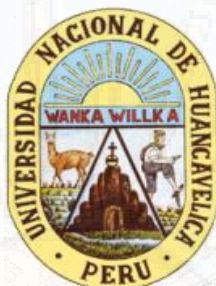


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL-
HUANCAMELICA**



TESIS

**“IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL
MANTENIMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS EN LA
CIUDAD DE HUANCAMELICA”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:
TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES**

PRESENTADO POR:
Bach. VILLENA CCORPA, Cynthia Rocío

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAMELICA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 16 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 10:00 a.m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (PRESIDENTE)**, **Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (SECRETARIO)**, **Mg. Jorge Luis ORTEGA VARGAS (VOCAL)**, designados con Resolución de Decano N° 278-2019-FCI-UNH, de fecha 06 de diciembre del 2019, a fin de proceder con la sustentación y calificación de la tesis titulada: "IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL MANTENIMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA", presentada por la Bachiller **Cynthia Rocío VILLENA CCORPA**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizada la evaluación a horas... 11:20 am se invitó a la sustentante y al público presente abandonar el recinto para luego pasar a la deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

APROBADO



POR... UNANIMIDAD

DESAPROBADO



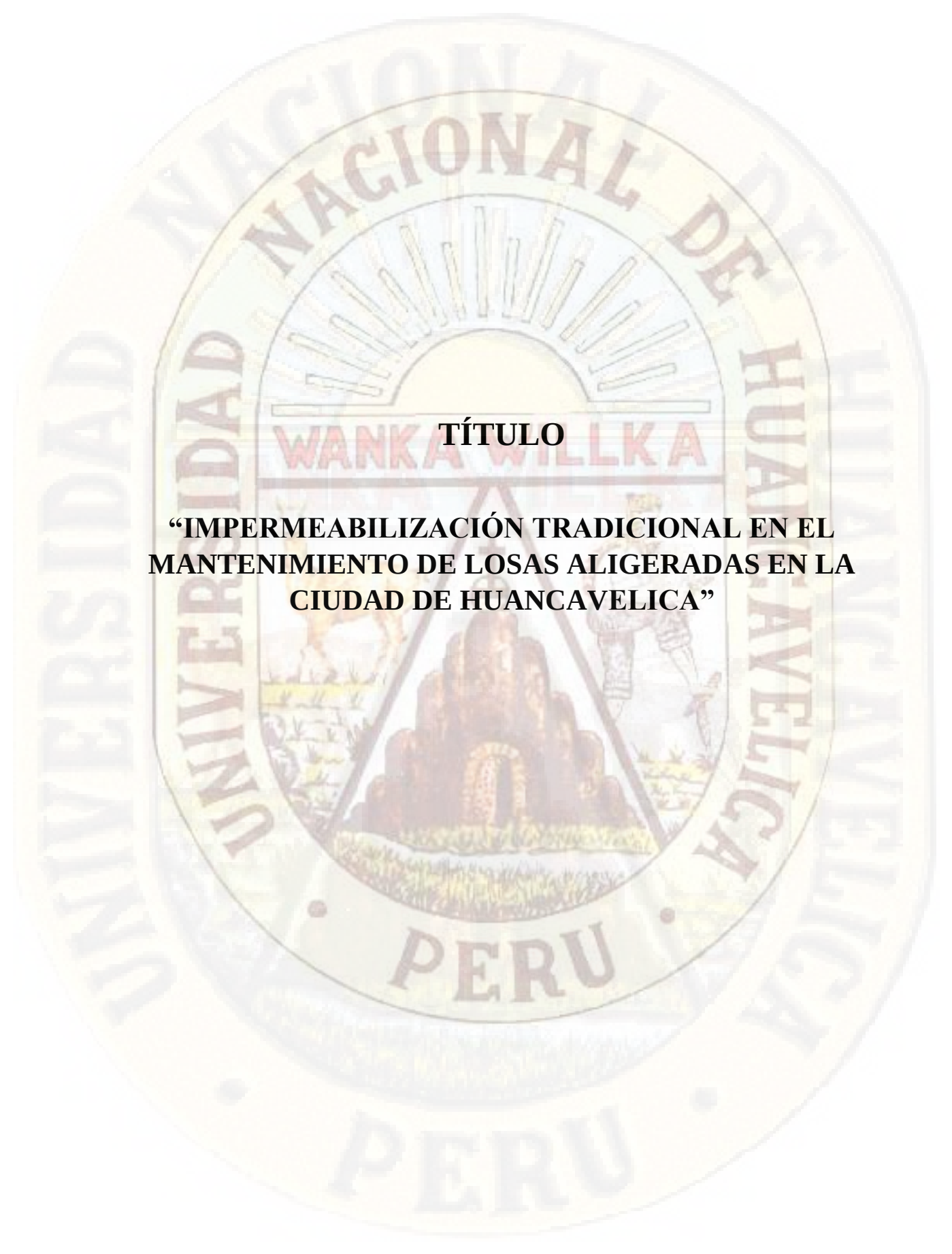
En señal de conformidad, firmamos a continuación:

Presidente

Secretario

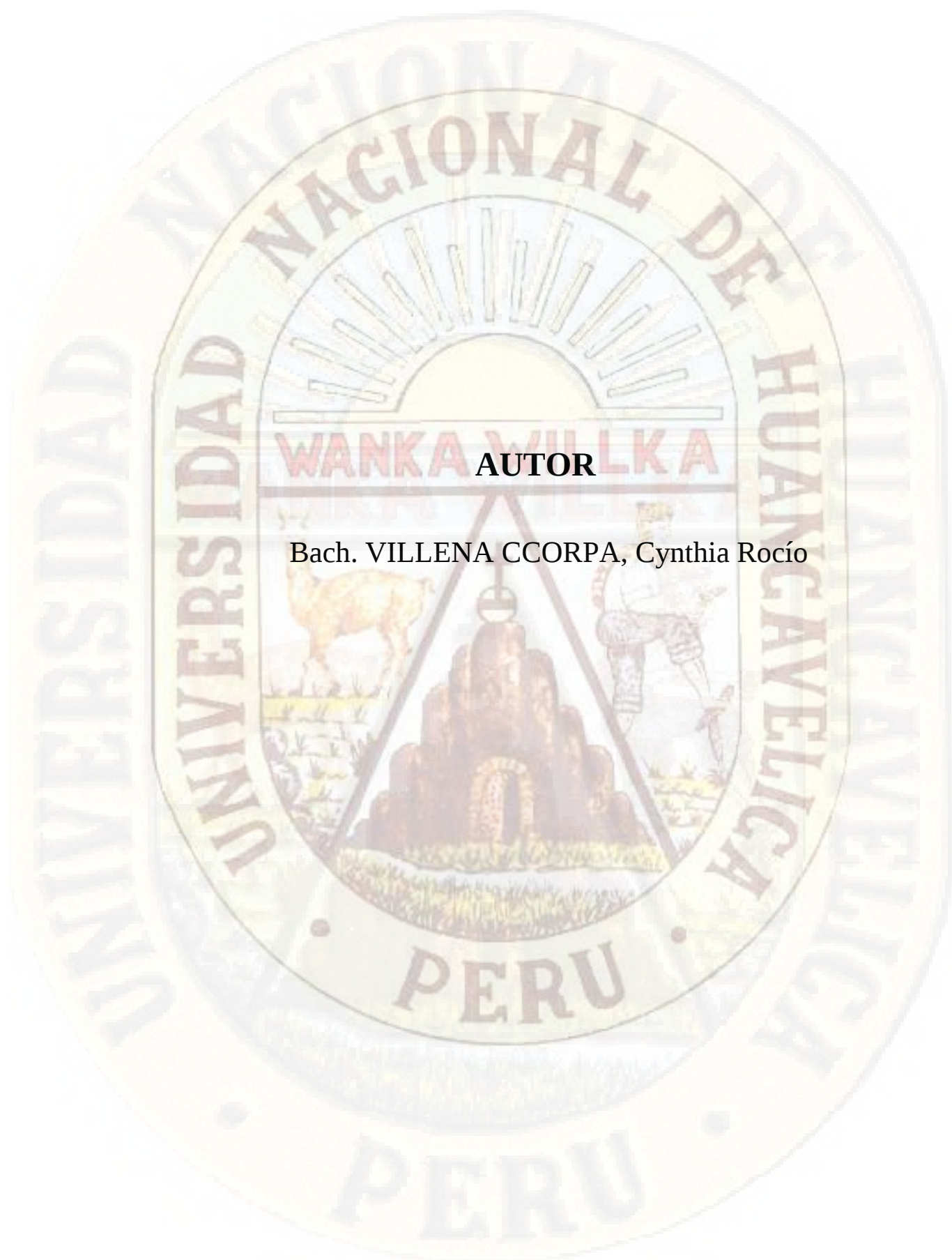
Vocal

Vº Bº Decano



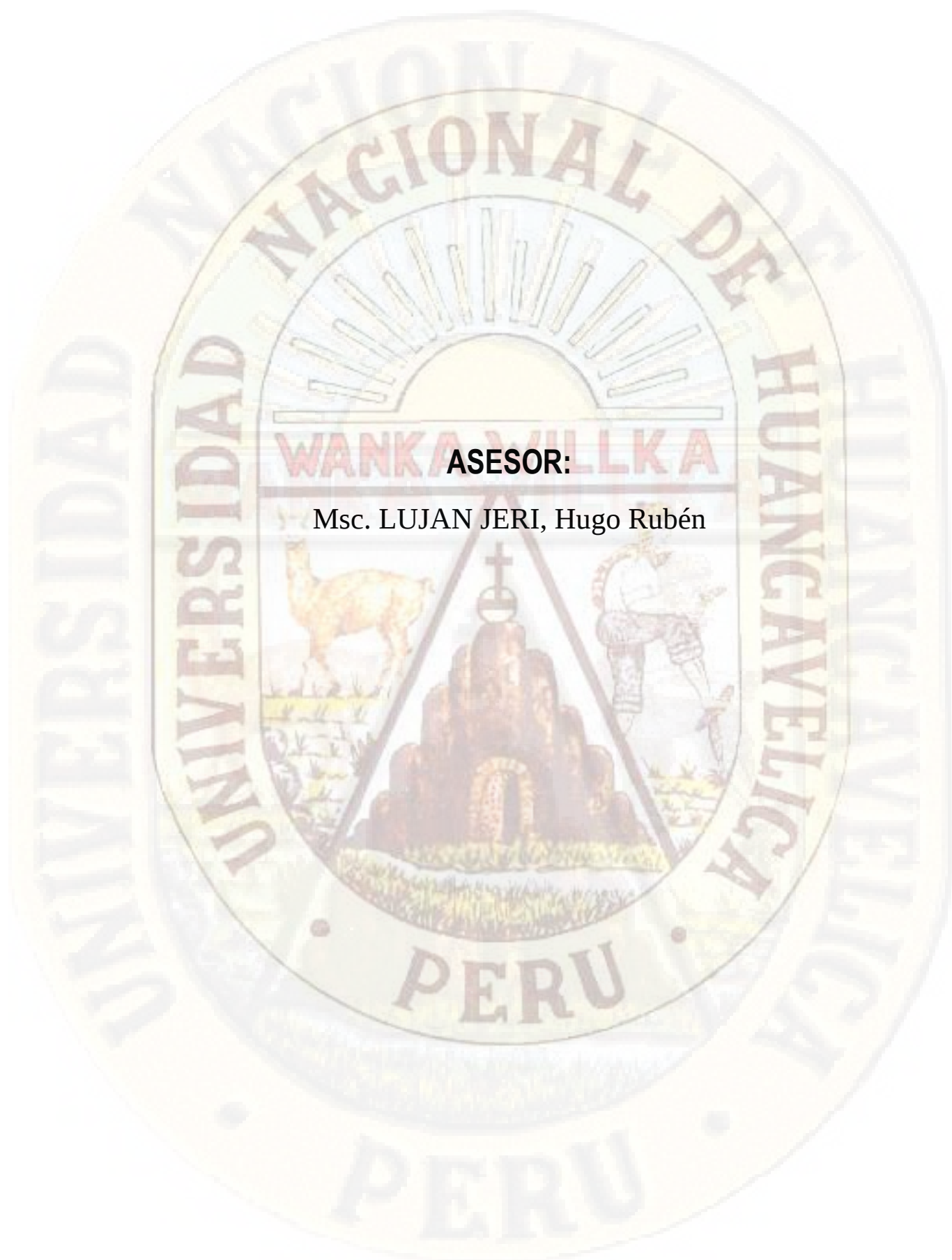
TÍTULO

**“IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL
MANTENIMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS EN LA
CIUDAD DE HUANCABELICA”**



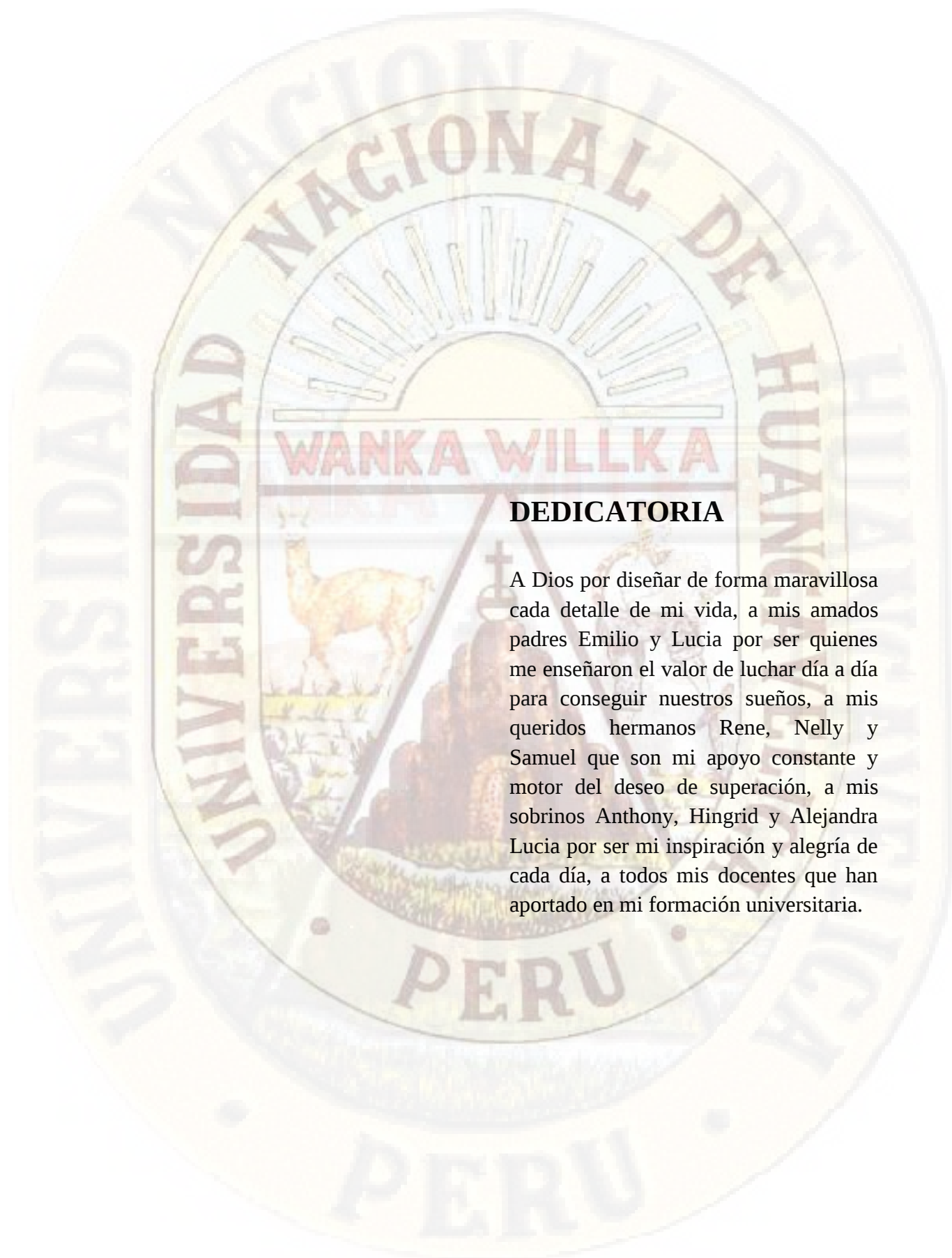
AUTOR

Bach. VILLENA CCORPA, Cynthia Rocío



ASESOR:

Msc. LUJAN JERI, Hugo Rubén



DEDICATORIA

A Dios por diseñar de forma maravillosa cada detalle de mi vida, a mis amados padres Emilio y Lucia por ser quienes me enseñaron el valor de luchar día a día para conseguir nuestros sueños, a mis queridos hermanos Rene, Nelly y Samuel que son mi apoyo constante y motor del deseo de superación, a mis sobrinos Anthony, Hingrid y Alejandra Lucia por ser mi inspiración y alegría de cada día, a todos mis docentes que han aportado en mi formación universitaria.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Huancavelica, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darme acogida durante los años de formación profesional.

Al Msc. Iván Arturo Ayala Bizarro, y mis jurados Msc. Marco Antonio López Barrantes, Arq. Abdón Dante Olivera Quintanilla, Lic. Eleuterio Martin Alcántara Espinoza, Lic. Jorge Luis Ortega Vargas, por los consejos, orientación y guía en el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación.

A mi asesor el Msc. Hugo Rubén Lujan Jerí por el apoyo y aportación en la elaboración y ejecución del presente trabajo de investigación.

