



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la pérdida de agua en la rehabilitación de canal de riego Callo, Ancash, 2022”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Tolentino Cerna, Jhan Jossel (orcid.org/0000-0002-8271-0318)

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (orcid.org/0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis seres queridos mis abuelos que siempre me ayudan a cumplir con todo lo que me propongo y a mis tíos por todo el esfuerzo que han dado.

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, doy gracias a Dios, por haberme cedido la existencia y la oportunidad de haber estudiado la carrera de ing. Civil superando los obstáculos y dificultades que se presentan en mi vida.

A mis abuelos y mi madre por el apoyo de forma incondicional para seguir avanzando a lo largo de mi vida.

Manifiesto mi intenso y cordial gratitud a mi asesor: Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique por su paciencia y ayuda continua para el desarrollo de la tesis, también a todos los ingenieros de la Universidad Cesar Vallejo por haber compartido sus conocimientos y experiencias a lo largo de su carrera.

Gracias a todos por formar parte de esta etapa de mi vida...

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-----|
| Dedicatoria..... | iii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenidos..... | iii |
| Índice de tablas..... | iii |
| Índice de figuras..... | iii |
| Resumen..... | iv |
| Adstract..... | v |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| III. METODOLOGÍA | 8 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 8 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 9 |
| 3.2. Población, muestra y muestreo..... | 10 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 11 |
| 3.5. Procedimiento | 12 |
| 3.6. Análisis de datos | 13 |
| 3.7. Aspectos éticos | 13 |
| IV. RESULTADOS..... | 14 |
| V. DISCUSIÓN | 24 |
| VI. CONCLUSIONES | 26 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 27 |
| REFERENCIAS..... | 28 |
| ANEXOS..... | 33 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|---------|
| Tabla 1: Ensayo de Permeabilidad | 14 |
| Tabla 2: Ensayo de punzonamiento..... | 17 |
| Tabla 3: Ensayo de resistencia de UV..... | 18 |
| Tabla 8: Matriz de Operacionalización | Anexo 1 |
| Tabla 9: Matriz de Consistencia | Anexo 2 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|---------|
| Figura 1: Prueba de evaporamiento N° 1..... | 15 |
| Figura 2: Prueba de evaporamiento N° 2..... | 16 |
| Figura 3: Prueba de evaporamiento N° 3..... | 16 |
| Figura 4: Prueba de evaporamiento N° 4..... | 17 |
| Figura 5: Resumen de resistencia al punzonamiento | 15 |
| Figura 6: Comparación de resistencia de fluencia..... | 19 |
| Figura 7: Comparación de elongación de fluencia | 19 |
| Figura 8: Comparación de resistencia a la rotura | 20 |
| Figura 9: Comparación de elongación a la rotura | 20 |
| Figura 10: Medición de espejo de agua | Anexo 6 |
| Figura 11: Medición del tirante | Anexo 6 |
| Figura 12: medición de una cara del canal..... | Anexo 6 |
| Figura 13: sección colmatado..... | Anexo 6 |
| Figura 14: Foto captura % turnitin..... | Anexo 7 |

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general analizar si la aplicación de Geomembrana HDPE impermeabiliza en el revestimiento del canal de riego Callohuari, Ancash, 2022; estableciéndose realizar los ensayos de permeabilidad, resistencia de punzonamiento, resistencia de UV. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimenta, su tipo de investigación fue aplicada, nivel de investigación descriptivo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos con la aplicación de geomembrana HDPE de 0.75 mm de espesor fueron: el primer objetivo determinar si el uso de Geomembrana HDPE impermeabiliza el revestimiento del canal, la cual tuvo como perdida de agua por infiltración de 0.28 l/min y por evaporación de 1.15%, el segundo objetivo fue determinar el efecto de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para impermeabilizarlo, el cual tuvo como resistencia promedio al punzonamiento de 376.51 N. Resistencia al UV con tiempo de oxidación inducida de 960 horas con una temperatura de 27 °C obtuvo 34.90 % de retención OIT, el tercer objetivo fue determinar si la utilización de Geomembrana HDPE permite costos favorables, el cual tuvo un costo de 36.47 m². Conclusión la geomembrana HDPE de 0.75 mm es un material muy impermeable para el revestimiento de canal de riego, también tiene una buena resistencia mecánica, por último, son más económicos que de concreto armado porque se elimina algunas partidas como el de demolición, encofrado y desencofrado, minimiza los costos de traslado de material.

Palabras clave: Geomembrana HDPE, Punzonamiento, revestimiento, impermeabiliza.

