9
D	Cal + adición de aceite 80W-90	30%, 40%, 50%	3	9
E	Cal + adición de aceite 80w-90 con presencia de esquirlas metalicas	30%, 40%, 50%	3	9

ENSAYO T.CAG	DESCRIPCIÓN	% DE GRASA	# ENSAYOS	# ESPECÍMENES
1	Cal + Adición óptima de aceite 15W-40 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
2	Cal + Adición óptima de aceite 20W-50 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
3	Cal + adición óptima de aceite 25W-60 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
4	Cal + adición óptima de aceite 80W-90 +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9
5	Cal + adición de aceite con esquirlas +Grasa automotriz	3%, 5%, 7%	3	9

Fuente: Elaboración propia

Métodos, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la investigación se utilizó la técnica de la observación experimental, mediante la cual se recolectó información de diferentes informes y artículos referente al tema de estudio. Los instrumentos que se utilizaron para la realización de ensayos están debidamente normados.

Estrategia Metodológica para Demostración de la Hipótesis

Para poder demostrar la hipótesis se realizará ensayos en laboratorio los cuales evidenciarán así la mejora de la permeabilidad por absorción en los muros de albañilería

haciendo uso de los revestimientos a base de cal + aceite residual automotriz y cal + aceite residual automotriz + grasa residual automotriz, para ello se seguirán los siguientes pasos:

- Se empezó con la recolección de los diferentes tipos de aceite y grasa automotriz de la mecánica “PACHA” la cual es propia, ubicada en la provincia de Huancabamba, posterior a esto se procedió a realizar los ensayos de densidad y viscosidad a las distintas muestras de aceite y para la grasa residual automotriz solo de densidad.
- El siguiente paso fue la selección del porcentaje de ARA Y GRA, donde se analizó el rango de porcentajes utilizados en investigaciones y artículos científicos anteriores. La dosificación en función del peso de la cal y expresada en porcentaje fue de 30%,40% y 50% para el aceite residual automotriz y de 3%, 5% y 7% para la grasa residual automotriz
- Luego se procedió a colocar en la parte superior e inferior un mortero de 15 mm con una dosificación de 1:5 según la E.070. Luego se prosiguió con la aplicación de un tarrajeo de espesor de 1 cm a la mitad de las muestras de albañilería con la utilización del mortero para tarrajeo de Pacasmayo (Rapimix).
- Teniendo las unidades de albañilería con y sin tarrajeo se procedió a realizarles el ensayo de absorción para el grupo patrón para esto se utilizó 3 unidades de cada una de las superficies y se evaluaron a 1, 5 y 24 horas.
- Luego se siguió con la aplicación de una capa del revestimiento de cada una de las mezclas de cal + aceite residual automotriz (ARA), en toda la superficie de las unidades de albañilería y se dejó secar aproximadamente por 12 días. Pasado este tiempo se prosiguió con el ensayo de absorción y se le correlacionó con el grado de permeabilidad
- Obteniendo los resultados de permeabilidad se utilizó el mejor resultado de cada tipo de aceite y se le añadió los distintos porcentajes (3%,5% y 7%) de grasa residual automotriz (GRA). La mezcla se colocó en la superficie de las unidades de albañilería y se les hizo el ensayo de absorción y con el cual se le correlacionó al grado de permeabilidad.
- Se estimó que los posibles resultados en su gran mayoría reducían el porcentaje de permeabilidad.

- Luego de la obtención de todos los resultados se procedió a realizar ensayos fisicoquímicos al agua, respecto al mayor y menor resultado del grado de permeabilidad.
- Como siguiente paso, se realizó un ensayo empírico de adherencia a la muestra con menor y mayor grado de permeabilidad con la utilización de la norma ASTM D-4541 y un ensayo atípico respecto a la norma ASTM D-3359
- Luego se realizó un análisis de los costos entre los revestimientos a base de cal + aceite y cal + aceite y grasa.
- Con los resultados de todos los ensayos obtenidos, queda demostrada la hipótesis formulada.
- Por último, se redactó las conclusiones y recomendaciones respecto a los resultados de los ensayos realizados.

Instrumentos y Materiales

Instrumentos:

- Balanza digital 50 kg
- Reloj
- Cámara fotográfica
- Balanza de mano 500 g
- Termómetro para cocina
- Báscula digital
- Gata hidráulica
- Volutrol

Materiales:

- Cemento Extrafuerte Pacasmayo
- Arena gruesa
- Cal de obra
- Aceite 20w-50
- Aceite 15W-40
- Aceite 25W-60
- Aceite 80W-90
- Grasa residual automotriz

- SoldiMix
- Guantes y mascarilla
- Taques o pesetas de motor
- Agua
- Batea de plástico
- Frascos para muestras
- Vidrio en placas
- Llana de acero inoxidable
- Galoneras para aceite
- Nylon
- Jebes de freno de 1”
- Super glue Chemmer

Procedimientos

Obtención del ARA y GRA

Se inició con la recolección de los diferentes tipos de aceites residuales automotrices (ARA) y de la grasa residual automotriz (GRA), en el taller mecánico “Pacha”, ubicada en la ciudad de Huancabamba-Piura. Los aceites recolectados son los siguientes; 15W-40; 20W-50; 25W-60; 80W-90; 80W-90 con esquirilas.

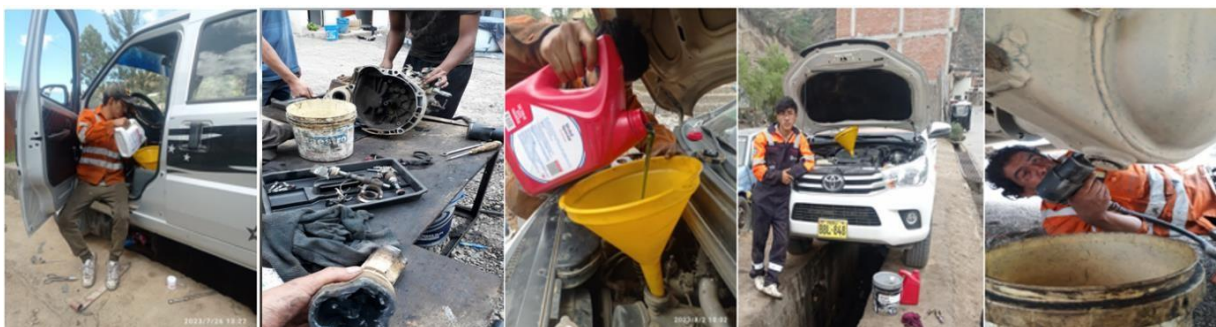


Imagen 1 Obtención de los diferentes tipos de aceites

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Tipos y cantidades de aceites residuales automotrices

	Vehículo	Cantidad (L)	DESCRIPCIÓN
Aceite 15W-40	Toyota HiluxX 4X4	4	El cambio del aceite de motor lo realizo a los 5500 km
Aceite 20W-50	Chevrolet N300	3.5	El cambio del aceite de motor lo realizo a los 2 meses.
Aceite 25W-60	Hyundai H1	4.5	El cambio del aceite de motor lo hace cada 2 meses
Aceite 80W-90	Hyundai i10	2.5	El aceite fue extraido de la caja de cambios.
Aceite con presencia de esquirlas	Toyota HiluxX 4X4	2	Aceite para engranajes 80w-90, sacado de la corona posterior del vehiculo

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de Laboratorio

Para poder demostrar la hipótesis y cumplir con los objetivos específicos se realizaron ensayos de laboratorio de densidad y viscosidad para el aceite residual automotriz, para la grasa automotriz un ensayo de densidad; para todas las unidades de albañilería un ensayo de absorción, un ensayo fisicoquímico al agua del mejor y peor revestimiento, un ensayo de adherencia del óptimo revestimiento.

Densidad y viscosidad

Luego de la recolección de todos los tipos de aceites y de la grasa residual automotriz, se procedió a realizar los ensayos de densidad y viscosidad del ARA; para la grasa se realizó un ensayo empírico de densidad. Los ensayos para los aceites se realizaron en el laboratorio certificado Intertek, en el cual utilizaron las siguientes normas:

- ✓ ASTM D7279-20: Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos opacos y transparentes.

- ✓ ASTM D1298-12b(2017)e1: método de prueba para estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo crudo y productos derivados del petróleo líquido mediante el método hidrométrico.

Para la densidad de la grasa residual automotriz se basó en la fórmula de masa sobre volumen.



Imagen 2. Ensayo de densidad de la grasa residual automotriz (GRA)

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de absorción

Posterior a tener todas las unidades de albañilería tarrajeadas y sin tarrajear, se hizo el primer ensayo de absorción con 3 unidades de cada superficie, para ser utilizadas como muestra patrón, luego se ensayó a las muestras con el revestimiento a base de cal + aceite residual automotriz y a las de cal+ ARA + grasa residual automotriz evaluándolas a 1 h, 5 h y 24 h.

Se siguieron los procedimientos dados en la norma NTP 399.613.

La fórmula utilizará para el ensayo de absorción fue:

Ecuación 1. Porcentaje de absorción [29].

$$Absorción \% = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

- Absorción% = Porcentaje de Absorción del espécimen

- Ph=Peso saturado del espécimen
- Ps=Peso seco del espécimen

Grado de permeabilidad

Luego de tener todos los datos de la absorción de agua evaluada a 1, 5 y 24 horas, se le correlacionó con el porcentaje de permeabilidad, esto por lo demostrado en la investigación de Arrunategui y García (2023) quedando de la siguiente manera:

Permeabilidad:

% Abs. promedio muestra patrón = 3.800% → 100° Permeabilidad

% Abs. promedio muestra con revestimiento = 0.607% → X° Permeabilidad

$P = (0.607 * 100) / (3.8) = 16^\circ$ de permeabilidad.

Para obtener el grado de permeabilidad de cada muestra se tomó un valor de 0° a 100°, siendo este último el valor máximo de la muestra patrón.

Este procedimiento se realizó respecto a investigaciones anteriores y se hizo para cada una de las mezclas, superficies y con cada uno de los tiempos de ensayo.

Ensayo fisicoquímico

Para realizar el ensayo fisicoquímico del agua se tuvo en cuenta todos los resultados del grado de permeabilidad y se trabajó respecto al mayor y menor valor obtenido. El agua utilizada fue potable de la ciudad de Cajamarca, en la que en 2 recipientes se colocó las unidades, se dejaron por 24 horas y luego se procedió a sacar las respectivas muestras de agua en los recipientes dados por el laboratorio Société Générale de Surveillance (SGS), para su posterior análisis. Los parámetros evaluados fueron color verdadero, turbidez,

sabor, dureza total, conductividad, sólidos totales, potencial de hidrógeno, aceites y grasas, metales totales y olor.

Fuente: Elaboración propia



Imagen 3. Especímenes dejados en agua



Imagen 4. Obtención de muestras de agua

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de adherencia

Primero se realizó la medida del espesor del revestimiento a la muestra con el menor grado de permeabilidad, para posterior a este dato realizar el ensayo de adherencia por trama cruzada dada por la norma ASTM D3359.



Imagen 5. Muestra con el revestimiento de cal+ aceite 25W-50 (40%)

Fuente: Elaboración propia

Para el ensayo empírico de adherencia, se tuvo en cuenta a la norma ASTM D-4541, en la cual se detalla que se utiliza una fuerza perpendicular (en tensión) sobre un área conocida, y se utiliza para medir la resistencia a la extracción de distintos recubrimientos. Este ensayo se realizó para las muestras con menor y mayor grado de permeabilidad; la superficie analizada para el revestimiento a base del aceite 25W-60 al 40% fueron las tarrajeadas y para el revestimiento a base del aceite 80W-90 al 40% fueron las muestras sin tarrajear. Para este ensayo se utilizó una gata hidráulica para regular el movimiento vertical de la muestra; SoldiMix como pegamento entre la superficie y el teque de motor; jebes de freno de 1 pulgada para la parte superior del teque; Nylon para unir los jebes con la báscula de mano digital. Se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 2. Tensión relativa [30]

$$X = \frac{4F}{\pi d^2}$$

- X= Fuerza de extracción lograda en el momento del fallo
- F= Fuerza aplicada a la superficie
- d= Diámetro de la superficie estresada original.



Imagen 6. Ensayo empírico referente a la norma ASTM D-4541

Fuente: Elaboración propia

Resultados y discusión

Los resultados fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio, los cuales fueron necesarios para evaluar el grado de permeabilidad, la adherencia del revestimiento y la calidad de agua. Estos ensayos mostraron información que ayudaron a saber en qué medida la mezcla de cal con ARA y GRA mejora la permeabilidad de los muros de albañilería y además a saber si es viable en cuanto al aspecto ambiental.

1. Ensayo de densidad y viscosidad del aceite residual automotriz (ARA)

En la tabla 4, se muestran los resultados de las densidades mediante el método ASTM D1298-12b(2017) en el cual se obtuvo valores entre 0.8737 Kg/L y 0.9028 Kg/L; para la viscosidad mediante el método ASTM D7279-20 vario entre 10.47 cSt y 18.86 cSt.

Tabla 4. Densidad y viscosidad de los diferentes tipos de ARA

Aceite	Densidad (Kg/L)	Viscosidad (cSt)
15W-40	0.9028	14.4
20W-50	0.8984	18.86
25W-60	0.8966	15.47
80W90	0.8737	10.47
80W-90 con presencia de esquiras	0.9021	18.42

Fuente: Laboratorio Intertek

2. Densidad de la grasa residual automotriz (GRA)

En la tabla 5 se detalla los resultados del ensayo de densidad, dando como promedio a un valor de 0.9052 g/ml.

Tabla 5. Densidad de la grasa residual automotriz

# Pruebas	Peso (g)	Cantidad (ml)	Densidad (g/ml)
Prueba 1	45.3	50	0.906
Prueba 2	45.4	50	0.908
Prueba 3	45.1	50	0.902
Prueba 4	45.3	50	0.906
Prueba 5	45.2	50	0.904
Promedio	45.26	50	0.9052

Fuente: Elaboración propia

3. Ensayo de absorción

3.1. Ensayo de absorción a las unidades de albañilería tarrajeadas

3.1.1. Ensayo de absorción para la muestra patrón

La tabla 6 muestra los resultados del ensayo de absorción, a las unidades utilizadas como muestra patrón.

La muestra M-1 absorbió 345 g, 590 g y 600 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

La muestra M-2 absorbió 340 g, 595 g y 610 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

La muestra M-3 absorbió 325 g, 595 g y 610 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

Tabla 6. Ensayo de absorción a la muestra patrón de las unidades de albañilería tarrajeadas.

# de ensayo	Nombre del ensayo: MTP						
1	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9120	9465	9710	9720	3.783	6.469	6.579
M-2	8650	8990	9245	9260	3.931	6.879	7.052
M-3	8820	9145	9415	9430	3.685	6.506	6.916
Promedio	8863.33	9200.00	9456.67	9470.00	3.800	6.618	6.849

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Ensayo de absorción con el revestimiento de cal + aceite.

Los porcentajes de la adición de aceite son respecto al peso de la cal.

3.1.2.1. Revestimiento de cal+ aceite 15W-40

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°7 y N°8, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %; el porcentaje 30% de la mezcla no se muestra debido a que no se llegó a mezclar en su 100%.

Tabla 7. Ensayo de absorción aceite 15W-40 40%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (40%)						
3	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8860	8910	8980	9105	0.564	1.354	2.765
M-2	8735	8805	8850	8970	0.801	1.317	2.690
M-3	8770	8810	8880	9035	0.456	1.254	3.022
Promedio	8788.33	8841.67	8903.33	9036.67	0.607	1.308	2.826

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Ensayo de absorción aceite 15W-40 50%

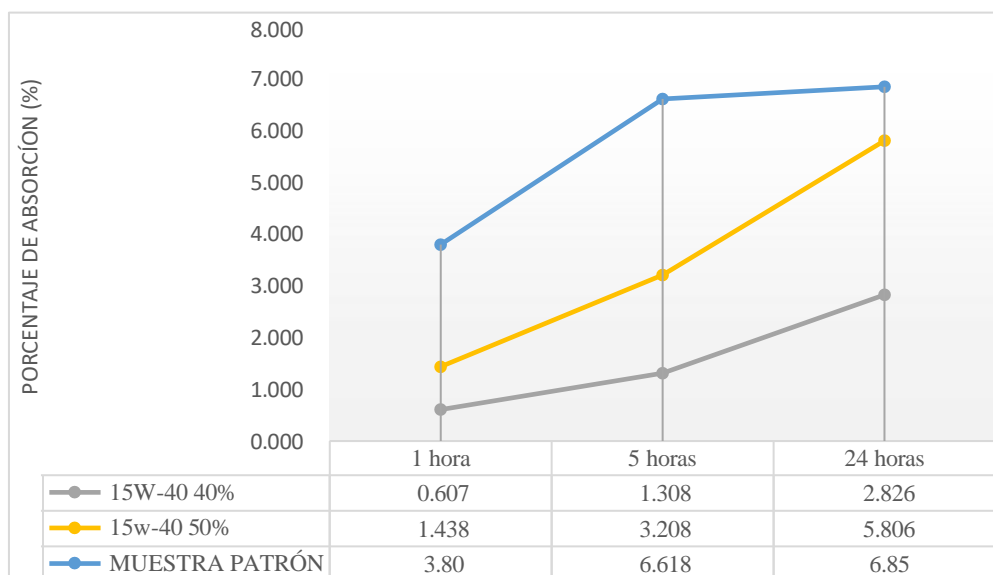
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (50%)						
4	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9090	9205	9375	9615	1.265	3.135	5.776
M-2	8990	9115	9280	9510	1.390	3.226	5.784
M-3	9045	9195	9340	9575	1.658	3.261	5.860
Promedio	9041.67	9171.67	9331.67	9566.67	1.438	3.208	5.806

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 2 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 15W-40 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) tiene una absorción promedio de 0.607%, 1.308% y 2.826% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (50%) tiene una absorción promedio de 1.438%, 3.208% y 5.806% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 2. Revestimiento al 40% y 50% de aceite 15W-40

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2. Revestimiento de cal+ aceite 20W-50

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°9 y N°10, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %; el porcentaje 30% de la mezcla no se muestra debido a que no se llegó a mezclar en su 100%.

Tabla 9. Ensayo de absorción aceite 20W-50 40%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (40%)						
5	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8730	8840	9030	9255	1.260	3.436	6.014
M-2	8745	8865	9010	9255	1.372	3.030	5.832
M-3	8670	8750	8970	9165	0.923	3.460	5.709
Promedio	8715.00	8818.33	9003.33	9225.00	1.185	3.309	5.852

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ensayo de absorción aceite 20W-50 50%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (50%)						
6	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8755	8885	9095	9330	1.485	3.883	6.568
M-2	9020	9160	9370	9575	1.552	3.880	6.153
M-3	8795	8940	9145	9385	1.649	3.980	6.708
Promedio	8856.67	8995.00	9203.33	9430.00	1.562	3.914	6.476

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 3 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 20W-50 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) tiene una absorción promedio de 1.185%, 3.309% y 5.852% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (50%) tiene una absorción promedio de 1.562%, 3.914% y 6.476% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 3. Revestimiento al 40 y 50 % de aceite 20W-50

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3. Revestimiento de cal+ aceite 25W-60

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°11 y N°12, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %; el porcentaje 30% de la mezcla no se muestra debido a que no se llegó a mezclar en su 100%.