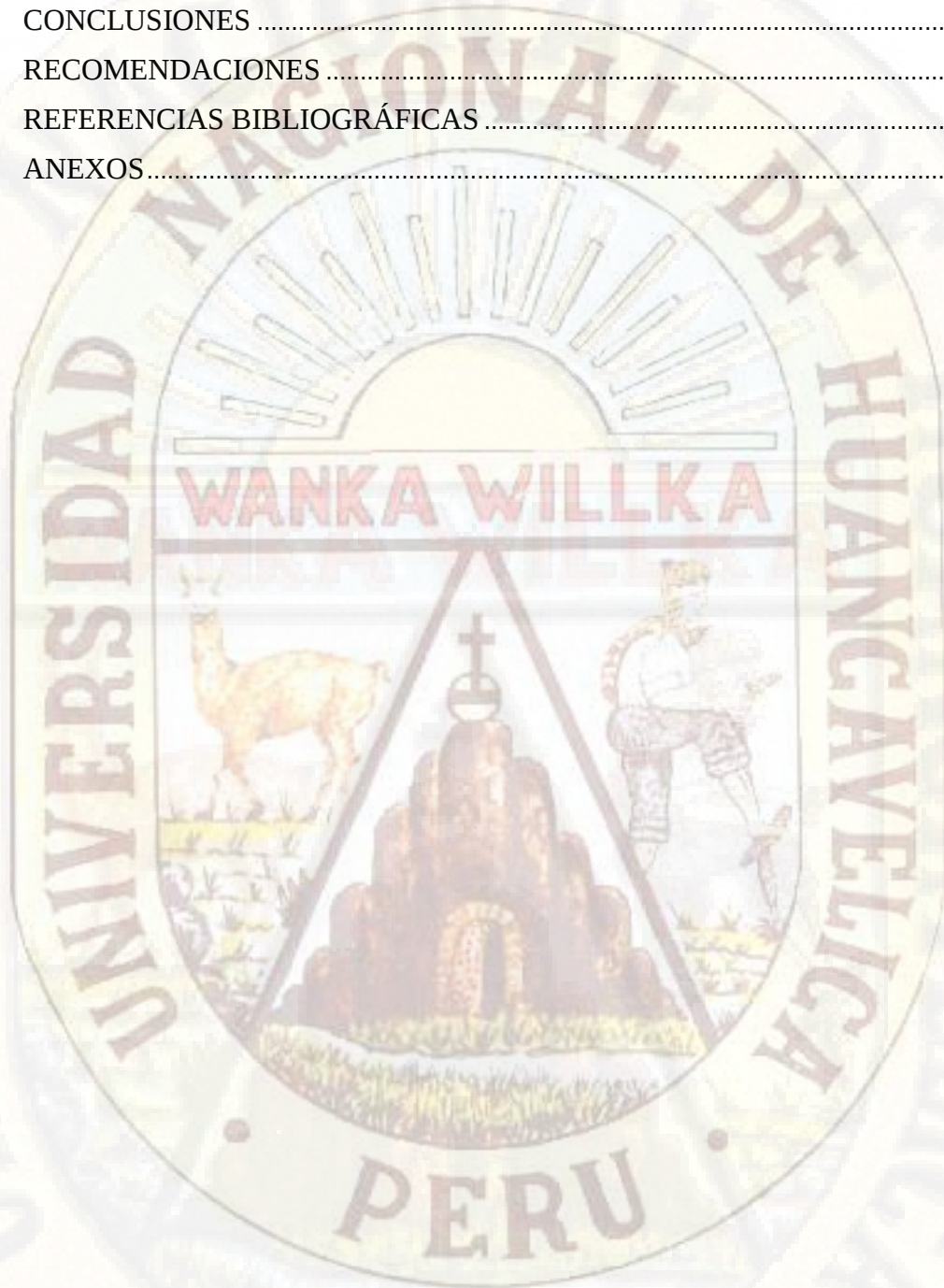
A mi familia por su amor incondicional a lo largo de mi vida, a mis amigas Ruth Mariela, Ruth Román, Nancy, Carol Solanh, Dirse, Karina, Suriza, Yuditza, Belinda, Esther, Melody por las experiencias, anécdotas, risas y lágrimas, consejos en cada momento de mi vida, gracias infinitas.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
1.1. Descripción del problema.....	18
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos.....	20
1.3. Objetivos.....	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos	21
1.4. Justificación.....	22
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. A nivel Internacional.....	23
2.1.2. A nivel Nacional.....	25
2.1.3. A nivel Local.....	25
2.2.2. Infiltraciones en techos	27
2.2.3. Impermeabilizantes	28
2.3. Hipótesis.....	38
2.3.1. Hipótesis General	38
2.3.2. Hipótesis Específicas	38
2.4. Definición operativa de variables.....	39
2.4.1. Operacionalización de la variable	39
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	40
3.1.1. Tipo de investigación.....	40
3.1.2. Nivel de investigación	40
3.2. Método de Investigación	40

3.2.1.	Método general	40
3.2.2.	Método específico	41
3.3.	Diseño de investigación.....	41
3.4.	Población y muestra	41
3.1.1.	Población	41
3.1.2.	Muestra	41
3.1.3.	Muestreo	42
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.5.1.	Técnicas	42
3.5.2.	Instrumentos	42
3.6.	Procedimiento de recolección de datos	43
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	43
4.1.	Análisis de información.....	45
4.1.1.	Área de estudio	46
4.1.1.1.	Cemento Portland Tipo I	46
4.1.1.2.	Agregado fino:	47
4.1.2.	Elaboración de probetas de mortero	49
4.1.3.	Ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes:	51
4.1.4.	Elaboración y aplicación de los impermeabilizantes:.....	58
4.1.4.1.	Elaboración de impermeabilizante tradicional uncel (IMP-01) ..	58
4.1.4.2.	Aplicación de impermeabilizante tradicional uncel (IMP-01)	59
4.1.4.3.	Elaboración de impermeabilizante tradicional lechada de cemento (IMP-02)	60
4.1.4.4.	Aplicación de impermeabilizante tradicional lechada de cemento (IMP-02)	61
4.1.4.5.	Elaboración del impermeabilizante Comercial Sika (IMP-03)	62
4.1.4.6.	Aplicación de impermeabilizante Comercial Sika (IMP-03)	63
4.1.4.7.	Elaboración del impermeabilizante Jabonato De Alumbre (IMP-04)	64
4.1.4.8.	Aplicaciones de impermeabilizante jabonato de alumbre (IMP-04)	66
4.1.4.9.	Elaboración del impermeabilizante a base de cal (IMP-05)	67
4.1.4.10.	Aplicaciones de impermeabilizante a base de cal (IMP-05).....	69
4.1.5.	Resultados de permeabilidad durante la aplicación de los impermeabilizantes	71

4.1.6. Resultados de permeabilidad después de la aplicación de los impermeabilizantes	73
4.2. Discusión de resultados	75
4.2.1. Análisis de datos.....	75
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS.....	86



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Operacionalización de variables.....	39
TABLA 2. Propiedades Químicas del Cemento Portland Tipo I.	46
TABLA 3. Propiedades Físicas del Cemento Portland Tipo I.....	47
TABLA 4. Contenido de Humedad del agregado fino.	47
TABLA 5. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.	48
TABLA 6. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.	48
TABLA 7. Peso específico y Absorción de la muestra de agregado fino.	48
TABLA 8. Características de probetas a ensayar.	49
TABLA 9. Peso específico de los componentes del mortero 1:10.....	49
TABLA 10. Calculo del peso y volumen del mortero 1:10.....	49
TABLA 11. Permeabilidad del mortero 1:10 a 10 min.	56
TABLA 12. Permeabilidad del mortero 1:10 a 20 min.	57
TABLA 13. Permeabilidad del mortero 1:10 a 30 min.	57
TABLA 14. Permeabilidad del mortero 1:10 a 40 min.	58
TABLA 15. Impermeabilizante tradicional unicel.	59
TABLA 16. Impermeabilizante tradicional lechada de cemento.	61
TABLA 17. Impermeabilizante Jabonato de Alumbre.....	66
TABLA 18. Impermeabilizante a base de cal.....	69
TABLA 19. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 10 min.	71
TABLA 20. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 20 min.	72
TABLA 21. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 30 min.	72
TABLA 22. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 40 min.	72
TABLA 23. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 10 min.	73
TABLA 24. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 20 min.	74
TABLA 25. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 30 min.	74
TABLA 26. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 40 min.	74
TABLA 27. Resumen de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes.	75
TABLA 28. Resumen de permeabilidad durante de la aplicación de impermeabilizantes.	76
TABLA 29. Resumen de disminución de permeabilidad en % después de la primera aplicación.	77

TABLA 30. Resumen de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes.	78
TABLA 31. Resumen de disminución de permeabilidad en % después de la tercera aplicación.	79
TABLA 32. Catálogo de precios en la ciudad de Huancavelica.	105



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Instalaciones de la E.P. Ing. Civil - Huancavelica.	19
FIGURA 2. La exposición a la intemperie genera daño en la estructura expuesta.	19
FIGURA 3. Deterioro de paredes y techos por la humedad.....	20
FIGURA 4. Sección transversal de una losa aligerada.	25
FIGURA 5. Cemento Andino Portland Tipo I.	46
FIGURA 6. Proceso de elaboración de probetas.....	50
FIGURA 7. Vaciado de probetas.	51
FIGURA 8. Inicio del ensayo de permeabilidad en cada una de las muestras con una bdgdgdgGGT° ambiente inicial de 20°C y 23°C al finalizar los ensayos.....	52
FIGURA 9. Colocación y fijación del tubo para la iniciación del ensayo en la M1	52
FIGURA 10. Colocación y fijación del tubo para la iniciación del ensayo en la M2 DDSDSDDSDSDSDS (Muestra N° 02).	53
FIGURA 11. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 03.	53
FIGURA 12. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 04.	54
FIGURA 13. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 05.	54
FIGURA 14. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 06.	55
FIGURA 15. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 07.	55
FIGURA 16. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 08.	56
FIGURA 17. Unicel (Tecnopor) a utilizar en la elaboración del impermeabilizante.	59
FIGURA 18. Aplicación del impermeabilizante en la muestra de probeta.....	60
FIGURA 19. Cemento a utilizar en la elaboración del impermeabilizante.	61
FIGURA 20. Aplicación del impermeabilizante en la probeta.	62
FIGURA 21. Impermeabilizante comercial Sika.	63
FIGURA 22. Mezclado del impermeabilizante comercial Sika antes de su aplicación.	64
FIGURA 23. Jabón rallado antes de la mezcla.	65
FIGURA 24. Piedra alumbre molida para el impermeabilizante jabonado de alumbre.....	65
FIGURA 25. Aplicación de la primera capa del impermeabilizante realizado....	67
FIGURA 26. Piedra alumbre molida para el impermeabilizante a base de cal....	68
FIGURA 27. Componente cal para la elaboración del impermeabilizante.....	68
FIGURA 28. Jabón en barra puesto en agua.	69
FIGURA 29. Muestra aplicada con el impermeabilizante.	71
FIGURA 30. Permeabilidad en mortero antes de la aplicación de impermeabilizantes.	76
FIGURA 31. Permeabilidad en mortero durante de la aplicación de impermeabilizantes.	77

FIGURA 32. Permeabilidad en mortero después de aplicación de impermeabilizantes.	79
FIGURA 33. Proceso de mezclado de las probetas.	91
FIGURA 34. Proceso de vaciado.	91
FIGURA 35. Colocación para el ensayo de permeabilidad Muestra 02.	92
FIGURA 36. Inicio del ensayo de permeabilidad Muestra 01.	92
FIGURA 37. Aplicación de agua para el ensayo de permeabilidad.	93
FIGURA 38. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 03.	93
FIGURA 39. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 04.	94
FIGURA 40. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 05.	94
FIGURA 41. Proceso de disolución del unicel en gasolina.	95
FIGURA 42. Impermeabilizante listo para ser aplicado.	95
FIGURA 43. Pesado de cemento.	96
FIGURA 44. Aplicación del impermeabilizante.	96
FIGURA 45. Estado final luego de la aplicación del impermeabilizante.	97
FIGURA 46. Impermeabilizante Sika.	97
FIGURA 47. Aplicación del impermeabilizante Sika.	98
FIGURA 48. Muestra de jabón.	98
FIGURA 49. Colocación del jabón en agua puesto en la estufa.	99
FIGURA 50. Muestra de piedra alumbre molida.	99
FIGURA 51. Colocación de la piedra alumbre molida con agua en la estufa. ..	100
FIGURA 52. Aplicación del impermeabilizante jabonado de alumbre en la Muestra 02.	100
FIGURA 53. Muestra de jabón para el impermeabilizante a base de cal.	101
FIGURA 54. Muestra de piedra alumbre para el impermeabilizante a base de cal.	101
FIGURA 55. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante de lechada de cemento.	102
FIGURA 56. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante Sika.	102
FIGURA 57. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante a base de cal.	103
FIGURA 58. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante unicel.	103

RESUMEN

La investigación que lleva por título “Impermeabilización tradicional para el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica” centra su estudio en la determinación de resultados a raíz de la aplicación de diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales aplicado para el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica, que nos permitió el control de la permeabilidad producido por las precipitaciones pluviales, exposición a la intemperie.

Para la elaboración de los diferentes impermeabilizantes tradicionales que se utilizaron fueron Tecnopor, gasolina, cemento, arena fina, agua, jabón en barra, piedra alumbre, cal, seleccionados por las propiedades que poseen.

Como primera etapa de esta investigación, se elaboró 08 probetas con un área de (40x40) cm con un espesor de mortero igual a 5cm, con una dosificación de 1:10 para poder obtener maquetas fisuradas que nos ayudaran a identificar con mayor facilidad la impermeabilidad y a su vez se realizó el ensayo de permeabilidad a dichas maquetas.

Como segunda etapa se prosiguió a la elaboración y dosificación de los impermeabilizantes tradicionales elaborados y los considerados en el presente proyecto fueron la *técnica 01 = Unicel*, *técnica 02 = lechada de cemento*, *técnica 03 = comercial Sika* (utilizado para poder hacer las comparaciones), *técnica 04 = jabonato de alumbre*, *técnica 05 = a base de cal*, posteriormente se retornó nuevamente a realizar ensayos de permeabilidad en el proceso de aplicación y posterior a ellos.

Palabras claves: Impermeabilizantes, infiltración en losas, mantenimiento de losa aligerada.

ABSTRACT

The research entitled "Traditional waterproofing for the maintenance of lightened slabs in the city of Huancavelica" focuses its study on the determination of results following the application of different traditional waterproofing techniques applied to the maintenance of lightened slabs in the city Huancavelica, which allowed us to control the permeability produced by rainfall, exposure to the weather.

For the elaboration of the different traditional waterproofing that were used were Tecnopor, gasoline, cement, fine sand, water, bar soap, alum stone, lime, selected for the properties they possess.

As the first stage of this investigation, 08 models were made with an area of (40x40) cm with an $e = 5$ cm of mortar, with a dosage of 1:10 to obtain cracked models that will help us identify more easily the impermeability and at the same time the permeability test was performed on these models.

As a second stage, the elaboration and dosing of the traditional waterproofing products continued and those considered in the present project were *technical 01 = Unicel*, *technical 02 = cement grout*, *technical 03 = commercial sika* (used to make comparisons), *technical 04 = alum soap*, *technique 05 = based on lime*, then returned again to perform permeability tests in the application process and after them.

Keywords: Waterproofing, slab infiltration, lightened slab maintenance.

INTRODUCCIÓN

El hombre debido a la necesidad de protegerse de los elementos climáticos a través de los años se ha ingeniado refugios de acuerdo a los recursos que contaba, con el paso de los años estos recursos han tenido gran avance esto debido a la intervención de la tecnología tanto en cada material y técnicas en el proceso constructivo, pero cabe mencionar que pese a todos estos avances tecnológicos en la industria de la construcción aún el hombre enfrenta elementos de la naturaleza que generan daños físicos de las construcciones.

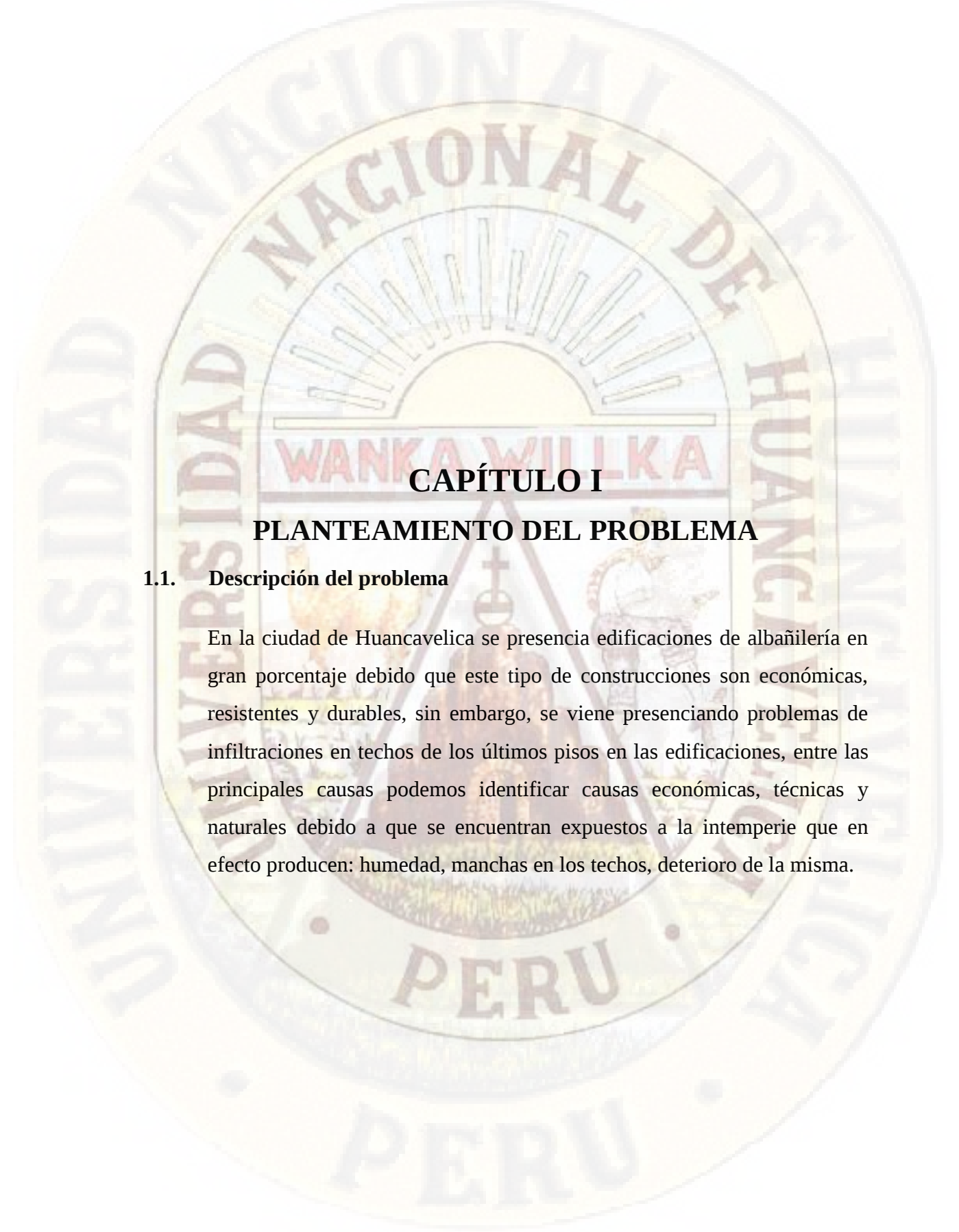
Hoy en día en muy común la utilización de losas aligeradas en techos debido a su característica de aligerar o aliviar su peso, a su vez también las malas prácticas en el proceso constructivo, genera la presencia de problemas de impermeabilización que se presentan de manera constante. El control adecuado de aguas de lluvias, aguas superficiales, la exposición a la intemperie evitarán daños sobre la estructura y evitará las reparaciones futuras que estos elementos podrían generar. Cabe mencionar que el agua es el elemento erosivante más destructivo para los materiales que son utilizados en construcción, debido a la infiltración de la misma se genera humedad que va a generar incomodidad en el ambiente y problemas de salud a los ocupantes de las viviendas.

Debido a que los problemas de infiltración y mal estado de los techos el trabajo de impermeabilización es fundamental y de urgencia, también el elegir y diseñar los materiales adecuados y económicos que permitan contrarrestar los efectos perjudiciales que los elementos del medio ambiente.

Los impermeabilizantes tienen la característica de impedir el paso del agua o humedad de esta manera mantener a la estructura seca. Hoy en día podemos encontrar mucha variedad de impermeabilizantes en el mercado que son de característica sintética, también encontramos impermeabilizantes tradicionales naturales las cuales podemos encontrar fácilmente y resultan más económicos.

Con este presente proyecto se busca beneficiar en el mantenimiento de losas aligeradas que nos permitirá reducir el uso de impermeabilizantes comerciales, y así reducir el costo en la construcción, mejorar el tiempo de vida de las construcciones.





CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la ciudad de Huancavelica se presencia edificaciones de albañilería en gran porcentaje debido que este tipo de construcciones son económicas, resistentes y durables, sin embargo, se viene presenciando problemas de infiltraciones en techos de los últimos pisos en las edificaciones, entre las principales causas podemos identificar causas económicas, técnicas y naturales debido a que se encuentran expuestos a la intemperie que en efecto producen: humedad, manchas en los techos, deterioro de la misma.

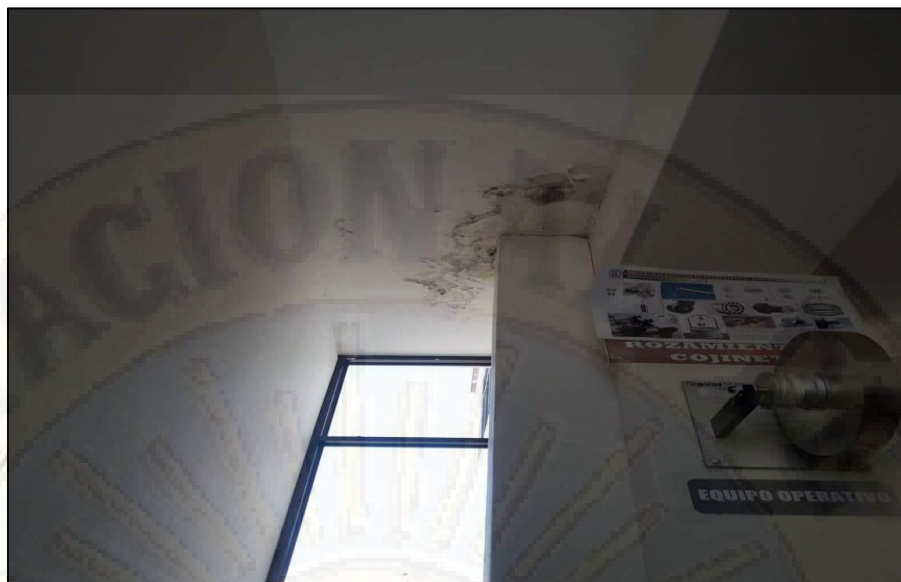


FIGURA 1. Instalaciones de la E.P. Ing. Civil - Huancavelica.