ABSTRACT

The general objective of the research was to analyze whether the application of HDPE Geomembrane waterproofs the lining of the Callo-huari irrigation canal, Ancash, 2022; establishing to carry out the tests of permeability, puncture resistance, UV resistance. Formulating the methodology: its research design was experimental, its type of research was applied, descriptive research level, quantitative approach. Their results according to the specific objectives with the application of a 0.75 mm thick HDPE geomembrane were: the first objective was to determine if the use of HDPE Geomembrane waterproofs the canal lining, which had a loss of water by infiltration of 0.28 l/min and by evaporation of 1.15%, the second objective was to determine the effect of the HDPE Geomembrane on the channel lining to waterproof it, which had an average puncture resistance of 376.51 N. UV resistance with induced oxidation time of 960 hours with a temperature of 27 °C obtained 34.90% OIT retention, the third objective was to determine if the use of HDPE Geomembrane allows favorable costs, which had a cost of 36.47 m². Conclusion, the 0.75 mm HDPE geomembrane is a very impermeable material for lining irrigation canals, it also has good mechanical resistance, and lastly, they are cheaper than reinforced concrete because some items such as demolition, formwork and stripping are eliminated. , minimizes the costs of moving material.

Keywords: HDPE Geomembrane, Punching, coating, waterproofing.

I. INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

A nivel internacional la eficiencia de agua en los canales de riego es un problema que afecta a las grandes industrias competentes a la importación y exportación de productos. Según Carbajal (2021), comenta el volumen de agua de salida desde la estanqueidad ha disminuido durante el periodo de recorrido en el canal de riego en aproximadamente 15 por ciento en los últimos años, la cual será una limitación para el cultivo de productos (p5). **A nivel nacional** uno de los principales sustentos económicos es la agricultura y ganadería, ya que al ser la actividad destacado en las tres regiones del país presenta muchas necesidades de las cuales lo más fundamental son los recursos hídricos. Esto conlleva a construir canales de riego que tenga un buen aprovechamiento del agua y también rehabilitar construcciones que ya presenta deficiencias estructurales que afecta al canal de riego para poder seguir incrementando la producción y abastecer los mercados peruanos y extranjeros. **A nivel regional** Actualmente, en el caserío de Callo, distrito de San Pedro de Chaná, provincia de Huari, existe ineficiencia en cuanto al sistema de riego, por las malas condiciones que exhibe la estructura del canal de riego. Por ende, es sumamente importante implementar revestimiento con materiales de mayor control para estabilizar la erosión continua y la infiltración de agua durante el recorrido del flujo, que como consecuencias tiene una gestión de sequía de agua por la excesiva percolación. Todas estas causas perturbo el abastecimiento de demanda hídricos a no satisfacer las necesidades de los cultivos, también la afectación de los caminos vecinales que permitió la clausurarían del canal de riego. En tal sentido los últimos años se perjudico el ingreso económico por el bajo rendimiento de producción en el caserío de Callo. Es por tal motivo que en la presente investigación se ha planteado el siguiente **problema general**: ¿De qué manera la aplicación de Geomembrana HDPE impermeabilizará el canal de riego Callo? Así mismo los **problemas específicos** siguientes, ¿De qué manera influirá el uso de Geomembrana HDPE en la impermeabilización del canal de riego Callo? ¿Qué efecto presentará la Geomembrana HDPE en el revestimiento del suelo para la impermeabilización? ¿Con la aplicación de Geomembrana HDPE se reducirá costos en la rehabilitación del canal de riego Callo?