Tabla 11. Ensayo de absorción aceite 25W-60 40%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (40%)						
7	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8995	9015	9055	9140	0.222	0.667	1.612
M-2	8850	8875	8895	8970	0.282	0.508	1.356
M-3	8785	8835	8865	8910	0.569	0.911	1.423
Promedio	8876.67	8908.33	8938.33	9006.67	0.358	0.695	1.464

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Ensayo de absorción aceite 25W-60 50%

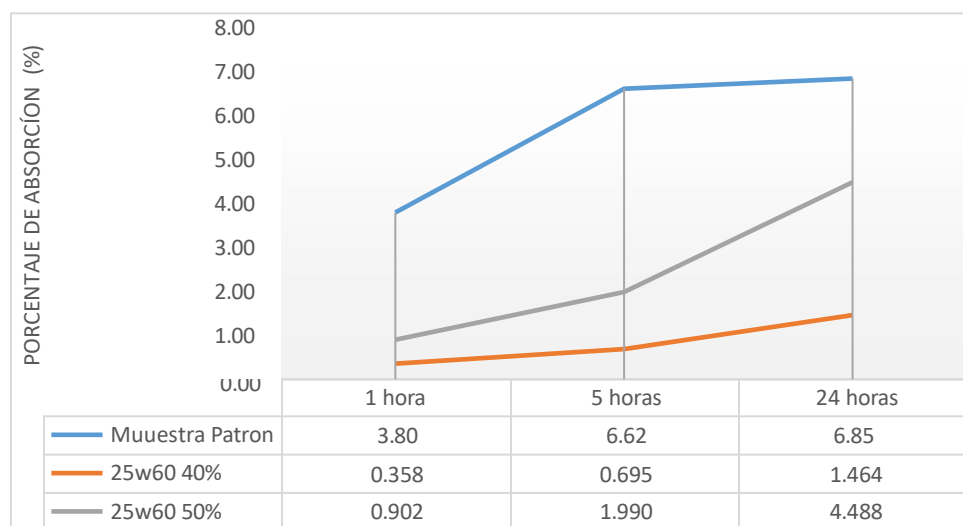
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (50%)						
8	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8740	8835	8920	9140	1.087	2.059	4.577
M-2	8835	8900	8995	9220	0.736	1.811	4.358
M-3	9095	9130	9240	9460	0.884	2.099	4.530
Promedio	8890.00	8955.00	9051.67	9273.33	0.902	1.990	4.488

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 4 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 25W-60 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) tiene una absorción promedio de 0.358%, 0.695% y 1.464% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (50%) tiene una absorción promedio de 0.902%, 1.990% y 4.488% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 4. Revestimiento al 40 y 50% del aceite 25W-60

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°13 y N°14, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de

aceite 40% y 50 %; el porcentaje 30% de la mezcla no se muestra debido a que no se llegó a mezclar en su 100%.

Tabla 144. *Ensayo de absorción aceite 80W-90 40%*

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (40%)						
9	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8790	9015	9230	9440	2.560	5.006	7.395
M-2	8710	8935	9130	9320	2.583	4.822	7.003
M-3	8730	8935	9150	9355	2.348	4.811	7.159
Promedio	8743.33	8961.67	9170.00	9371.67	2.497	4.880	7.186

Fuente: Elaboración propia

Tabla 145. *Ensayo de absorción aceite 80W-90 50%*

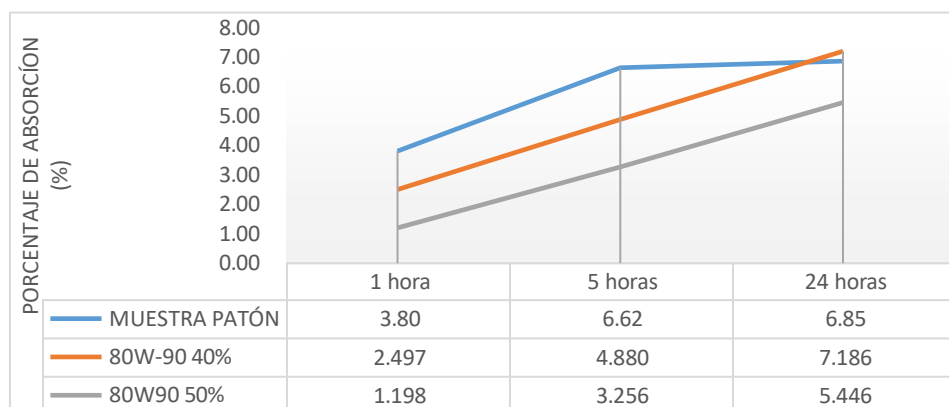
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (50%)						
10	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8870	8970	9145	9340	1.127	3.100	5.299
M-2	8935	9035	9240	9430	1.119	3.414	5.540
M-3	8910	9030	9200	9400	1.347	3.255	5.499
Promedio	8905.00	9011.67	9195.00	9390.00	1.198	3.256	5.446

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 5 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (40%) tiene una absorción promedio de 2.497%, 4.880% y 7.186% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) tiene una absorción promedio de 1.198%, 3.256% y 5.446% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 5. Revestimiento al 40 y 50% de aceite 80W-90.

Fuente: Elaboración propia

3.1.2.5. Revestimiento de cal+ aceite 80w-90 con presencia de esquirlas

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N° 15 y N°16, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %; el porcentaje 30% de la mezcla no se muestra debido a que no se llegó a mezclar en su 100%.

Tabla 15. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 40%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRECENCIA DE ESUIRLAS (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
11							
M-1	8830	8910	9060	9430	0.906	2.605	6.795
M-2	8840	8940	9075	9455	1.131	2.658	6.957
M-3	9090	9180	9350	9700	0.990	2.860	6.711
Promedio	8920.00	9010.00	9161.67	9528.33	1.009	2.708	6.821

Fuente: Elaboración propia

Tabla 146. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 50%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRECENCIA DE ESUIRLAS (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
12							
M-1	8700	8820	8940	9360	1.379	2.759	7.586
M-2	8740	8855	9015	9430	1.316	3.146	7.895
M-3	8370	8500	8620	9035	1.553	2.987	7.945
Promedio	8603.33	8725.00	8858.33	9275.00	1.416	2.964	7.809

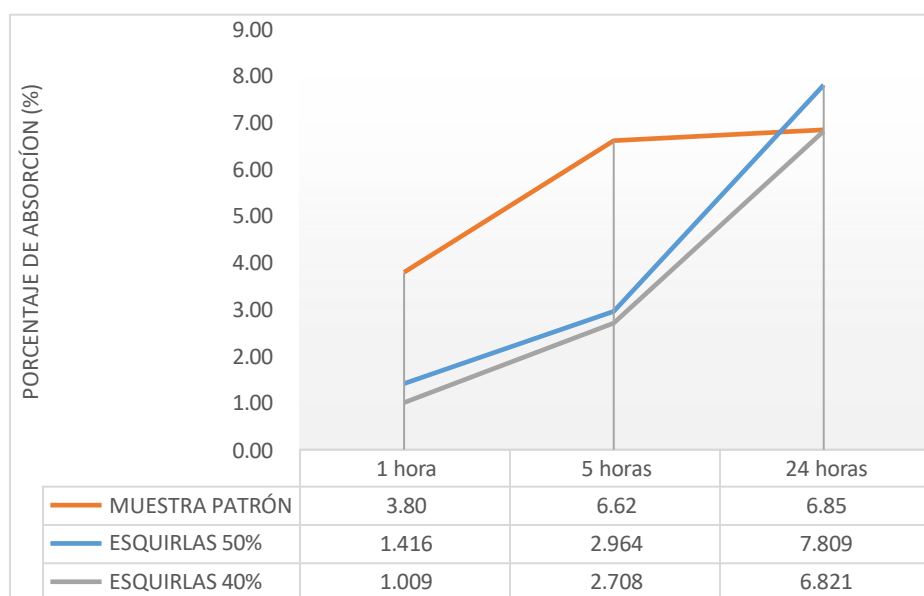
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 6 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 con esquirlas y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (40%) tiene una absorción promedio de 1.009%, 2.708% y 6.821% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (50%) tiene una absorción promedio de 1.416%, 2.964% y 7.809% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 6. Revestimiento al 40 y 50% de aceite con presencia de esquirlas



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Ensayo de absorción con el revestimiento de cal +aceite+ grasa residual automotriz

Los porcentajes de la adición de aceite y grasa automotriz son respecto al peso de la cal, además de que el porcentaje de cada tipo de aceite utilizado es el óptimo obtenido respecto a los ensayos realizados anteriormente.

3.1.3.1. Revestimiento de cal+ aceite 15W-40 (40%) + grasa residual automotriz

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°17, N°18 y N°19, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 17. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + grasa residual automotriz 3%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
13	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8835	8930	9000	9535	1.075	1.868	7.923
M-2	8535	8625	8705	9230	1.054	1.992	8.143
M-3	8630	8710	8810	9345	0.927	2.086	8.285
Promedio	8666.67	8755.00	8838.33	9370.00	1.019	1.982	8.117

Fuente: Elaboración propia

Tabla 147. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + con grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
14	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8785	8825	8995	9300	0.455	2.390	5.862
M-2	8890	8935	9110	9440	0.506	2.475	6.187
M-3	8750	8790	8935	9285	0.457	2.114	6.114
Promedio	8808.33	8850.00	9013.33	9341.67	0.473	2.326	6.054

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Ensayo de absorción aceite 15W-40 + con grasa residual automotriz 7%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
15	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9050	9160	9340	9590	1.215	3.204	5.967
M-2	9195	9285	9460	9720	0.979	2.882	5.710
M-3	8440	8540	8700	8975	1.185	3.081	6.339
Promedio	8895.00	8995.00	9166.67	9428.33	1.126	3.056	6.005

Fuente: Elaboración propia

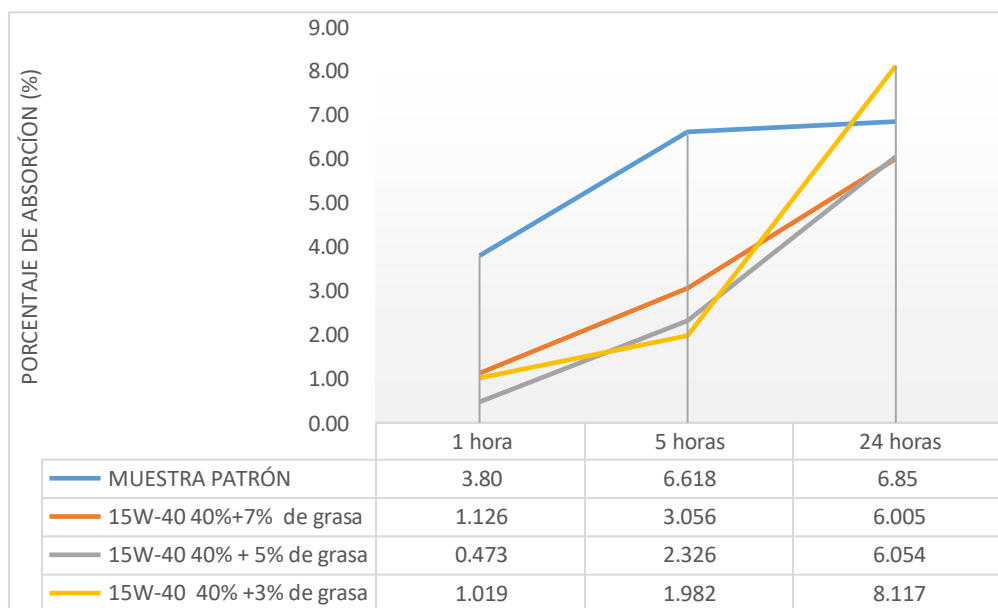
El gráfico 7 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 15W-40 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción promedio de 1.019%, 1.982% y 8.117% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción promedio de 0.473%, 2.326% y 6.054% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción promedio de 1.126%, 3.056% y 6.005% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 7. Revestimiento de aceite 15W-40 (40%) + 3, 5, 7% de grasa automotriz



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. Revestimiento de cal+ aceite 20W-50 al 40% + grasa residual automotriz

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°20, N°21 y N°22, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 20. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 3%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco gramos	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
16							
M-1	8910	9015	9185	9415	1.178	3.086	5.668
M-2	8855	8975	9105	9325	1.355	2.823	5.308
M-3	8745	8875	9025	9240	1.487	3.202	5.660
Promedio	8836.67	8955.00	9105.00	9326.67	1.340	3.037	5.545

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
17	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8710	8750	8865	9105	0.459	1.780	4.535
M-2	8920	8990	9065	9315	0.785	1.626	4.428
M-3	8720	8775	8860	9125	0.631	1.606	4.644
Promedio	8783.33	8838.33	8930.00	9181.67	0.625	1.670	4.536

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Ensayo de absorción aceite 20W-50 + grasa residual automotriz 7%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
18	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8905	8960	9065	9290	0.618	1.797	4.323
M-2	9145	9220	9305	9535	0.820	1.750	4.265
M-3	8890	8955	9025	9255	0.731	1.519	4.106
Promedio	8980.00	9045.00	9131.67	9360.00	0.723	1.688	4.231

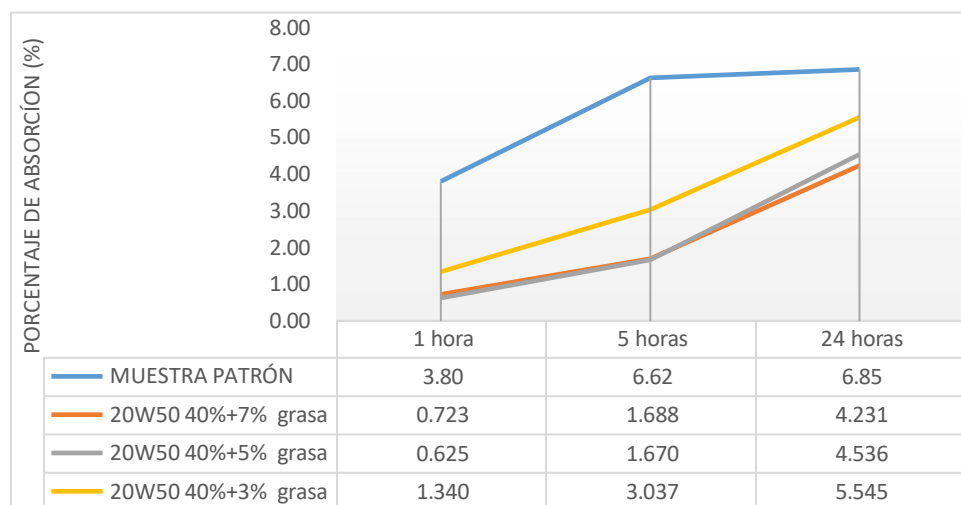
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 8 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 20W-50 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción promedio de 1.340%, 3.037% y 5.545% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción promedio de 0.625%, 1.670% y 4.536% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción promedio de 0.723%, 1.688% y 4.231% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 8. Revestimiento del aceite 20W-50 (40%) +3,5 y 7% de grasa automotriz

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3. Revestimiento de cal+ aceite 25W-60 al 40% + grasa automotriz

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°23, N°24 y N°25, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 23. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 3%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco gramos	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
19		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8510	8565	8595	8705	0.646	0.999	2.291
M-2	8955	8995	9035	9145	0.447	0.893	2.122
M-3	8720	8745	8785	8910	0.287	0.745	2.179
Promedio	8728.33	8768.33	8805.00	8920.00	0.460	0.879	2.197

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco gramos	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
20		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8455	8535	8600	8850	0.946	1.715	4.672
M-2	8630	8705	8785	9015	0.869	1.796	4.461
M-3	9010	9075	9155	9425	0.721	1.609	4.606
Promedio	8698.33	8771.67	8846.67	9096.67	0.846	1.707	4.580

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Ensayo de absorción aceite 25W-60 + grasa residual automotriz 7%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
21	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8880	8975	9065	9310	1.070	2.083	4.842
M-2	8860	8925	9025	9300	0.734	1.862	4.966
M-3	8900	8980	9075	9355	0.899	1.966	5.112
Promedio	8880.00	8960.00	9055.00	9321.67	0.901	1.971	4.974

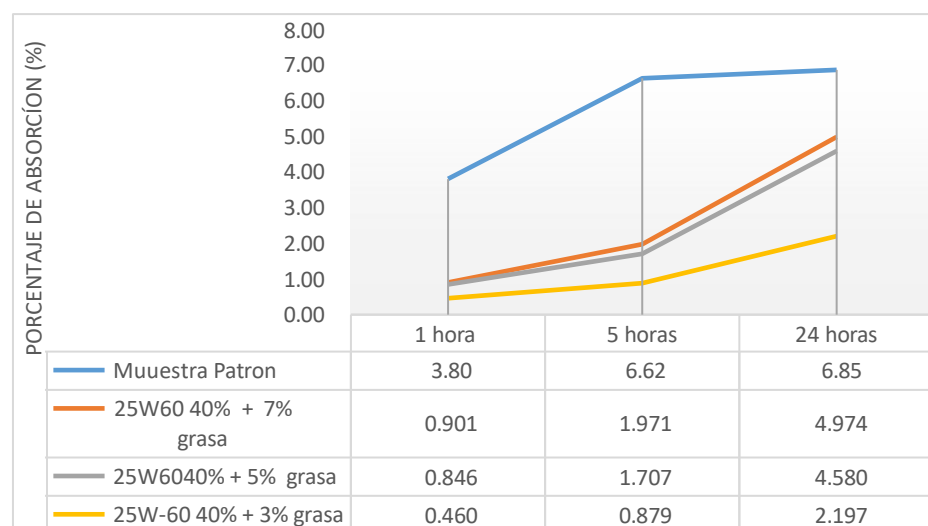
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 9 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 25W-60 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción promedio de 0.460%, 0.879% y 2.197% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción promedio de 0.846%, 1.707% y 4.580% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción promedio de 0.901%, 1.971% y 4.974% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 9. Revestimiento de aceite 25W-60 (40%) + 3,5, 7% de grasa automotriz

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.4. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90 al 50% + grasa automotriz

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°26, N°27 y N°28, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 50%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 26. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 3%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
22	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8810	9005	9170	9540	2.213	4.086	8.286
M-2	8980	9210	9370	9725	2.561	4.343	8.296
M-3	9095	9305	9480	9820	2.309	4.233	7.971
Promedio	8961.67	9173.33	9340.00	9695.00	2.361	4.221	8.185

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
23	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9015	9080	9200	9605	0.721	2.052	6.545
M-2	8700	8770	8875	9285	0.805	2.011	6.724
M-3	8920	8975	9115	9535	0.617	2.186	6.895
Promedio	8878.33	8941.67	9063.33	9475.00	0.714	2.083	6.721

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Ensayo de absorción aceite 80W-90 + grasa residual automotriz 7%

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
24	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9040	9100	9155	9445	0.664	1.272	4.480
M-2	8825	8865	8920	9215	0.453	1.076	4.419
M-3	8585	8620	8675	8965	0.408	1.048	4.426
Promedio	8816.67	8861.67	8916.67	9208.33	0.508	1.132	4.442

Fuente: Elaboración propia

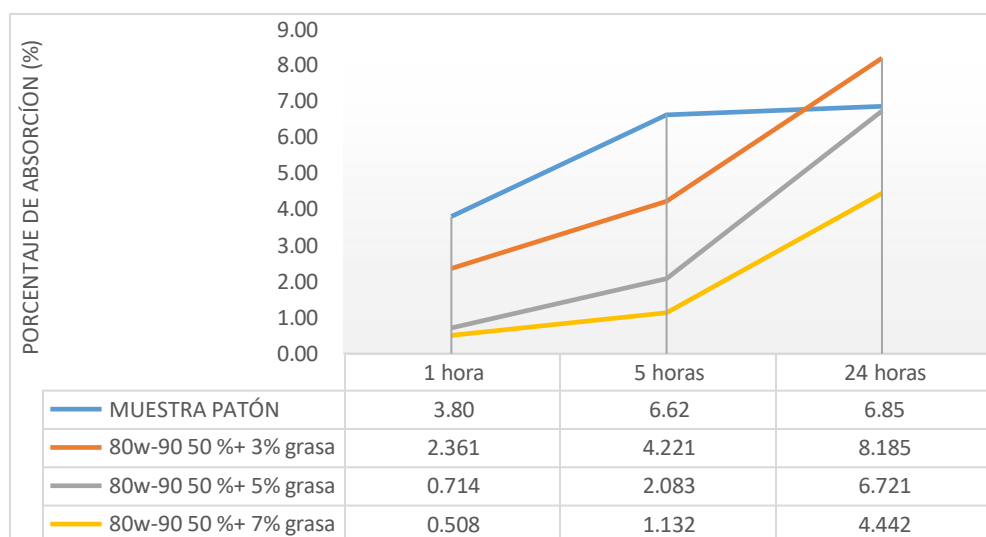
El gráfico 10 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (3%), tiene una absorción promedio de 2.361%, 4.221% y 8.185% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (5%), tiene una absorción promedio de 0.714%, 2.083% y 6.721% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (7%), tiene una absorción promedio de 0.508%, 1.132% y 4.442% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 10. Revestimiento de aceite 80W-90 (50%) +3,5 y 7% de grasa automotriz



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.5. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90 con presencia de esquiras 40% + grasa automotriz

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°29, N°30 y N°31, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 29. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 3%