Este problema suele complicarse mucho más debido a la presencia de malas prácticas en el proceso constructivo, desde la aplicación de materiales con una irregular dosificación (relación de agua/cemento), presencia de porosidad en el techo después del vaciado que genera la retención de agua en invierno. Todos estos inconvenientes generan que el agua atraviese las paredes generando el deterioro y desprendimiento del revestimiento del techo, la aparición de manchas y hongos (moho).

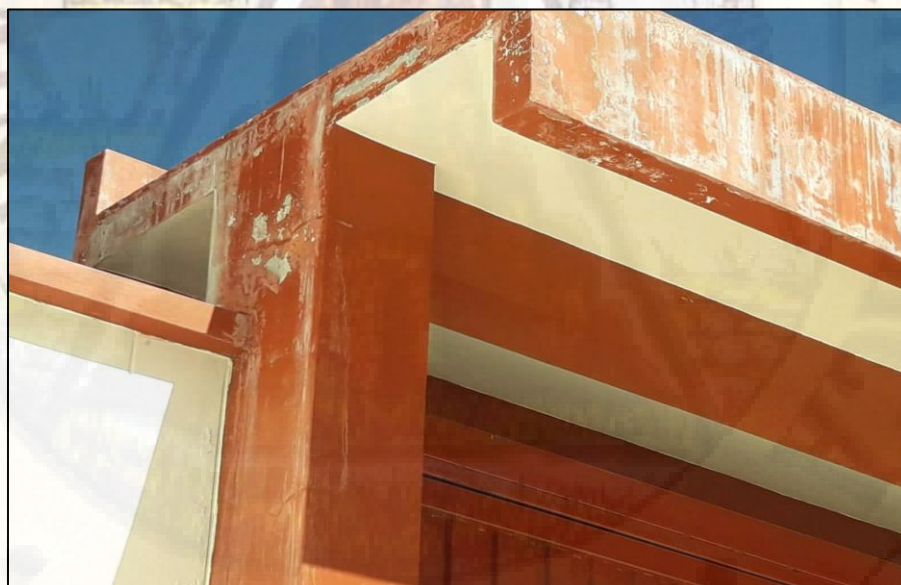


FIGURA 2. La exposición a la intemperie genera daño en la estructura expuesta.



FIGURA 3. *Deterioro de paredes y techos por la humedad.*

A nivel de salud, este problema genera un ecosistema poco saludable complicando el bienestar de quienes habitan la vivienda, especialmente afectando a niños y adultos mayores y de aquellas personas que padecen de problemas respiratorios, como asma o alergia bronquial.

Frente a esta situación se requiere hacer un estudio de aplicación de diferentes técnicas de impermeabilización a fin de evitar la infiltración en losas aligeradas y evitar la presencia de humedad en los ambientes.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera disminuye la permeabilidad la aplicación de impermeabilizantes tradicionales en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- ✓ ¿De qué manera la utilización de impermeabilizantes tradicional unisel disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante tradicional de lechada de cemento disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?

- ✓ ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante Sika disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante jabonado de alumbre disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?
- ✓ ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante a base de cal disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar los resultados de la aplicación de diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante tradicional unicel en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- identificar la disminución de la permeabilidad con la impermeabilizante tradicional lechada de cemento en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- Identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante Sika en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante jabonado de alumbre en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- Identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante a base de cal en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.

1.4. Justificación

Esta investigación es justificada debido a que no encontramos investigación sobre la comparación de técnicas de impermeabilización para mantenimiento de losas aligeradas, en todo el país vemos que se realizan construcciones sin considerar el correcto proceso constructivo de las viviendas, sin considerar la dosificación correcta según el diseño de concreto, buen curado del concreto, etc. la ciudad de Huancavelica no es ajena a esta práctica se hace común la construcción a cargo de maestros de obra que simplemente por practica llevan a cabo la construcción de viviendas, teniendo el desconocimiento técnico para la construcción de viviendas, a pesar de que existe en gran porcentaje construcciones ya realizadas, no existen estudios sobre la comparación de técnicas de impermeabilización y estabilización de azoteas.

Esta investigación ayudará a comparar diferentes técnicas de impermeabilización que ayudará a eliminar las infiltraciones que presentan las azoteas de las diferentes viviendas con el fin de evitar las pérdidas económicas que pueden generar en la estructura y de la misma forma solucionar el mal estado del techo y evitar incomodidad en los usuarios.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel Internacional

Da Silva (2011), realizó su tesis denominado *“Waterproofing of foundations of buildings and special structures”*, llegando a la conclusión de: La utilización de membranas impermeabilizantes en los revestimientos en cimientos de inmuebles es una buena solución para evadir que el agua y otros agentes deterioren la estructura, pero la carencia de información normativa y técnica es impedimento en la determinación de parámetros en la ejecución, dado que la información a la que se accede proviene de la vivencia de productores y técnicos que lo aplican.

Pasetto y Giacomello (2013), realizaron la investigación denominado: *“Experimental analysis of waterproofing polymeric pavements for concrete bridge Decks”*, llegando a la conclusión de: Con esta investigación el objetivo fue estudiar los pavimentos hechos con polímeros para cubiertas de concreto en la cual una de las propiedades puestas a prueba fue la permeabilidad en el revestimiento, puesto que estos producidos con el procedimiento multicapa en comparación con los de los

procedimientos premezclados brinda resultados muchísimo más satisfactorios en relación al área.

Montiel (2014), en su investigación: *“Impermeabilización de losas, cisternas y cimentación de casas habitación”* concluye que: No todos los impermeabilizantes se usa para todo, ni con un solo producto se puede impermeabilizar de manera correcta. Como se vio previamente hay una extensa variedad de productos impermeables que se pueden utilizar para solucionar el inconveniente de infiltraciones y humedad, no obstante, cabe poner énfasis que en primera instancia hay que considerar el trabajo realizado en la construcción del elemento que se necesita impermeabilizar puesto que en oportunidades resulta antieconómico el querer corregir deficiencias constructivas con trabajos de impermeabilización.

Roslan, et al. (2015), realizaron la investigación de nombre: *“Investigating effective waterproofing materials in preventing roof leaking; initial comparative study: Malaysia, U.K.”* en la cual concluye: Más allá de que en Malasia y Reino Unido disfrutan de diferentes climas, las causas que llevan a las fugas no es muy distinta, la cual el producto usado para las situaciones del proyecto es precisamente el mismo a los productos universales, la mayor parte de los productos encontrados en Malasia pueden ser usados para solucionar infiltraciones de concreto en techos planos agrietados.

Girón y Ramírez (2016), en su tesis: *“Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios”*, en la cual concluyen: Se sugiere no usar dos o más productos impermeabilizantes diferentes en una sola región, gracias a que tienen diferentes técnicas, físicas y químicas entre los mismos, haciendo que se comporten de forma diferente bajo los efectos del ambiente y eventos mecánicos. Según a la información recolectada, se ha podido evidenciar que las postventas por humedades, infiltraciones y/o goteras son frecuentes de lo planeado y están liderando las estadísticas del estudio en parte importante de las situaciones.

Espinoza y Soto (2016), en su tesis *“Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en vivienda de autoconstrucción, popular y de interés social”*, concluyen que: las

primordiales causas de humedad e infiltración en azoteas son por falta de presupuesto, desconocimiento del régimen de humedad y mala asesoría, fenómenos naturales, y como resultado a esta exploración la aplicación de impermeabilizantes naturales tradicionales tienen un buen desempeño en sus características técnicas fundamentales como la permeabilidad que en comparación a los impermeabilizantes acrílicos son más eficaces. A su vez la utilización de estos impermeabilizantes tiene dentro virtudes considerables como valor alcanzable en el mercado, buen desempeño, elementos naturales (biodegradables), no contaminan.

2.1.2. A nivel Nacional

No existe antecedentes relacionados con el tema a investigar.

2.1.3. A nivel Local

En la región de Huancavelica no se encontró ningún antecedente similar al presente proyecto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Losa aligerada

2.2.1.1. Definición

Es un elemento del proceso constructivo de una edificación de concreto armado compuesto por piedra chancada, arena gruesa, agua, varillas de acero, y ladrillos con huecos para aligerar o aliviar su peso, este tipo de diseño de losa son utilizado en la mayoría de las construcciones.

Una losa aligerada tiene la siguiente estructura:

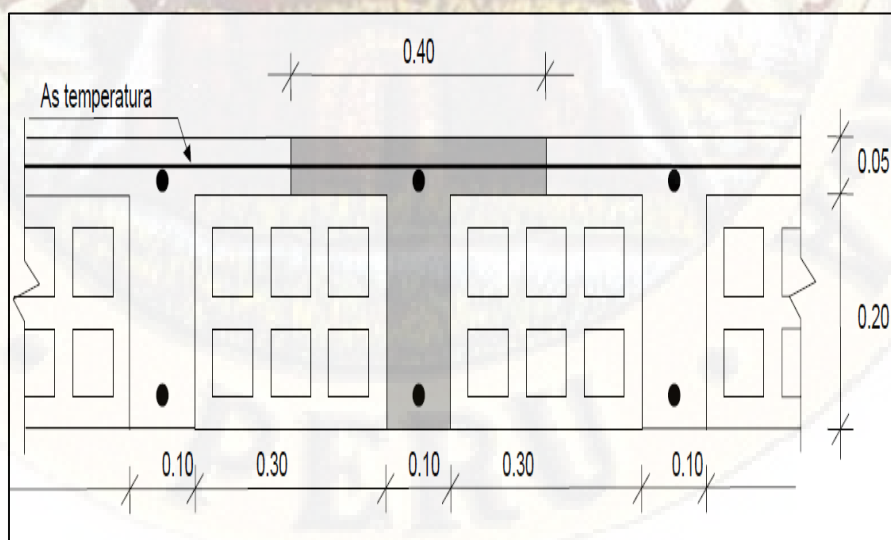


FIGURA 4. Sección transversal de una losa aligerada.

2.2.1.2. Materiales tradicionales en la construcción de losa aligerada

2.2.1.2.1. Concreto

(P. Kumar Mehta & Paulo J.M. Monteiro, 1998), el concreto compuesto de cemento Portland es el material manufacturado y base del sistema constructivo más utilizado en la industria de la construcción. En muchos países, la proporción del consumo de concreto excede, diez a uno, el del acero.

(Espinoza 2016), el concreto en un sentido general es un producto o masa conformada por un medio aglutinante, compuesto por cemento portland y agua, y de compuestos granulares llamados agregados, a la grava se le conoce como agregado grueso y a la arena se le conoce como agregado fino, al concreto también se le suele añadir otras sustancias llamadas aditivos, o adicionantes que mejoran o modifican algunas de las propiedades del concreto.

2.2.1.2.2. Mortero

(Salamanca, 1995), la mezcla de un aglutinante y agua se le puede nombrar pasta y su consistencia normal y trabajable es cuando la cantidad de agua amasada es igual a los huecos del aglutinante suelto; si es menor será seca y mayor fluida comúnmente nombrada lechada y en esta mezcla predomina el agua, la cal.

Espinoza (2016), define: para evitar el paso del agua en las azoteas desde la antigüedad el material mas utilizado es el mortero es decir la mezcla de cal, arena y agua. El uso de la cal y en especifico el mortero se han utilizado en todas las grandes civilizaciones.

2.2.1.2.3. Ladrillo

(James W.P. Campbell; Will Pryce, 2004), desde tiempos antiguos el ladrillo ha sido utilizado para la mayoría de las construcciones, pese a que se ha visto muchas modificaciones, y debido a su simplicidad en su uso hace que siga siendo considerado en las construcciones de ahora.

2.2.1.2.4. Viguetas

El acero en viguetas es colocado entre las filas de ladrillos y van enganchados con el fierro de las vigas de confinamiento que van sobre los muros de ladrillo, a la vez el acero de temperatura es colocado sobre los ladrillos y en sentido perpendicular a las viguetas.

2.2.2. Infiltraciones en techos

2.2.2.1. Causas

2.2.2.1.1. Causas Técnicas

➤ Humedad en la construcción

La humedad en la construcción se produce por la existencia de grietas y porosidad, esto también es por el uso de materiales que tienen la propiedad de absorber la humedad y de mantenerlo, y se define como materiales higroscópicos, esto impidiendo la evaporación a través de los poros. Los materiales higroscópicos generan eflorescencia (manchas) por lo general blancas que con el pasar de los años se tornan a conformar mohos de color oscuro que dan un mal aspecto estético a la vivienda.

La humedad además puede seguir del agua empleada en la construcción, de cañerías y desagües, de pendientes insuficientes.

➤ Supervisión técnica

La supervisión es primordial en el desarrollo constructivo, con conocimientos técnicos en lo que respecta la construcción de edificaciones ing. Civiles, que exijan el cumplimiento de las especificaciones técnicas, planos, etc. La ausencia de la supervisión genera una mala construcción y por la misma podemos llegar a problemas de humedad, presencia de moho, corrosión del acero que perjudican la estructura.

➤ Fallas en el proceso constructivo

Las pésimas prácticas en el proceso constructivo también es una de las causas, como: el reemplazo de materiales por otros denominados más económicos, la mano de obra defectuosa entre el personal que ejecuta la construcción luciendo tener los

conocimientos debido a las múltiples construcciones que realizan desconociendo totalmente el conocimiento técnico que un profesional puede aportar en la construcción.

2.2.2.1.2. Causas Naturales

➤ precipitaciones

Las azoteas de las edificaciones al no ser cubiertas y estar expuestas a la intemperie, no se tienen la posibilidad de evadir que se humedezcan con las precipitaciones de agua, granizo, nieve que se desarrollan de manera natural, al no tener un sistema de drenaje que facilita la retirada de líquido depositado.

El inconveniente se aumenta cuando hay precipitaciones permanentes en épocas de invierno, si no se trabaja de forma ligera podría hacer la vivienda inhabitable. Con la formación de manchas de humedad, eflorescencia, desprendimiento de ladrillos, corrosiones y oxidaciones de los aceros de la losa, etc.

➤ Humedad atmosférica

Una edificación está en contacto íntimo con la atmosfera, donde podemos encontrar una cantidad variable de humedad con apariencia de vapor de agua, su intensidad depende del clima, de las estaciones del año, del tiempo.

Esta humedad se transmite a través de los materiales porosos compuestos de las azoteas de las edificaciones. La humedad atmosférica penetra más en los días de lluvias y nevadas hasta saturar la composición, al opuesto de los días secos y con bastante sol puesto son absorbidas produciendo su evaporación.

2.2.3. Impermeabilizantes

2.2.3.1. Definición:

Sustancias de compuestos naturales o químicos que evitan el paso del agua, muy utilizados en objetos o estructuras que se requieren mantener secos, tienen la función de eliminar, reducir la porosidad de los materiales, en la construcción civil los impermeabilizantes son utilizados

como aislamiento en cimentaciones, techos, paredes, depósitos, piscina, etc.

2.2.3.2. Antecedentes:

Anteriormente la forma de impermeabilizar los techos de las construcciones no contemplaba ningún tipo de material industrializado y se poseía que usar material natural tomado del lugar.

Los techos de las antiguas haciendas, iglesias, conventos, casonas, etc., utilizaban el sistema de terrados que consistía en un entrepiso compuesto por viguería de madera, loseta de barro tipo cuarterón hecho a mano y una cubierta de tierra limpia compactada que lograba un peralte aproximado de 40 a 80 cm en relación del área de cada techo, al final se aplicaba una capa de ladrillo rojo recocido hecho a mano con apariencia de petatillo y al final se aplicaba una solución de alumbre que permitía lograr una superficie impermeable.

Con la llegada de la industria petrolera en los años 20's y el hallazgo de nuevos materiales petrolizados como el petróleo refinado, la gasolina refinada, el Diesel refinado y los aceites de diferentes densidades, se usa una mezcla de petróleo crudo y amoníaco mejor conocido como chapopote, el cual comenzó a ser usado como capa protectora sobre los nuevos techos de hormigón armado gracias a lo liso de la superficie y la oportunidad de crear una capa de hule que al enfriarse se transforma en un hule flexible. (Miguel, 2014).

2.2.3.3. Clasificación de impermeabilizantes

2.2.3.3.1. Impermeabilizantes cementantes

Según Espinoza (2016), define que los productos a partir de cemento están entre los productos más antiguos usados en la impermeabilización. Su uso continuo actualmente, inclusive son una increíble opción a los numerosos selladores elastoméricos y acrílicos disponibles. Sin embargo, estos sistemas tienen desventajas como la incapacidad de cubrir grietas desarrollados luego de su aplicación. Pero esto puede ser reducida realizando juntas de control de las juntas y de construcción para mitigar la contracción propia de la mezcla de cemento y agua.

2.2.3.3.2. Membranas

Según Espinoza (2016), son mallas flexibles de fibras sintéticas inorgánicas con alta resistencia y durabilidad, son usados como parte integrante de sistemas impermeables asfálticos en frío, base solvente con refuerzo para puntos críticos en impermeabilizaciones acrílicas en asfálticas en frío. Son resistentes a todo tipo de condiciones climáticas y ambientales. Tiene la ventaja de promover la adherencia entre las capas asfálticas estructurando los sistemas impermeables, proporcionándoles así resistencia a los esfuerzos mecánicos y previniendo su deterioro prematuro, presenta una excelente flexibilidad, lo que permite amoldarse a cualquier tipo de superficie y asimila perfectamente los esfuerzos de contracción.

No se sugiere su empleo en superficies verticales o con una inclinación mayor a los 60 grados de más de 1 m de altura.

Las membranas de refuerzo de alta resistencia en superficies horizontales planas sustituyen a otras membranas de refuerzo como parte integrante de sistemas impermeables base solvente de usos múltiples como manto de refuerzo adicional en sistemas impermeables base solvente resiste todo clase de condiciones climáticas y ambientales.

2.2.3.3.3. Impermeabilizantes tradicionales

Según Espinoza (2016), el ladrillo es un sistema constructivo tradicional que hace la función de capa impermeabilizadora en una azotea, y básicamente consiste en la colocación de ladrillo en acomodo petatillo, sobre dicha azotea.

Para Díaz, (2006), citado por Espinoza (2016), sostiene que: en México y en los países donde los españoles se asentaron, la forma de impermeabilizar también consistía en el uso de terrados los cuales son un sistema que contemplaba un entepiso formado por trabes de madera, loseta de barro tipo cuarterón hecho a mano y una capa de tierra compactada que lograba un peralte de 40 a 80 centímetros en función del área del techo, posteriormente se aplicaba una solución de alumbre que permitía lograr una superficie impermeable.

2.2.3.3.4. Impermeabilizantes asfálticos

Según Espinoza (2016), define que: los sistemas de recubrimiento de asfalto proporcional una superficie de desgaste de asfalto sobre una membrana de aplicación líquida. La base de impermeabilización es un asfalto que puede aguantar el calor desarrollado a lo largo de la instalación de la capa asfáltica. Estas capas de membranas impermeables y el asfalto son sistemas de aplicación en caliente. Las capas de asfalto son de aproximadamente 2 mm de espesor. Estos sistemas mejoran su desarrollo gracias a la superposición asfáltica para proteger el recubrimiento de la base impermeable. El peso adicional añadido a una composición por estos sistemas se debe considerar en el cálculo estructural.

2.2.3.3.5. Impermeabilizantes acrílicos

Según Espinoza (2016), define: son sustancias líquidas cuando se aplica, que después de secarse forman una película elástica que impide la infiltración del paso del agua. Los impermeabilizantes acrílicos son formulados desde polímeros. Al aplicarse su penetración en el material es mínimo entonces se considera un sellador con apariencia de película. Estos productos difieren en menor medida según el fabricante pues cada uno tiene compuestos patentados. Estos por lo general se disuelven en agua, pero los fabricantes recomiendan su aplicación sin disolver. Estos compuestos acrílicos no tienen reacción química con los materiales donde se aplican.