La justificación de mi presente tema de investigación se basa en **justificación literaria** El presente proyecto de investigación aporta una mayor teoría referentes al revestimiento del canal con el uso de geomembrana HDPE para evitar las fugas de agua en construcciones nuevas y existentes. Así mismo se tiene la **justificación practica** en esta investigación la utilización de coberturas de geomembrana HDPE como sistema de revestimiento en canal de riego es mucho más factible y seguro, debido a sus propiedades mecánicas y químicas que son los siguientes: flexibilidad, alta resistencia a sustancias sintéticas, baja permeabilidad y alta resistencia a los rayos Ultra-Violeta en cotejo a resinas epóxicas. También se tiene la **justificación económica** En la actualidad la impermeabilización con geomembrana HDPE es más previsto en obras de canales de riegos, al costo, transporte y su facilidad de instalación, que emplea un ahorro inmediato y pues crea una alternativa económica más factible con respecto a materiales tradicionales que permanecen a la intemperie. Además, se tiene **justificación social** en esta investigación se sostiene garantizar un óptimo revestimiento para satisfacer las necesidades del cultivo y abastecer el área de influencia. promoviendo la mejora socioeconómica y optimizando la calidad de vida de los cultivadores. Siendo el **objetivo general** Analizar si la aplicación de Geomembrana HDPE impermeabiliza en el revestimiento del canal de riego Callo. Así mismo se plantea los siguientes **objetivos específicos**. Determinar si el uso de Geomembrana HDPE impermeabiliza el revestimiento del canal de riego callo, huari, Ancash, 2022. Determinar el efecto de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para impermeabilizarlo el canal de riego callo, huari, Ancash,2022. Determinar si la utilización de Geomembrana HDPE permite costos favorables en la rehabilitación del canal. Siendo la **hipótesis general** La aplicación de la Geomembrana HDPE en el revestimiento impermeabiliza de manera relevante en el canal de riego callo. Así mismo las **hipótesis específicas** El uso de Geomembrana HDPE ayuda a minimizar las fugas de aguas en la rehabilitación el canal de riego callo. El sistema de impermeabilización de suelo con Geomembrana HDPE permitirá conseguir ventajas técnicas en el canal de riego Callo. El uso de Geomembrana HDPE tendrá costos favorables en comparación de otros sistemas de revestimiento.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes **internacionales** tenemos a **Morrobel (2016)**, siendo como **Objetivo** desarrollar un estudio comparativo de canales tradicionales vs canales recubiertos de geomembrana en sección trapezoidal. La **metodología** es de tipo explicativa y descriptiva. Obteniendo como **resultados** que el canal de concreto armado al pasar el tiempo su rugosidad pasa de la clase 1 a la clase 7, Lo que destaca que el canal podría trasladar eficazmente el 32% de su capacidad inicial, mientras que un canal revestido con la geomembrana pasa de la clase 1 a clase 2 y puede trasladar un 89% de capacidad inicial. Como **conclusión** las características que presentan la geomembrana hacen que sea aplicado en revestimientos de canales y presas. También recomendados por instituciones nacionales e internacionales. **Según Godoy (2016)**, teniendo como **objetivo** evitar que el líquido ácido impregne a las superficies naturales y a las napas subterráneas, contaminándolos: provocado por punzonamiento de geomembrana. La **metodología** tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo **resultados** de punzonamiento en el caso de partículas angulares la capacidad de la geomembrana reduce en un 15%, y para las partículas sub-angulares a sub-redondeadas incrementan en un 30%. La **conclusión** la elasticidad de las geomembrana HDPE, con lleva a un gran aumento en la capacidad de deformarse y una incrementación a la resistencia al punzonamiento esto hace que la geomembrana se comercialice en diferentes rubros de la construcción garantizando el proyecto. **Según Mateo (2018)**, Teniendo como **objetivo** analizar la transformación mediante pase los años de las características de las geomembrana (PVC Y HDPE) empleadas en la impermeabilización y Re-impermeabilización, **La metodología** es de tipo aplicada y diseño experimental. Teniendo como **resultados** la Geomembrana PVC a 66 meses el espesor se redujo 24% con respecto a la cifra inicial en la coronación y en el intermitente. En cuanto al pérdida de resistencia a la tracción en la coronación: 44% en sentido longitudinal, 48% en sentido transversal. La zona intermitente 38% en sentido longitudinal, 42% en sentido transversal. Mientras la Geomembrana HDPE a 66 meses el espesor redujo 19 % con respecto a la cifra inicial en la coronación y en el intermitente. En cuanto al pérdida de resistencia a la tracción en la coronación: 35% en sentido longitudinal, 39% en sentido transversal. La zona intermitente; 29%

en sentido longitudinal, 33% en sentido transversal. **La conclusión** la pérdida de espesor se dio por la desaparición de la resina y esencialmente a la migración de plastificante y la pérdida de resistencia en coronación se dio por la presencia de radiaciones UV.

Como antecedentes **nacionales** tenemos a **Seclen (2016)**, teniendo como **objetivo** Analizar modelos tradicionales y monitoreo en el desarrollo del proyecto para la impermeabilización del reservorio. La **metodología** de tipo explicativa y con diseño experimental. Teniendo como **resultados** el 3% de pérdida de agua con la aplicación de geomembrana a diferencia de recubrimientos con pinturas epóxicas que tiene una cifra del 15% de pérdida de agua. **Conclusión** la aplicación de geomembrana HDPE en reservorios es eficiente en la minimización de fugas de agua por infiltración por las propiedades mecánicas que presentan. **Según Gaspar (2019)**, teniendo como **objetivo** analizar las consecuencias que genera la aplicación de geomembrana en la fuga de agua por filtración del canal de riego, **metodología** el nivel de investigación es descriptivo - explicativo y el diseño experimental, Teniendo como **resultados** (8.41L/s) de pérdida de agua con un caudal de entrada de 337,32 l/s en 1000 m en recubrimiento con geomembrana a comparación de un canal cotidiano (concreto armado) se desperdicia 25.78L/s. de agua, La **conclusión** de esta investigación es que un canal existente tiene una cifra mayor en pérdida de agua a comparación con revestimiento de geomembrana. **Según Guevara (2015)**, Teniendo como **objetivo** es conocer el ahorro económico de recubrimiento e impermeabilización de estructuras del canal de riego con el uso geomembrana, para atenuar las pérdidas del fluido por infiltraciones. La **metodología** de esta investigación es explicativa – tipo cuasi experimental, con **resultados** que demuestran que el revestimiento con geomembrana es tres veces menos económico a comparación al concreto simple. **concluyó** que la aplicación de Geomembrana HDPE, es una solución práctica e inmediata al problema que aqueja los sistemas de riego no revestidos, obteniendo una buena durabilidad, muy económica, e impermeable.