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESUIRLAS 40% +3% DE GRASA						
	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
25	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8700	8820	8935	9270	1.379	2.701	6.552
M-2	8875	8995	9115	9430	1.352	2.704	6.254
M-3	9030	9135	9250	9590	1.163	2.436	6.202
Promedio	8868.33	8983.33	9100.00	9430.00	1.298	2.614	6.336

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESUIRLAS 40% +5% DE GRASA						
	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
26	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8955	9045	9120	9390	1.005	1.843	4.858
M-2	9095	9145	9220	9520	0.550	1.374	4.673
M-3	8605	8680	8755	9050	0.872	1.743	5.171
Promedio	8885.00	8956.67	9031.67	9320.00	0.809	1.653	4.901

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquiras + grasa residual automotriz 5%

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESUIRLAS 40% +7% DE GRASA						
	Peso seco	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
27	gramos	1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8810	8900	8970	9455	1.022	1.816	7.321
M-2	8825	8910	9000	9455	0.963	1.983	7.139
M-3	8890	8965	9050	9525	0.844	1.800	7.143
Promedio	8841.67	8925.00	9006.67	9478.33	0.943	1.866	7.201

Fuente: Elaboración propia

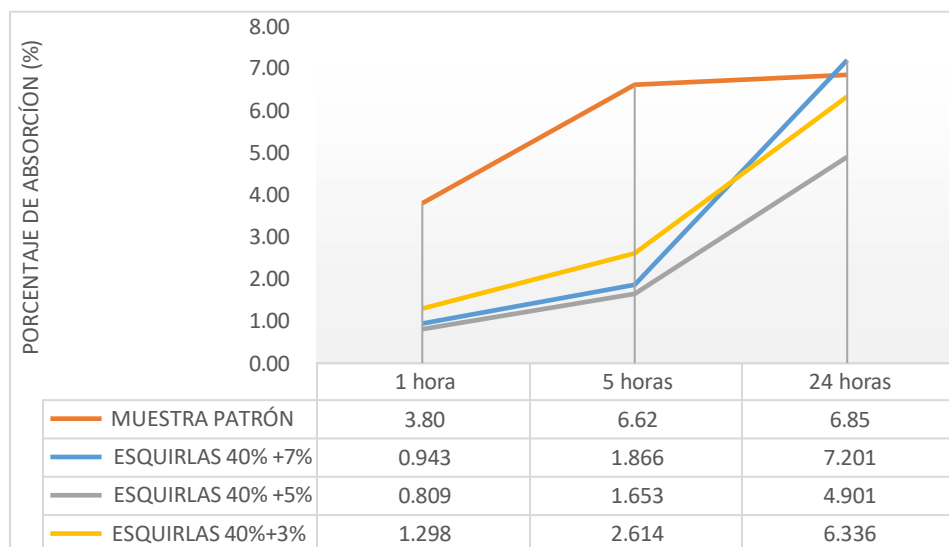
El gráfico 11 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquiras (40%) + GRA (3%), tiene una absorción promedio de 1.298%, 2.614% y 6.336% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquiras (40%) + GRA (5%), tiene una absorción promedio de 0.809%, 1.653% y 4.901% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (40%) + GRA (7%), tiene una absorción promedio de 0.943%, 1.866% y 7.201% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 11. Revestimiento de aceite 80W-90 con presencia de esquirlas (40%) +3, 5, y 7% de grasa automotriz



Fuente: Elaboración propia

3.2. Ensayo de absorción a las unidades de albañilería sin tarrajeo (ST)

3.2.1. Ensayo de absorción para la muestra patrón

La tabla 32 muestra los resultados del ensayo de absorción, a las unidades utilizadas como muestra patrón.

La muestra M-1 absorbió 400 g, 605 g y 610 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

La muestra M-2 absorbió 410 g, 565 g y 595 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

La muestra M-3 absorbió 415 g, 570 g y 570 g de agua a 1 h, 5h y 24 h respectivamente.

Tabla 32. Ensayo de absorción a la muestra patrón de las muestras sin tarrajeo (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: MP						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5945	6345	6550	6555	6.728	10.177	10.261
M-2	6020	6430	6585	6615	6.811	9.385	9.884
M-3	6020	6435	6590	6590	6.894	9.468	9.468
Promedio	5995.00	6403.33	6575.00	6586.67	6.811	9.677	9.871

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Ensayo de absorción del revestimiento de cal + aceite. (ST)

Los porcentajes de la adición de aceite son respecto al peso de la cal.

3.2.2.1. Revestimiento de cal+ aceite 15W-40 (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°33 y N°34, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %.

Tabla 33. Ensayo de absorción aceite 15W-40 40% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (40%)						
28	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5965	6120	6485	6475	2.598	8.718	8.550
M-2	5475	5610	5965	5995	2.466	8.950	9.498
M-3	5985	6145	6485	6490	2.673	8.354	8.438
Promedio	5808.33	5958.33	6311.67	6320.00	2.579	8.674	8.828

Fuente: Elaboración propia

Tabla 162. Ensayo de absorción aceite 15W-40 50% (ST)

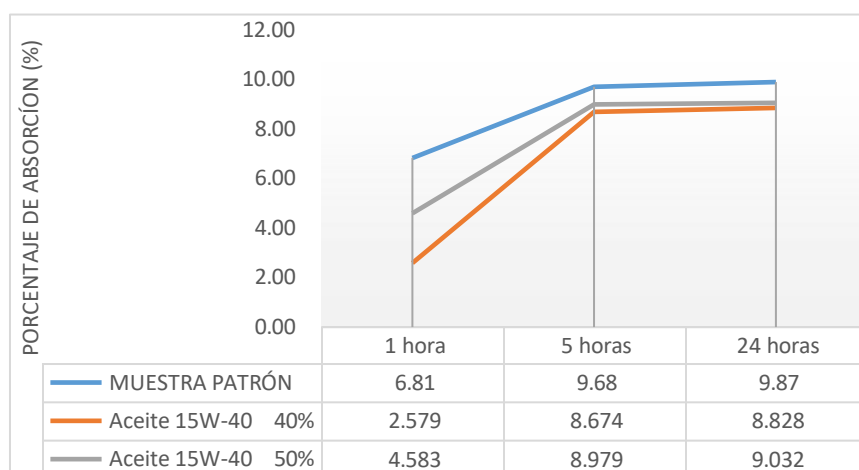
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (50%)						
29	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6240	6535	6820	6820	4.728	9.295	9.295
M-2	6320	6605	6885	6890	4.509	8.940	9.019
M-3	6205	6485	6745	6750	4.512	8.703	8.783
Promedio	6255.00	6541.67	6816.67	6820.00	4.583	8.979	9.032

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 12 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 15W-40 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) tiene una absorción promedio de 2.579%, 8.674% y 8.828% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (50%) tiene una absorción promedio de 4.583%, 8.979% y 9.032% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 12. Revestimiento al 40 y 50% de aceite 15W-40 (ST)

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2. Revestimiento de cal+ aceite 20W-50 (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°35 y N°36, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %.

Tabla 163. Ensayo de absorción aceite 20W-50 40% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (40%)						
30	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5630	5710	6120	6175	1.421	8.703	9.680
M-2	5705	5775	6230	6265	1.227	9.202	9.816
M-3	6190	6250	6700	6750	0.969	8.239	9.047
Promedio	5841.67	5911.67	6350.00	6396.67	1.206	8.715	9.514

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Ensayo de absorción aceite 20W-50 50% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (50%)						
31	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5670	5775	6275	6275	1.852	10.670	10.670
M-2	5575	5670	6185	6215	1.704	10.942	11.480
M-3	5970	6080	6590	6605	1.843	10.385	10.637
Promedio	5738.33	5841.67	6350.00	6365.00	1.799	10.666	10.929

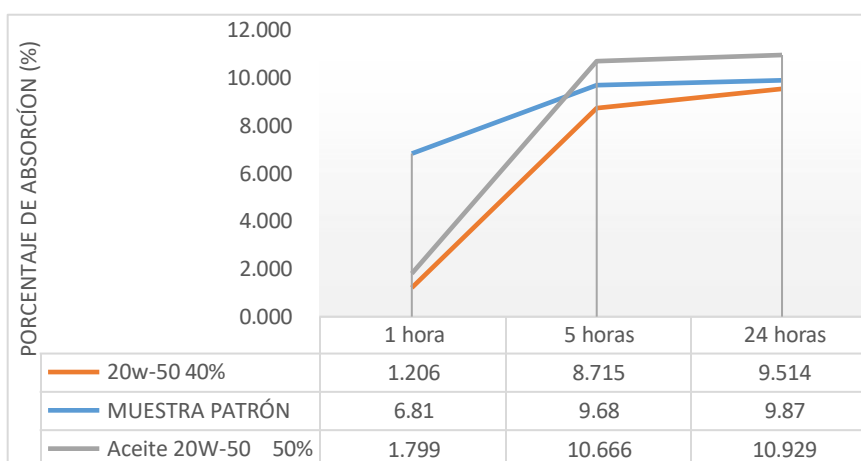
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 13 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 20W-50 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) tiene una absorción promedio de 1.206%, 8.715% y 9.514% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (50%) tiene una absorción promedio de 1.799%, 10.666% y 10.929% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 13. Revestimiento de aceite 20W-50 al 40 y 50% (ST)



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. Revestimiento de cal+ aceite 25W-60 (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°37 y N°38, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %.

Tabla 37. Ensayo de absorción aceite 25W-60 40% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
32							
M-1	6035	6080	6520	6535	0.746	8.036	8.285
M-2	6235	6285	6710	6725	0.802	7.618	7.859
M-3	6175	6210	6655	6675	0.567	7.773	8.097
Promedio	6148.33	6191.67	6628.33	6645.00	0.705	7.809	8.080

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Ensayo de absorción aceite 25W-60 50% (ST)

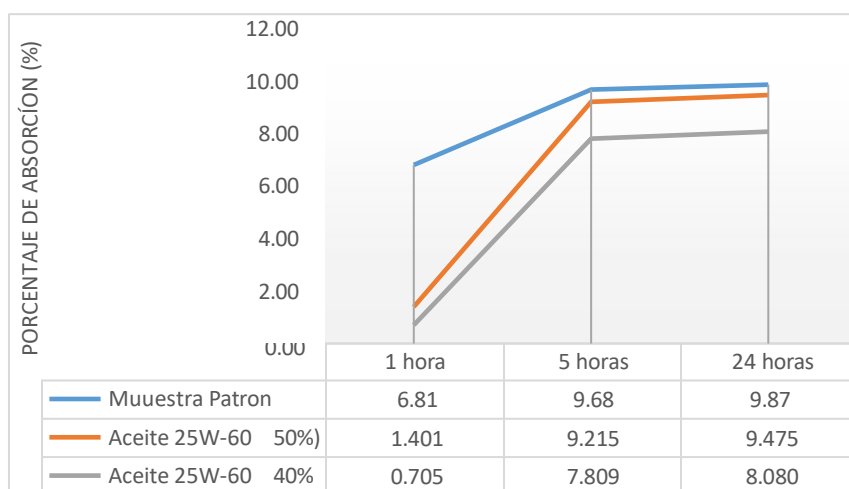
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (50%)						
33	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6050	6150	6575	6590	1.488	8.678	8.926
M-2	5600	5685	6140	6165	1.518	9.643	10.089
M-3	5845	5915	6390	6395	1.198	9.324	9.410
Promedio	5831.67	5916.67	6368.33	6383.33	1.401	9.215	9.475

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 14 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 25W-60 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) tiene una absorción promedio de 0.705%, 7.809% y 8.080% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (50%) tiene una absorción promedio de 1.401%, 9.215% y 9.475% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 14. Revestimiento de aceite 25W-60 al 40 y 50% (ST)

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90 (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°39 y N°40, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %.

Tabla 39. Ensayo de absorción aceite 80W-90 40% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (40%)						
34	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5925	6260	6780	6785	5.654	14.430	14.515
M-2	6000	6330	6870	6880	5.500	14.500	14.667
M-3	5930	6245	6815	6825	5.312	14.924	15.093
Promedio	5951.67	6278.33	6821.67	6830.00	5.489	14.618	14.758

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Ensayo de absorción aceite 80W-90 50% (ST)

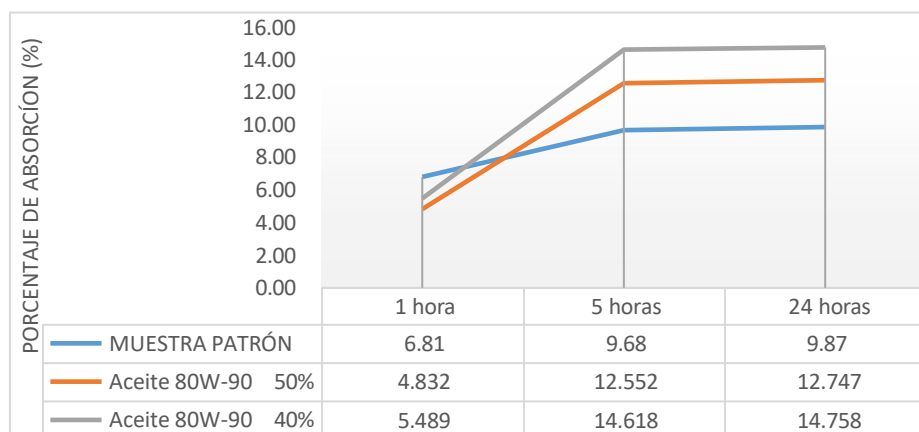
# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (50%)						
35	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6015	6305	6775	6790	4.821	12.635	12.884
M-2	5960	6255	6710	6725	4.950	12.584	12.836
M-3	6030	6315	6780	6785	4.726	12.438	12.521
Promedio	6001.67	6291.67	6755.00	6766.67	4.832	12.552	12.747

Fuente: Elaboración propia

El gráfico 15 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (40%) tiene una absorción promedio de 5.489%, 14.618% y 14.758% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) tiene una absorción promedio de 4.83%, 12.55% y 12.75% evaluado a 1,5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 15. Revestimiento de aceite 80W-90 al 40 y 50% (ST)

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.5. Revestimiento de cal+ aceite 80w-90 con presencia de esquirlas (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°41 y N°42, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con los porcentajes de aceite 40% y 50 %.

Tabla 41. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 40% (ST)

# de ensayo	CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
36							
M-1	6045	6135	6535	6560	1.489	8.106	8.519
M-2	5585	5670	6050	6080	1.522	8.326	8.863
M-3	5715	5800	6200	6220	1.487	8.486	8.836
Promedio	5781.67	5868.33	6261.67	6286.67	1.499	8.306	8.740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Ensayo de absorción aceite 80W-90 con esquirlas 50% (ST)

# de ensayo	CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
37							
M-1	6185	6295	6775	6770	1.778	9.216	9.458
M-2	6205	6325	6775	6800	1.934	9.186	9.589
M-3	6200	6300	6740	6770	1.613	8.710	9.194
Promedio	6196.67	6306.67	6763.33	6780.00	1.775	9.037	9.414

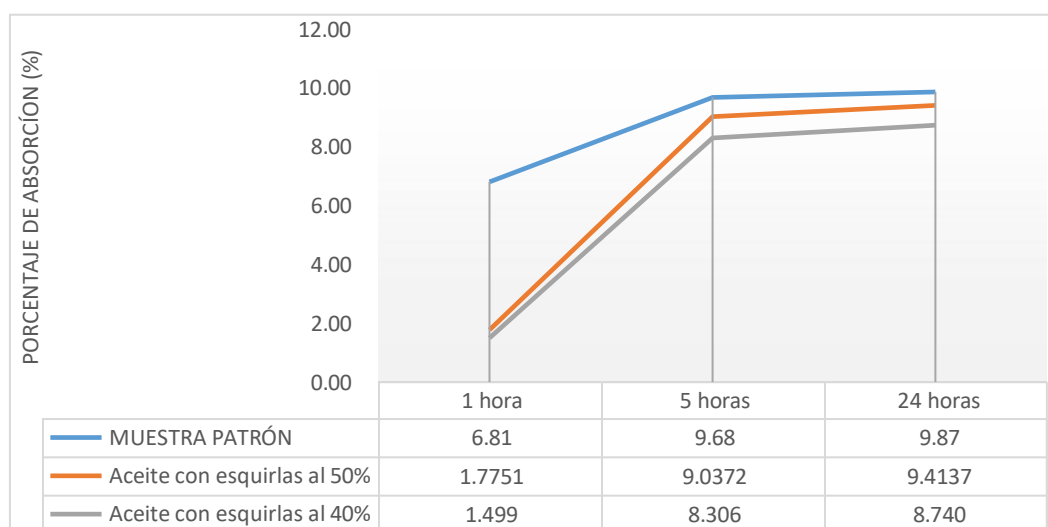
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 16 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 con esquirlas y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (40%) tiene una absorción promedio de 1.499%, 8.306% y 8.740% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (50%) tiene una absorción promedio de 1.775%, 9.037% y 9.414% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 16. Revestimiento de aceite 80w-90 con presencia de esquirlas al 40 y 50% (ST)



Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Ensayo de absorción del revestimiento de cal +aceite+ grasa automotriz usada (ST)

Los porcentajes de la adición de aceite y grasa automotriz son respecto al peso de la cal, además de que el porcentaje de cada tipo de aceite utilizado es el óptimo respecto a los ensayos realizados anteriormente.

3.2.3.1. Revestimiento de cal+ aceite 15W-40 al 40% + grasa automotriz (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°43, N°44 y N°45 en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 43. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 3% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
38	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6095	6180	6495	6600	1.395	6.563	8.285
M-2	6185	6235	6605	6680	0.808	6.791	8.003
M-3	6040	6105	6480	6575	1.076	7.285	8.858
Promedio	6106.67	6173.33	6526.67	6618.33	1.093	6.879	8.382

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 5% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
39	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6280	6365	6500	6670	1.354	3.503	6.210
M-2	6120	6200	6335	6485	1.307	3.513	5.964
M-3	6085	6180	6280	6455	1.561	3.205	6.081
Promedio	6161.67	6248.33	6371.67	6536.67	1.407	3.407	6.085

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Ensayo de absorción ca l+ aceite 15W-40 40% + grasa 7% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
40	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6235	6290	6365	6585	0.882	2.085	5.613
M-2	6105	6175	6255	6465	1.147	2.457	5.897
M-3	5615	5690	5740	5950	1.336	2.226	5.966
Promedio	5985.00	6051.67	6120.00	6333.33	1.121	2.256	5.825

Fuente: Elaboración propia

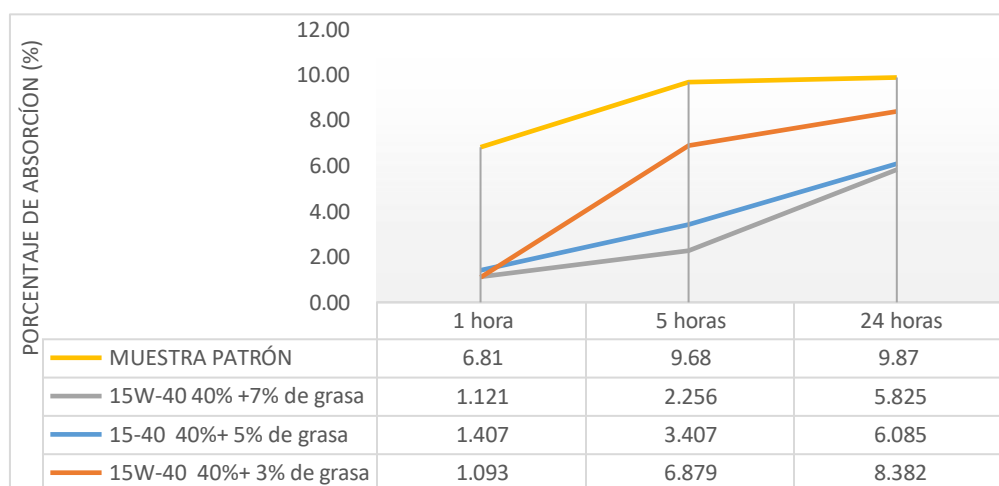
El gráfico 17 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 15W-40 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción de 1.093%, 6.879% y 8.382% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción de 1.407%, 3.407% y 6.085% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 15W-40 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción de 1.121%, 2.256% y 5.825% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 17. Revestimiento de aceite 15W-40 (40%) + 3, 5 y 7% de grasa automotriz (ST)