2.2.3.3.6. Impermeabilizantes ecológicos

Esta clase de impermeabilizantes no tienen dentro plomo, y otras sustancias contaminantes, asisten a la reducción de la contaminación de la cubierta de ozono. Estos impermeabilizantes son ideales resisten los cambios bruscos de temperatura, lluvias y salitre de los espacios libres con una duración máxima de diez años.

2.2.3.4. Definición y características de cada componente de los impermeabilizantes:

2.2.3.4.1. Unicel

2.2.3.4.1.1. Definición:

El Poliestireno Expandidoó Expanded PolyStyrene (EPS) es más popular como unicel, es un material de plástico celular, de propiedad rígido fabricado desde el moldeo de perlas preexpandidas de poliestireno expandible, tiene una composición celular clausurada y que muestra una estructura celular cerrada y ocupada de aire.

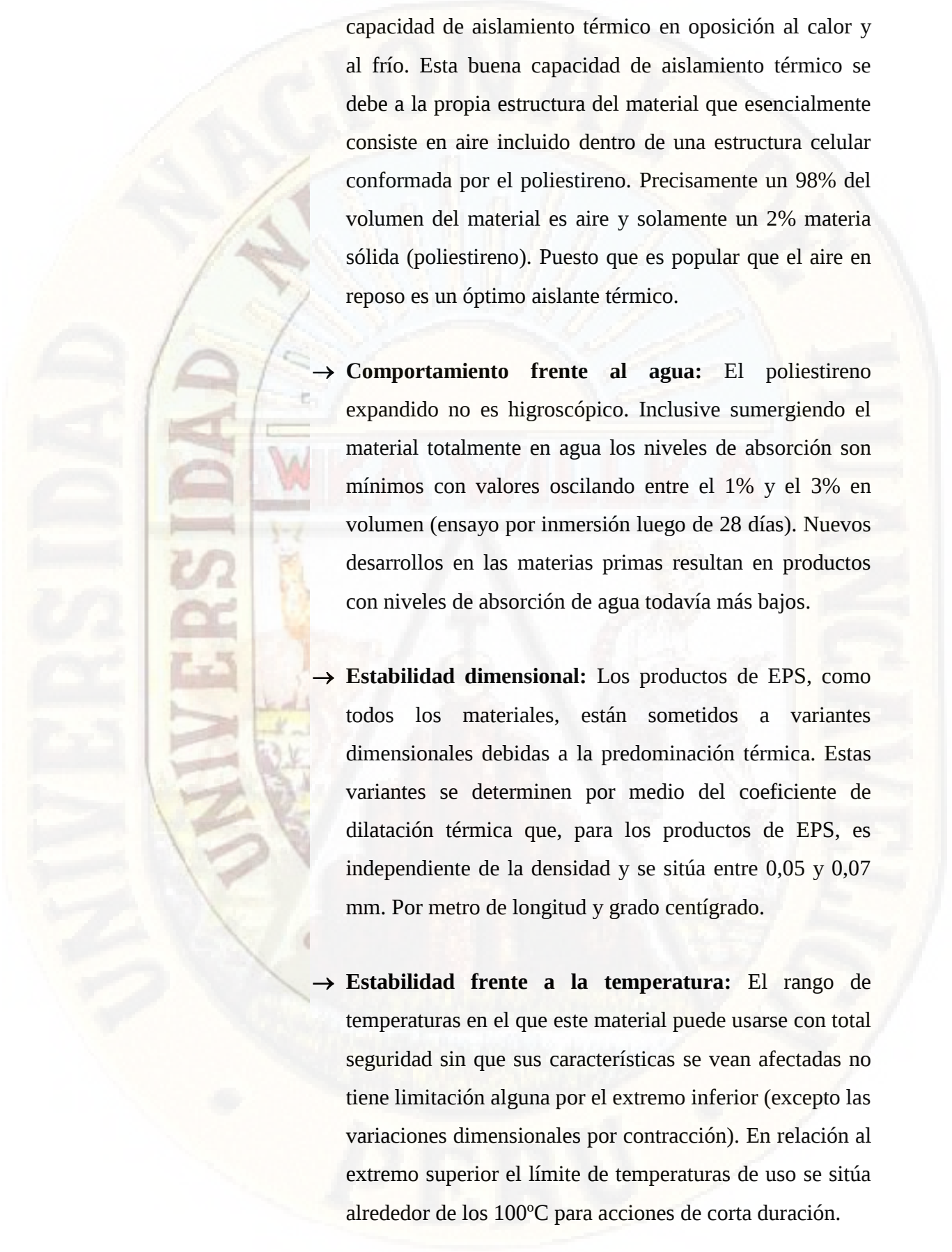
2.2.3.4.1.2. Características:

Según (Reyes L. A., 2019), identifica las siguientes propiedades físicas, químicas y biológicas del unicel (poliestireno expandido):

- **Características físicas del poliestireno expandido:** El poliestireno tiene una enorme resistencia y durabilidad son especiales como protectores de productos frágiles, este material no absorbe agua y es perfecto como aislante térmico el cual es efectivo y funcional. Otra forma donde influye las propiedades del poliestireno es que entre menos expandido se encuentre será más rígido y entre más expandido este va a ser menos rígido.

→ **Densidad:** Los productos y artículos acabados en poliestireno expandido (EPS) se caracterizan por ser excepcionalmente rápidos. En funcionalidad de la aplicación las densidades se sitúan en el intervalo que va desde los 10kg/m³ hasta los 50kg/m³.

→ **Resistencia mecánica:** La resistencia a los esfuerzos mecánicos son: Resistencia a la compresión para una deformación del 10%. Resistencia a la flexión. Resistencia a la tracción. Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante. Fluencia a compresión.

- 
- **Aislamiento térmico:** Los productos y materiales de poliestireno expandido (EPS) muestran una increíble capacidad de aislamiento térmico en oposición al calor y al frío. Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire incluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Precisamente un 98% del volumen del material es aire y solamente un 2% materia sólida (poliestireno). Puesto que es popular que el aire en reposo es un óptimo aislante térmico.
 - **Comportamiento frente al agua:** El poliestireno expandido no es higroscópico. Inclusive sumergiendo el material totalmente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores oscilando entre el 1% y el 3% en volumen (ensayo por inmersión luego de 28 días). Nuevos desarrollos en las materias primas resultan en productos con niveles de absorción de agua todavía más bajos.
 - **Estabilidad dimensional:** Los productos de EPS, como todos los materiales, están sometidos a variantes dimensionales debidas a la predominación térmica. Estas variantes se determinen por medio del coeficiente de dilatación térmica que, para los productos de EPS, es independiente de la densidad y se sitúa entre 0,05 y 0,07 mm. Por metro de longitud y grado centígrado.
 - **Estabilidad frente a la temperatura:** El rango de temperaturas en el que este material puede usarse con total seguridad sin que sus características se vean afectadas no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). En relación al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100°C para acciones de corta duración.

- **Características químicas:** El poliestireno expandido es permanente frente a varios elaborados químicos. Si se usan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias. El EPS se puede disolver en: Ácidos concentrados (sin agua) al 100%, Disolventes orgánicos (acetona, ésteres) Hidrocarburos alifáticos saturados, Aceite de diesel, y Carburantes.

Comportamiento frente al fuego: Las materias primas del poliestireno expandido son polímeros o copolímeros de estireno que tienen dentro una mezcla de hidrocarburos de bajo punto de ebullición como agente de propagación. Todos ellos son materiales combustibles. Al ser expuestos a temperaturas superiores a 100°C, los productos de EPS empiezan a reblandecerse lentamente y se contraen, si incrementa la temperatura se funden. Si sigue expuesto al calor en el transcurso de un cierto tiempo el material fundido emite productos de descomposición gaseosos inflamables. En ausencia de fuego los productos de descomposición térmica no se inflaman hasta llegar temperaturas del orden de los 400 -

- **Características biológicas:** El poliestireno expandido no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos. Es imputrescible, no enmohece y no se descompone. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo.

2.2.3.4.2. Gasolina:

2.2.3.4.2.1. Definición:

Es la mezcla de hidrocarburos derivados del petróleo que se usa como combustible en motores de combustión, además es utilizado como aplicaciones para estufas, lámparas, limpieza con solventes y otras más. Tiene una densidad de 680 g/L.

2.2.3.4.2.2. Características:

Según el portal de la empresa PETROPERÚ en su ficha técnica identifica las siguientes características tanto físicas como químicas que son las siguientes:

Apariencia	: Transparente
Color	: Amarillo (*)
Olor	: Característico
Umbral olfativo	: No se dispone de datos
PH	: No se dispone de datos
Punto de fusión, °C	: No se dispone de datos
Punto inicial de ebullición, °C	: 30 aprox.
Punto final de ebullición, °C	: 221 máx.
Punto de inflamación, °C	: <-40
Tasa de evaporación	: No se dispone de datos
Inflamabilidad	: Líquidos y vapores extremadamente inflamables
Lím. de inflamabilidad, % vol. en aire	: Inferior: 0.8 Superior: 5.0
Presión de vapor a 37.8°C, psi	: 10 máx.
Densidad de vapor	: No se dispone de datos
Gravedad específica a 15.6/15.6°C	: 0.73 – 0.76 aprox.
Solubilidad en agua	: Insoluble
Coeficiente de reparto: n-octanol/agua	: 3.5
Temperatura de autoinflamación, °C	: 280 aprox.
Temperatura de descomposición	: No se dispone de datos
Viscosidad cinemática a 40°C, cSt	: No se dispone de datos

2.2.3.4.3. Jabón:

2.2.3.4.3.1. Características:

Según (González, 2014), comentando químicamente el jabón viene a ser la sal sódica o potásica de un ácido graso y este puede ser de origen vegetal o animal, sólido o líquido, entre otras cosas, sebo, manteca de cerdo, aceite de coco, de oliva, etc., que se obtiene por hidrólisis alcalina de los ésteres contenidos en los materiales grasos.

Si se escinde una grasa con un álcali, en vez de con agua, se consiguen glicerina y una sal o jabón del metal alcalino con el ácido graso. Esta reacción se llama saponificación y es la base de la industria del jabón.

2.2.3.4.4. Piedra alumbre:

2.2.3.4.4.1. Definición:

La piedra alumbre es un mineral compuesto por aluminio y potasio, primordialmente. Su uso más recurrente es como desodorante, bien con apariencia de polvos o de piedra. Esta piedra es proveniente de la naturaleza, no contiene alcohol ni perfume u otros compuestos químicos.

2.2.3.4.4.2. Características:

Características físicas:

Lustre	: Vítreo
Transparencia	: Transparente
Color	: Blanco
Color en sección fina	: Incolora
Raya	: Blanco
Dureza (Mohs)	:2
Fractura	: Concoidal
Densidad	: 1,8 g/cm ³ (medida) 1,76 g/cm ³

Características químicas:

Fórmula	: $KAl(SO_4)_{12}(H_2O)$
Elementos químicos	: K, Al, S, O, H
Composición química	: S: 13,52%, H ₂ O: 45,53%, H: 5,10%, Al: 5,69%, O: 67,45%, K: 8,24%,

2.2.3.4.5. Cal

2.2.3.4.6. Definición:

La cal es un elemento cáustico, muy blanco en estado puro, que procede de la calcinación de la piedra caliza. La cal habitual es el óxido de calcio de fórmula CaO , también conocido como cal viva. Es un material muy usado en construcción y en otras actividades humanas. Como producto comercial, normalmente contiene

también óxido de magnesio, óxido de silicio y pequeñas cantidades de óxidos de aluminio y hierro.

2.2.3.4.6.1. Características:

- **Hidraulicidad:** Es la relación que tiene los silicatos con los aluminatos en relación al óxido de calcio.
- **Densidad:** la densidad de la cal es de 0.4 – 0.9 kg/cm³.
- **Fraguado:** Este es un desarrollo químico que radica en la evaporación del exceso de agua que es utilizado en la pasta, el tiempo de fraguado es lento.
- **Estabilidad de volumen:** Tiene un accionar de aumento de su volumen una vez colocada en obra, esto gracias a la existencia de magnesio sin hidratar, la existencia de cal libre.
- **Resistencia mecánica:** la cal tiene una resistencia no mayor a 50 kp/cm² por lo cual se emplean en piezas no resistentes.

2.2.3.4.7. Cemento portland tipo I

2.2.3.4.7.1. Definición:

Cemento hidráulico producido por medio de la pulverización del Clinker compuesto fundamentalmente de silicatos de calcio hidráulicos y que tienen dentro por lo general sulfato de calcio y ocasionalmente caliza como adición a lo largo de la molienda. Cemento Portland Tipo I para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.

2.2.3.4.8. Sika

2.2.3.4.8.1. Definición:

De acuerdo con la ficha técnica el producto Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado habitual para mortero y concreto. se usa para la impermeabilización de morteros y hormigón, en particular para:

- Arrendamientos, morteros de albañilería y soleras, Hormigón armado y no reforzado, Ladrillo, hormigón y sustratos de piedra, Aplicaciones en interiores y exteriores, como sótanos, piscinas, túneles, tanques de agua, pozos, alcantarillas.

2.2.3.4.8.2. Características:

Sika®-1 inhabilita los capilares y los poros en el sistema cementoso aplicado para proveer una barrera de agua eficaz contra la transmisión de agua líquida. Los resultados positivos de Sika®-1 incluyen, entre otros, los siguientes:

- Mayor impermeabilidad
- Listo para usar
- Fácilmente disperso
- Libre de Cloruro
- Muy accesible

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

La aplicación de las diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales disminuyen la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- La aplicación del impermeabilizante tradicional unicel disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- La aplicación de la impermeabilizante tradicional lechada de cemento disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- La aplicación del impermeabilizante tradicional comercial Sika disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- La aplicación del impermeabilizante tradicional jabonado de alumbre disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.
- La aplicación del impermeabilizante tradicional a base de cal disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.

2.4. Definición operativa de variables

- Variable Independiente: “impermeabilizantes tradicionales”
- Variable Dependiente: “Mantenimiento de losas aligeradas”

2.4.1. Operacionalización de la variable

TABLA 1.Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSION	INDICE/INDICADOR	UNID DE MEDIDA
VARIABLE 1 Impermeabilizantes tradicionales.	son métodos que son utilizados para el control de infiltraciones en losas, conformados con productos accesibles y económicos.	Técnica 1: Unicel	Tecnopor	m2
			Gasolina	galón
			Cemento	kg
		Técnica 2: Lechada de cemento	Arena Fina	m3
			Agua	lit.
		Técnica 3: Comercial	Sika	unid.
			Jabón en Barra	unid.
		Técnica 4: Jabonado de alumbre	Agua	lit.
			Piedra Alumbre	gr.
			cal	gr.
		Técnica 5: A base de cal	Agua	lit.
			Piedra Alumbre	gr.
VARIABLE 2 Mantenimiento de losas aligeradas.	los techos forman parte de la estructura de una vivienda, están hechos de concreto armado y se utilizan como entrepisos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas y placas.	Mantenimiento preventivo		
		Mantenimiento correctivo		

FUENTE: Elaboración propia.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue aplicativa, ya que se realizó la utilización de conocimientos en la práctica misma en ambientes naturales.

Se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos. Es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad. (Carrasco, 2006, p. 43)

3.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo; ya que Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Según (Hernández, 2010, p. 85)

3.2. Método de Investigación

3.2.1. Método general

En la siguiente investigación se identificó el método científico, el método científico es la manera sistematizada en que se efectuará el pensamiento reflexivo que nos permite llevar a cabo un proceso de investigación científica. Según Sánchez y Reyes (1996, p.25).

3.2.2. Método específico

El método de investigación fue experimental debido a que se organizó para proceder con la investigación de las posibles causa-efecto, según Sánchez y Reyes (1996).

3.3. Diseño de investigación

Como diseño de investigación se tuvo al Diseño de investigación Experimental descriptivo y como diseño específico corresponde al diseño pre experimental “En este diseño un tratamiento es aplicable a un grupo, luego se hace una observación o medición O en los sujetos que componen un grupo, con la finalidad de evaluar los efectos del tratamiento (variable experimental o independiente)” que presenta Sánchez y Reyes (1996, pág.86-87), que se muestra a continuación:

GE: X O

Donde:

G.E. Grupo Experimental.

X: Impermeabilizantes tradicionales

O: Mantenimiento de losas aligeradas

3.4. Población y muestra

3.1.1. Población

La población accesible está constituida por todos los individuos que tiene acceso el investigador. (Gonzales, Oseda, Ramírez, & Gave, 2011, págs. 142-143).

La población a la cual se estudió está conformada por 8 maquetas físicas a escala.

3.1.2. Muestra

Viene a ser el subconjunto de individuos de la población que facilita estudiar de forma generalizada. (Tamayo, 2003, pág. 48).

La muestra a la cual se estudió estuvo conformada por 8 maquetas físicas a escala.

3.1.3. Muestreo

No hay muestreo por que la muestra censal y la población es la misma que la muestra.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Las principales técnicas a utilizarse son los siguientes:

Observación. La observación participante implica conciencia en el evaluado; puede ser natural cuando el observador pertenece al conjunto humano que investiga, y artificial cuando la integración del observador es a propósito de la investigación (Supo, 2012, p.19).

Análisis de documentos. Es una técnica que se encarga de conocer la documentación sobre el problema a investigar para ello utiliza el análisis de contenido referentes a temas similares ya estudiados de analizar documentos del cual lo que desea analizar son las ideas expresadas, el significado de las palabras, tema o frase que se quiere cuantificar. El análisis de contenido pretende ser objetivo, sistémico y cuantitativa en el estudio de contenidos de los documentos. (Palacios, Romero, & Ñaupas, 2016, págs. 317-319).

La técnica utilizada para la recolección de datos es por medio del método de tubo de Karsten que nos permitirá llevar el control de las infiltraciones.

3.5.2. Instrumentos

Los equipos e instrumentos a utilizar en la investigación en la recolección de datos son:

- ✓ Mezcladora
- ✓ Tubo con regla
- ✓ Cronómetro
- ✓ Encofrado
- ✓ Balanza mecánica
- ✓ Recipientes

- ✓ brochas
- ✓ Cuaderno de apuntes

3.6. Procedimiento de recolección de datos

- Planificación.
- Observación de viviendas afectadas por la humedad.
- Elaboración de maquetas de losas con un área de 40x40 cm y un espesor de $e=5$ cm.
- Ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de los impermeabilizantes.
- Elaboración y aplicación de impermeabilizantes y ensayo de permeabilidad en el proceso.
- Ensayo de permeabilidad posterior a la aplicación y secado de los impermeabilizantes.
- Análisis de datos
- Conclusiones y recomendaciones.

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

ESQUEMA METODOLÓGICO



PASO 3

ELABORACIÓN Y DOSIFICACIÓN :

- **TÉCNICA:**
- Elaboración y aplicación de los impermeabilizantes a las maquetas de prueba.
- **HERRAMIENTAS:**
- brocha
- recipientes

PASO 4

ENSAYO POSTERIOR:

- Realizar el estudio de permeabilidad a las maquetas físicas a escala.