Como antecedentes de **revistas científicas** tenemos a **Valencia (2015)**, Teniendo como **objetivo** Evaluar las características y establecimiento en diferentes aplicaciones de una geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD)

con intenciones de impermeabilizar para no infectar las aguas profundas, ventaja para el sector minero. **Metodología** el nivel de investigación es explicativo. Teniendo como **resultado** disipa el calor, logrando que resista al envejecimiento por su contenido negro humo 2 – 3%. **Concluyó** que el uso geomembrana HDPE es una alternativa más eficiente en soluciones de recubrimiento como dispositivo impermeable para la sujeción de fluidos, por sus propiedades químicas y físicas. También para las normativas de impacto ambiental. Según **Ovando (2016)**, teniendo como **objetivo** establecer las medidas de diseño del método de impermeabilización a partir de ensayos de tensión uniaxial. **Metodología** el tipo de investigación es práctico, Tenemos como **resultado** la minimización representativa de las propiedades mecánicas de la geomembrana al reducir la velocidad de deformación halladas en las propiedades como la resistencia a la fluencia, el módulo de Young y la resistencia a la rotura. **Concluyó** que los experimentos de tensión ejecutadas en el cuerpo de la geomembrana se observaron la actuación viscosa. A mínimas velocidades de deformación se estima una disminución clara en la resistencia a la rotura del material, de la elongación y del módulo de elasticidad. Según **Blanco y García (2016)**, teniendo como **objetivo** evaluación periódica de la geomembrana utilizadas en la impermeabilización de balsas, **metodología** el diseño de esta investigación es experimental, Teniendo como **resultado** que no son exactamente iguales la geomembrana y un simple probetario debido a que las tensiones y procesos de expansión- retracciones, son muy diferentes entre lo que puede soportar. **Conclusión** es un material eficiente en revestimiento a cualquier otro tipo de producto que se utiliza para impermeabilizar en obras hidráulicas.

Según Wallace (2015), Aiming to verify the calculations and measurements of tests of water losses due to infiltration for lined channels and to analyze the potential impacts of test errors and calculation differences. **Methodology** of this research is descriptive, **resulting** in increased water losses due to infiltration by an average of 26%. It **concluded** that the larger and deeper channels were in better condition and had lower loss rates. While the smaller channels had a higher figure of water loss. **Según Torres (2015), Aiming to** determine the appropriate components of the PVC and HDPE geomembrane, including thermal properties, low cost and high resistance to weathering. **Methodology** the level of descriptive research and non-

experimental-transversal type. As a **result**, obtained the HDPE 1.5 mm geomembrane supports a tear resistance of 142.33 N with an extension of 47.70 mm and a breaking strength of 11.53 MPA. the 1.5 mm PVC geomembrane supports a tear strength of 77.33 N with extension of 33.49 mm and a tensile strength of 10.06 MPA. **Conclusion** comparing both materials the HDPE Geomembrane presents more resistance than PVC due to its peculiar characteristics. **Según Vidaurre (2016), Aiming** to determine the water loss in the canal conduction, Descriptive research **methodology** and experimental causi research design, obtaining as a **result** 20% water loss due to infiltration, 8% water loss due to evaporation during its journey. of 3 kilometers, are the conditions that the productivity figures are lower every year. It **concluded** that the inflow flows are greater than the outflow because of the cracks in the irrigation canal structure.

Como **bases teóricas** relacionada a las variables tenemos lo siguiente:

Geomembrana HDPE (**variable independiente**), son laminas sintéticos impermeables que tiene como materia prima resinas de polietileno para su fabricación y es utilizado como recubrimiento para canales de irrigación y para la conducción de líquidos (Gaspar,2019,p.41), La principal **propiedad** de la geomembrana HDPE es la fluencia homogénea vertical y horizontal en todo su espesor conformando una alta resistencia al desgarró presentado un buen sistema de impermeabilización de canal de riego y otros obras hidráulicas (Ovando,2012,p.8). Las principales **características** que presentan la geomembrana HDPE son flexibilidad a bajas temperaturas, alta resistencia química, alta durabilidad, mejoramiento de fluidos, estabilidad por radiación ultravioleta, máxima impermeabilidad, protección contra la erosión, instalación rápida, facilidad de reparación y limpieza, bajos costos de instalación y mantenimiento (Gaspar,2019, p.20). Las **ventajas** de la Geomembrana son: amplia resistencia química, buena resistencia al desgarró, buenas propiedades de baja temperatura, relativamente cómodo a costos. Las **desventajas** son las siguientes: pobre en resistencia a la perforación, Alto grado de expansión térmica, potencial en agrietamiento, pobre en resistencia al fuego. (Tejada,2014, p.7). **Dimensiones**, características de geomembrana. **Indicadores**, alta flexibilidad, nivel de permeabilidad, resistencia corte y desgarró, resistencia a los rayos ultra

violeta. **Escala de medición**, Esta investigación es cuantitativa de tipo intervalo
Instrumentos Tensiómetro ASTM D4632, Maquina de prueba de permeabilidad ASTM D4491, Maquina de prueba de envejecimiento acelerado UV ASTM D4355.
Procedimiento, adquirir las probetas para los diferentes ensayos de laboratorio que tienen que pasar para un mayor control de calidad.