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. Revestimiento de cal+ aceite 20W-50 al 40% + grasa automotriz (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°46, N°47 y N°48 en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 46. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 3% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5845	5925	5990	6210	1.369	2.481	6.245
M-2	6110	6170	6280	6500	0.982	2.782	6.383
M-3	6065	6130	6220	6460	1.072	2.556	6.513
Promedio	6006.67	6075.00	6163.33	6390.00	1.141	2.606	6.380

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 5% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
42	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5585	5705	5735	5955	2.149	2.686	6.625
M-2	6355	6470	6510	6720	1.81	2.439	5.744
M-3	6350	6455	6505	6755	1.654	2.441	6.378
Promedio	6096.67	6210.00	6250.00	6476.67	1.871	2.522	6.249

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Ensayo de absorción ca l+ aceite 20W-50 40% + grasa 7% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
43	Peso seco (gramos)	Peso húmedo			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6140	6210	6310	6525	1.140	2.769	6.270
M-2	6060	6120	6205	6440	0.990	2.393	6.271
M-3	6595	6665	6755	6960	1.061	2.426	5.534
Promedio	6265.00	6331.67	6423.33	6641.67	1.064	2.529	6.025

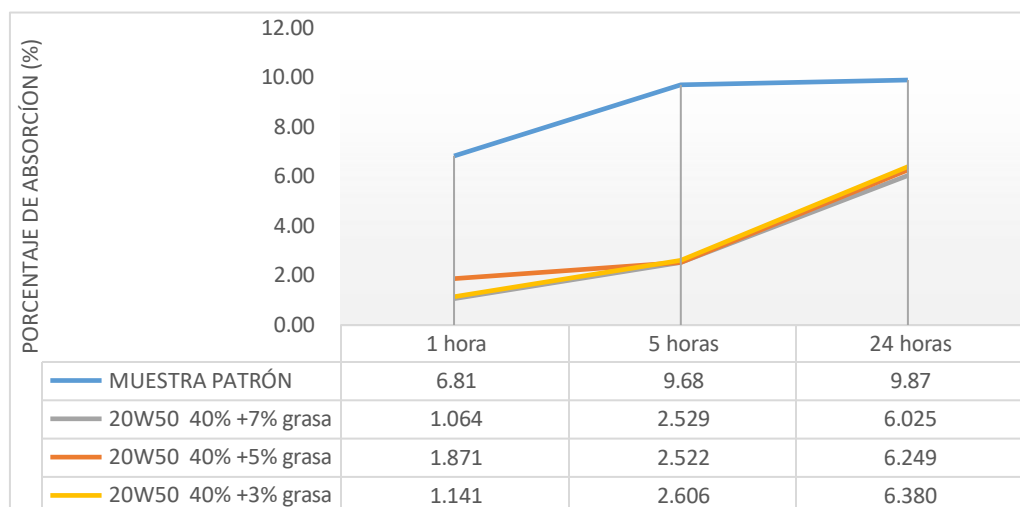
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 18 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 20W-50 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción de 1.141%, 2.606% y 6.380% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción de 1.871%, 2.522% y 6.249% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 20W-50 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción de 1.064%, 2.529% y 6.025% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 18. Revestimiento de aceite 20W-50 (40%)+3,5 y 7% de grasa automotriz (ST)

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.3. Revestimiento de cal+ aceite 25W-60 al 40% + grasa automotriz (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°49, N°50 y N°51 en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 49. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 3% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
44	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6215	6245	6315	6400	0.483	1.609	2.977
M-2	5655	5690	5740	5845	0.619	1.503	3.360
M-3	5745	5795	5860	5920	0.870	2.002	3.046
Promedio	5871.67	5910.00	5971.67	6055.00	0.657	1.705	3.128

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 5% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
45	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6060	6095	6175	6285	0.578	1.898	3.713
M-2	6200	6255	6320	6430	0.887	1.935	3.710
M-3	5900	5960	6030	6140	1.017	2.203	4.068
Promedio	6053.33	6103.33	6175.00	6285.00	0.827	2.012	3.830

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Ensayo de absorción ca l+ aceite 25W-60 40% + grasa 7% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
46	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5715	5795	5855	5980	1.400	2.450	4.637
M-2	5695	5760	5830	5975	1.141	2.371	4.917
M-3	5580	5650	5715	5855	1.254	2.419	4.928
Promedio	5663.33	5735.00	5800.00	5936.67	1.265	2.413	4.827

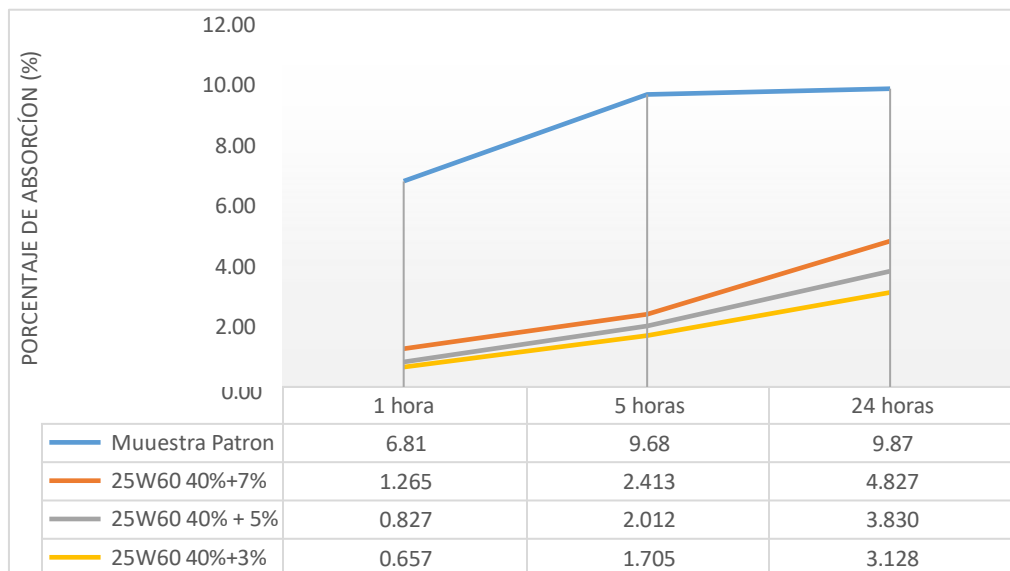
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 19 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 25W-60 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (3%), tiene una absorción de 1.265%, 2.413% y 4.827% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (5%), tiene una absorción de 0.827%, 2.012% y 3.830% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 25W-60 (40%) + GRA (7%), tiene una absorción de 1.265%, 2.413% y 4.827% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 19. Revestimiento de aceite 25W-60 (40%)+3, 5 y 7% de grasa automotriz (ST)

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.4. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90 al 50% + grasa automotriz (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°52, N°53 y N°54, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 52. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 3% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
47	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6045	6480	6605	6615	7.196	9.264	9.429
M-2	5955	6410	6500	6545	7.641	9.152	9.908
M-3	6200	6655	6765	6780	7.339	9.113	9.355
Promedio	6066.67	6515.00	6623.33	6646.67	7.392	9.176	9.564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 5% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
48	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5975	6120	6255	6495	2.427	4.686	8.703
M-2	6180	6330	6455	6710	2.427	4.450	8.576
M-3	6130	6260	6385	6645	2.121	4.160	8.401
Promedio	6095.00	6236.67	6365.00	6616.67	2.325	4.432	8.560

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 50% + grasa 7% (ST)

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
49	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5915	5990	6075	6385	1.268	2.705	7.946
M-2	5960	6030	6105	6440	1.174	2.433	8.054
M-3	6175	6225	6330	6625	0.810	2.510	7.287
Promedio	6016.67	6081.67	6170.00	6483.33	1.084	2.549	7.762

Fuente: Elaboración propia

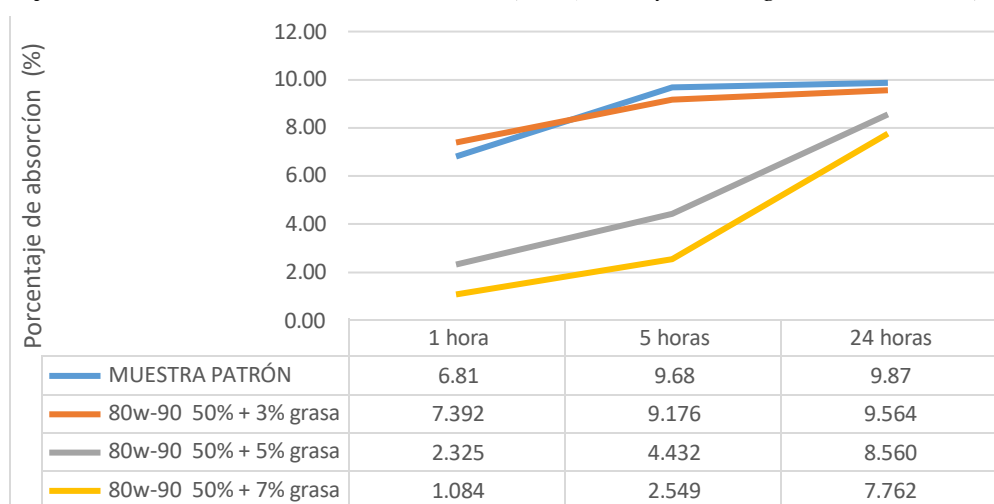
El gráfico 20 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (3%), tiene una absorción de 7.392%, 9.176% y 9.564% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (5%), tiene una absorción de 2.325%, 4.432% y 8.560% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 (50%) + GRA (7%), tiene una absorción de 1.0841%, 2.549% y 7.762% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 20. Revestimiento de aceite 80W-90 (50%)+3, 5 y 7 % de grasa automotriz (ST)



Fuente: Elaboración propia

3.2.3.5. Revestimiento de cal+ aceite 80W-90 con presencia de esquiras 40% + grasa automotriz (ST)

Los resultados de los distintos pesos del ensayo de absorción se muestran en la tabla N°55, N°56 y N°57, en el cual se muestran la reducción de absorción de agua con el porcentaje de aceite 40%, más la adición de mezcla de grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7%.

Tabla 55. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquirlas 40% + grasa 3% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +3% DE GRASA						
50	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5815	5920	6050	6370	1.806	4.041	9.544
M-2	6125	6225	6370	6675	1.633	4.000	8.980
M-3	6090	6200	6315	6615	1.806	3.695	8.621
Promedio	6010.00	6115.00	6245.00	6553.33	1.748	3.912	9.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquirlas 40% + grasa 5% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +5% DE GRASA						
51	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6115	6210	6325	6635	1.554	3.434	8.504
M-2	5940	6050	6145	6485	1.852	3.451	9.175
M-3	6055	6150	6280	6595	1.569	3.716	8.918
Promedio	6036.67	6136.67	6250.00	6571.67	1.658	3.534	8.866

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Ensayo de absorción ca l+ aceite 80W-90 con esquirlas 40% + grasa 7% (ST)

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +7% DE GRASA						
52	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6010	6150	6255	6600	2.329	4.077	9.817
M-2	6055	6190	6320	6625	2.230	4.377	9.414
M-3	5680	5825	5960	6240	2.553	4.930	9.859
Promedio	5915.00	6055.00	6178.33	6488.33	2.371	4.461	9.697

Fuente: Elaboración propia

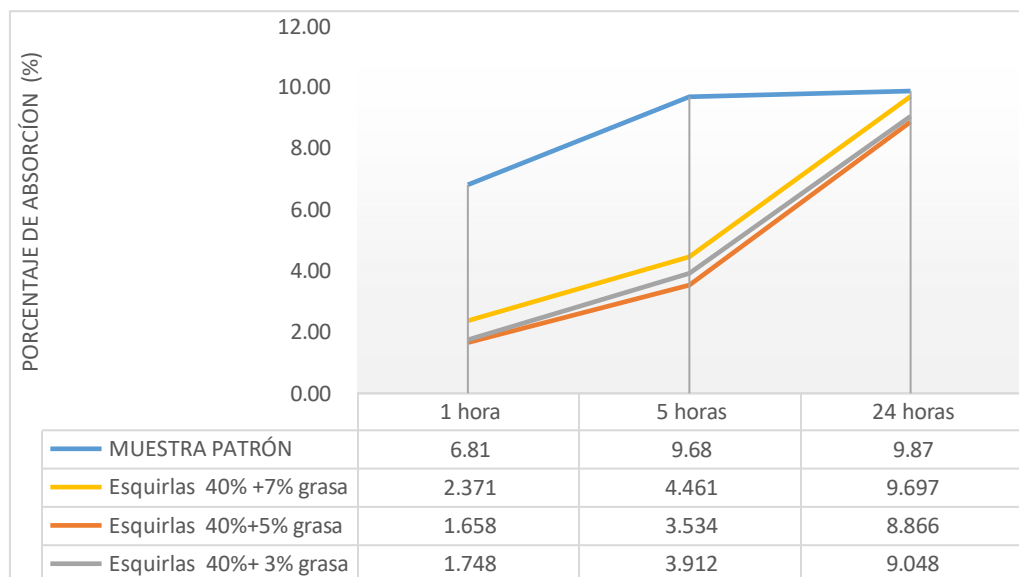
El gráfico 21 muestra la comparación entre la absorción de las distintas mezclas de aceite 80W-90 + grasa automotriz y la muestra patrón.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (40%) + GRA (3%), tiene una absorción de 1.748%, 3.912% y 9.048% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquirlas (40%) + GRA (5%), tiene una absorción de 1.658%, 3.534% y 8.866% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

La mezcla de cal + aceite 80W-90 con esquiras (40%) + GRA (7%), tiene una absorción de 2.371%, 4.461% y 9.697% evaluado a 1, 5 y 24 horas respectivamente.

Gráfico 21. Revestimiento de aceite 80W-90 con presencia de esquiras (40%) +3,5 y 7% de grasa automotriz (ST)



Fuente: Elaboración propia

4. Grado de permeabilidad

Los datos del grado de permeabilidad que se muestran en las siguientes tablas son los resultados de lo descrito en la parte de procedimientos (Materiales y métodos).

En la tabla N°58 y N°59 se presentan los datos del grado de permeabilidad respecto a los revestimientos de los diferentes tipos de aceites, conjunto con los porcentajes utilizados de este mismo, en las superficies de albañilería con y sin tarrajeo.

Tabla 58. Grado de permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite a las muestras sin tarrajar

Tipo de aceites	Aceite al 40%			Aceite al 50%		
	1h	5h	24h	1h	5h	24h
15W-40	38°	89°	90°	63°	93°	92°
20W-50	81°	90°	96°	26°	110°	111°
25W-60	10°	81°	82°	21°	95°	96°
80W-90	18°	151°	150°	71°	130°	129°
80W-90 con esquiras	22°	86°	89°	26°	93°	95°

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Grado de permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite a las muestras tarrajeadas

Tipo de aceites	Aceite al 40%			Aceite al 50%		
	1h	5h	24h	1h	5h	24h
15W-40	16°	20°	41°	38°	48°	85°
20W-50	31°	49°	85°	41°	58°	95°
25W-60	9°	10°	21°	24°	30°	66°
80W-90	66°	73°	105°	32°	49°	80°
80W-90 con esquirlas	27°	40°	100°	37°	44°	114°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°60 y N°61 se presentan los datos del grado de permeabilidad de los revestimientos a base del mejor porcentaje de cada tipo de aceite, con la adición de los distintos porcentajes de grasa residual automotriz, en las superficies de albañilería con y sin tarrajeo.

Tabla 60. Permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite + grasa a las muestras sin tarrajeear

Tipo de aceites	Grasa al 3%			Grasa al 5%			Grasa al 7%		
	1h	5h	24h	1h	5h	24h	1h	5h	24h
15W-40 (40%)	16°	71°	85°	21°	35°	62°	16°	23°	59°
20W-50 (40%)	17°	27°	65°	27°	26°	63°	16°	26°	61°
25W-60 (40%)	10°	18°	32°	12°	21°	39°	19°	25°	49°
80W-90 (50%)	109°	95°	97°	34°	46°	87°	16°	26°	79°
80W-90 con esquirlas (40%)	26°	40°	92°	24°	37°	89°	35°	46°	98°

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61. Permeabilidad con el revestimiento de cal + aceite + grasa a las muestras tarrajeadas

Tipo de aceites	Grasa al 3%			Grasa al 5%			Grasa al 7%		
	1h	5h	24h	1h	5h	24h	1h	5h	24h
15W-40 (40%)	27°	30°	118°	12°	35°	88°	30°	46°	88°
20W-50 (40%)	35°	45°	81°	16°	25°	66°	19°	25°	62°
25W-60 (40%)	12°	13°	32°	22°	25°	67°	24°	29°	73°
80W-90 (50%)	62°	63°	119°	19°	31°	98°	13°	17°	65°
80W-90 con esquirlas (40%)	1°	39°	92°	21°	25°	72°	25°	28°	105°

Fuente: Elaboración propia

5. Composición de aceites

En la tabla N°62 se muestran los valores de la composición del aceite residual automotriz 25W-60, el cual fue realizado en la empresa SGS.

Tabla 62. Composición del ARA 25W-60

Agua ANA-MET-OGC.1	
Agua	NEGATIVO
Spot test ANA-MET-OGC.2	
IC- Índice de contaminación	0.8
Dispersancia	REGULAR
TBN ANA-MET-OGC.3	
TBN mg KOH/g	8.24
Metales por ASTM D5185-18	
Hierro (Fe), ppm	140
Cromo (Cr), ppm	14
Plomo (Pb), ppm	20
Cobre (Cu), ppm	20
Estaño (Sn), ppm	3.3
Aluminio (Al), ppm	30
Níquel (Ni), ppm	0.6
Plata (Ag), ppm	0
Silicio (Si), ppm	55
Boro (B), ppm	14
Sodio (Na), ppm	12
Magnesio (Mg), ppm	364
Molibdeno (Mo), ppm	25
Titanio (Ti), ppm	0.8
Vanadio (V), ppm	0
Manganeso (Mn), ppm	1.5
Potasio (K), ppm	3.3
Cadmio (Cd), ppm	0.2
Fósforo (P), ppm	837
Zinc (Zn), ppm	922
Calcio (Ca), ppm	2200
Bario (Ba), ppm	0.98
FTIR ASTM E2412-10(2018)	
Hollin %	IMP
Oxidación A/0.1 mm	IMP
Nitración A/0.1 mm	IMP
Sulfatación A/0.1 mm	IMP
Hollín A/0.1 mm	IMP
Densidad Ferrosa ASTM D8184-18	
Indice PQ	52
Porcentaje dilución por masa	
Dilution by mass % m/m	>10.00

Fuente: Laboratorio SGS

En la tabla N°63 se muestran los valores de la composición del aceite residual automotriz 80W-90, el cual fue realizado en la empresa SGS.