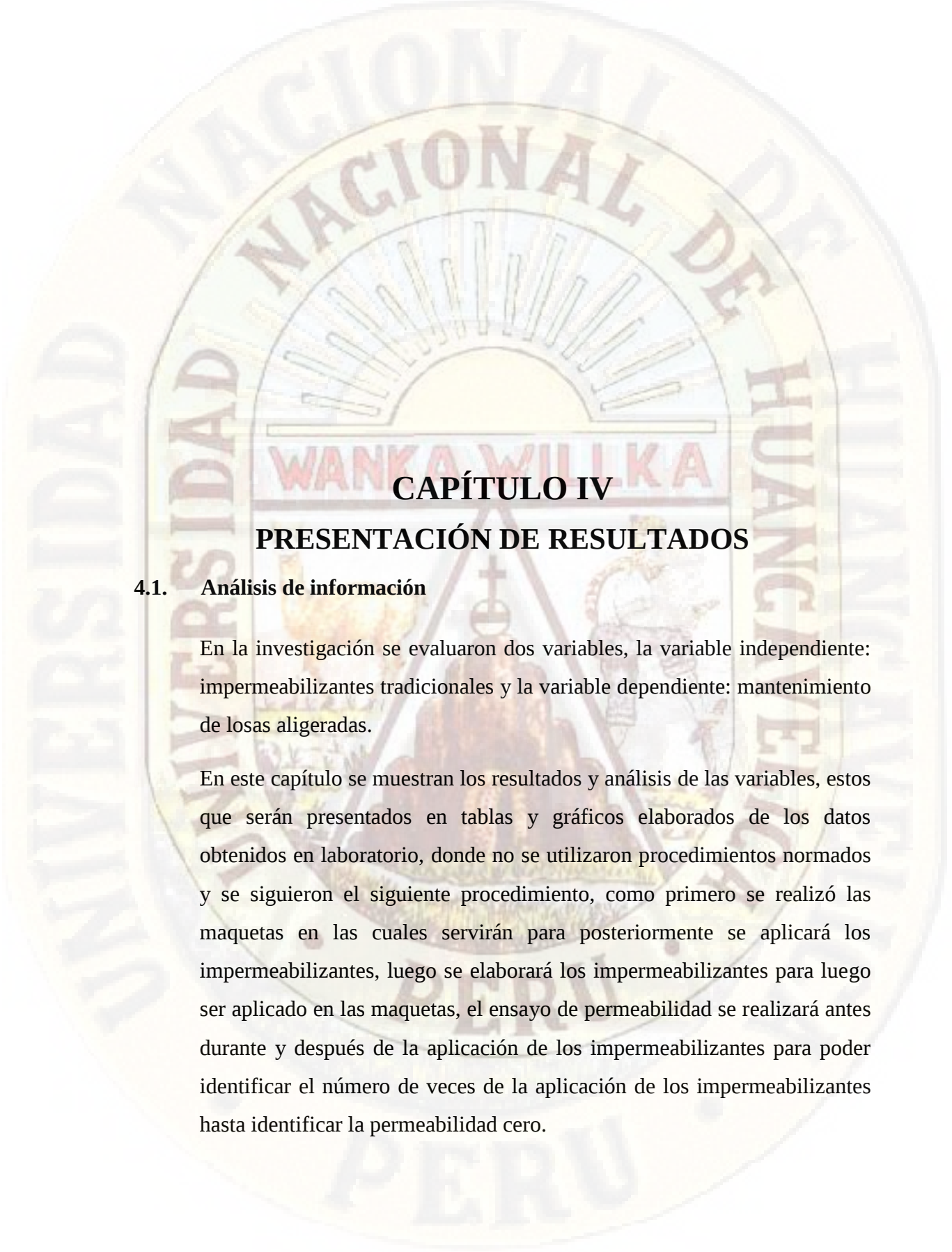
PASO 5

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

- A raíz de los ensayos realizados se determinaron los resultados finales que han sido comparados con nuestra hipótesis.

PASO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de información

En la investigación se evaluaron dos variables, la variable independiente: impermeabilizantes tradicionales y la variable dependiente: mantenimiento de losas aligeradas.

En este capítulo se muestran los resultados y análisis de las variables, estos que serán presentados en tablas y gráficos elaborados de los datos obtenidos en laboratorio, donde no se utilizaron procedimientos normados y se siguieron el siguiente procedimiento, como primero se realizó las maquetas en las cuales servirán para posteriormente se aplicará los impermeabilizantes, luego se elaborará los impermeabilizantes para luego ser aplicado en las maquetas, el ensayo de permeabilidad se realizará antes durante y después de la aplicación de los impermeabilizantes para poder identificar el número de veces de la aplicación de los impermeabilizantes hasta identificar la permeabilidad cero.

4.1.1. Área de estudio

4.1.1.1. Cemento Portland Tipo I

En el presente proyecto se utilizó el cemento portland tipo I de la marca Andino, debido de que es una marca comercial en la ciudad de Huancavelica, este tipo de cemento es sirve para todo tipo de obras de concreto en general, dentro de sus especificaciones de fabricación determina la molienda conjunta de Clinker tipo I y yeso, las cuales brindan una mayor resistencia inicial y menor tiempo de fraguado, la presentación de este producto es en bolsas de 42.5 kg.



FIGURA 5. Cemento Andino Portland Tipo I.

TABLA 2. Propiedades Químicas del Cemento Portland Tipo I.

PROPIEDADES QUÍMICAS	CANTIDAD EN %
CaO	63% (Cal)
SiO ₂	20% (Sílice)
Al ₂ O ₃	6% (Alúmina)
Fe ₂ O ₃	3% (Oxido de Fierro)
MgO	1.5% (Oxido de Magnesio)
K ₂ O + Na ₂ O	1% (Álcalis)
Perdida por calcinación	2%
Residuo insoluble	--
SO ₂	2% (Anhídrido Sulfúrico)
CaO	1% (Cal Libre)
TOTAL	100%

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable".

TABLA 3. Propiedades Físicas del Cemento Portland Tipo I.

PROPIEDADES	TIPO I	
	ANDINO	ASTM
Blaine, cm²/g	3300	2800
Fraguado V.		
Inicial, hr: min	2.20	0.45
Final, hr: min	4.45	6.15
Expansión autoclave, %	-0.01	0.80
Resistencia:		Min.
3 días, psi	2600	1740
7 días, psi	3500	2760
28 días, psi	4850	4060
Densidad, g/cm³	3.15	n.a.
Calor de Hidratación		
7 días, cal/g	69	n.a.
28 días, cal/g	79	n.a.

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis “Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable”.

4.1.1.2. Agregado fino:

El material que se utilizó es de la cantera de Callqui Chico de la ciudad de Huancavelica, las cuales fueron estudiadas en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – Huancavelica.

TABLA 4. Contenido de Humedad del agregado fino.

N°	NOMBRE	CANTIDAD DE ENSAYOS		
		1	2	3
1	Peso del Recipiente (gr)	90.90	128.90	46.30
2	Peso del Recipiente + Muestra Húmeda (gr)	528.20	580.10	572.40
3	Peso de Muestra Húmeda (gr)	437.30	451.20	526.10
4	Peso del Recipiente + Muestra Seca (gr)	490.30	541.20	526.40
5	Peso de la Muestra Seca (gr)	399.40	412.30	480.10
6	Contenido de Humedad (%)	9.49 %	9.43 %	9.58 %
7	Contenido de Humedad Promedio (%)	9.50 %		

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis “Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable”.

TABLA 5. Análisis Granulométrico de Agregado Grueso.

GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO MASA INICIAL DE 3270.60 gr.						
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO+PESO DE RECIPIENTE (gr)	PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	%ACUMULADO % RETENIDO	% PASA
3/8"	9.52	364.4	0	0	0	100.00
N°4	4.75	482.4	118	3.608	3.608	96.392
N°8	2.38	530.4	166	5.076	8.683	91.317
N°16	1.18	750.7	386.3	11.811	20.495	79.505
N°30	0.59	1485.9	1121.5	34.290	54.785	45.215
N°50	0.31	1392.6	1028.2	31.438	86.223	13.777
N°100	0.15	683.7	319.3	9.763	95.985	4.015
N°200	0.075	440.1	75.7	2.315	98.300	1.700
Fondo		420	55.6	1.700	100.000	0.000
PESO FINAL			3270.60 gr			

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable".

TABLA 6. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.

PESO UNITARIO SUELTO (P.U.S.) DEL AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCIÓN	ENSAYO N° 1	ENSAYO N° 2	ENSAYO N° 3
Peso de Muestra + Recipiente (gr)	17500	17650	17700
Peso del Recipiente (gr)	10130	10130	10130
Peso de la Muestra (gr)	7370	7520	7570
Volumen del Recipiente (m3)	0.00643	0.00643	0.00643
Peso unitario Suelto (kg/m3)	1145.32	1168.63	1176.40
Promedio de Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1163.45		

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable".

TABLA 7. Peso específico y Absorción de la muestra de agregado fino.

DESCRIPCIÓN	PESO
Muestra parcialmente seca	500.00 gr
Peso de picnómetro + Muestra parcialmente seca	662.90 gr
Peso de picnómetro + Muestra parcialmente seca + Agua	958.20 gr
Peso de picnómetro	161.30 gr
Peso de picnómetro + Agua	660.10 cm3
Peso de muestra seca	475.30 gr
PESO ESPECÍFICO APARENTE	2.354 gr/cm3
PESO ESPECÍFICO SATURADA CON SUPERFICIE SECA (SSS)	2.476 gr/cm3
PESO ESPECÍFICO NOMINAL	2.682 gr/cm3
ABSORCIÓN (%)	5.197%

Fuente: ROJAS, VENTURA (2017) en su tesis "Utilización del relave minero para la elaboración de bloques de concreto tipo ensamblable".

4.1.2. Elaboración de probetas de mortero

En el proceso constructivo de una edificación la azotea es uno de los elementos más importantes, debido a la función que tiene de proteger a la edificación de la caída de precipitaciones, acción del paso del tiempo y la exposición a la intemperie, para que así pueda garantizar la comodidad de los usuarios.

Se elaboraron probetas de mortero de dimensiones de 40x40x5, con una proporción de 1:10, estas dimensiones fueron elegidas para que puedan facilitar el trabajo en el laboratorio.

TABLA 8. Características de probetas a ensayar.

N° DE PROBETAS	MATERIALES	ELEMENTOS	DIMENSIONES		
			LARGO	ANCHO	ESPESOR
08	Mortero 1:10	Cemento, Arena, Agua	40 cm	40 cm	05 cm

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 9. Peso específico de los componentes del mortero 1:10

COMPONENTE	UNIDAD	PESO VOLUMÉTRICO	PESO ESPECÍFICO
		Pv	Pe
Cemento	Kg.	2.12	3.10 gr/cm ³
Arena	Kg.	16	2.68 gr/cm ³
Agua	Lit.		

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 10. Calculo del peso y volumen del mortero 1:10

COMPONENTE	PROPORCIÓN	P.e.	PESO	VOLUMEN
			Kg.	-M3
Cemento	1	3100	10.624	0.01062
Arena	10	2680	80.000	0.0800
Agua			14.720	0.01472
Total			105.344	0.1053

FUENTE: Elaboración propia.

Proceso de mezclado:

- **Primero:** Se pesaron los materiales de acuerdo a la dosificación calculada de acuerdo a las proporciones del diseño.
- **Segundo:** se prosiguió a realizar el mezclado del cemento y arena hasta encontrar uniformidad y trabajabilidad en la mezcla, para posteriormente añadir agua de manera graduada y seguir con el mezclado.



FIGURA 6. Proceso de elaboración de probetas.

- **Tercero:** Se prosiguió a realizar el vaciado de la mezcla en los encofrados con las dimensiones 40x40 cm, espesor de 05 cm, para posteriormente realizar el curado del mismo.



FIGURA 7. *Vaciado de probetas.*

4.1.3. Ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes:

El método utilizado para este ensayo es el método del tubo de Karsten, este método permite determinar la permeabilidad de materiales. Utilizado con anterioridad en estudios y trabajos sobre la preservación de monumentos históricos ya que permite medir la absorción de agua en materiales porosos, evaluar el nivel de eficiencia de impermeabilizantes calculando su absorción antes y después de su aplicación.

Los resultados de este método son comparativos, a su vez este método es de característica no destructiva esto favorece su aplicación en la conservación de patrimonios históricos, refleja el comportamiento del material en su estado y ubicación real y pueden aplicarse en superficies verticales y horizontales, Hendrickx, (2013) citado por Espinoza, (2016).

Se inició este ensayo con la aplicación de agua en la probeta graduada, y bien sellada para evitar infiltraciones que puedan afectar el control de permeabilidad de las probetas, para la lectura de datos se utilizó un cronómetro para llevar el control de tiempos.

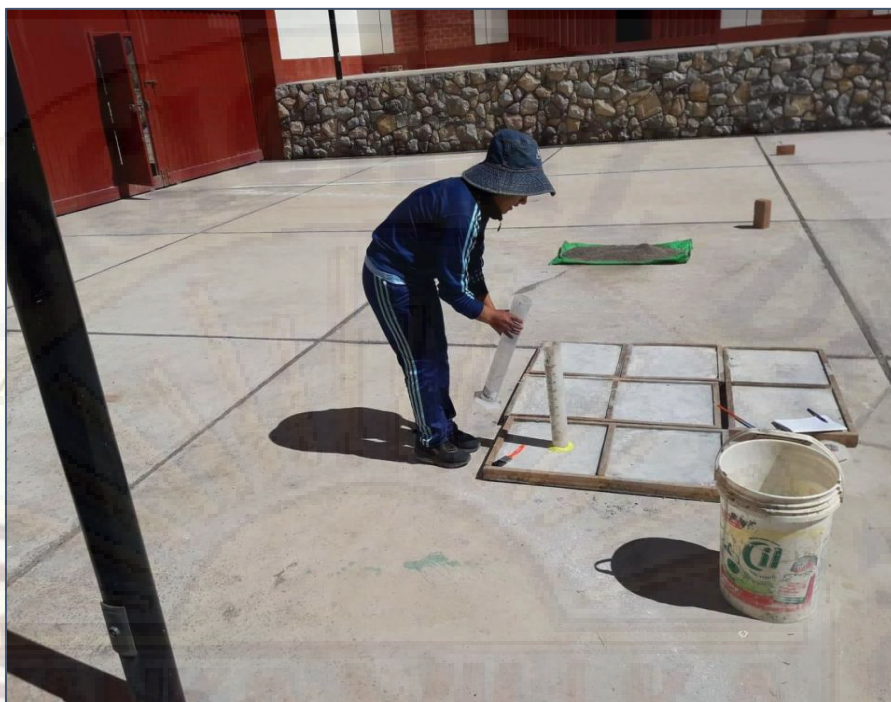


FIGURA 8. Inicio del ensayo de permeabilidad en cada una de las muestras con una T° ambiente inicial de 20°C y 23°C al finalizar los ensayos.



FIGURA 9. Colocación y fijación del tubo para la iniciación del ensayo en la M1 (Muestra N° 01).



FIGURA 10. Colocación y fijación del tubo para la iniciación del ensayo en la M2 (Muestra N° 02).



FIGURA 11. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 03.



FIGURA 12. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 04.



FIGURA 13. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 05.



FIGURA 14. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 06.



FIGURA 15. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 07.



FIGURA 16. Ensayo de permeabilidad en la Muestra N° 08.

Resultados del ensayo:

La realización del ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes considero esencial ya que nos ayudará a realizar la comparación de permeabilidad después de la aplicación de los impermeabilizantes:

✓ Permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes:

Los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 7 días por el método Karsten para el tiempo de 10 minutos cómo se muestra en la tabla N°11.

TABLA 11. Permeabilidad del mortero 1:10 a 10 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	PERMEABILIDAD ACUMULADA 10 MINUTOS	
			LECTURA	ACUMULADO
1	MORTERO DE PROPORCIÓN DE 1:10	M1	0.36	0.36
2		M2	0.30	0.30
3		M3	0.50	0.50
4		M4	0.78	0.78
5		M5	1.00	1.00
6		M6	0.70	0.70
7		M7	0.40	0.40
8		M8	1.10	1.10

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 7 días por el método Karsten para el tiempo de 20 minutos cómo se muestra en la tabla N°12.

TABLA 12. Permeabilidad del mortero 1:10 a 20 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	PERMEABILIDAD ACUMULADA 20 MINUTOS	
			LECTURA	ACUMULADO
1	MORTERO DE PROPORCIÓN DE 1:10	M1	0.16	0.52
2		M2	0.20	0.50
3		M3	0.14	0.64
4		M4	0.42	1.20
5		M5	0.70	1.70
6		M6	0.30	1.00
7		M7	0.20	0.60
8		M8	0.86	1.96

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 7 días por el método Karsten para el tiempo de 30 minutos cómo se muestra en la tabla N°13

TABLA 13. Permeabilidad del mortero 1:10 a 30 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	PERMEABILIDAD ACUMULADA 30 MINUTOS	
			LECTURA	ACUMULADO
1	MORTERO DE PROPORCIÓN DE 1:10	M1	0.18	0.70
2		M2	0.14	0.64
3		M3	0.28	0.92
4		M4	0.44	1.64
5		M5	0.60	2.30
6		M6	0.34	1.34
7		M7	0.42	0.82
8		M8	0.44	2.40

FUENTE: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 7 días por el método Karsten para el tiempo de 30 minutos cómo se muestra en la tabla N°13

TABLA 14. Permeabilidad del mortero 1:10 a 40 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	PERMEABILIDAD ACUMULADA 40 MINUTOS	
			LECTURA	ACUMULADO
1		M1	0.18	0.88
2		M2	0.22	0.86
3	MORTERO DE PROPORCIÓN DE 1:10	M3	0.08	1.00
4		M4	0.56	2.10
5		M5	0.30	2.60
6		M6	0.24	1.18
7		M7	0.98	2.00
8		M8	0.50	1.90

FUENTE: Elaboración propia.

4.1.4. Elaboración y aplicación de los impermeabilizantes:

4.1.4.1. Elaboración de impermeabilizante tradicional uncel (IMP-01)

El uncel es un producto derivado del petróleo y compuesto por poliestireno, entre sus propiedades no se descompone al estar constituido por sustrato nutritivo para microorganismos, estos materiales son fáciles de encontrar. El uncel es un material no fácil de reciclar, es un producto que tarda 500 años en descomponerse sería ideal reutilizarlo para evitar la contaminación del medio ambiente.

La gasolina está compuesta por hidrocarburos alifáticos obtenidos del petróleo por destilación fraccionada, que se utiliza como combustible en motores de combustión interna con encendido por chispa convencional o por compresión,

Este impermeabilizante está constituido por la mezcla de uncel con gasolina, en un recipiente hasta encontrar una masa plástica de fácil aplicación, se prosigue a realizar la limpieza de la probeta para que pueda estar libre de polvo o partícula que evite la adherencia de la mezcla.



FIGURA 17. Unicel (Tecnopor) a utilizar en la elaboración del impermeabilizante.

En la tabla N° 15 presentamos las proporciones de cada componente del impermeabilizante tradicional unicel que será aplicado en dos de las probetas realizadas que tienen un área de 0.32 m² en ambas probetas.

TABLA 15. Impermeabilizante tradicional unicel.

COMPONENTE	UNIDAD	PROPORCIÓN Kg/lit.
Unicel	Kg	0.640
Gasolina	kg	0.320
TOTAL		0.960

FUENTE: Elaboración propia.

4.1.4.2. Aplicación de impermeabilizante tradicional unicel (IMP-01)

Este impermeabilizante comercial su proceso de su aplicación es de la siguiente manera:

- Antes de aplicar la mezcla en las probetas se limpia las probetas para que puedan estar libres de polvo y partículas.
- Colocar el unicel en un recipiente de aluminio.
- Se vierte la gasolina al unicel (en este proceso se observa que el unicel se va deshaciendo).

- Se mueve la mezcla con un palo de madera para que el unicel se deshaga por completo.
- Al observar que la mezcla tiene forma líquida se prosigue a aplicarse.



FIGURA 18. Aplicación del impermeabilizante en la muestra de probeta.

4.1.4.3. Elaboración de impermeabilizante tradicional lechada de cemento (IMP-02)

Este impermeabilizante está constituido por la mezcla de cemento arena graduada y agua, también es utilizado tradicionalmente como sellador e impermeabilizante, las propiedades que este impermeabilizante contiene son:

- Económicos
- No contiene materiales peligrosos
- Resistente y de fácil fraguado.
- Probado con años de uso



FIGURA 19. *Cemento a utilizar en la elaboración del impermeabilizante.*

En la tabla N° 16 presentamos las proporciones de cada componente de impermeabilizante tradicional lechada de cemento que será aplicado en dos de las probetas realizadas que tienen un área de 0.32 m² en ambas probetas.

TABLA 16. *Impermeabilizante tradicional lechada de cemento.*

COMPONENTE	UNIDAD	PROPORCIÓN Kg/lit.
Cemento portland	Kg	0.500
tipo I	Kg	0.460
Arena fina	Kg	1.000
Agua		
TOTAL		1.960

FUENTE: *Elaboración propia.*

4.1.4.4. Aplicación de impermeabilizante tradicional lechada de cemento (IMP-02)

Este impermeabilizante comercial su proceso de su aplicación es de la siguiente manera:

- Antes de aplicar la mezcla en las probetas se limpia las probetas para que puedan estar libres de polvo y partículas.
- Se homogeniza perfectamente la mezcla para evitar el asentamiento de los componentes con mayor peso específico del agua.
- Se prosigue a aplicar una capa como se muestra en la figura N° 22.