Perdida de agua (**Variable dependiente**), Se precisa como pérdida de agua la evaporación por cambio de estado líquido a gaseoso. Por infiltración cuando la circulación del agua superficial penetra las capas superiores del suelo, ocasionados a causas gravitacionales y capilares se van humedeciendo de superior a inferior afectando progresivamente la humedad. También por agrietamiento de la estructura que tiene filtración continua. La principal **propiedad** es la velocidad del ingreso de agua, pendiente del canal, tiempo que tarda en transcurrir y el medio permeable que presenta para impermeabilizar el canal de riego (Mendoza,2011, p.12). La principal **Característica** es el tipo de estructura del revestimiento, existencia de grietas, cobertura vegetal, condiciones del agua, contenido de humedad inicial, y también la época del año (Dugarte,2017, p.34). La **ventaja** en la minimización de pérdida de agua es tener mayor eficiencia de recursos hídricos en la conducción para poder satisfacer las necesidades de las áreas del cultivo ((Gaspar,2019, p.27). La **desventaja** en la pérdida de agua no se ha encontrado. **Dimensiones**, Factores que influyen en la pérdida de agua
Indicadores, Evaporación, Según Mendoza (2008, p.30), es “la permutación del período del componente líquido a gaseoso por efectos del clima que hace como referencia la pérdida de agua en movimiento o estancada”. Fuga de agua por agrietamiento de estructura, Según moreno (2019, p.29), son “fisuras o fracturas del componente constructivo que afecta claramente la estructura generando una apertura de puntos de filtraciones de agua en el canal de riego”. Infiltración, Según Martínez (2018, p.35), es “el discernimiento por la superficie de la estructura hasta llegar capas inferiores por efecto de la fuerza gravitacional y capilares”. **Escala de medición**, Esta investigación es cuantitativa de tipo Razón. **Instrumentos**, evaporímetro, y el uso de Excel. **Procedimiento**, Abastecer de agua al evaporímetro y dejar reposar por un tiempo para cuantificar la pérdida de agua por

la evaporación. Para la infiltración cuantificar según los resultados obtenidos en el ensayo de permeabilidad de geomembrana HDPE.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de la investigación

Esta investigación es de tipo **aplicada**, porque se identifica por poseer intenciones de manipulación por ello busca convertir, variar o provocar cambios buscando un nuevo ambiente, tiene como finalidad solucionar problemas identificadas enfocándose en la exploración con un conocimiento contralado para su aplicación.

Diseño de la investigación

La presente investigación se basó en la investigación **experimental**, dentro de las cuales se aplicará el método experimental puro, porque se trata en la manipulación de variable independiente con el fin de observar sus efectos sobre la variable dependientes en una situación de control.

Nivel de investigación

El nivel optado para esta investigación fue de tipo **Descriptivo**, porque detallamos los elementos primordiales de análisis y después explicamos, la influencia de la aplicación de geomembrana HDPE en la minimización de infiltración de agua.

Enfoque de investigación

La presente investigación tiene como enfoque **cuantitativo** porque emplea recolección y análisis de datos, ayuda a contestar las preguntas de investigación, y probar hipótesis de preguntas específicas en medición numérica, el conteo y continuamente en el uso de la estadística para establecer con exactitud el comportamiento de una población.

3.2 Variable y Operacionalización

Variable de investigación

Según Hernández (2016, p.24), Notamos que fundamentalmente la variable se puede calificar como los componentes de los problemas de una investigación ya

que pertenece a un conjunto de propiedades, cualidades y características visibles en la esencia de estudio.

Variable Independiente (Geomembrana HDPE)

Según Hernández (2016, p.39), las variables independientes como la geomembrana HDPE conceden parte de esta intuición, aquellas variables que despliegan influencia u originan efectos en otras variables denominadas dependientes.

Definición conceptual

Según (Gaspar,2019, p.41), son laminas sintéticos impermeables que tiene como materia prima resinas de polietileno para su fabricación y es utilizado para la retención de líquidos y como recubrimiento para canales de irrigación y conducción, lagunas artificiales, etc.

Definición operacional

La geomembrana al presentar características beneficiosas, se planteó a emplear como revestimiento de canal de riego y determinar características físicas en el laboratorio para cuantificar las pérdidas de agua.

Dimensiones e indicadores

La variable tuvo como dimensión las características de geomembrana y espesor de la geomembrana cuyo indicador como alta flexibilidad, Bajo nivel de permeabilidad, máxima resistencia al corte y desgarró, resistencia a los rayos ultra violeta.

Escala de medición

Por haber sido variable continua se sabe que su escala de medición es **Intervalo**.

Variable dependiente (Pérdida de agua)

Definición conceptual

Según Cancino (2016, p.29), Se precisa como pérdida de agua la evaporación por cambio de estado líquido a gaseoso. Por infiltración cuando la circulación del agua superficial penetre las capas superiores del suelo, ocasionados a causas

gravitacionales y capilares se van humedeciendo de superior a inferior afectando progresivamente la humedad. También por agrietamiento de la estructura que tiene filtración continua.