Tabla 63. Composición del ARA 80W-90

Viscosidad 40°C ASTM D7279-18	
Viscosidad 40°C cSt	96.19
Viscosidad 100°C ASTM D7279-18	
Viscosidad 100°C cSt	IMP
Agua ANA-MET-OGC.1	
Agua	POSITIVO
Metales por ASTM D5185-18	
Hierro (Fe), ppm	170
Cromo (Cr), ppm	2.2
Plomo (Pb), ppm	0.2
Cobre (Cu), ppm	12
Estaño (Sn), ppm	0.3
Aluminio (Al), ppm	13
Níquel (Ni), ppm	3.8
Plata (Ag), ppm	0
Silicio (Si), ppm	29
Boro (B), ppm	22
Sodio (Na), ppm	5.5
Magnesio (Mg), ppm	320
Molibdeno (Mo), ppm	89
Titanio (Ti), ppm	0.4
Vanadio (V), ppm	0
Manganeso (Mn), ppm	0.9
Potasio (K), ppm	2.1
Cadmio (Cd), ppm	0.2
Fósforo (P), ppm	770
Zinc (Zn), ppm	854
Calcio (Ca), ppm	1570
Bario (Ba), ppm	1.49
Densidad Ferrosa ASTM D8184-18	
Indice PQ	117
Agua por ASTM D95-13 e1	
Agua v/v %	0.6

Fuente: Laboratorio SGS

6. Ensayo físicoquímico del agua

En la tabla N°64 se muestran los valores de los parámetros más relevantes del agua analizada de los aceites 25W-60 y 80W-90, juntamente con los de la norma DS N° 031-2010-SA (límites máximos permisibles) y la DS N° 004-2017-MINAM (estándares de calidad ambiental):

Tabla 64. Ensayo físicoquímico y Normas de calidad del agua

Unidad	Parámetro	25W-60 (40%)	80W-90 (40%)	LMP	ECA 1	ECA 3	ECA 4
---	Sabor	3-Aceptable	5-aceptable	aceptable	---	---	---
---	Olor	Aceptable	Aceptable	aceptable	---	---	---
UC	Color verdadero	<1	< 2	15	15-100(a)	---	---
NTU	Turbidez	1	1 +- 0.2	5	5-100	---	---
mgCaCO3/L	Dureza total	284.2 +- 82.40	30.3 +- 8.80	500	500	---	---
uS/cm	Conductividad	1054 +- 210.80	1062 +- 212.40	1500	1500-1600	2500-5000	1000
mg st	Sólidos totales	867 +- 208	879 +- 211	1000	1000-1500	---	100
Ph	Potencial de hidrogeno	8.56 +- 2.57	7.29 +- 2.19	6.5 a 8.5	5.5 a 9.0	6.5-8.5	6.5-9
mg/L	Aceite y grasa	<0.4	<0.4	0.5	0.5-1.7	5-10.	5
mg/L	Hierro	0.1745 +- 0.014	0.0195 +- 0.0016	0.3	0.3-5	5	---
mg/L	Magnesio	2.493 +- 0.30	0.932 +- 0.11	---	250	250	1000
mg/L	Manganeso	0.05406 +- 0.0038	0.02432 +- 0.0017	0.4	0.4-0.5	0.2	100
mg/L	Zinc	0.001 +- 0.00010	0.139 +- 0.0014	3	3-5	2-24.	0.12
mg/L	Sodio	2.61 +- 0.29	94.826 +- 10.43	200	---	---	---

Fuente: Laboratorio SGS

7. Ensayo de adherencia

El ensayo para la adherencia del revestimiento por la norma ASTM D-3359, mostró detalles inesperados en el proceso debido a que se notó que el recubrimiento no estaba bien cohesionado y que a una mínima fricción este se libera como polvo, estos datos al ser desfavorables no permitieron que la cinta adhesiva utilizada para el ensayo se adhiriera al recubrimiento y, por lo tanto, no permitió la evaluación de adherencia al sustrato.

En la tabla N° 65 y N° 66 referente a los ensayos empíricos de adherencia basado en la norma ASTM D-4541 realizadas a las muestras con los revestimientos a base de cal + aceite residual automotriz (ARA) 25W-60 al 40% y 80W-90 al 40%, tienen como promedio un valor de 0.564 kg/cm² y 0.290 kg/cm² respectivamente.

Tabla 65. Ensayo de adherencia al revestimiento del aceite 25W-60 al 40%

Aceite 25w-60(40%)			
# de ensayo	Fuerza (kg)	Área (cm2)	Resultado (Kg/cm2)
1	2.445	5.067	0.483
2	3.070	5.067	0.606
3	2.675	5.067	0.528
4	3.120	5.067	0.616
5	2.970	5.067	0.586
Promedio	2.856	5.067	0.564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Ensayo de adherencia al revestimiento del aceite 80W-90 al 40%

Aceite 80w-90(40%)			
# de ensayo	Fuerza (kg)	Área (cm2)	Resultado (Kg/cm2)
1	1.560	5.067	0.308
2	1.445	5.067	0.285
3	1.320	5.067	0.261
4	1.435	5.067	0.283
5	1.590	5.067	0.314
Promedio	1.470	5.0671	0.290

Fuente: Elaboración propia

8. Análisis económico

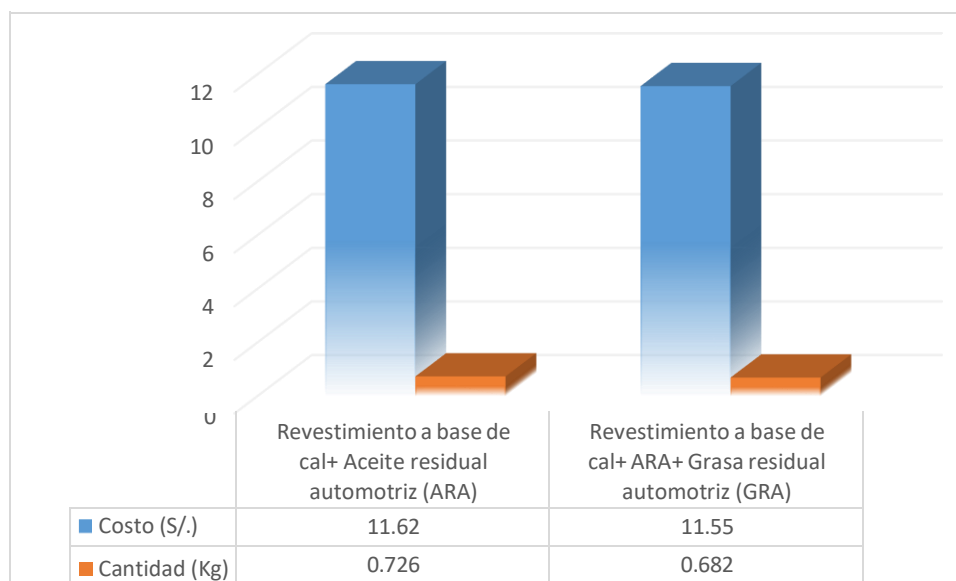
En el tabla N° 67 se evaluaron los costos para los revestimientos a base de Cal + ARA y Cal + ARA + GRA.

Tabla 67. Costos de los revestimientos con ARA y GRA

Ensayo	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo S/.
1	Revestimiento a base de cal+ Aceite residual automotriz (ARA)			S/.28
	Cal de obra	20	Kg	S/.18
	Aceite residual automotriz	4	litro	S/.10
2	Revestimiento a base de cal+ ARA+ Grasa residual automotriz (GRA)			S/.29
	Cal de obra	20	Kg	S/.18
	Aceite residual automotriz	4	litro	S/.10
	Grasa residual automotriz	2	Kg	S/.1

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 22 se muestra una comparación de los costos unitarios de los revestimientos de ARA y GRA en los cuales se aplicaron metrados de materiales, rendimientos y costos, con respecto a los revestimientos con los mejores valores obtenidos de los resultados del grado de permeabilidad.

Gráfico 22. Costo y cantidad del revestimiento por m²

Fuente: Elaboración propia

El objetivo general de esta investigación es el de evaluar los distintos revestimientos utilizados para reducir la permeabilidad en muros de albañilería, resultante de la mezcla de cal con uno de los diferentes porcentajes de aceite y grasa residual automotriz para la protección ante las precipitaciones pluviales, ante ello se deriva la siguiente discusión.

En los resultados de permeabilidad para las muestras sin tarrajear evidenciaron que la utilización de los revestimientos a base de cal más aceite residual automotriz al 50% evaluados a 1 hora variaban entre 26° y 71°, los cuales al ser comparados con lo encontrado por Arrunategui y García (2023) en su tesis titulada: “Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado para impermeabilizar superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura 2023”, y por 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”, mostraron valores similares, ya que estas investigaciones tienen como resultados del grado de permeabilidad de 6°; ante esto podemos afirmar que aunque el revestimiento reduce el grado de permeabilidad, este no tiene un resultado predeterminado, ya que como lo demuestra Santos (2022) en su tesis titulada: “Influencia de impermeabilizantes caseros en las infiltraciones de losas aligeradas en la ciudad de Huancayo” en la cual tiene como resultado el grado de permeabilidad de 30° y con esto se demuestra que existe una

variación en cuanto a los resultados del uso del aceite residual automotriz como reductor de permeabilidad.

Es importante resaltar que el revestimiento a base de cal de obra con aceite y grasa residual automotriz se estudió debido a sus propiedades físicas como la densidad y la tensión superficial; además de la composición del aceite ya que esta posee aditivos los cuales son hidrofóbicos (antiespumantes, anticorrosivos y modificadores de viscosidad) y también debido a que esta tanto como la grasa automotriz son a base de hidrocarburos, los cuales al ser formados por átomos de hidrógeno y carbono forman enlaces generalmente no polares y esto hace que no puedan formar enlaces de hidrógeno con las moléculas de agua, provocando que las moléculas de agua se agrupen entre si y no interactúen con los hidrocarburos , por ende se repelen.

En los resultados de la composición química de los aceites con mayor y menor grado de permeabilidad, se constató la elevada cantidad en ppm de calcio, zinc, fosforo y magnesio que contienen los aceites. y composición química del aceite, debido a que este le otorga al revestimiento propiedades hidrofóbicas.

Respecto a los resultados de la densidad la cual es la propiedad física que hace que el aceite y la grasa no se mezcle con el agua, esta queda demostrada al comparar el valor de la densidad del agua el cual es de 1 kg/ L esta siendo mucho mayor a la de los aceites estudiados con valores entre 0.87 Kg/L y 0.90 Kg/L, al igual que el resultado de la grasa automotriz teniendo un valor de 0.90 Kg/L.

Los resultados del grado de permeabilidad de las muestras sin tarrajear y con el revestimiento a base de cal + 40% de los diferentes tipos de ARA, evaluadas a las 24 horas dan como resultados valores entre 82° y 96°, excepto la mezcla con el aceite 80W-90 ya que esta supera el valor de 100° que es el valor máximo empleado en la metodología para hallar el grado de permeabilidad; la mezcla de cal + 50% de los diferentes tipos de ARA dan como resultados valores entre 92° y 96° de permeabilidad, excepto la mezcla con el aceite 80W-90 y 20W-50, ya que estos superan al valor máximo de 100° con resultados de 129° y 111° respectivamente. Se observó que al disminuir el porcentaje de 50% a 40% respecto a los aceites 15W-40, 20W-50, 25W-60 y 80W-90 con presencia de esquirlas, el valor de la permeabilidad disminuye, pero caso contrario pasa con el aceite 80W-90 debido a que al aumentar el porcentaje de aceite de 40% a 50% la permeabilidad disminuye.

El segundo resultado en lo que respecta a la permeabilidad de las muestras tarrajeadas y con el revestimiento de cal + 40% de los diferentes tipos de ARA, evaluadas a las 24 horas dan como resultados valores entre 21° y 100° de permeabilidad, excepto la mezcla con el aceite 80W-90, ya que esta supera el valor de 100° que es el valor máximo empleado en la metodología para hallar el grado de permeabilidad con un resultado de 105°; la mezcla de cal + 50% de los diferentes tipos de ARA dan como resultados valores entre 63° y 95° de permeabilidad, excepto la mezcla con el aceite 80W-90 con presencia de esquirlas debido a que esta supera el valor de 100° que es el valor máximo empleado en la metodología para hallar el grado de permeabilidad con un resultado de 114°. Se observó que al disminuir el porcentaje de 50% a 40% respecto a los aceites 15W-40, 20W-50, 25W-60 y 80W-90 con presencia de esquirlas, el valor de la permeabilidad disminuye, pero para el aceite 80W-90 al aumentar el porcentaje de aceite de 40% a 50% la permeabilidad disminuye.

El tercer resultado en lo que respecta a la permeabilidad de las unidades de albañilería sin tarrajar y con el revestimiento a base de cal + ARA+ GRA, mostró datos menores respecto a los resultados del revestimiento sin la GRA; la mezcla de cal + GRA + 40% de aceite 15W-40, 20W-50, 25W-60 y 80W-90 con presencia de esquirlas y cal + 50% de aceite 80W-90, dan como resultados valores entre 32° y 98° de permeabilidad evaluados en 24 horas; se observó que la grasa residual automotriz actúa diferente con cada tipo de aceite, ya que para algunos al aumentar el porcentaje de GRA la permeabilidad disminuye y para otros es lo contrario.

El cuarto ensayo en lo que respecta a la permeabilidad de las unidades de albañilería tarrajeadas y con el revestimiento a base de cal + GRA + 40% de aceite 15W-40, 20W-50, 25W-60 y 80W-90 con presencia de esquirlas y el de cal + GRA + 50% de aceite 80W-90, dan como resultados valores entre 32° y 119° de permeabilidad; se observó que la grasa residual automotriz actúa diferente con cada tipo de aceite debido a que para algunos, al aumentar el porcentaje de GRA la permeabilidad disminuye y para otros es lo contrario.

En los resultados de la composición química de los aceites con mayor y menor grado de permeabilidad, se constató la elevada cantidad en ppm de calcio, zinc, fosforo y magnesio que contienen los aceites.

Al analizar los resultados de los ensayos fisicoquímicos al agua, en las cuales se evidenció que los parámetros analizados no superan los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano y está por debajo de los estándares de calidad de agua para las categorías 1, 3 y 4; con respecto a esta última categoría se determinó que el parámetro zinc en el agua analizada del revestimiento del aceite 80w-90 (40%) es superior.

El ensayo de adherencia por la norma ASTM-D3359 no se pudo culminar, debido a que la mezcla de cal + aceite residual automotriz (ARA) presenta una falta de cohesión y esto hace que la cinta que se utiliza para el ensayo no llegue a adherirse al revestimiento.

El ensayo empírico por la norma ASTM D-4541 referente al ensayo por tracción realizados a los revestimientos con menor (25W-60 40%) y mayor (80W-90 40%) grado de permeabilidad tienen como resultados a valores de 0.564 kg/cm² y 0.290 kg/cm² respectivamente, estando por debajo referente a algunos impermeabilizantes industrializados que tienen valores mayores de 2.3 kg/cm². Además de que todos los revestimientos tienden a tener un desgaste a cualquier tipo de fricción.

Con respecto a los precios por metro cuadrado (m²) se requiere un aproximado de 520 gramos de cal y de 208 gramos de aceite; para la mezcla con la adición de grasa se requiere 467 gramos de cal + 187 gramos de aceite y de 14 gramos de grasa, todo esto referente al aceite 25W-60 al 40% y el mismo aceite más la adición de GRA al 3%.

Los resultados dados por la investigación demostraron una reducción de hasta 78.64% de permeabilidad respecto a la muestra patrón, esto con la mezcla de cal + ARA 25W-60 al 40%, los demás se encuentran en una reducción entre 1% a 68%, pero estos en su gran mayoría superaron el 50% de absorción por inmersión la cual es una magnitud de la norma IRAM 1572 y a las 24 horas ya están por encima de los valores de la NMX-C-450-ONNCCE-2019, por lo tanto, este y los demás resultados confirma la hipótesis planteada: El revestimiento a base de la mezcla de cal con aceite o grasa residual automotriz influye, en su gran mayoría de manera positiva, en la permeabilidad de muros de albañilería.

Por último, se observaron algunos efectos patológicos como la pérdida de color y la fisuración, los cuales ocurrieron a través del tiempo.

Imagen 7. Perdida de color del revestimiento



La pérdida de pigmentación se puede deber a la oxidación que sufre el aceite residual automotriz al estar en contacto con el ambiente y además debido a la interacción que esta tiene con la cal dado a las reacciones químicas que se generan.

Imagen 8. Fisuración del revestimiento



La fisuración se puede deber a la evaporación de algunos compuestos que tiene el aceite y la capacidad que tiene la cal de absorber agua y dióxido de carbono lo cual provoca que se hinche temporalmente para luego al secarse este contraiga lo cual puede llegar a generar fisuras.

Conclusiones

Se determinó que los ensayos de densidad y viscosidad de los distintos tipos de aceites no mostraron ninguna relación en cuanto al grado de permeabilidad.

El revestimiento a base Cal + ARA al 30%, resulto en ineficiente debido a que ambos componentes no se llegaron a mezclar en su totalidad, además que la parte que si se llegó mezclar es muy viscosa, tanto que es inaplicable debido a que no se adhiere a ninguna de las superficies utilizadas.

Los resultados de la mezcla de Cal + ARA al 40% y 50% aplicado a las unidades de albañilería sin tarrajear mostraron resultados favorables en cuanto a la reducción de la permeabilidad por pruebas a inmersión excepto las mezclas de Cal + ARA 80W-90 y 20W-50 (50%) debido a que en estas la absorción fue mayor a la del promedio de la muestra patrón; ninguna de estas mezclas cumple con el porcentaje absorción por inmersión dado en la norma IRAM 1572 y sobrepasa a las 24 horas el valor máximo de la absorción dada en la norma NMX-C-450-ONNCCE-2019.

Los resultados de la mezcla de Cal + ARA al 40% y 50% aplicado a las unidades de albañilería tarrajeadas mostraron resultados favorables en cuanto a la reducción de la permeabilidad excepto la mezcla de Cal + ARA 80W-90 al 40% y el aceite 80W-90 con presencia de esquirlas al 50%, ya que en estas la absorción fue mayor a la de la patrón; en esta superficie la mezcla con los aceites 15W-40 al 40% y 25W-60 al 40% cumple en lo que respecta la norma IRAM 1572 por lo menos en una de sus magnitudes y está por debajo del valor máximo de la absorción dada en la norma NMX-C-450-ONNCCE-2019 por lo menos a las 24 horas.

Con respecto al revestimiento de Cal + ARA + GRA en las unidades de albañilería sin tarrajear, se observó que la adición de grasa en esta superficie redujo la permeabilidad en un 30% a 50%, respecto al mejor porcentaje de cada resultado de Cal + ARA para cada tipo de aceite; excepto el aceite 80W-90 con presencia de esquirlas debido a que en este se observó un ligero aumento de la permeabilidad.

Con respecto al revestimiento de Cal + ARA + GRA en las unidades de albañilería tarrajeadas, se observó que la adición de grasa en esta superficie mostraba resultados variables, esto respecto al mejor porcentaje de cada resultado de Cal + ARA para cada tipo de aceite.

Se determinó en los ensayos fisicoquímicos que el agua utilizada para los ensayos de absorción de las unidades de albañilería con los revestimientos de aceite 25W-60 y 80W-90, estaban por debajo de los límites máximos permisibles para el agua de consumo humano y cumple con los valores de los estándares de calidad de agua para las categorías 1, 3 y que solo el parámetro zinc en la categoría 4 se sobrepasa.

Se concluyó que todos los revestimientos realizados presentan falla por cohesión y que a una leve fricción este se libera como polvo, por ende, el ensayo de adherencia por la norma ASTM-D3359 queda descartado en vista de que la cinta utilizada para el ensayo no se adhiere a la superficie.

Referente al ensayo empírico de la norma ASTM D-4541 mostró resultados relativamente bajos respecto a valores de impermeabilizantes industrializados como el Prenolastic - impermeabilizante betún polimérico (2.3 Kg/cm²) o el SikaSeal-250 Migrating (15.30 Kg/cm²); también mostró resultados variados como lo fueron para el aceite 25W-60 al 40%, esto se pudo deber a la capa irregular del revestimiento, lo cual no paso para el aceite 80W-90 al 40% debido a que tenía una capa más fina y regular. Los resultados se relacionan con la baja resistencia a la abrasión lo cual afecta su durabilidad, por ende, esto un efecto patológico que tiene la mezcla realizada y es causada por la incompatibilidad de los materiales del revestimiento.

Se concluyo que no existe una variación significativa en cuanto a los precios de los materiales para 1 m² de los revestimientos a base de cal + ARA y el revestimiento a base de cal + ARA + GRA.

Se concluye que el óptimo reductor de permeabilidad es el revestimiento a base de cal + aceite 25W-60 (40%) con un grado de permeabilidad de 21°, esto en la superficie con tarrajeo, además mostró resultados por debajo de las normas de calidad de agua, esto respecto a los parámetros fisicoquímicos al agua evaluadas, pero los ensayos de adherencia resultaron bajos respecto a impermeabilizantes industrializados esto debido a que el revestimiento mostró falla por cohesión.

El revestimiento tuvo como efecto patológico la perdida de color, la fisuración y toxicidad.

Recomendaciones

Se recomienda que esta investigación sirva como base para la utilización del aceite residual automotriz (ARA) y de la grasa residual automotriz (GRA) como reductores de permeabilidad en muros de albañilería, debido a los resultados mostrados.

Se sugiere continuar investigando, empleando porcentajes de adición de aceite residual automotriz (ARA) dentro de un rango de 35% a 45%, con el objetivo de observar si se obtienen resultados más favorables.

Se sugiere ampliar la investigación con el porcentaje de grasa residual automotriz (GRA) debido a que, como se mostró en los resultados, al aumentar la cantidad de grasa disminuye el grado de permeabilidad para ciertos tipos de aceites.

Es recomendable continuar con desarrollo de esta línea de investigación para evaluar posibles cambios en las características de los revestimientos a lo largo del tiempo, a fin de conocer su vida útil y así obtener un estudio completo sobre su uso como un material reductor de permeabilidad.