FIGURA 20. Aplicación del impermeabilizante en la probeta.

4.1.4.5. Elaboración del impermeabilizante Comercial Sika (IMP-03)

El impermeabilizante comercial que se utilizó en el presente proyecto, contiene las siguientes características y ventajas: tiene buena penetración en grietas y fisuras, resistente a la microfisuración, resistente al intemperismo y al ataque agresivo de la atmosfera, radiación UV y envejecimiento, resistente al tránsito peatonal moderado, es fácil de aplicar el cual el procedimiento es de la siguiente manera:



FIGURA 21. Impermeabilizante comercial Sika.

4.1.4.6. Aplicación de impermeabilizante Comercial Sika (IMP-03)

Este impermeabilizante comercial su proceso de su aplicación es de la siguiente manera:

- Se prepara la superficie que debe de estar firme limpia libre de polvo, partículas sueltas, grasa, eflorescencia u hongos que puedan impedir la normal adherencia del producto.
- Se agita el producto antes de aplicarlo para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos.
- Se puede aplicar de manera directa, también se aplica en la mezcla de concreto o mortero.



FIGURA 22. Mezclado del impermeabilizante comercial Sika antes de su aplicación.

Este impermeabilizante fue aplicado en dos de las ocho probetas con un área de 0.32 m² de los que se realizaron.

4.1.4.7. Elaboración del impermeabilizante Jabonado De Alumbre (IMP-04)

En la elaboración de este impermeabilizante se utilizó jabón en barra, piedra alumbre y agua, el procedimiento consiste en disolver el jabón rallado como se muestra en la figura siguiente:



FIGURA 23. Jabón rallado antes de la mezcla.

Se pasa a moler la piedra alumbre para obtener una mezcla homogénea para luego disolver la piedra alumbre en agua a una temperatura aproximada de 60°C.

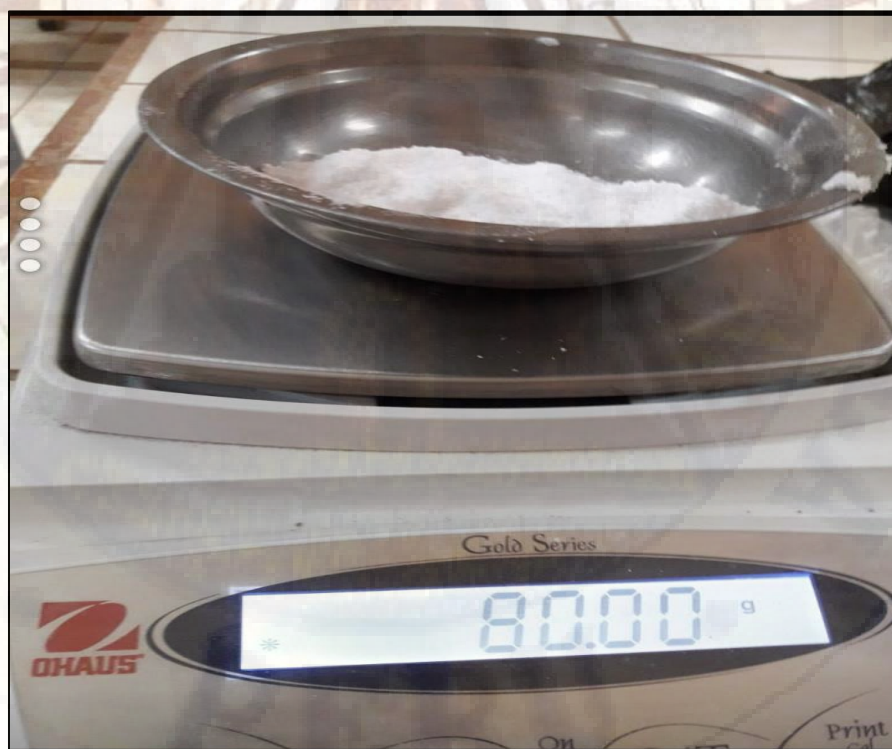


FIGURA 24. Piedra alumbre molida para el impermeabilizante jabonado de alumbre.

En la tabla N° 17 presentamos las proporciones de cada componente del impermeabilizante tradicional jabonado de alumbre que será aplicado en una de las probetas realizadas que tienen un área de 0.16m² en.

TABLA 17. *Impermeabilizante Jabonado de Alumbre.*

COMPONENTE	UNIDAD	PROPORCIÓN
		(Kg/lit.)
JABÓN EN BARRA	Kg	0.180
PIEDRA ALUMBRE	Kg	0.180
AGUA	Kg	0.500
TOTAL		0.760

FUENTE: *Elaboración propia.*

4.1.4.8. Aplicaciones de impermeabilizante jabonado de alumbre (IMP-04)

Este impermeabilizante es denominado Jabonado de alumbre, el proceso de su aplicación es de la siguiente manera:

- Para aplicar la muestra primero se hace la limpieza de la probeta para que esté libre de polvo, partículas sueltas.
- La aplicación tanto de jabón como de la piedra alumbre se hicieron en caliente la cual se disuelven por separado a una temperatura moderada, para las aplicaciones posteriores debe de calentarse sin dejar hervir los líquidos.
- Primero se aplica el jabón disuelto en agua una capa y se deja secar entre 20 a 24 horas.
- Segundo se aplica el alumbre disuelto una capa después del secado del jabón disuelto.
- Este procedimiento se repite tres capas para cada disolución como mínimo para poder obtener el resultado que se busca.



FIGURA 25. *Aplicación de la primera capa del impermeabilizante realizado.*

4.1.4.9. Elaboración del impermeabilizante a base de cal (IMP-05)

Los componentes de este impermeabilizante son: jabón en barra, piedra alumbre, cal y agua de acuerdo a las proporciones que indica la tabla N°16, adecuados para impermeabilizar techos, aquellos que no presenten juntas de expansión, este impermeabilizante tiene propiedades como:

- No le afecta la exposición al sol.
- Contiene materiales naturales.
- Adecuado para captación de agua pluvial, no tóxico.
- Económico.
- Impermeabilizante biodegradable.
- Durabilidad.



FIGURA 26. Piedra alumbre molida para el impermeabilizante a base de cal.



FIGURA 27. Componente cal para la elaboración del impermeabilizante.



FIGURA 28. Jabón en barra puesto en agua.

En la tabla N° 18 presentamos las proporciones de cada componente del impermeabilizante tradicional uncel que será aplicado en una de las probetas realizadas que tienen un área de 0.16 m² en ambas probetas.

TABLA 18. Impermeabilizante a base de cal.

COMPONENTE	UNIDAD	PROPORCIÓN (Kg/lit)
JABÓN EN BARRA	Kg	0.050
PIEDRA ALUMBRE	Kg	0.050
CAL	Kg	0.800
AGUA	Kg	0.200
TOTAL		1.100

FUENTE: Elaboración propia.

4.1.4.10. Aplicaciones de impermeabilizante a base de cal (IMP-05)

Este impermeabilizante es denominado a base de cal, compuesto por los componentes de cal, jabón en barra, piedra alumbre, son productos que son accesibles para cualquier persona que quiera adquirirlos, este

impermeabilizante funciona formando una capa delgada de lechada de cal para que pueda tener una buena adherencia previa aplicación de la piedra alumbre disuelta en una cubeta o cualquier recipiente con agua, el jabón en barra disuelta en agua se combina con la piedra alumbre que forman una goma impermeable, la cal toma la función de proteger del sol, a comparación del impermeabilizante jabonado que se hacen de manera anual, este impermeabilizante de cal, alumbre y jabón duran más de cinco años, el proceso de su aplicación es de la siguiente manera:

- Antes de la aplicación nos aseguramos de que las probetas estén libres de polvo, partículas que puedan interferir en la adherencia del impermeabilizante.
- Se disuelve la piedra alumbre en agua caliente al fuego y es aplicado al techo.
- Se disuelve el jabón en barra en agua caliente.
- En una cubeta se mezcla la cal con agua.
- Aplicar la solución de cal, piedra alumbre y jabón, esta mezcla debe de ser una lechada para facilitar su aplicación y dejar secar.
- Hacer una segunda aplicación de piedra alumbre y dejar secar.
- Hacer una segunda aplicación de cal, piedra alumbre y jabón y dejar secar.
- Hacer este procedimiento como mínimo tres capas de cada solución para obtener los resultados requeridos.



FIGURA 29. Muestra aplicada con el impermeabilizante.

4.1.5. Resultados de permeabilidad durante la aplicación de los impermeabilizantes

En la tabla N° 19 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 3 días de aplicación de impermeabilizantes, el control de 10 min.

TABLA 19. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 10 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 10 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.
1	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M1	IMP-05	0.13	0.13
2		M2	IMP-04	0.10	0.10
3		M3	IMP-03	0.00	0.00
4		M4	IMP-03	0.00	0.00
5		M5	IMP-02	0.15	0.15
6		M6	IMP-02	0.10	0.15
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 20 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 3 días de aplicación de impermeabilizantes el control de 20 min.

TABLA 20. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 20 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 20 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.
1	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M1	IMP-05	0.07	0.20
2		M2	IMP-04	0.08	0.18
3		M3	IMP-03	0.00	0.00
4		M4	IMP-03	0.00	0.00
5		M5	IMP-02	0.09	0.24
6		M6	IMP-02	0.07	0.17
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 21 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 3 días de aplicación de impermeabilizantes el control de 20 min.

TABLA 21. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 30 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 30 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.
1	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M1	IMP-05	0.07	0.27
2		M2	IMP-04	0.012	0.30
3		M3	IMP-03	0.09	0.09
4		M4	IMP-03	0.08	0.08
5		M5	IMP-02	0.17	0.41
6		M6	IMP-02	0.11	0.28
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 22 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero a la edad de 3 días de aplicación de impermeabilizantes el control de 20 min.

TABLA 22. Ensayo de permeabilidad durante la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 40 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 40 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.

				RA	
1		M1	IMP-05	0.10	0.37
2		M2	IMP-04	0.09	0.39
3	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M3	IMP-03	0.12	0.21
4		M4	IMP-03	0.08	0.17
5		M5	IMP-02	0.09	0.50
6		M6	IMP-02	0.12	0.40
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En las muestras M7 y M8 no se practicaron el ensayo de permeabilidad, ya que en la primera aplicación de este impermeabilizante se forma una capa plástica que evita el paso del agua al 100 %.

4.1.6. Resultados de permeabilidad después de la aplicación de los impermeabilizantes

Se presentan resultados después de realizar tres veces la aplicación de los impermeabilizantes en especial el impermeabilizante jabonado de alumbre, el impermeabilizante a base de cal, y dos veces e impermeabilizante comercial y lechada de cemento.

En la tabla N° 23 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero después de la aplicación de 3 capas de impermeabilizantes, el control de 10 min.

TABLA 23. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 10 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 10 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.
1		M1	IMP-05	0.00	0.00
2		M2	IMP-04	0.00	0.00
3	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M3	IMP-03	0.00	0.00
4		M4	IMP-03	0.00	0.00
5		M5	IMP-02	0.05	0.05
6		M6	IMP-02	0.07	0.07
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 24 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero después de la aplicación de 3 capas de impermeabilizantes, el control de 20 min.

TABLA 24. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 20 min.

N° DE PROBETA	ELEMEN TO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 20 MINUTOS	
				LECTU- RA	ACUM.
1	MORTE RO DE PROPOR CIÓN 1:10	M1	IMP-05	0.00	0.00
2		M2	IMP-04	0.00	0.00
3		M3	IMP-03	0.00	0.00
4		M4	IMP-03	0.00	0.00
5		M5	IMP-02	0.07	0.12
6		M6	IMP-02	0.05	0.12
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 25 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero después de la aplicación de 3 capas de impermeabilizantes, el control de 30 min.

TABLA 25. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 30 min.

N° DE PROBETA	ELEMENT O	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE APLICADO	PERMEABILIDA D ACUMULADA 30 MINUTOS	
				LECTU- RA	ACUM.
1	MORTERO DE PROPORCI ÓN 1:10	M1	IMP-05	0.05	0.05
2		M2	IMP-04	0.08	0.08
3		M3	IMP-03	0.04	0.04
4		M4	IMP-03	0.06	0.06
5		M5	IMP-02	0.10	0.22
6		M6	IMP-02	0.09	0.21
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

En la tabla N° 26 presentamos los resultados obtenidos en la prueba de permeabilidad en probetas de mortero después de la aplicación de 3 capas de impermeabilizantes, el control de 40 min.

TABLA 26. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes en mortero 1:10 a 40 min.

N° DE PROBETA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILI- ZANTE APLICADO	PERMEABILIDAD ACUMULADA 40 MINUTOS	
				LECTURA	ACUM.

1		M1	IMP-05	0.10	0.15
2		M2	IMP-04	0.05	0.13
3	MORTERO	M3	IMP-03	0.08	0.12
4	DE	M4	IMP-03	0.05	0.11
5	PROPORCIÓN	M5	IMP-02	0.08	0.30
6	1:10	M6	IMP-02	0.06	0.27
7		M7	IMP-01	0.00	0.00
8		M8	IMP-01	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

4.2. Discusión de resultados

4.2.1. Análisis de datos

El presente trabajo de investigación determina los resultados de la aplicación de las 05 técnicas de impermeabilizantes tradicionales, de las cuales tenemos encontramos que para la elaboración de estos impermeabilizantes los componentes son fáciles de conseguir aunque el impermeabilizante elaborado con unicel resulta ser un material nocivo para el medio ambiente, ya que para su descomposición tarda un aproximado de 500 años lo cual hace favorable realizar un impermeabilizante con este material porque se estaría reutilizando y evitar más contaminación.

TABLA 27. Resumen de permeabilidad antes de la aplicación de impermeabilizantes.

N° PRUEBA	ELEMENTO	PROBETA	PERMEABILIDAD ACUMULADA (MM)			
			10 MIN	20 MIN	30 MIN	40 MIN
1		M-1	0.36	0.52	0.70	0.88
2		M-2	0.30	0.50	0.64	0.86
3	MORTERO DE PROPORCIÓN 1:10	M-3	0.50	0.64	0.92	1.00
4		M-4	0.78	1.20	1.64	2.10
5		M-5	1.00	1.70	2.30	2.60
6		M-6	0.70	1.00	1.34	1.18
7		M-7	0.40	0.60	0.82	2.00
8		M-8	1.10	1.96	2.40	1.90

FUENTE: Elaboración propia.

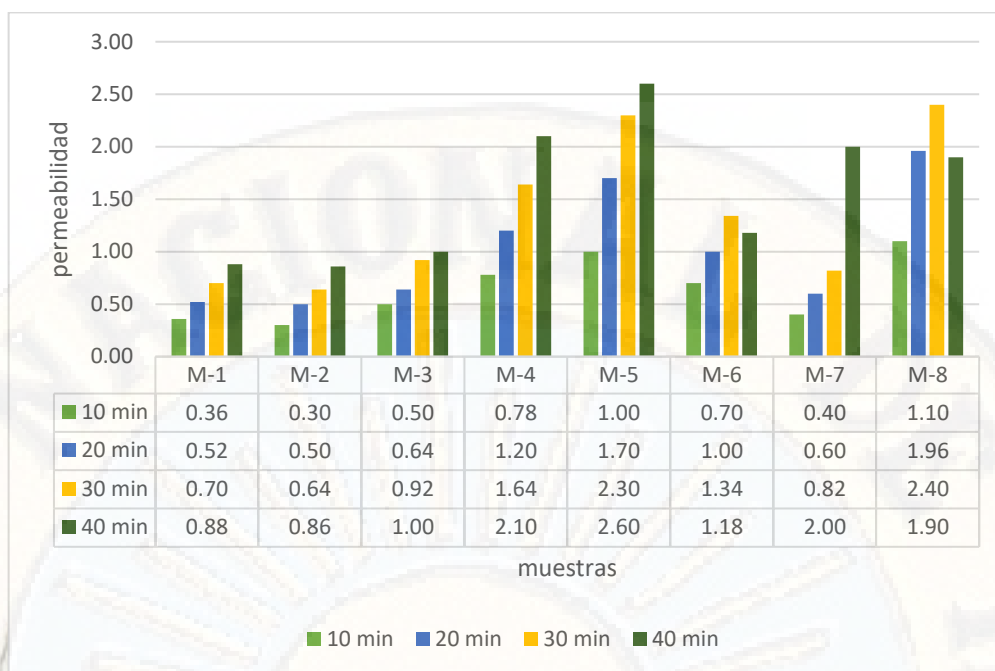


FIGURA 30. Permeabilidad en mortero antes de la aplicación de impermeabilizantes.

4.2.1.1. Hallando el % de disminución de permeabilidad después de la primera aplicación de impermeabilizantes:

TABLA 28. Resumen de permeabilidad durante de la aplicación de impermeabilizantes.

N° PRU EBA	ELEMEN TO	PROBE TA	IMPER M.	PERMEABILIDAD ACUMULADA (MM)			
				10 MIN	20 MIN	30 MIN	40 MIN
1	MORTER O DE PROPORC . 1:10	M-1	IMP-05	0.13	0.20	0.27	0.37
2		M-2	IMP-04	0.10	0.18	0.30	0.39
3		M-3	IMP-03	0.00	0.00	0.09	0.21
4		M-4	IMP-03	0.00	0.00	0.08	0.17
5		M-5	IMP-02	0.15	0.24	0.41	0.50
6		M-6	IMP-02	0.15	0.17	0.28	0.40
7		M-7	IMP-01	0.00	0.00	0.00	0.00
8		M-8	IMP-01	0.00	0.00	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

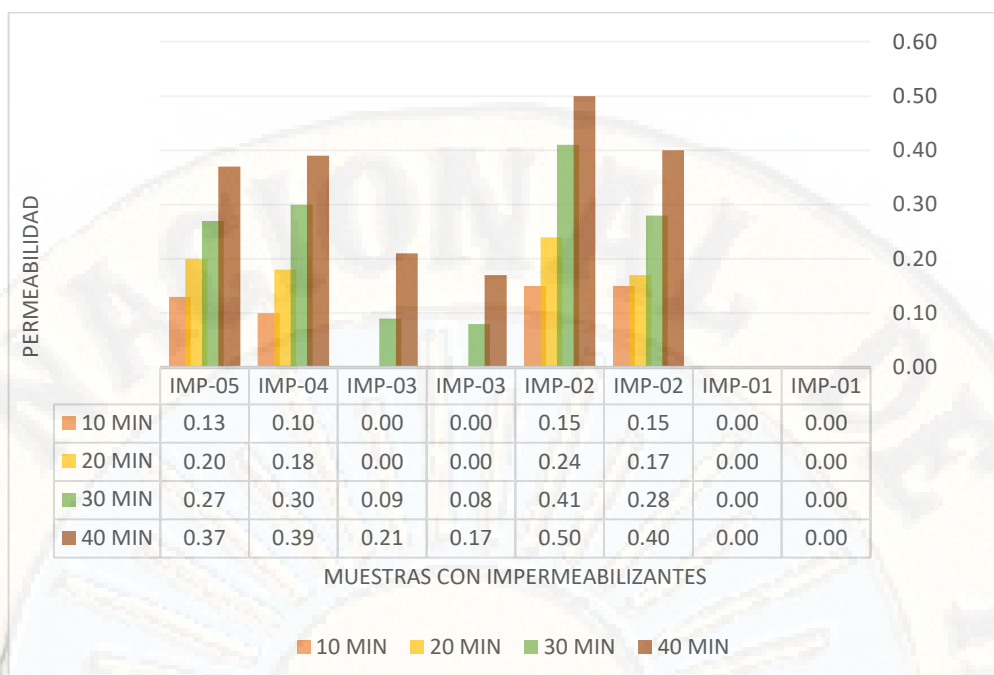


FIGURA 31. Permeabilidad en mortero durante de la aplicación de impermeabilizantes.

TABLA 29. Resumen de disminución de permeabilidad en % después de la primera aplicación.