Definición operacional

Se comprende que se evaluará los factores que influyen en la pérdida de agua para poder identificar los principales elementos y cuantificar la pérdida de agua.

Dimensiones e indicadores

La variable tuvo como dimensiones factores que influyen en la pérdida de agua cuyas dimensiones son los siguientes: evaporación, infiltración.

Escala de medición

Por haber sido variable continua se sabe que su escala de medición es **Razón**.

3.3 Población, Muestra y Muestreo

Población

Según Arias (2016, p.18) define como población a “un conjunto universal de elementos con características colectivo para las cuales habrá amplias conclusiones de la investigación. Esta queda concretada por el problema y por los objetivos del estudio. La población de la presente investigación está representada por el canal de riego Callo que perteneciente al distrito de San Pedro de Chaná de la provincia de Huari.

Muestra

Según Arias (2016, p.83) puntualiza muestra a un subconjunto representativo que se despliega de la población escogida. En la presente investigación el tipo de muestra fue el no probabilístico por afinidad propia. Se consideró un tramo desde la progresiva 0+050 hasta la progresiva 0+550 del canal de riego Callo, del distrito de San Pedro de Chaná de la provincia de Huari.

Muestreo

Según Hernández (2018, p.75), el muestreo es un medio para seleccionar un fragmento de la población accesible, ya sea a través del cual se evalúan sus

condiciones particulares y con la indagación alcanzada donde se determina el objetivo de estudio de nuestra investigación.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Según Hernández (2010, p.80), la investigación se plasmó referente al problema de estudio e hipótesis donde fundamenta la selección de información correspondiente a variables de estudio. por ende, influye establecer una técnica minuciosa de recolección de datos. La metodología utilizada en esta investigación fue la observación, que percibe un paso sistemático para determinar la aplicación de geo membrana de HDPE para cuantificar la pérdida de agua del canal; adicionalmente formatos de ensayos.

Instrumento y recolección de datos

Los instrumentos son recursos donde se ejecutará, serán manejadas por el experto para extraer y recopilar datos, derivadas de la manipulación intervenida de la variable, por lo tanto, se debe optar racionalmente estos materiales. Los instrumentos que se efectuó en esta investigación fue Aplicación de software y formato de ensayo.

1. Equipo de tracción universal para el ensayo de punzonamiento (ASTM D4833) de la geomembrana.
2. Medidor de permeabilidad para el ensayo de permeabilidad de la geomembrana.
3. Equipo de envejecimiento acelerado para el ensayo de resistencia de UV.
4. Bandeja milimetrada para el cálculo de evaporación
5. Ficha de recolección de datos del canal de riego Callo

Validez

La validez en esta investigación consistió en obtener información de las variables en plataforma de fuentes confiables y la existencia de una buena correspondencia en las mediciones en distintos momentos.

Confiabilidad

Según Soto (2010, p.200), La confiabilidad es un instrumento de medición se concentra en los resultados del experimento que sean correspondientemente eficaces, sino este instrumento no será confiable. De igual manera la confiabilidad de esta investigación fue respaldada por profesionales conocedores del tema, lo cual vemos los resultados obtenidos del ensayo serán factibles.

3.5 Procedimiento

- ✓ Ensayo de Nivel de Permeabilidad de la geomembrana HDPE de 0.75 mm de espesor. El resultado del ensayo es el coeficiente K para calcular la perdida de agua por infiltración mediante la fórmula de Uginchus.

$$P = K \frac{y}{e} \left(b + y\sqrt{1 + z^2} \right) * 1000$$

Donde:

P= perdidas en m³/s –km

K= coeficiente de permeabilidad de material (m/s)

e= espesor del revestimiento (m)

b= base (m)

y= tirante (m)

z= talud (m)

- ✓ Ensayo de resistencia al punzonamiento: se realiza 5 probetas de geomembrana HDPE de 0.75 mm con una sección de 20 cm x 20 cm. De lo cual se obtiene el resultado promedio de la resistencia del dicho ensayo.

$$R_{\text{PROMEDIO}} = (P1 + P2 + P3 + P4 + P5) / 5$$

- ✓ Ensayo de resistencia al UV: se realiza un solo ensayo con la finalidad de obtener el resultado de % de retención en un tiempo de oxidación inducida: referente a eso se realiza la prueba de resistencia de fluencia (kn/m), elongación de fluencia (%), resistencia a la rotura (kn/m), también elongación a la rotura (%).
- ✓ Calculo de evaporación: se realiza con una bandeja milimetrada de 1000 ml dejando la bandeja con agua por 12 hora, luego verificar la perdida y calcular el porcentaje de perdida.

3.6 Método y análisis de datos

Recolección de información base

Este período de la investigación radicó en la exploración y recolección de fuentes, como libros, tesis, normas, revistas electrónicas, artículos científicos, etc. Con la finalidad de dar un soporte teórico y científico a la investigación.