En el caso de que se utilice el revestimiento en alguna estructura, se recomienda colocarla en lugares donde no exista fricción, ya que al ser poco resistente va a ver un deterioro y una reducción en el espesor este revestimiento.

También se recomienda aumentar la investigación al cambiar la cal por cemento y con la adición de productos químicos antiespumantes verificando la mezcla con ensayos de adherencia, absorción y calidad de agua.

Referencias

- [1] F. L. Ramirez , «Impermeabilizacion de superficies en la construccion de edificios,» Bogotá, 2016.
- [2] M. G. Ibarra y L. A. Manzanarez, «Diagnóstico del uso y manejo de residuos de aceite automotriz en el Municipio del Fuerte, Sinaloa,» *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, vol. 8, n° 2, pp. 129-137, 2012.
- [3] J. A. Arrunategui Silupu y L. A. Garcia Rosillo, «Diseño de mezcla con cal y aceite reciclado para impermeabilizar superficies de losas aligeradas ante precipitaciones pluviales, Piura 2023,» Piura, 2023.
- [4] J. Jean Assaad, «Disposing used engine oils in concrete – Optimum dosage and compatibility with water reducers,» *Construction and Building Materials*, vol. 44, n° 1, pp. 734-742, Julio 2013.
- [5] E. D. Varas Rodríguez, «Evaluación del grado de impermeabilidad en superficies de paredes en edificaciones para protección ante precipitaciones pluviales utilizando métodos de impermeabilización,» Trujillo, 2021.
- [6] C. E. Santos Pinedo, «INFLUENCIA DE IMPERMEABILIZANTES CASEROS EN LAS INFILTRACIONES DE LOSAS ALIGERADAS EN LA CIUDAD DE HUANCAYO,» 2022.
- [7] S.-K. Oh, S.-T. Park y J.-Y. Lee, «A Study on the Practical Use of Synthetic Polymerized Rubber Gel Waterproofing Materials Based on the Mixture of Waste Oil and Waste Rubber,» *Ciencias Aplicadas* , vol. 12, n° 18, 2022.
- [8] Why is humidity?, «AIRTHINGS,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.airthings.com/es/what-is-humidity>.
- [9] Los daños estructurales por humedades más frecuentes, «INGENIEROS ASESORES,» 10 06 2020. [En línea]. Available: <https://ingenierosasesores.com/actualidad/danos-estructurales-por-humedades/>.
- [10] a3p, «¿Sabes qué es un impermeabilizante?,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.imperllantadf.com/single-post/que-es-impermeabilizante>.

- [11] G. S. Soto y L. P. Sánchez, «Estudio comparativo de la resistencia a la compresión, absorción dimensionamiento del ladrillo rafón producido en Quimistán, Chamelecón y Florida, Honduras,» *Innovare*, pp. 90-116, 2017.
- [12] concepto, «Densidad,» Editorial Etecé, [En línea]. Available: <https://concepto.de/densidad/>.
- [13] Ciencia de Hoy, «¿Cuál es la diferencia entre permeable e impermeable?» s.f. [En línea]. Available: <https://cienciadehoy.com/cual-es-la-diferencia-entre-permeable-e-impermeable/>.
- [14] PROMART, «Cal de obra en bolsa 20 kilos,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.promart.pe/cal-de-obra-en-bolsa-x-20-kg/p>.
- [15] M. El-Fadel y R. Khoury, «Estrategias para la gestión de residuos de vehículos: un estudio de caso,» *Recursos, Conservacion y Reciclaje*, vol. 33, n° 2, pp. 75-91, 2001.
- [16] ATSDR Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, «Resúmenes de Salud Pública - Aceite usado de cárter (Crankcase Motor Oil),» 06 05 2016. [En línea]. Available: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs102.html.
- [17] CISTEMA – ARP SURA, «Manipulación segura de aceites y grasas lubricantes,» s.f. [En línea]. Available: https://www.arlsura.com/files/aceites_grasas.pdf.
- [18] ECOLCIN, «Hoja de seguridad de aceite usado,» Bogotá, 2014.
- [19] W. Fong Silva, E. Quiñonez Bolaños y C. Tejada Tovar, «Caracterización físico-química de aceites usados de motores para su reciclaje,» *Prospect*, vol. 15, n° 02, pp. 135-144, 2017.
- [20] Movilube HD LS 80W-90, «Mobil,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.mobil.com/es-pe/commercial-vehicle-lube/pds/gl-xx-mobilube-hd-ls-80w90>.
- [21] ¿Qué Tipo de Aceite de Motor Debes Usar en tu Auto?, «BARDAHL,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.bardahl.com.mx/que-tipo-aceite-usar-automovil/>.
- [22] Grasas lubricantes industriales LUBOKS, «LUBOKS LUBRICANTES Y ANTICORROSIVOS,» s.f. [En línea]. Available: <https://www.luboks.com.ar/grasas.htm>.

- [23] D. A. Aguilera Bulla, *Procedimiento de análisis fisicoquímico de agua potable*, Colombia, 2013.
- [24] DIGESA, «Fichas técnicas del grupo de uso 1,» 2006.
- [25] MINAM, «Límite Máximo Permisible (LMP),» [En línea]. Available: <https://acortar.link/QOBdWi>. [Último acceso: 23 05 2023].
- [26] «Instituto de calidad ambiental,» [En línea]. Available: <https://institutoambiental.pe/eca-para-agua/>. [Último acceso: 07 2023].
- [27] Instituto Argentino de Normalización y Certificación, «Hidrofugos de masa para morteros de cemento Portland,» Argentina, 1993.
- [28] ASTM international, [En línea]. Available: <https://www.galvanizeit.com/uploads/resources/ASTM-D-3359-yr-2010.pdf>. [Último acceso: 02 25 2024].
- [29] M. Borja Suarez, *Metodología de la investigación científica*, Chiclayo, 2016.
- [30] NTP 399.613. (Unidades de Albañilería), «Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería,» Indecopi, Lima, 2005.
- [31] ASTM International, «ASTM D 4541 Standard Test Method for Pull- Off Strength of Coatings Using Portable adhesion,» 2002.
- [32] L. E. Dias y E. L. Maria, «Que sabemos del agua,» *Revista Ciencia*, 2003.
- [33] A. Serrano, «¿Cuál es la composición del aceite de motor?,» 06 07 2020. [En línea]. Available: <https://revistamagazine.com/proveedores/cual-es-la-composicion-del-aceite-de-motor/>.
- [34] P. Echeverri, «echeverrimontes,» 13 01 2021. [En línea]. Available: <https://acortar.link/xl51Zo>. [Último acceso: 04 2024].

Anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa automotriz usada, para la provincia de Huancabamba, región Piura 2023						
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	RANGO DE APLICACIÓN	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
¿Cómo influyen los revestimientos a base de la mezcla de cal con aceite o grasa residual automotriz, en la permeabilidad de los muros de ladrillos de arcilla exteriores para la protección ante las precipitaciones pluviales?	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar el grado de permeabilidad de diferentes revestimientos de la mezcla de cal con aceite y grasa residual automotriz en muros de albañilería exteriores</p>	La mezcla de cal con aceite o grasa residual automotriz reduce la permeabilidad de los muros de ladrillos de arcilla con y sin tarrajear	<p>Porcentajes de grasa y de los aceites residuales automotrices 15W-40, 20W-50, 25W-60, 80W-90 y 80W-90 con esquiras.</p>	<p>1. Aceite residual automotriz al 30%, 40% y 50%</p> <p>2. Grasa residual automotriz al 3%, 5% y 7%</p>	<p>Masa</p> <p>Volumen</p> <p>Viscosidad</p> <p>Densidad</p>	<p>TÉCNICA: Observación experimental</p> <p>Instrumentos: Balanza digital 50 kg Reloj Cámara fotográfica Balanza de mano 500 g Termómetro para cocina Báscula digital Gata hidráulica Volurol</p>
	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>O1. Realizar los ensayos de laboratorio de densidad y viscosidad a los diferentes aceites automotrices.</p> <p>O2. Realizar un ensayo de densidad para la grasa residual automotriz.</p> <p>O3. Ensayar las unidades de albañilería con y sin tarrajeo con la respectiva aplicación en su superficie de la mezcla de cal con aceite residual automotriz en porcentajes de 30%, 40% y 50%, colocándolos en pruebas de absorción de agua.</p> <p>O4. Evaluar el grado de permeabilidad de la mezcla de cal con los distintos porcentajes de aceite residual automotriz.</p> <p>O5. Ensayar las unidades de albañilería con y sin tarrajeo con la respectiva aplicación en su superficie de la mezcla de cal con grasa residual automotriz en porcentajes de 3%, 5% y 7% y el óptimo porcentaje de cada tipo de aceite residual automotriz, colocándolos en pruebas absorción de agua.</p> <p>O6. Evaluar el grado de permeabilidad de la mezcla de los distintos porcentajes de grasa residual automotriz con cal y aceite residual automotriz.</p> <p>O7. Realizar un ensayo fisicoquímico del agua para los ensayos con menor y mayor grado de permeabilidad respecto a todos los ensayos realizados.</p> <p>O8. Realizar un ensayo de adherencia para el ensayo con menor y mayor grado de permeabilidad respecto a todos los ensayos realizados.</p> <p>O9. Realizar un análisis económico respecto a la mezcla de aceite y grasa automotriz con cal usadas como reductores de permeabilidad.</p>		<p>Superficies de las unidades de albañilería</p>	<p>Tarrajeadas</p> <p>Sin tarrajear</p>	<p>Adherencia</p> <p>Espesor</p> <p>Tiempo</p> <p>Masa</p> <p>Porcentaje de absorción</p> <p>Grado de permeabilidad</p>	
			Grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores			

Fuente: Elaboración propia



Anexo 2: Cilindro de aceite residual automotriz

Fuente: Elaboración propia



Anexo 3: Grasa en poncho de palier

Fuente: Elaboración propia



Anexo 4: aceite residual automotriz

Fuente: Elaboración propia



Anexo 5: grasa automotriz nueva

Fuente: Elaboración propia



Anexo 6: Obtención de Aceite y grasa automotriz
Fuente: Elaboración propia



Anexo 7. Contaminación visible del agua del suelo por el ARA
Fuente: Elaboración propia



Anexo 8: Aceite de caja con desgaste en sus componentes
Fuente: Elaboración propia



Anexo 9: Recolección de la grasa residual automotriz
Fuente: Elaboración propia



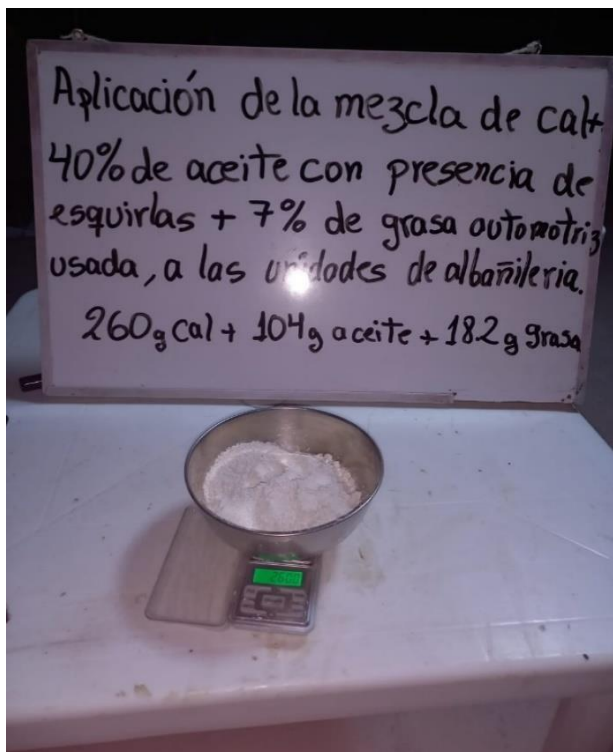
Anexo 10: Colocación del mortero en los ladrillos
Fuente: Elaboración propia



Anexo 11: Limpieza de restos de mortero en los ladrillos
Fuente: Elaboración propia



Anexo 12: Ladrillos tarrajeados en toda su superficie
Fuente: Elaboración propia



Anexo 13: Pesaje de la cal de obra

Fuente: Elaboración propia



Anexo 14: Mezcla con el aceite 80W-90 con esquirlas

Fuente: Elaboración propia



Anexo 15: Colocación de la mezcla sobre los ladrillos sin tarrajear

Fuente: Elaboración propia



Anexo 16: Aplicación de la mezcla con el aceite 20W-50 al 30%

Fuente: Elaboración propia



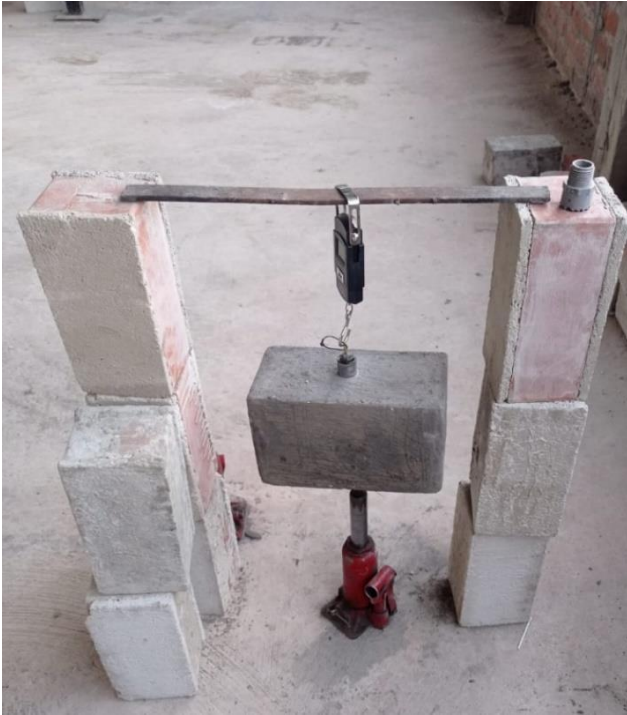
Anexo 17: Aplicación de la mezcla del aceite 80W-90 con esquirilas sobre las unidades tarrajeadas

Fuente: Elaboración propia



Anexo 18: Pesaje de las muestras con el revestimiento de GRA al 5% + 15W-40 y 20W-50 respectivamente

Fuente: Elaboración propia



Anexo 19: Ensayo empírico referente a la norma ASTM D-4541

Fuente: Elaboración propia



Anexo 20: Taqués con el revestimiento del aceite 20W-50 al 40%

Fuente: Elaboración propia



Anexo 21: Muestras con los revestimientos 80W-90 y 20W-50 ensayadas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Costo unitario del revestimiento de cal +ARA

Partida	1.01	CAL CON ACEITE RESIDUAL AUTOMOTRIZ		Costo unitario directo por : m2			11.62
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ 30.0000	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
	OPERARIO	hh		1.0000	0.26666667	28.13	7.50
	PEÓN	hh		0.5000	0.13333333	20.10	2.68
							10.18
Materiales							
	ACEITE RESIDUAL AUTMOTRIZ	gal			0.061	10.00	0.61
	CAL DE OBRA	bol			0.029	18.00	0.52
							1.13
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.00	10.18	0.31
							0.31

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Costo unitario del revestimiento de cal +ARA

Partida	1.02	CAL CON ACEITE Y GRASA RESIDUAL AUTOMOTRIZ		Costo unitario directo por : m2			11.55
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ 30.0000	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
	OPERARIO	hh		1.0000	0.26666667	28.13	7.50
	PEON	hh		0.5000	0.13333333	20.1	2.68
							10.18
Materiales							
	ACEITE RESIDUAL AUTMOTRIZ	gal			0.056	10.00	0.56
	CAL DE OBRA	bol			0.027	18.00	0.49
	GRASA RESIDUAL AUTOMOTRIZ	Kg			0.016	1.00	0.02
							1.06
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.00	10.18	0.31
							0.31

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



(Pág. 01 de 22)

Tesis : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.813 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: MTP						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9120	9465	9710	9720	3.783	6.469	6.579
M-2	8650	8990	9245	9260	3.931	6.879	7.052
M-3	8820	9145	9415	9430	3.685	6.506	6.916
Promedio	8863.33	9200.00	9456.67	9470.00	3.800	6.618	6.849

OBSERVACIONES : La diferencia de entre resultados de 5 y 24 horas es como maximo 15 gramos de agua.



(Pág. 02 de 22)

Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023
 ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.813 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: MP						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5945	6345	6550	6555	6.728	10.177	10.261
M-2	6020	6430	6585	6615	6.811	9.385	9.884
M-3	6020	6435	6590	6590	6.894	9.468	9.468
Promedio	5995.00	6403.33	6575.00	6586.67	6.811	9.677	9.871

OBSERVACIONES : La diferencia máxima entre los resultados de 5 y 24 horas es de 30 gramos de agua.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
3							
M-1	8860	8910	8980	9105	0.564	1.354	2.765
M-2	8735	8805	8850	8970	0.801	1.317	2.690
M-3	8770	8810	8880	9035	0.456	1.254	3.022
Promedio	8788.33	8841.67	8903.33	9036.67	0.607	1.308	2.826

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
4							
M-1	9090	9205	9375	9615	1.265	3.135	5.776
M-2	8990	9115	9280	9510	1.390	3.226	5.784
M-3	9045	9195	9340	9575	1.658	3.261	5.860
Promedio	9041.67	9171.67	9331.67	9566.67	1.438	3.208	5.806

OBSERVACIONES: El mejor resultado en 24 horas es el de la mezcla de cal + aceite 15W-40 al 40 %.