N°	PROBE TA	IMPER M.	PERMEABILIDAD ACUMULADA A 40 MIN				
			ANTE S	%	DUR ANT E	%	% DISMIN.
1	M-1	IMP-05	0.88	100	0.37	42.05	57.95
2	M-2	IMP-04	0.86	100	0.39	45.35	54.65
3	M-3	IMP-03	1.00	100	0.21	21.00	79.00
4	M-4	IMP-03	2.10	100	0.17	08.10	91.90
5	M-5	IMP-02	2.60	100	0.50	19.23	80.77
6	M-6	IMP-02	1.18	100	0.40	33.90	66.10
7	M-7	IMP-01	2.00	100	0.00	00.00	100.00
8	M-8	IMP-01	1.90	100	0.00	00.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.1.2. Presentación de interpretación de resultados:

- En la muestra 1 en la primera aplicación del impermeabilizante IMP-05 disminuye en un 57.95% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 2 en la primera aplicación del impermeabilizante IMP-04 disminuye en un 54.67% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.

- En la muestra 3 y 4 en la primera aplicación del impermeabilizante IMP-03 disminuye en un 79% y 91.90% después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 5 y 6 en la primera aplicación del impermeabilizante IMP-02 disminuye en más del 80.77% y 66.10% después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 7 y 8 en la primera aplicación del impermeabilizante IMP-01 disminuye en un 100% después de 40 min de ensayo de permeabilidad.

4.2.1.3. Hallando el % de disminución de permeabilidad después de la tercera aplicación de impermeabilizantes:

TABLA 30. Resumen de permeabilidad después de la aplicación de impermeabilizantes.

N° PRUEBA	ELEMENTO	PROBETA	IMPERMEABILIZANTE	PERMEABILIDAD ACUMULADA (MM)			
				10 MIN	20 MIN	30 MIN	40 MIN
1	MORTERO DE PROPORC. 1:10	M-1	IMP-05	0.00	0.00	0.05	0.15
2		M-2	IMP-04	0.00	0.00	0.08	0.13
3		M-3	IMP-03	0.00	0.00	0.04	0.12
4		M-4	IMP-03	0.00	0.00	0.06	0.11
5		M-5	IMP-02	0.05	0.14	0.31	0.30
6		M-6	IMP-02	0.07	0.14	0.25	0.27
7		M-7	IMP-01	0.00	0.00	0.00	0.00
8		M-8	IMP-01	0.00	0.00	0.00	0.00

FUENTE: Elaboración propia.

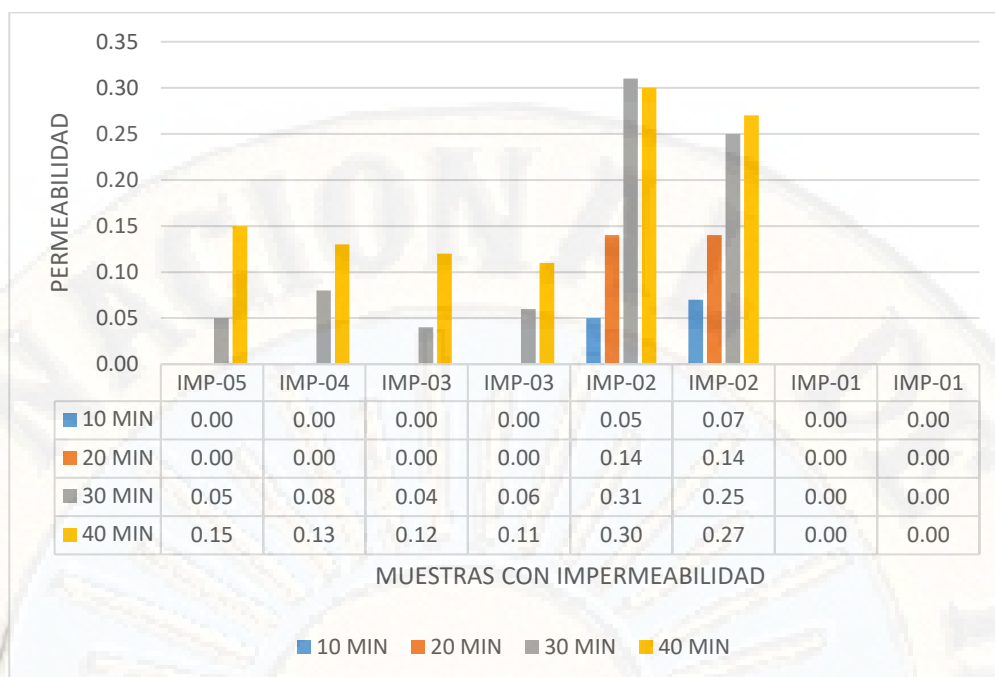


FIGURA 32. Permeabilidad en mortero después de aplicación de impermeabilizantes.

TABLA 31. Resumen de disminución de permeabilidad en % después de la tercera aplicación.

N°	PROBE TA	IMPER M.	PERMEABILIDAD ACUMULADA A 40 MIN				
			ANTE S	%	DUR ANT E	%	% DISMIN.
1	M-1	IMP-05	0.88	100	0.13	17.05	82.95
2	M-2	IMP-04	0.86	100	0.12	15.12	84.88
3	M-3	IMP-03	1.00	100	0.11	12.00	88.00
4	M-4	IMP-03	2.10	100	0.30	05.24	94.76
5	M-5	IMP-02	2.60	100	0.27	11.54	88.46
6	M-6	IMP-02	1.18	100	0.00	22.88	77.12
7	M-7	IMP-01	2.00	100	0.00	00.00	100.00
8	M-8	IMP-01	1.90	100	0.13	00.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia.

4.2.1.3.1. Presentación de interpretación de resultados:

- En la muestra 1 en la tercera aplicación del impermeabilizante IMP-05 disminuye en un 82.95% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.

- En la muestra 2 en la tercera aplicación del impermeabilizante IMP-04 disminuye en un 84.88% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 3 y 4 en la tercera aplicación del impermeabilizante IMP-03 disminuye en más del 88% y 94.76% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 5 y 6 en la tercera aplicación del impermeabilizante IMP-02 disminuye en más del 88.46% y 77.12% la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.
- En la muestra 7 y 8 en la tercera aplicación del impermeabilizante IMP-01 disminuye en un 100 % la permeabilidad después de 40 min de ensayo de permeabilidad.

CONCLUSIONES

Con la aplicación de las diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales se obtuvo resultados del ensayo de permeabilidad después de la aplicación de las mismas con un rango de un 77.12 % lechada de cemento hasta un 100 % en el caso del impermeabilizante unicel.

El impermeabilizante tradicional unicel influye en la disminución de la permeabilidad en un 100 % evitando el paso del agua.

En el ensayo de permeabilidad con la aplicación del impermeabilizante de lechada de cemento, la misma que influye en la variación de permeabilidad en promedio de 82.79%.

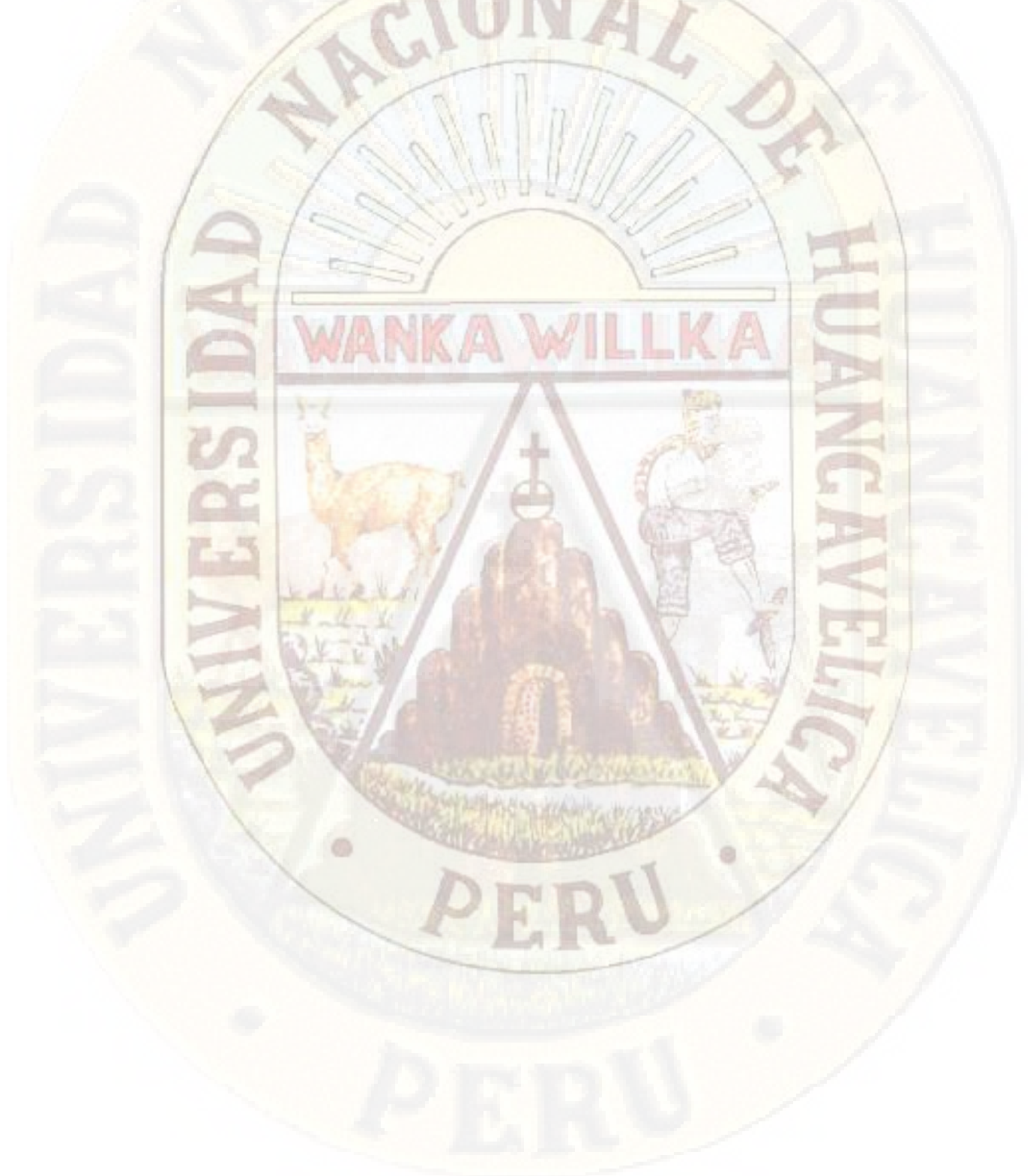
La aplicación del impermeabilizante comercial Sika genera una influencia ya que disminuye en un 91.38% en promedio la permeabilidad.

El impermeabilizante jabonado de alumbre influye en la variación de resultados de permeabilidad luego de su aplicación en un 84.88 %.

La aplicación del impermeabilizante a base de cal influye en la variación de resultados de permeabilidad luego de su aplicación en un 82.95 %.

Los impermeabilizantes tradicionales de acuerdo a los resultados del ensayo de permeabilidad presentan cierto grado de eficiencia en comparación con los impermeabilizantes industriales. Pero con la ventaja de que estas mezclas se constituyen con facilidad ya que cuentan con materiales económicos y fáciles de conseguir, a la vez su preparación y aplicación son muy sencillos y rápidos.

La utilización de impermeabilizantes tradicionales en el mantenimiento de losas disminuye los efectos de impacto ambiental, además disminuye el costo de mantenimiento. También es importante comprender que el mantenimiento de losas también es parte del proceso constructivo de una vivienda, muchas veces debido a la falta de economía el usuario no considera este aspecto que después solo provocará que la vida útil de la vivienda disminuya.



RECOMENDACIONES

para investigaciones futuras de acuerdo a lo concluido por la presente investigación, que trabajen con impermeabilizantes tradicionales para el mantenimiento de losas aligeradas se otorga las siguientes recomendaciones:

- Realizar estudios de impermeabilizantes cuyas características pueden influir de manera positiva en el mantenimiento de losas.
- Estos impermeabilizantes aplicados son recomendables por la facilidad de la obtención de sus componentes y por la efectividad luego de su aplicación.
- Realizar investigaciones acerca del proceso constructivo de una edificación, investigar acerca del diseño de concreto utilizado ya que fue uno de los factores que pueden causar la presencia de infiltración en los techos.
- Investigar acerca de otros tipos de impermeabilizantes que podrían aplicarse en el proceso de mantenimiento de losas aligeradas.
- Para obtener datos que nos ayudará a identificar las características de un tipo de impermeabilizante, se recomienda realizar no solo ensayos de permeabilidad sino también ensayos de absorción y adherencia.
- Para la presente investigación se realizó en ensayo de permeabilidad en probetas a escala, de la cual se recomienda realizar en futuras investigaciones insitu, en viviendas que han sido afectadas por la humedad, ya que esto nos permitirá obtener resultados evidentes.
- A la escuela, promover investigaciones que incluyan componentes que se encuentran en nuestro entorno, para facilitar la obtención de la misma e identificar su calidad y sean utilizados en la construcción local que mejore la calidad de vida de los usuarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (2004). *Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados*. Lima, Perú: Unidad de Apoyo Técnico en Saneamiento Básico Rural del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Ariel Espinoza Canales. (23 de mayo de 2016). Caracterización técnica económica para la implementación de impermeabilizantes naturales en viviendas de auto construcción, popular y de interés social. Obtenido de QuimiNet: <https://www.quiminet.com/articulos/caracteristicas-y-aplicaciones-de-las-geomembranas-2808886.htm>
- Buitrón, F. (2017). *Propuesta para la utilización de membranas de PVC en la impermeabilización de túneles bajo la Norma UNE 104424*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos.
- Cidelsa. (2015). *Cidelsa Geomembrana de Polietileno - PE*. Lima, Perú: Cidelsa.
- CIDELSA. (2015). *Cidelsa Geomembrana de PVC*. Lima, Perú: Cidelsa.
- Cisneros, J. (2014). Metodología de análisis preliminar de estructuras de concreto a través de sus patologías Chimbote. *Revista In Crescendo*, 8.
- Florentín, M., & Granada, R. (2009). *Patologías Constructivas en los Edificios. Prevenciones y Soluciones*. Paraguay: Campus Universitario Universidad Nacional de Asunción.
- GEOSAI - Soluciones Ambientales . (18 de Febrero de 2016). *¿Qué son las geomembranas?* . Obtenido de Geosai - Soluciones Ambientales : <http://www.geosai.com/que-son-las-geomembranas/>
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Red Tercer Milenio S.C.
- Gomez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. México: Red Tercer Milenio.
- Gonzales, A., Oseda, D., Ramírez, F., & Gave, J. (2011). *¿Cómo aprender y enseñar investigación científica?* Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Hernández, L. (2014). *Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el Caserío la Florida, Huasmín, Celendin, Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
- Hernández, R., Fernández, F., & Baptista, P. (2010). *Metodología de Investigación 5ta Edición*. México: McGraw Hi.

- Hernández, R., Fernández, F., & Baptista, P. (2010). *Metodología de Investigación 5ta Edición*. Mexico: McGraw Hi.
- Infante, D. (2017). *Análisis patológico del reservorio de concreto armado R4 de la ciudad de Cajamarca*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Lazo, G. (2015). *Diseño y análisis sísmico de reservorio circular de 250 m³ para el abastecimiento de agua potable en el distrito de Paucara, provincia de Acobamba, región de Huancavelica*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- López, E. (2011). *Metodología de la investigación*. Caracas, Venezuela: UNA.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Miguel, J. L. (2014). IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSAS, CISTERNAS Y CIMENTACIÓN DE CASAS HABITACIÓN.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). Norma OS.030 Almacenamiento de Agua para Consumo Humano. *El Peruano*, 48-50.
- Muñoz, H. (2001). *Seminario: Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto*. Bogotá, Colombia: Instituto del concreto Asocreto.
- Palacios, J., Romero, H., & Ñaupas, H. (2016). *Metodología de la investigación jurídica* (Primera ed.). Lima, Perú: Grijley EIRL.
- Pimienta, J., & De la Orden, A. (2012). *Metodología de la investigación Competencia+aprendizaje+vida*. México: Pearson Educación de México.
- Reyes, S. y. (1996). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica* (Cuarta edicion ed.). México: Limusa.
- Tunque, C. (2018). *Análisis y diseño de un reservorio apoyado según el Código ACI.350; tomando como base el modelo mecánico equivalente propuesto por G.W. Housner*. Huancavelica, Perú: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Vértiz, J. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto armado del reservorio elevado Tacalá v=1000 m³ - distrito de Castilla - provincia de Piura - departamento de Piura - marzo 2018*. Piura, Perú: Universidad Católica los Ángeles Chimbote.
- <http://poliestirenouncel.blogspot.com/>
- Alva, L. (2019) trabajo de investigación "Vialidad del uso de poliestireno reciclado como impermeabilizante en adobes de construcción Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI
- <https://www.petroperu.com.pe/productos/combustibles/gasolina-super-plus/>
- Guerrero C. (2014) trabajo de investigación " Diseño de una planta de fabricación de jabón a partir de aceites vegetales usados " Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI



The seal of the National University of Huancavelica is a circular emblem. It features a central shield with a sun rising over a mountain range, with the text "WANKA WILLKA" above the mountains. To the left of the mountains is a llama, and to the right is a figure. Below the mountains is a body of water. The shield is surrounded by a circular border containing the text "UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA" at the top and "PERU" at the bottom.