Ensayo de laboratorio

Se puede precisar que los ensayos realizados cumplieron las especificaciones técnicas según las normas, para la aplicación de geo membrana HDPE como revestimiento de canal de riego. El ensayo de geomembrana se va realizar en el laboratorio SLAB PERU SAC, donde se determinó las propiedades mecánicas apto para el recubrimiento y minimizar la infiltración de agua.

Análisis de resultado

Los instrumentos de medición accedieron la correcta apreciación, para analizar los resultados del ensayo, esta manera cuantificar la infiltración de agua para verificar las hipótesis propuestas de la investigación.

3.7 Aspecto éticos

Al formalizar una investigación, se considera la presencia de la estimulación y esfuerzo de pretender solucionar dificultades, organizar e involucrar a una mejora de la sociedad. El investigador posee una alineación académica, técnica y ética. La presente investigación influencia el aspecto ético ya que ha sido aprobada por especialistas, además se realizó en alineamiento de norma internacional, como el ISO 690, concerniendo la legitimidad de cada información, por ello se empleó el programa turnitin, que recalca el porcentaje del plagio.

IV. RESULTADOS

La presente investigación tuvo como objetivo general, Analizar si la aplicación de Geomembrana HDPE impermeabiliza en el revestimiento del canal de riego Callo. Así mismo se plantearon problemas específicos: Determinar si el uso de

Geomembrana HDPE impermeabiliza el revestimiento del canal de riego callo, huari, Ancash, 2021.

Tabla n°1: Ensayo de permeabilidad (EN 14150)

| Ensayo | Resultado |
|---------------|--|
| Permeabilidad | < 2 x 10 ⁻⁶ (m ³ /m ²) /día < 2.3 x 10 ⁻⁹ cm/s |

Interpretación: Lo que se presenta en la tabla N° 2 es dato obtenido mediante el ensayo de laboratorio que se realizó para la investigación, que se llevó a cabo de una muestra 1m² de geomembrana HDPE e=0.75 mm. La cual utilizaremos como coeficiente K para calcular la pérdida de agua por infiltración.

Calculo de infiltración de canal de riego

Formula de Uginchus muestra que para el cálculo de la pérdida de agua por infiltración en canales revestido:

$$P = K \frac{y}{e} (b + y\sqrt{1 + z^2}) * 1000$$

Donde:

P= perdidas en m³/s –km

K= 2.3x10⁻¹¹ m/s

e= 0.00075 m

b= 0.30 m

y= 0.40 m

z= 0.625 m

$$P = 2.3 \times 10^{-11} \times \frac{0.40}{0.00075} (0.30 + 0.40\sqrt{1 + 0.625^2}) * 1000$$

$$P = 0.0000094662 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$P = 0.0000094662 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1000$$

$$P = 0.0095 \text{ l/s}$$

Calculo de infiltración referente a la muestra de la investigación tramo km 0+050 hasta km 0+550

1000 m ----- 0.00946617 l/s

500m ----- P

$P = 500 \text{ m} \times 0.0094662 \text{ l/s} / 1000\text{m}$

$P = 0.0047331 \text{ l/s}$

$$P = 0.0047331 \frac{\text{l}}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$P = 0.28 \text{ l/min}$

Calculo de perdida de agua por evaporación en el canal de riego

| | | |
|--|-----------------------|---------------------|
| Fecha : sabado 28 de mayo del 2022 | | |
| Hora de inicio: 06:30 AM | Hora de fin: 18:30 PM | Duración : 12 horas |
| Temperatura : 18 °C max | 11 °C min | |
| Instrumento : Bandeja milimetrada | | |
| Muestra Inicial | | |
| : 1000 ml | | |
| Muestra Final | | |
| : 988 ml | | |
| Perdida: 12 ml | | |
| Calculo de perdida de agua en % | | |
| $P = 12 \text{ ml} \times 100 / 1000 \text{ ml}$ | | |
| $p = 1.2 \%$ | | |