(Pág. 04 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
5							
M-1	8730	8840	9030	9255	1.260	3.436	6.014
M-2	8745	8865	9010	9255	1.372	3.030	5.832
M-3	8670	8750	8970	9165	0.923	3.460	5.709
Promedio	8715.00	8818.33	9003.33	9225.00	1.185	3.309	5.852

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
6							
M-1	8755	8885	9095	9330	1.485	3.883	6.568
M-2	9020	9160	9370	9575	1.552	3.880	6.153
M-3	8795	8940	9145	9385	1.649	3.980	6.708
Promedio	8856.67	8995.00	9203.33	9430.00	1.562	3.914	6.476

OBSERVACIONES: La mejor mezcla fue el de cal + aceite 20W-50 al 40%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 05 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.813 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
7							
M-1	8995	9015	9055	9140	0.222	0.667	1.612
M-2	8850	8875	8895	8970	0.282	0.508	1.356
M-3	8785	8835	8865	8910	0.569	0.911	1.423
Promedio	8876.67	8908.33	8938.33	9006.67	0.358	0.695	1.464

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
8							
M-1	8740	8835	8920	9140	1.087	2.059	4.577
M-2	8835	8900	8995	9220	0.736	1.811	4.358
M-3	9095	9130	9240	9460	0.884	2.099	4.530
Promedio	8890.00	8955.00	9051.67	9273.33	0.902	1.990	4.488

OBSERVACIONES: La mejor mezcla fue el de cal + aceite 25W-60 al 40%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 06 de 22)

Tesiista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
9							
M-1	8790	9015	9230	9440	2.560	5.006	7.395
M-2	8710	8935	9130	9320	2.583	4.822	7.003
M-3	8730	8935	9150	9355	2.348	4.811	7.159
Promedio	8743.33	8961.67	9170.00	9371.67	2.497	4.880	7.186

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
10							
M-1	8870	8970	9145	9340	1.127	3.100	5.299
M-2	8935	9035	9240	9430	1.119	3.414	5.540
M-3	8910	9030	9200	9400	1.347	3.255	5.499
Promedio	8905.00	9011.67	9195.00	9390.00	1.198	3.256	5.446

OBSERVACIONES:
 La absorción a las 24 horas de la mezcla al 40% supero el de la muestra patrón.
 La mejor mezcla fue el de cal + aceite 80W-90 al 50%



(Pág. 07 de 22)

Tesiista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRECENCIA DE ESQUIRLAS (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
11							
M-1	8830	8910	9060	9430	0.906	2.605	6.795
M-2	8840	8940	9075	9455	1.131	2.658	6.957
M-3	9090	9180	9350	9700	0.990	2.860	6.711
Promedio	8920.00	9010.00	9161.67	9528.33	1.009	2.708	6.821

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRECENCIA DE ESQUIRLAS (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
12							
M-1	8700	8820	8940	9360	1.379	2.759	7.586
M-2	8740	8855	9015	9430	1.316	3.146	7.895
M-3	8370	8500	8620	9035	1.553	2.987	7.945
Promedio	8603.33	8725.00	8858.33	9275.00	1.416	2.964	7.809

OBSERVACIONES:
 La absorción a las 24 horas de la mezcla al 50%, sobrepaso el de la muestra patrón.
 La mejor mezcla fue el de cal + aceite 80W-90 con presencia de esquirolas al 40%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 08 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
13							
M-1	8835	8930	9000	9535	1.075	1.868	7.923
M-2	8535	8625	8705	9230	1.054	1.992	8.143
M-3	8630	8710	8810	9345	0.927	2.086	8.285
Promedio	8666.67	8755.00	8838.33	9370.00	1.019	1.982	8.117

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
14							
M-1	8785	8825	8995	9300	0.455	2.390	5.862
M-2	8890	8935	9110	9440	0.506	2.475	6.187
M-3	8750	8790	8935	9285	0.457	2.114	6.114
Promedio	8808.33	8850.00	9013.33	9341.67	0.473	2.326	6.054

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
15							
M-1	9050	9160	9340	9590	1.215	3.204	5.967
M-2	9195	9285	9460	9720	0.979	2.882	5.710
M-3	8440	8540	8700	8975	1.185	3.081	6.339
Promedio	8895.00	8995.00	9166.67	9428.33	1.126	3.056	6.005

OBSERVACIONES:
 La mejor mezcla fue el de cal + aceite 15W-40 al 40% + GRA al 7%



Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
16							
M-1	8910	9015	9185	9415	1.178	3.086	5.668
M-2	8855	8975	9105	9325	1.355	2.823	5.308
M-3	8745	8875	9025	9240	1.487	3.202	5.660
Promedio	8836.67	8955.00	9105.00	9326.67	1.340	3.037	5.545

# de ensayo	CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
17							
M-1	8710	8750	8865	9105	0.459	1.780	4.535
M-2	8920	8990	9065	9315	0.785	1.626	4.428
M-3	8720	8775	8860	9125	0.631	1.606	4.644
Promedio	8783.33	8838.33	8930.00	9181.67	0.625	1.670	4.536

# de ensayo	CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
18							
M-1	8905	8960	9065	9290	0.618	1.797	4.323
M-2	9145	9220	9305	9535	0.820	1.750	4.265
M-3	8890	8955	9025	9255	0.731	1.519	4.106
Promedio	8980.00	9045.00	9131.67	9360.00	0.723	1.688	4.231

OBSERVACIONES:

La mejor mezcla fue el de cal + aceite 20W-50 al 40% + GRA al 7%





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 10 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8510	8565	8595	8705	0.646	0.999	2.291
M-2	8955	8995	9035	9145	0.447	0.893	2.122
M-3	8720	8745	8785	8910	0.287	0.745	2.179
Promedio	8728.33	8768.33	8805.00	8920.00	0.460	0.879	2.197

# de ensayo	CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8455	8535	8600	8850	0.946	1.715	4.672
M-2	8630	8705	8785	9015	0.869	1.796	4.451
M-3	9010	9075	9155	9425	0.721	1.609	4.606
Promedio	8698.33	8771.67	8846.67	9096.67	0.846	1.707	4.580

# de ensayo	CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8880	8975	9065	9310	1.070	2.083	4.842
M-2	8860	8925	9025	9300	0.734	1.862	4.966
M-3	8900	8980	9075	9355	0.899	1.966	5.112
Promedio	8880.00	8960.00	9055.00	9321.67	0.901	1.971	4.974

OBSERVACIONES:
 La mejor mezcla fue el de cal + aceite 25W-60 al 40% + GRA al 3%

(Pág. 11 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8810	9005	9170	9540	2.213	4.086	8.286
M-2	8980	9210	9370	9725	2.561	4.343	8.296
M-3	9095	9305	9480	9820	2.309	4.233	7.971
Promedio	8961.67	9173.33	9340.00	9695.00	2.361	4.221	8.185

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9015	9080	9200	9605	0.721	2.052	6.545
M-2	8700	8770	8875	9285	0.805	2.011	6.724
M-3	8920	8975	9115	9535	0.617	2.186	6.895
Promedio	8878.33	8941.67	9063.33	9475.00	0.714	2.083	6.721

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	9040	9100	9155	9445	0.664	1.272	4.480
M-2	8825	8865	8920	9215	0.453	1.076	4.419
M-3	8585	8620	8675	8965	0.408	1.048	4.426
Promedio	8816.67	8861.67	8916.67	9208.33	0.508	1.132	4.442

OBSERVACIONES:
 La mejor mezcla fue el de cal + aceite 80W-90 al 50% + GRA al 7%



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 12 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Plura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +3% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8700	8820	8935	9270	1.379	2.701	6.552
M-2	8875	8995	9115	9430	1.352	2.704	6.254
M-3	9030	9135	9250	9590	1.163	2.436	6.202
Promedio	8868.33	8983.33	9100.00	9430.00	1.298	2.614	6.336

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +5% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8955	9045	9120	9390	1.005	1.843	4.858
M-2	9095	9145	9220	9520	0.550	1.374	4.673
M-3	8605	8680	8755	9050	0.872	1.743	5.171
Promedio	8885.00	8956.67	9031.67	9320.00	0.809	1.653	4.901

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS 40% +7% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	8810	8900	8970	9455	1.022	1.816	7.321
M-2	8825	8910	9000	9455	0.963	1.983	7.139
M-3	8890	8965	9050	9525	0.844	1.800	7.143
Promedio	8841.67	8925.00	9006.67	9478.33	0.943	1.866	7.201

OBSERVACIONES:

La mejor mezcla fue de cal + aceite 80W-90 con presencia de esquirlas al 40% + GRA al 5%

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Plura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5965	6120	6475	6485	2.598	8.718	8.550
M-2	5475	5610	5965	5995	2.466	8.950	9.498
M-3	5985	6145	6485	6490	2.673	8.354	8.438
Promedio	5808.33	5958.33	6308.33	6323.33	2.579	8.674	8.828

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 15W-40 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6240	6535	6820	6820	4.728	9.295	9.295
M-2	6320	6605	6885	6890	4.509	8.940	9.019
M-3	6205	6485	6745	6750	4.512	8.703	8.783
Promedio	6255.00	6541.67	6816.67	6820.00	4.583	8.979	9.032

OBSERVACIONES:

El menor promedio de absorción a las muestras sin tarraear evaluado a las 24 horas fue al 40% de aceite.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 14 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5630	5710	6120	6175	1.421	8.703	9.680
M-2	5705	5775	6230	6265	1.227	9.202	9.816
M-3	6190	6250	6700	6750	0.969	8.239	9.047
Promedio	5841.67	5911.67	6350.00	6396.67	1.206	8.715	9.514

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 20W-50 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5670	5775	6275	6275	1.852	10.670	10.670
M-2	5575	5670	6185	6215	1.704	10.942	11.480
M-3	5970	6080	6590	6605	1.843	10.385	10.637
Promedio	5738.33	5841.67	6350.00	6365.00	1.799	10.666	10.929

OBSERVACIONES:

El menor promedio de absorción a las muestras sin tarraear evaluado a las 24 horas fue al 40% de aceite.



(Pág. 15 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6035	6080	6520	6535	0.746	8.036	8.285
M-2	6235	6285	6710	6725	0.802	7.618	7.859
M-3	6175	6210	6655	6675	0.567	7.773	8.097
Promedio	6148.33	6191.67	6628.33	6645.00	0.705	7.809	8.080

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 25W-60 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6050	6150	6575	6590	1.488	8.678	8.926
M-2	5600	5685	6140	6165	1.518	9.643	10.089
M-3	5845	5915	6390	6395	1.198	9.324	9.410
Promedio	5831.67	5916.67	6368.33	6383.33	1.401	9.215	9.475

OBSERVACIONES:

El menor promedio de absorción a las muestras sin tarraear evaluado a las 24 horas fue al 40% de aceite.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 16 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
34							
M-1	5925	6260	6780	6785	5.654	14.430	14.515
M-2	6000	6330	6870	6880	5.500	14.500	14.667
M-3	5930	6245	6815	6825	5.312	14.924	15.093
Promedio	5951.67	6278.33	6821.67	6830.00	5.489	14.618	14.758

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
35							
M-1	6015	6305	6775	6790	4.821	12.635	12.884
M-2	5960	6255	6710	6725	4.950	12.584	12.836
M-3	6030	6315	6780	6785	4.726	12.438	12.521
Promedio	6001.67	6291.67	6755.00	6766.67	4.832	12.552	12.747



OBSERVACIONES:

El menor promedio de absorción a las muestras sin tarraear evaluado a las 24 horas fue al 50% de aceite.

(Pág. 17 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS (40%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
36							
M-1	6045	6135	6535	6560	1.489	8.106	8.519
M-2	5585	5670	6050	6080	1.522	8.326	8.863
M-3	5715	5800	6200	6220	1.487	8.486	8.836
Promedio	5781.67	5868.33	6261.67	6286.67	1.499	8.306	8.740

# de ensayo	CAL + ADICIÓN DE ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRLAS (50%)						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
37							
M-1	6185	6295	6775	6770	1.778	9.216	9.458
M-2	6205	6325	6775	6800	1.934	9.186	9.589
M-3	6200	6300	6740	6770	1.613	8.710	9.194
Promedio	6196.67	6306.67	6763.33	6780.00	1.775	9.037	9.414



OBSERVACIONES:

El menor promedio de absorción a las muestras sin tarraear evaluado a las 24 horas fue al 40% de aceite.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 16 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
38							
M-1	6095	6180	6495	6600	1.395	6.563	8.285
M-2	6185	6235	6605	6680	0.805	6.791	8.003
M-3	6040	6105	6480	6575	1.076	7.285	8.858
Promedio	6106.67	6173.33	6526.67	6618.33	1.093	6.879	8.382

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
39							
M-1	6280	6365	6500	6670	1.354	3.503	6.210
M-2	6120	6200	6335	6485	1.307	3.513	5.964
M-3	6085	6180	6280	6455	1.561	3.205	6.081
Promedio	6161.67	6248.33	6371.67	6536.67	1.407	3.407	6.085

# de ensayo	CAL + ACEITE 15W-40 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
40							
M-1	6235	6290	6365	6585	0.882	2.085	5.613
M-2	6105	6175	6255	6465	1.147	2.457	5.897
M-3	5615	5690	5740	5950	1.336	2.226	5.966
Promedio	5985.00	6051.67	6120.00	6333.33	1.121	2.256	5.825



Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
41							
M-1	5845	5925	5990	6210	1.369	2.481	6.245
M-2	6110	6170	6280	6500	0.982	2.782	6.383
M-3	6065	6130	6220	6460	1.072	2.556	6.513
Promedio	6006.67	6075.00	6163.33	6390.00	1.141	2.605	6.380

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
42							
M-1	5585	5705	5735	5955	2.149	2.686	6.625
M-2	6355	6470	6510	6720	1.81	2.439	5.744
M-3	6350	6455	6505	6755	1.654	2.441	6.378
Promedio	6096.67	6210.00	6250.00	6476.67	1.871	2.522	6.249

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 20W-50 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
43							
M-1	6140	6210	6310	6525	1.140	2.759	6.270
M-2	6060	6120	6205	6440	0.990	2.393	6.271
M-3	6595	6665	6755	6960	1.061	2.426	5.534
Promedio	6265.00	6331.67	6423.33	6641.67	1.064	2.529	6.025



OBSERVACIONES:
 La mezcla de cal+ aceite +grasa al 7% tuvo la menor absorción en 24 horas de inmersión a agua.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 20 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6215	6245	6315	6400	0.483	1.609	2.977
M-2	5655	5690	5740	5845	0.619	1.503	3.360
M-3	5745	5795	5860	5920	0.870	2.002	3.046
Promedio	5871.67	5910.00	5971.67	6055.00	0.657	1.705	3.128

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6060	6095	6175	6285	0.578	1.898	3.713
M-2	6200	6255	6320	6430	0.887	1.935	3.710
M-3	5900	5960	6030	6140	1.037	2.203	4.068
Promedio	6053.33	6103.33	6175.00	6285.00	0.827	2.012	3.830

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 25W-60 AL 40% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5715	5795	5855	5980	1.400	2.450	4.637
M-2	5695	5760	5830	5975	1.141	2.371	4.917
M-3	5580	5650	5715	5855	1.254	2.419	4.928
Promedio	5663.33	5735.00	5800.00	5936.67	1.265	2.413	4.827



Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayeque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 3% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	6045	6480	6605	6615	7.196	9.264	9.420
M-2	5955	6410	6300	6545	7.641	9.152	9.908
M-3	6200	6655	6765	6780	7.339	9.113	9.355
Promedio	6066.67	6515.00	6623.33	6646.67	7.392	9.176	9.564

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 5% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5975	6120	6255	6495	2.427	4.686	8.703
M-2	6180	6330	6455	6710	2.427	4.450	8.576
M-3	6130	6290	6385	6645	2.121	4.160	8.401
Promedio	6095.00	6236.67	6365.00	6616.67	2.325	4.432	8.560

# de ensayo	Nombre del ensayo: CAL + ACEITE 80W-90 AL 50% + 7% DE GRASA AUTOMOTRIZ						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
M-1	5915	5990	6075	6385	1.268	2.705	7.946
M-2	5660	6030	6105	6440	1.174	2.433	8.054
M-3	6175	6225	6330	6625	0.810	2.510	7.287
Promedio	6016.67	6081.67	6170.00	6483.33	1.084	2.549	7.762



OBSERVACIONES:
 La mezcla de cal+ aceite +grasa al 7% tuvo la menor absorción en 24 horas de inmersión a agua.

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

(Pág. 22 de 22)

Tesista : LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO
 Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Evaluación del grado de permeabilidad en muros de albañilería exteriores con un revestimiento a base de cal con aceite o grasa residual, para la provincia de Huancabamba-Piura
 Ubicación : Chiclayo-Lambayque
 Fecha : Chiclayo, 02 de octubre del 2023

ENSAYO : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA Porcentaje de Absorción
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 399.613 : 2005

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRILAS 40% +3% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
50							
M-1	5815	5920	6050	6370	1.806	4.041	9.544
M-2	6125	6225	6370	6675	1.633	4.000	8.980
M-3	6090	6200	6315	6615	1.806	3.695	8.621
Promedio	6010.00	6115.00	6245.00	6553.33	1.748	3.912	9.048

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRILAS 40% +5% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
51							
M-1	6115	6210	6325	6635	1.554	3.434	8.504
M-2	5940	6050	6145	6485	1.852	3.451	9.175
M-3	6055	6150	6280	6595	1.569	3.716	8.918
Promedio	6036.67	6136.67	6250.00	6571.67	1.658	3.534	8.866

# de ensayo	CAL + ACEITE 80W-90 CON PRESENCIA DE ESQUIRILAS 40% +7% DE GRASA						
	Peso seco (gramos)	Peso húmedo (gramos)			Absorción (%)		
		1h	5h	24h	1h	5h	24h
52							
M-1	6010	6150	6255	6600	2.329	4.077	9.817
M-2	6055	6190	6320	6625	2.230	4.377	9.414
M-3	5680	5825	5960	6240	2.553	4.930	9.859
Promedio	5915.00	6055.00	6178.33	6488.33	2.371	4.461	9.697



OBSERVACIONES:
 La mezcla de cal+ aceite +grasa al 5% tuvo la menor absorción en 24 horas de inmersión a agua.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2338406 Rev. 0

LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO

Pasaje Porvenir 105

ENV / LB-353156-003

Fecha de Recepción SGS : 09-11-2023

Fecha de Ejecución : Del 09-11-2023 al 17-11-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M01

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 23/11/2023

Frank M. Julcamoro Quispe

C.Q.P. 4033

Supervisor de Laboratorio

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2338406 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M01
FECHA DE MUESTREO					08/11/2023
HORA DE MUESTREO					15:55:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Sensoriales					
Sabor	EW_APHA2160C	---	--	--	5 ACEPTABLE
Olor	EW_ISO4121	---	--	--	Aceptable
Olor Cond. Ambientales (HR)	EW_ISO4121	%	--	--	54.0
Olor Cond. Ambientales (T)	EW_ISO4121	°C	--	--	21.3
Análisis General					
Color Verdadero	EW_APHA2120C_DIS_CX	UC	0.4	1.0	<1.0
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	1.0 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C_CX	mgCaCO3/L	0.5	1.1	30.3 ± 8.80
Conductividad	EW_APHA2510B_CX	µS/cm	--	--	1,062.0 ± 212.40
Sólidos Totales	EW_APHA2540B_CX	mg Sólidos Totales/L	1	3	879 ± 211
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	7.29 * ± 2.19
Aceites y Grasas	EW_ASTM23921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Metales y Gases					
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	<0.001
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00013	0.00004	<0.00004
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	0.0093 ± 0.00080
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	<0.00001
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.002	<0.002
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	<0.00001
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.009	0.003	12.982 ± 1.30
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00024	0.00008	<0.00008
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	<0.00001
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00009	0.00003	<0.00003
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Estadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00010	0.00003	<0.00003
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.047	0.015	<0.015
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00012	0.00004	<0.00004
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00005	<0.00005
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0013	0.0004	0.0195 ± 0.0016
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0015	0.0005	<0.0005
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	0.932 ± 0.11
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00010	0.00003	0.02432 ± 0.0017
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00009	0.00003	<0.00003
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00008	0.00002	<0.00002
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0015	0.0005	<0.0005
Niquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.1300	0.0400	0.1128 ± 0.0090
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0009	0.0003	<0.0003
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0013	0.0004	<0.0004
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.27	0.09	0.63 * ± 0.080
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.13	0.04	0.29 ± 0.030
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.019	0.006	94.826 ± 10.43
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Tantalo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0021	0.0007	<0.0007
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	<0.001
Torio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00019	0.00006	<0.00006
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Zinc Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0026	0.0008	0.0139 ± 0.0014
Zirconio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045


SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Julcamoro Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2338406 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.001	<0.001		103 - 105%	105%	5%
Antimonio Total	mg/L	0.00004	<0.00004		103 - 105%	108%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010		100%	104%	0%
Bario Total	mg/L	0.0001	<0.0001		99 - 103%	101%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		98 - 100%	99%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00001	<0.00001		102 - 103%	100%	0%
Boro Total	mg/L	0.002	<0.002		99 - 105%	107%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00001	<0.00001		96 - 101%	105%	0%
Calcio Total	mg/L	0.003	<0.003		104%	95%	3%
Cerio Total	mg/L	0.00008	<0.00008		102 - 104%	98%	1%
Cesio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		98 - 101%	106%	1%
Cobalto Total	mg/L	0.00001	<0.00001		99 - 104%	101%	1%
Cobre Total	mg/L	0.00003	<0.00003		96 - 104%	99%	1%
Cromo Total	mg/L	0.0001	<0.0001		97 - 101%	102%	1%
Estaño Total	mg/L	0.00003	<0.00003		99 - 105%	100%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		103 - 105%	104%	1%
Fósforo Total	mg/L	0.015	<0.015		101 - 104%	101%	1%
Gaio Total	mg/L	0.00004	<0.00004		101%	100%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		96 - 102%	98%	0%
Hafnio Total	mg/L	0.00005	<0.00005		101 - 103%	101%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0004	<0.0004		97 - 103%	102%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0005	<0.0005		101 - 103%	105%	3%
Litio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		103 - 104%	107%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		96 - 103%	96%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.001	<0.001		99 - 104%	104%	7%
Manganeso Total	mg/L	0.00003	<0.00003		95 - 103%	103%	4%
Mercurio Total	mg/L	0.00003	<0.00003		98 - 103%	101%	0%
Molibdeno Total	mg/L	0.00002	<0.00002		99 - 103%	101%	1%
Niobio Total	mg/L	0.0005	<0.0005		97 - 101%	108%	0%
Níquel Total	mg/L	0.0002	<0.0002		101 - 103%	101%	1%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010		93 - 101%	98%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0002	<0.0002		97 - 102%	102%	2%
Potasio Total	mg/L	0.0400	<0.0400		99 - 107%	107%	5%
Rubidio Total	mg/L	0.0003	<0.0003		97 - 101%	99%	0%
Selenio Total	mg/L	0.0004	<0.0004		97 - 101%	99%	0%
Silice Total	mg/L	0.09	<0.09		98 - 104%	104%	11%
Silicio Total	mg/L	0.04	<0.04		99 - 103%	104%	11%
Sodio Total	mg/L	0.006	<0.006		98 - 104%	104%	0%
Talio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		98 - 102%	103%	1%
Tantalio Total	mg/L	0.0007	<0.0007		94 - 101%	96%	1%
Teluro Total	mg/L	0.001	<0.001		93 - 105%	94%	0%
Torio Total	mg/L	0.00006	<0.00006		100 - 102%	101%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		100 - 107%	98%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010		98 - 103%	99%	0%
Vanadio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		101 - 104%	105%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		100 - 103%	103%	0%
Yterbio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		100 - 102%	101%	1%
Zinc Total	mg/L	0.0008	<0.0008		98 - 105%	97%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045		100 - 105%	102%	1%
Conductividad	µS/cm	--	--	0%	100%		
Dureza Total	mgCaCO3/L	1.1	<1.1	0%	101%		
Turbidez	NTU	0.2	<0.2	0%	NA		
Color Verdadero	UC	1.0	<1.0	0%	96%		
Potencial de Hidrógeno	pH	--	--	0%	100 - 101%		
Sólidos Totales	mg Sólidos Totales/L	3		4%	95%		
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	102%	103%	

SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Jilismoro Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial
Ba. San Antonio
Jr. Arnaldo Márquez

Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Arequipa t (054) 213 506 Pe.servicios@sgs.com
Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2338406 Rev. 0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2120C_DIS_CX	Cajamarca	Color Verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120-C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric Single-Wavelength Method (Proposed)
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2160C	Callao	Sabor	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2160-C, 23rd Ed.: 2020. Flavor Ratio Assesment (FRA)
EW_APHA2340C_CX	Cajamarca	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 24th Ed. 2023. Hardness. EDTA Titrimetric Method
EW_APHA2510B_CX	Cajamarca	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed.: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540B_CX	Cajamarca	Sólidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-B; 23rd Ed.: 2017. Solids :Total Solids Dried at 103-105°C
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ -B; 23rd Ed.: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015
EW_EPA200_8_CX	Cajamarca	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_ISO4121	Callao	Olor	ISO 4121:2003. Sensory Analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales.


SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Julcamoro Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033

Página 4 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348 Callao 1 Callao t (511) 517 1900 www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 Parque Industrial Arequipa t (054) 213 506 e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez Ba. San Antonio Cajamarca t (076) 366 092

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2338406 Rev. 0**

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Notas Análisis Sensorial:

Estación: MQ1

Olor: Inodoro, libre de olor extraño

Para el ensayo de Olor en Agua de Bebida se utilizó el documento relacionado ANA-DR-AFL.408
Para el ensayo de Sabor en Agua de Bebida se utilizó el documento relacionado ANA-DR-AFL.409



SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Jumbando Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



**INFORME DE ENSAYO
MA2338303 Rev. 0**

LABAN FACUNDO LUIS ALEJANDRO

Pasaje Porvenir 105

ENV / LB-353156-002

Fecha de Recepción SGS : 09-11-2023

Fecha de Ejecución : Del 09-11-2023 al 17-11-2023

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

Estación de Muestreo
M02

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 23/11/2023

Frank M. Julcampro Quispe
C.Q.P. 1033
Supervisor de Laboratorio

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Página 1 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

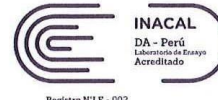
Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



Registro N° LE - 002

**INFORME DE ENSAYO
MA2338303 Rev. 0**

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					M02
FECHA DE MUESTREO					08/11/2023
HORA DE MUESTREO					15:56:00
CATEGORIA					AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO
SUB CATEGORIA					AGUA DE BEBIDA
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis Sensoriales					
Sabor	EW_APHA2160C	---	--	--	3 ACEPTABLE
Olor	EW_ISO4121	---	--	--	Aceptable
Olor Cond. Ambientales (HR)	EW_ISO4121	%	--	--	54.0
Olor Cond. Ambientales (T)	EW_ISO4121	°C	--	--	21.3
Análisis Químico					
Color Verdadero	EW_APHA2120C_DIS_CX	UC	0.4	1.0	<1.0
Turbidez	EW_APHA2130B_CX	NTU	0.1	0.2	1.0 ± 0.20
Dureza Total	EW_APHA2340C_CX	mgCaCO3/L	0.5	1.1	284.2 ± 82.40
Conductividad	EW_APHA2510B_CX	µS/cm	--	--	1,054.0 ± 210.80
Sólidos Totales	EW_APHA2540B_CX	mg Sólidos Totales/L	1	3	867 ± 208
Potencial de Hidrógeno	EW_APHA4500HB_CX	pH	--	--	8.56 * ± 2.57
Aceites y Grasas	EW_ASTMD3921	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Metales Totales					
Aluminio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	<0.001
Antimonio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00013	0.00004	<0.00004
Arsénico Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00010	<0.00010
Bario Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Berilio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	0.00019 ± 0.000040
Bismuto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	0.00009 ± 0.000020
Boro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.006	0.002	<0.002
Cadmio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	<0.00001
Calcio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.009	0.003	106.395 ± 10.64
Cerio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00024	0.00008	<0.00008
Cesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Cobalto Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.00001	<0.00001
Cobre Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00009	0.00003	<0.00003
Cromo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Estaño Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00010	0.00003	<0.00003
Estroncio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Fósforo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.047	0.015	<0.015
Galio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00012	0.00004	<0.00004
Germanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Hafnio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00005	<0.00005
Hierro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0013	0.0004	0.1745 ± 0.014
Lantano Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0015	0.0005	<0.0005
Litio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Lutecio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Magnesio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	2.493 ± 0.30
Manganeso Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00010	0.00003	0.05406 ± 0.0038
Mercurio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00009	0.00003	<0.00003
Molibdeno Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Niobio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0015	0.0005	<0.0005
Niquel Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Plata Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.000010	<0.000010
Plomo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Potasio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.1300	0.0400	<0.0400
Rubidio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0009	0.0003	<0.0003
Selenio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0013	0.0004	<0.0004
Silice Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.27	0.09	0.50 * ± 0.060
Silicio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.13	0.04	0.23 ± 0.030
Sodio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.019	0.006	2.610 ± 0.29
Talio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Tantalo Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0021	0.0007	<0.0007
Teluro Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.003	0.001	<0.001
Torio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00019	0.00006	<0.00006
Titanio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Uranio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00003	0.000010	<0.000010
Vanadio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0003	0.0001	<0.0001
Wolframio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0006	0.0002	<0.0002
Yterbio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00006	0.00002	<0.00002
Zinc Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.0026	0.0008	0.0010 ± 0.00010
Zirconio Total	EW_EPA200_8_CX	mg/L	0.00015	0.00045	<0.00045

SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Julcamor/ Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



Registro N° LE - 002

INFORME DE ENSAYO
MA2338303 Rev. 0

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery	MSD %RPD
Aluminio Total	mg/L	0.001	<0.001		102 - 103%	101%	0%
Antimonio Total	mg/L	0.00004	<0.00004		99 - 102%	104%	0%
Arsénico Total	mg/L	0.00010	<0.00010		97 - 101%	100%	0%
Bario Total	mg/L	0.0001	<0.0001		100 - 101%	104%	0%
Berilio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		97 - 107%	97%	0%
Bismuto Total	mg/L	0.00001	<0.00001		101 - 102%	101%	0%
Boro Total	mg/L	0.002	<0.002		97 - 108%	103%	0%
Cadmio Total	mg/L	0.00001	<0.00001		97 - 107%	101%	0%
Calcio Total	mg/L	0.003	<0.003		98 - 103%	91%	0%
Cerio Total	mg/L	0.00008	<0.00008		100 - 101%	102%	0%
Cesio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		96 - 101%	102%	0%
Cobalto Total	mg/L	0.00001	<0.00001		93 - 99%	101%	0%
Cobre Total	mg/L	0.00003	<0.00003		96%	102%	0%
Cromo Total	mg/L	0.0001	<0.0001		101 - 102%	102%	0%
Estaño Total	mg/L	0.00003	<0.00003		98 - 103%	100%	0%
Estroncio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		99 - 103%	105%	0%
Fósforo Total	mg/L	0.015	<0.015		100 - 103%	100%	2%
Galio Total	mg/L	0.00004	<0.00004		97 - 106%	102%	0%
Germanio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		99 - 101%	101%	1%
Hafnio Total	mg/L	0.00005	<0.00005		95 - 103%	100%	0%
Hierro Total	mg/L	0.0004	<0.0004		101 - 108%	100%	0%
Lantano Total	mg/L	0.0005	<0.0005		100 - 101%	101%	0%
Litio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		97 - 103%	100%	1%
Lutecio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		102 - 105%	102%	0%
Magnesio Total	mg/L	0.001	<0.001		105 - 107%	102%	1%
Manganeso Total	mg/L	0.00003	<0.00003		103 - 106%	101%	0%
Mercurio Total	mg/L	0.00003	<0.00003		95 - 103%	99%	1%
Molibdeno Total	mg/L	0.00002	<0.00002		100 - 101%	99%	0%
Niobio Total	mg/L	0.0005	<0.0005		101 - 102%	100%	0%
Niquel Total	mg/L	0.0002	<0.0002		101 - 103%	99%	0%
Plata Total	mg/L	0.000010	<0.000010		93 - 100%	100%	0%
Plomo Total	mg/L	0.0002	<0.0002		98 - 99%	105%	0%
Potasio Total	mg/L	0.0400	<0.0400		102 - 105%	109%	0%
Rubidio Total	mg/L	0.0003	<0.0003		103 - 105%	101%	1%
Selenio Total	mg/L	0.0004	<0.0004		98 - 100%	100%	0%
Silice Total	mg/L	0.09	<0.09		97 - 107%	95%	0%
Silicio Total	mg/L	0.04	<0.04		99 - 106%	95%	0%
Sodio Total	mg/L	0.006	<0.006		100 - 107%	94%	0%
Talio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		98%	100%	0%
Tantalio Total	mg/L	0.0007	<0.0007		100 - 103%	103%	1%
Teluro Total	mg/L	0.001	<0.001		102%	100%	0%
Thorio Total	mg/L	0.00006	<0.00006		99 - 100%	104%	0%
Titanio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		102 - 105%	100%	0%
Uranio Total	mg/L	0.000010	<0.000010		102 - 104%	100%	1%
Vanadio Total	mg/L	0.0001	<0.0001		100 - 101%	103%	0%
Wolframio Total	mg/L	0.0002	<0.0002		101 - 106%	99%	1%
Yterbio Total	mg/L	0.00002	<0.00002		103 - 106%	101%	0%
Zinc Total	mg/L	0.0008	<0.0008		103 - 105%	103%	0%
Zirconio Total	mg/L	0.00045	<0.00045		100 - 101%	104%	0%
Conductividad	µS/cm	--	--	0%	100%		
Dureza	mgCaCO3/L	1.1	<1.1	0%	101%		
Turbidez	NTU	0.2	--	0%	NA		
Color Verdadero	UC	1.0	<1.0	0%	96%		
Potencial de Hidrógeno	pH	--	--	0%	100 - 101%		
Sólidos Totales	mg Sólidos Totales/L	3	--	4%	95%		
Aceites y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	99%	108%	



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2338303 Rev. 0

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2120C_DIS_CX	Cajamarca	Color Verdadero	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120-C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric Single-Wavelength Method (Proposed)
EW_APHA2130B_CX	Cajamarca	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed.: 2017. Turbidity. Nephelometric Method
EW_APHA2160C	Callao	Sabor	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2160-C, 23rd Ed.: 2020. Flavor Ratio Assesment (FRA)
EW_APHA2340C_CX	Cajamarca	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 24th Ed. 2023. Hardness. EDTA Titrimetric Method
EW_APHA2510B_CX	Cajamarca	Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510-B, 23rd Ed.: 2017. Conductivity: Laboratory Method
EW_APHA2540B_CX	Cajamarca	Sólidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-B; 23rd Ed.:2017. Solids :Total Solids Dried at 103-105°C
EW_APHA4500HB_CX	Cajamarca	Potencial de Hidrógeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B; 23rd Ed.: 2017. pH Value: Electrometric Method.
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water. (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2015
EW_EPA200_8_CX	Cajamarca	Metales Totales	EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry.
EW_ISO4121	Callao	Olor	ISO 4121:2003. Sensory Analysis. Guidelines for the use of quantitative response scales.


SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Julcamoro Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1033

Página 4 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002



INFORME DE ENSAYO
MA2338303 Rev. 0

NOTAS

Notas:

- El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.
- Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.
- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Notas Análisis Sensorial:

Estación: M02

Olor: Inodoro, libre de olor extraño

Para el ensayo de Olor en Agua de Bebida se utilizó el documento relacionado ANA-DR-AFL.408

Para el ensayo de Sabor en Agua de Bebida se utilizó el documento relacionado ANA-DR-AFL.409

SGS DEL PERÚ S.A.C.
Quim. Frank M. Julcamoro Quispe
SUPERVISOR DE LABORATORIO
CQP 1933

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Este documento es emitido bajo las Condiciones Generales de Servicio de SGS del Perú S.A.C, las cuales se encuentran descritas en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia; queda prohibida la reproducción total o parcial, salvo autorización escrita de SGS del Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas; no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas y de la información proporcionada por el cliente.

Última Revisión Enero 2022

Página 5 de 5

SGS del Perú S.A.C.

Av. Elmer Faucett 3348
Ernesto Gunther 275
Jr. Arnaldo Márquez

Callao 1
Parque Industrial
Ba. San Antonio

Callao t (511) 517 1900
Arequipa t (054) 213 506
Cajamarca t (076) 366 092

www.sgs.pe
e Pe.servicios@sgs.com

Miembro del Grupo SGS (Société Générale de Surveillance)

INFORME DE ENSAYO N° 00837H/24

ITS REF.: PER/03437-24

CLIENTE : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
DIRECCION : AV. SAN JOSEMARIA ESCRIBA DE NRO. 855 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA (4) : ACEITE LUBRICANTE
INFORMACION DE LA MUESTRA :
IDENTIFICACION : MUESTRA #1, FECHA M:01.04.2024
CANTIDAD : Una (1 x 500 ml) muestra
PRESENTACION : Envases de plástico
PROCEDENCIA : Suministrado por el cliente
FECHA DE RECEPCION EN EL LAB. : 1 de Abril de 2024
FECHA DE ANALISIS : 5 de Abril de 2024
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 04429L/24
REFERENCIA DEL CLIENTE : Correo Electronico

MÉTODOS/VERSION	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
ASTM D7279-20	Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos opacos y transparentes * Viscosidad a 100°C, cSt *	cSt	14,40
ASTM D1298-12b(2017)e1	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo crudo y productos derivados del petróleo líquidos mediante el método del hidrómetro Densidad a 15°C	Kg/L	0,9028

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditado por el INACAL – DA

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.
- Los resultados del ensayo emitido en el presente informe solo son válidos para las muestras indicadas no debiendo ser usados como una certificación de conformidad o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo brinda.
- La información contenida en este informe esta basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A.. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser constituido como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 8 de Abril del 2024

Atentamente.

Firmado Digitalmente Por:
CARLOS ANTONIO
GONZALES YAPO
Fecha: 8/04/2024 19:33:02

INFORME DE ENSAYO N° 00838H/24

ITS REF.: PER/03437-24

CLIENTE : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
DIRECCION : AV. SAN JOSE MARIA ESCRIBA DE NRO. 855 LAMBAYEQUE - CHICLAYO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA (1) : ACEITE LUBRICANTE
INFORMACION DE LA MUESTRA :
IDENTIFICACION : MUESTRA #2, FECHA M:01.04.2024
CANTIDAD : Una (1 x 500 ml) muestra
PRESENTACION : Envases de plástico
PROCEDENCIA : Suministrado por el cliente
FECHA DE RECEPCION EN EL LAB. : 1 de Abril de 2024
FECHA DE ANALISIS : 5 de Abril de 2024
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 04430L/24
REFERENCIA DEL CLIENTE : Correo Electronico

MÉTODOS/VERSION	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
ASTM D7279-20	Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos opacos y transparentes * Viscosidad a 100°C, cSt *	cSt	18,86
ASTM D1298-12b(2017)e1	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo crudo y productos derivados del petróleo líquidos mediante el método del hidrómetro Densidad a 15°C	Kg/L	0,8984

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditado por el INACAL – DA

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.
- Los resultados del ensayo emitido en el presente informe solo son válidos para las muestras indicadas no debiendo ser usados como una certificación de conformidad o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo brinda.
- La información contenida en este informe esta basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A.. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser constituido como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 8 de Abril del 2024

Atentamente.

Firmado Digitalmente Por:
CARLOS ANTONIO
GONZALES YAPO
Fecha: 8/04/2024 19:33:03

INFORME DE ENSAYO N° 00839H/24

ITS REF.: PER/03437-24

CLIENTE : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
DIRECCION : AV. SAN JOSEMARIA ESCRIVA DE NRO. 855 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA (1) : ACEITE LUBRICANTE
INFORMACION DE LA MUESTRA :
IDENTIFICACION : MUESTRA #3,FECHA M:01.04.2024
CANTIDAD : Una (1 x 500 ml) muestra
PRESENTACION : Envases de plástico
PROCEDENCIA : Suministrado por el cliente
FECHA DE RECEPCION EN EL LAB. : 1 de Abril de 2024
FECHA DE ANALISIS : 5 de Abril de 2024
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 04431L/24
REFERENCIA DEL CLIENTE : Correo Electronico

MÉTODOS/VERSION	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
ASTM D7279-20	Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos opacos y transparentes * Viscosidad a 100°C, cSt *	cSt	15,47
ASTM D1298-12b(2017)e1	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo crudo y productos derivados del petróleo líquidos mediante el método del hidrómetro Densidad a 15°C	Kg/L	0,8966

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditado por el INACAL – DA

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.
- Los resultados del ensayo emitido en el presente informe solo son válidos para las muestras indicadas no debiendo ser usados como una certificación de conformidad o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo brinda.
- La información contenida en este informe esta basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A.. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser constituido como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 8 de Abril del 2024

Atentamente.

Firmado Digitalmente Por:
CARLOS ANTONIO
GONZALES YAPO
Fecha: 8/04/2024 19:33:04

INFORME DE ENSAYO N° 00840H/24

ITS REF.: PER/03437-24

CLIENTE : UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
DIRECCION : AV. SAN JOSEMARIA ESCRIBA DE NRO. 855 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA (1) : ACEITE LUBRICANTE
INFORMACION DE LA MUESTRA :
IDENTIFICACION : MUESTRA #4, FECHA M:01.04.2024
CANTIDAD : Una (1 x 500 ml) muestra
PRESENTACION : Envases de plástico
PROCEDENCIA : Suministrado por el cliente
FECHA DE RECEPCION EN EL LAB. : 1 de Abril de 2024
FECHA DE ANALISIS : 5 de Abril de 2024
REFERENCIA DEL LABORATORIO : 04432L/24
REFERENCIA DEL CLIENTE : Correo Electronico

MÉTODOS/VERSION	ENSAYO	UNIDADES	RESULTADOS
ASTM D7279-20	Método de prueba estándar para la viscosidad cinemática de líquidos opacos y transparentes * Viscosidad a 100°C, cSt *	cSt	10,47
ASTM D1298-12b(2017)e1	Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa o gravedad API de petróleo crudo y productos derivados del petróleo líquidos mediante el método del hidrómetro Densidad a 15°C	Kg/L	0,8737

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditado por el INACAL – DA

Notas:

- Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente sin la aprobación por escrito de INTERTEK TESTING SERVICES PERU S.A.
- Los resultados del ensayo emitido en el presente informe solo son válidos para las muestras indicadas no debiendo ser usados como una certificación de conformidad o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo brinda.
- La información contenida en este informe esta basada en pruebas de laboratorio y observaciones realizadas por Intertek Testing Services Perú S.A.. La muestra fue enviada por el cliente sólo para análisis. En estos casos, donde nosotros no podemos acreditar la procedencia de la muestra, Intertek Testing Services Perú S.A. renuncia a cualquier responsabilidad por daño o lesión que puede resultar por el uso de la información contenida en este informe, y nada de lo contenido debe ser constituido como una garantía o representación por Intertek Testing Services Perú S.A. con respecto a la exactitud de la información, la muestra, producto o ítem descrito, o su adecuación de uso para cualquier propósito específico.

Lima, 8 de Abril del 2024

Atentamente.

Firmado Digitalmente Por:
CARLOS ANTONIO
GONZALES YAPO
Fecha: 8/04/2024 19:33:06