ANEXO I: Matriz de consistencia del proyecto “Impermeabilización tradicional en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica”

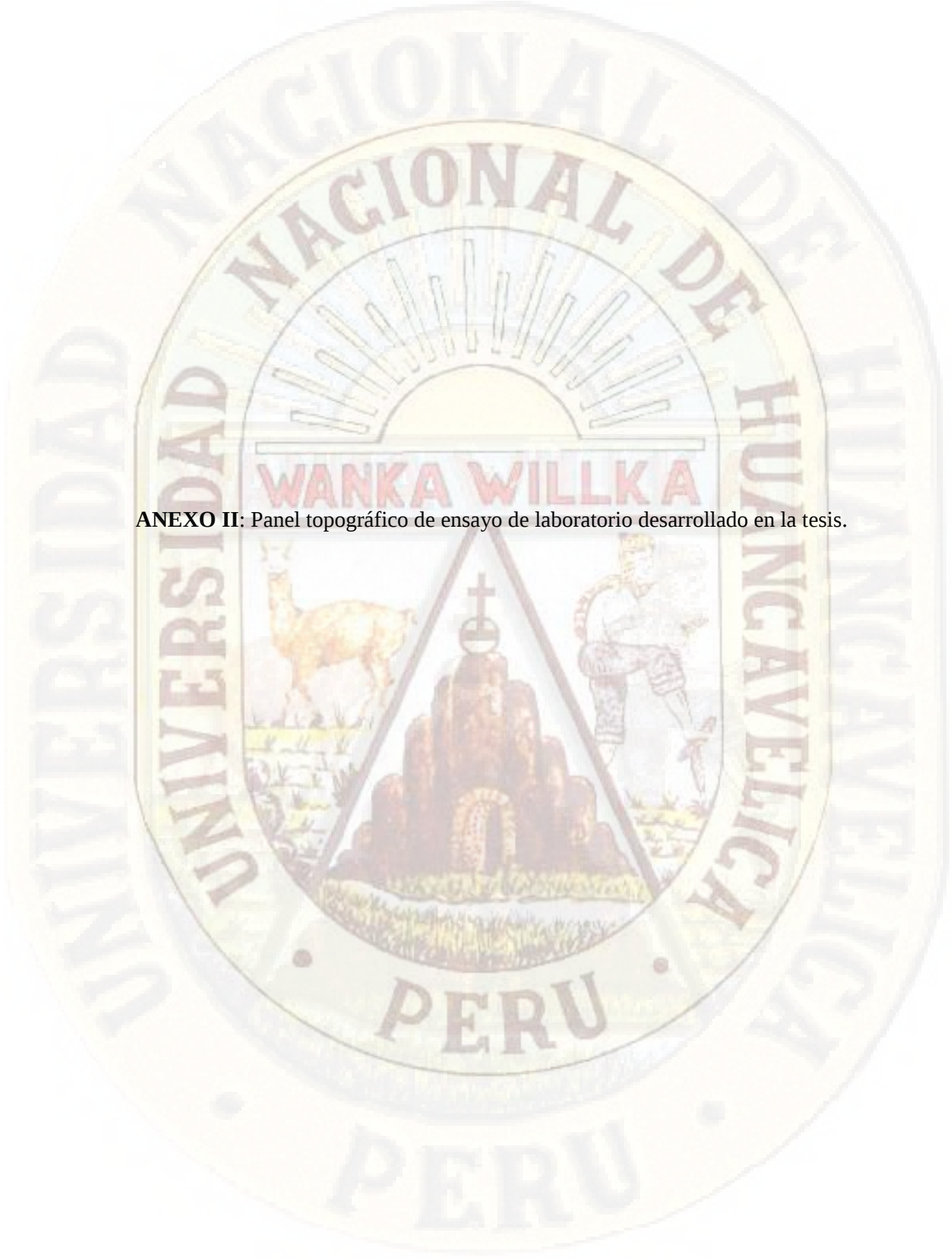
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL MANTENIMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿De qué manera disminuye la permeabilidad la aplicación de impermeabilizantes tradicionales en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica? Problemas específicos: • ¿De qué manera la utilización de impermeabilizantes tradicional uncel disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica? • ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante tradicional de lechada de cemento disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica? • ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante	Objetivo general Determinar los resultados de la aplicación de diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. Objetivos Específicos: • Identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante tradicional uncel en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. • identificar la disminución de la permeabilidad con la impermeabilizante lechada de cemento en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. • identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante comercial en el mantenimiento de losas aligeradas de la ciudad de	Hipótesis general La aplicación de las diferentes técnicas de impermeabilizantes tradicionales disminuyen la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. Hipótesis específicas: • La aplicación del impermeabilizante tradicional uncel disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. • La aplicación de la impermeabilizante tradicional lechada de cemento disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. • La aplicación del	Variable Independiente: Impermeabilizantes tradicionales Dimensiones: • Técnica 1: Uncel • Técnica 2: Lechada de cemento • Técnica 3: Sika • Técnica 4: jabonado de alumbre • Técnica 5: A base de cal Variable dependiente: Mantenimiento de losas aligeradas. Dimensiones: • Preventivo	1. Tipo de investigación La investigación es aplicativa, (Carrasco, 2006, p. 43) 2. Niveles de investigación El nivel de investigación es explicativo; Según (Hernández, 2010, p. 85). 3. Método de Investigación Método general: se identifica el método científico, según Sánchez y Reyes (1996, p.25). Método específico: es experimental, según Sánchez y Reyes (1996). Diseño: Como diseño de investigación se tiene diseño experimental, Sánchez y Reyes (1996, pág.86-87), que se muestra a continuación: GE: X O Donde: G.E. Grupo Experimental. X: Impermeabilizantes tradicionales

comercial disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica? ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante jabonado de alumbre disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica? ¿De qué manera la utilización del impermeabilizante a base de cal disminuirá la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica?	Huancavelica. - identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante jabonado de alumbre en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. - Identificar la disminución de la permeabilidad con el impermeabilizante a base de cal en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.	impermeabilizante tradicional comercial disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. - La aplicación del impermeabilizante tradicional jabonado de alumbre disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica. - La aplicación del impermeabilizante tradicional a base de cal disminuye la permeabilidad en el mantenimiento de losas aligeradas en la ciudad de Huancavelica.	Correctivo	O: Mantenimientos de losas aligeradas. Población y muestra: Población: 8 maquetas físicas a escala. Muestra: 8 maquetas físicas a escala. Muestreo: No probabilístico, convencional. Técnicas de recolección de Información: a. Técnicas de investigación Documental y bibliográfica b. Técnicas de campo Observación c. Técnicas de laboratorio Observación Protocolo de ensayos de laboratorio 2. Procesamiento de datos
---	---	--	---	---

AUTOR: CYNTHIA ROCIO VILLENA CCORPA

The seal of the National University of Huancavelica, Peru, is a circular emblem. It features a central shield with a sun rising over a mountain range, with the text "WANKA WILLKA" below it. To the left of the mountain is a llama, and to the right is a figure. The shield is flanked by the words "UNIVERSIDAD" and "HUANCavelica". The outer ring of the seal contains the text "NACIONAL DE" at the top and "PERU" at the bottom.

ANEXO II: Panel topográfico de ensayo de laboratorio desarrollado en la tesis.

PANEL FOTOGRÁFICO: Elaboración de las probetas de mortero.



FIGURA 33. Proceso de mezclado de las probetas.



FIGURA 34. Proceso de vaciado.

PANEL FOTOGRÁFICO: Elaboración del ensayo de permeabilidad antes de la aplicación de los impermeabilizantes.



FIGURA 35. Colocación para el ensayo de permeabilidad Muestra 02.



FIGURA 36. Inicio del ensayo de permeabilidad Muestra 01.



FIGURA 37. Aplicación de agua para el ensayo de permeabilidad.



FIGURA 38. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 03.



FIGURA 39. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 04.



FIGURA 40. Proceso del ensayo de permeabilidad Muestra 05.

PANEL FOTOGRÁFICO: Proceso de elaboración y aplicación de impermeabilizantes.



FIGURA 41. Proceso de disolución del unicel en gasolina.



FIGURA 42. Impermeabilizante listo para ser aplicado.



FIGURA 43. Pesado de cemento.



FIGURA 44. Aplicación del impermeabilizante.



FIGURA 45. Estado final luego de la aplicación del impermeabilizante.



FIGURA 46. Impermeabilizante Sika.



FIGURA 47. Aplicación del impermeabilizante Sika.



FIGURA 48. Muestra de jabón.



FIGURA 49. Colocación del jabón en agua puesto en la estufa.



FIGURA 50. Muestra de piedra alumbre molida.



FIGURA 51. Colocación de la piedra alumbre molida con agua en la estufa.



FIGURA 52. Aplicación del impermeabilizante jabonado de alumbre en la Muestra 02.

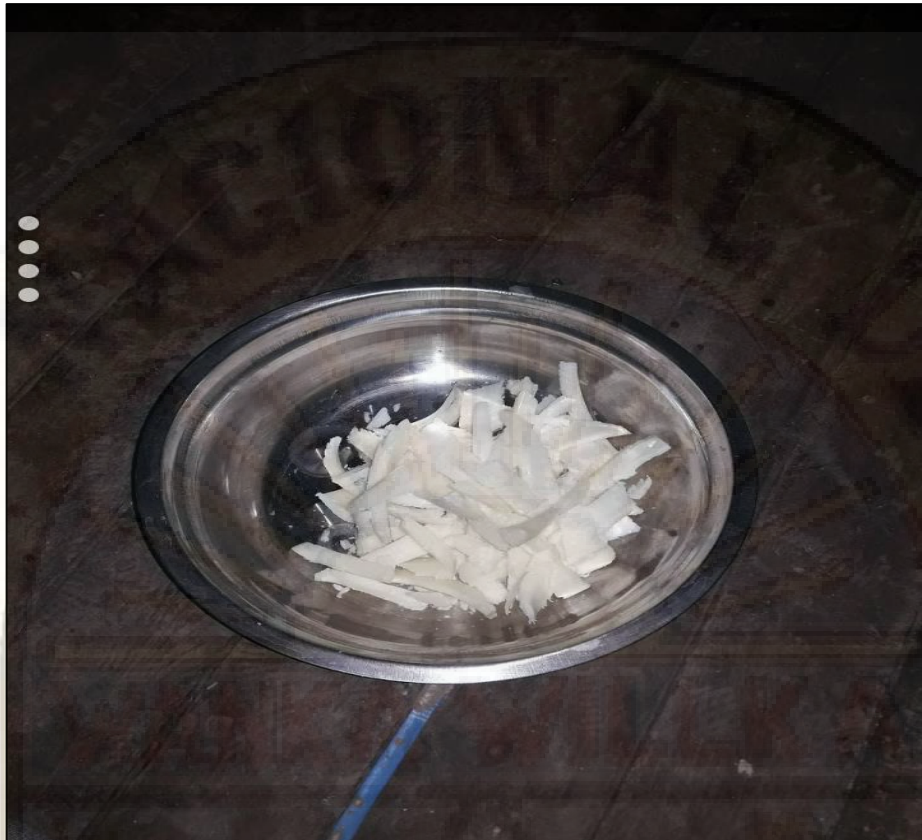


FIGURA 53. Muestra de jabón para el impermeabilizante a base de cal.

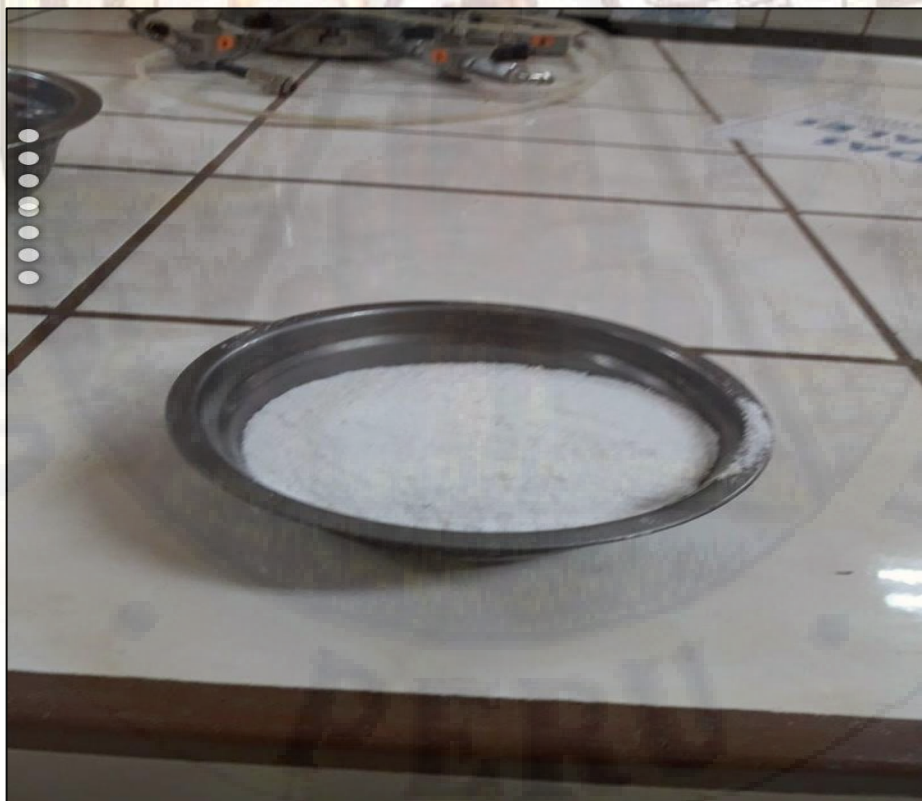


FIGURA 54. Muestra de piedra alumbre para el impermeabilizante a base de cal.

PANEL FOTOGRÁFICO: Proceso de elaboración de ensayo de permeabilidad posterior a la aplicación de impermeabilizantes.



FIGURA 55. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante de lechada de cemento.

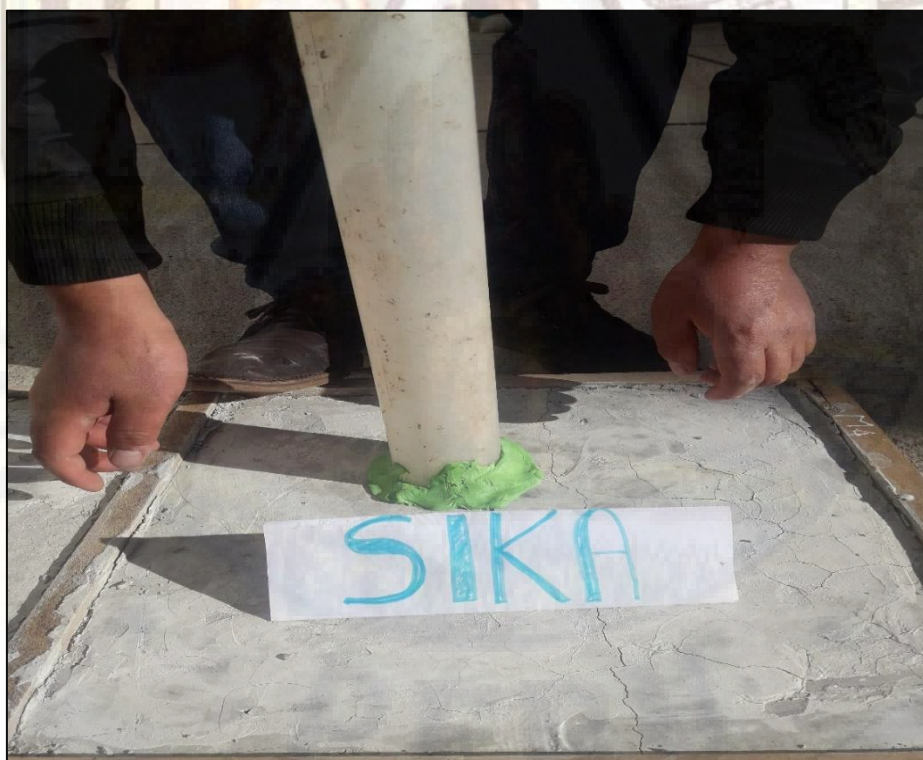


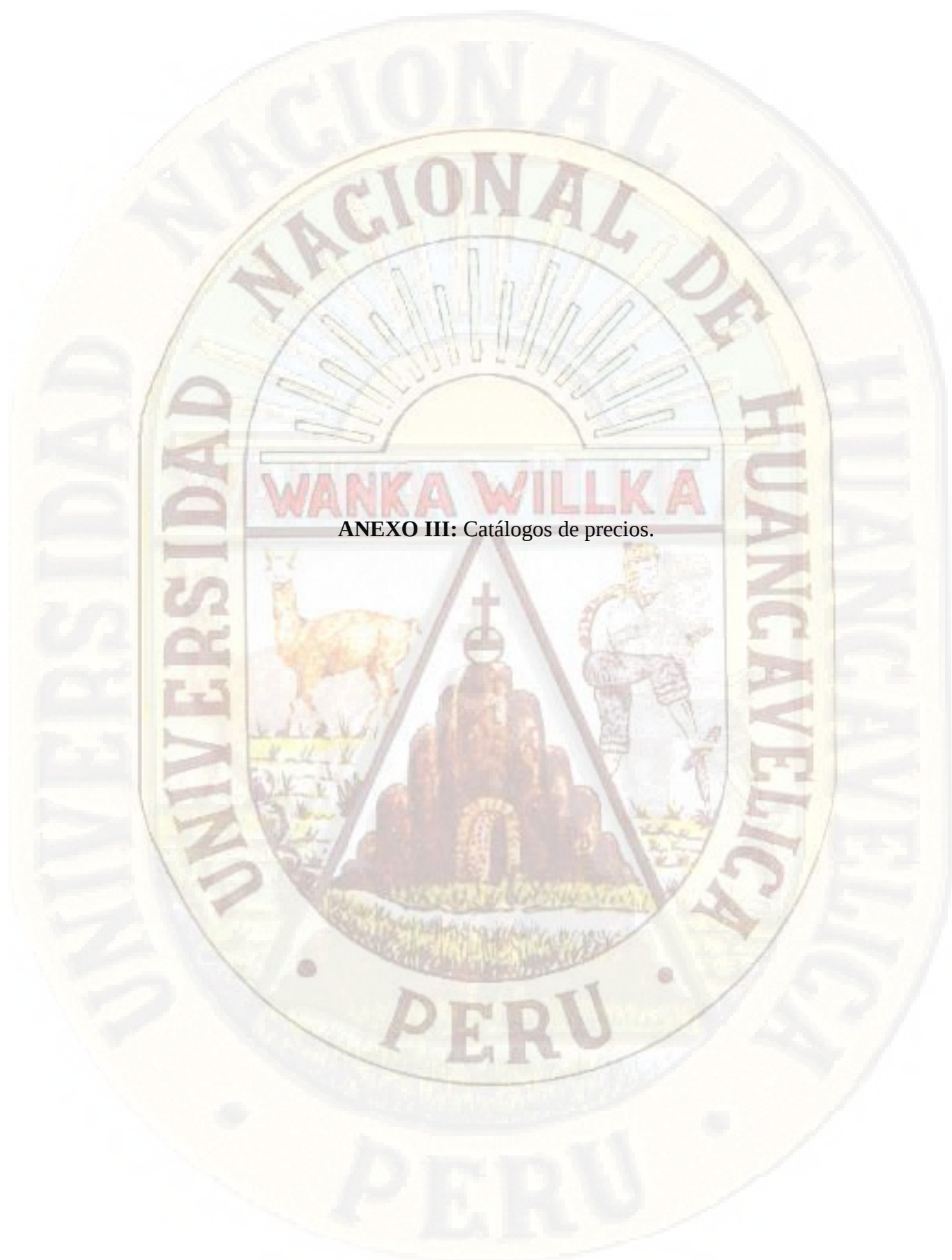
FIGURA 56. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante Sika.



FIGURA 57. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante a base de cal.



FIGURA 58. Ensayo de permeabilidad después de la aplicación del impermeabilizante unicel.



ANEXO III: Catálogos de precios.

TABLA 32. Catálogo de precios en la ciudad de Huancavelica.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO UNITARIO
IMPERMEABILIZANTE UNICEL		
UNICEL	Kg	S/12.00
GASOLINA	Gal	S/13.90
IMPERMEABILIZANTE LECHADA DE CEMENTO		
CEMENTO	Kg	S/1.00
ARENA	Kg	S/0.50
AGUA	Lt	S/0.00
IMPERMEABILIZANTE SIKA		
SIKA DE (4L)	Lt	S/28.00
IMPERMEABILIZANTE JABONATO DE ALUMBRE		
JABON EN BARRA	Und	S/1.50
PIEDRA ALUMBRE	Kg	S/4.00
AGUA	Lt	S/0.00
IMPERMEABILIZANTE A BASE DE CAL		
JABON EN BARRA	Und	S/1.50
PIEDRA ALUMBRE	Kg	S/4.00
CAL	Kg	S/3.00
AGUA	Lt	S/0.00



ANEXO IV: Análisis de Precios Unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0302001	IMPERMEABILIZACIÓN TRADICIONAL EN EL MANTENIMIENTO DE LOSAS ALIGERADAS EN LA CIUDAD DE HUANCAMELICA					
Subpresupuesto	005	TESIS CYNTHIA				Fecha presupuesto	30/11/19
Partida	IMPERMEABILIZANTE UNICEL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			32.18
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	16.00	4.27	4.27
Materiales							
0230120021	UNICEL	kg		2.0000	12.00	24.00	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.2640	14.00	3.70	
						27.70	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.27	0.21	0.21
Partida	IMPERMEABILIZANTE LECHADA DE CEMENTO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m2			7.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	16.00	6.40	6.40
Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0014	150.00	0.21	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.0380	25.00	0.95	
						1.16	
Equipos							
0398010137	HERRAMIENTA MANUAL	%PU		5.0000	7.96	0.40	0.40
Partida	IMPERMEABILIZANTE JABONATO DE ALUMBRE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			12.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	16.00	4.27	4.27
Materiales							
0202000026	PIEDRA ALUMBRE	kg		1.1250	4.00	4.50	
0230740006	JABON EN BARRA	und		2.5000	1.50	3.75	
						8.25	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.27	0.21	0.21
Partida	IMPERMEABILIZANTE A BASE DE CAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			11.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/	Parcial \$/	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	16.00	4.27	4.27
Materiales							
0202000026	PIEDRA ALUMBRE	kg		0.3130	4.00	1.25	
0229030105	CAL (BOLSA x 1 kg)	bls		1.6670	3.00	5.00	
0230740006	JABON EN BARRA	und		0.6250	1.50	0.94	
						7.19	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.27	0.21	0.21
Partida	IMPERMEABILIZANTE COMERCIAL SIKA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			26.88

Presupuesto	0302001	IMPERMEABILIZACION TRADICIONAL EN EL MANTENIMIENTO DE LOSAS ALGERADAS EN LA CIUDAD DE HUANCVELICA				
Subpresupuesto	005 TESIS CYNTHIA					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	16.00	4.27
						4.27
	Materiales					
0254160007	SIKA DE (4L)	L		0.8000	28.00	22.40
						22.40
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.27	0.21
						0.21

c
o
b