Figura 1: Prueba de evaporamiento N° 1
Fuente: Elaboración propia

Fecha : Domingo 29 de mayo del 2022

Hora de inicio: 19:00 PM Hora de fin: 07:00 AM Duración : 2 horas

Temperatura : 13 °C max 9 °C min

Instrumento: Bandeja milimetrada

Muestra Inicial: 1000 ml

Muestra Final: 991 ml

Perdida: 9 ml

Calculo de perdida de agua en %

$P = 12 \text{ ml} \times 100 / 1000 \text{ ml}$

$p = 0.9\%$



Figura 2: Prueba de evaporamiento N° 2
Fuente: Elaboración propia

Fecha : miercoles 08 de mayo del 2022

Hora de inicio: 7:00 AM Hora de fin: 19:00 PM Duración : 12 horas

Temperatura : 22 °C max 13 °C min

Instrumento : Bandeja milimetrada

Muestra Inicial : 1000 ml

Muestra Final : 983 ml

Perdida: 17 ml

Calculo de perdida de agua en %

$P = 17 \text{ ml} \times 100 / 1000 \text{ ml}$

$p = 1.7\%$



Figura 3: Prueba de evaporamiento N° 3
Fuente: Elaboración propia

Fecha : Jueves 09 de junio del 2022

Hora de inicio: 18:00 PM Hora de fin: 06:00 AM Duración : 12 horas

Temperatura : 13 °C max 8 °C min

Instrumento : Bandeja milimetrada

Muestra Inicial : 1000 ml

Muestra Final : 998 ml

Perdida: 8 ml

Calculo de perdida de agua en %

$P = 8 \text{ ml} \times 100 / 1000 \text{ ml}$

$p = 0.8 \%$



Figura 4: Prueba de evaporamiento N° 4
Fuente: Elaboración propia

Perdida promedio por evaporación

$$P_E = 1.2\% + 0.9\% + 1.7\% + 0.8\%$$

$$P_E = 1.15\%$$

Determinar el efecto de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del suelo para impermeabilizarlo el canal de riego callo huari, Ancash,2021.

Tabla n° 2: Resistencia al punzonamiento (ASTM D4833)

| Característica | Resultado en Probetas (N) | | | | | Resultado Promedio (N) |
|---------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | |
| Resistencia al Punzonamiento, N | 373.54 | 368.52 | 380.59 | 375.39 | 384.51 | 376.51 |

$$R_{\text{Promedio}} = 376.51 + 368.52 + 380.59 + 375.39 + 384.51 / 5$$

$$R_{\text{promedio}} = 376.51 \text{ N}$$



Figura 5: Resumen de resistencia al punzonamiento
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Lo que presenta la tabla N°2 son datos obtenidos del laboratorio conformados por 5 probetas de las cuales la primera probeta resistió una fuerza de 373.54 N, la segunda probeta 368.52 N, la tercera probeta 380.59 N, la cuarta probeta 375.39 N, la quinta que es la última probeta resistió 384.51 N. cabe señalar que son el mismo espesor $e=0.75$ mm obtenidas de una parte de la cobertura de geomembrana.

Tabla n°3: Ensayo de resistencia al UV (astm d4355)

| TIEMPO (horas) | Temperatura (°C) | (%) Retenido OIT | Resistencia de Fluencia (KN/M) | Resistencia a la Rotura (KN/M) | Elongación de Fluencia (%) | Elongación a la Rotura (%) |
|----------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.00 | 22 | 0.00 | 12.31 | 22.5 | 13.22 | 705.13 |
| 960 | 27 | 34.90 | 10.52 | 18.3 | 11.79 | 685.84 |

Interpretación: Lo que presenta la tabla N° 3 demuestra que la geomembrana HDPE $e=0.75$ mm en un tiempo de oxidación inducido de 960 horas obtuvo 34.90 % de retención. Y se demuestra las propiedades de tensión en la siguiente figura.

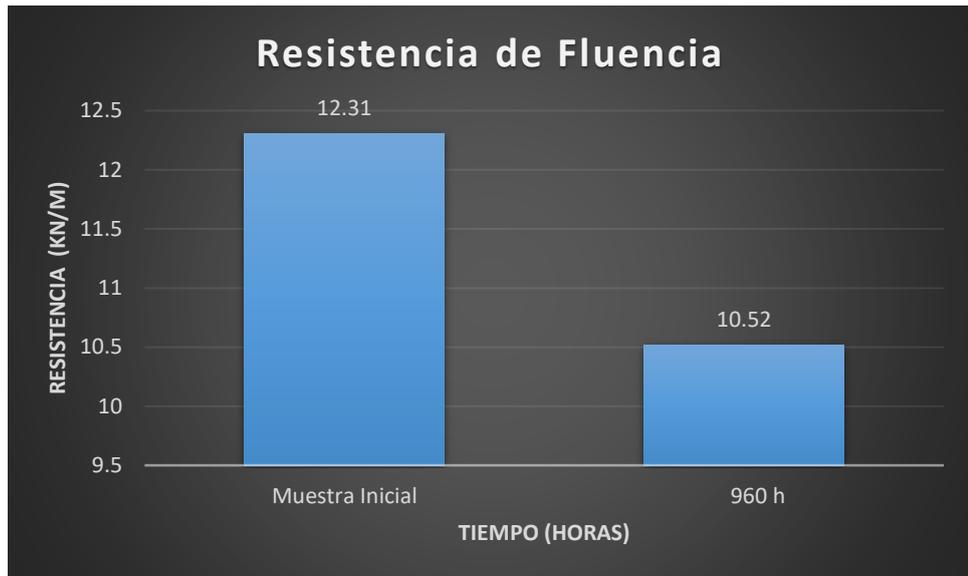


Figura 6: Comparación de resistencia de fluencia
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 6 demuestra que para la muestra inicial la resistencia de fluencia es de 12.31 kn/m mientras que para la muestra inducido a la oxidación de 960 horas resistió 10.52 kn/m, teniendo como pérdida de resistencia de 1.8 kn/m.

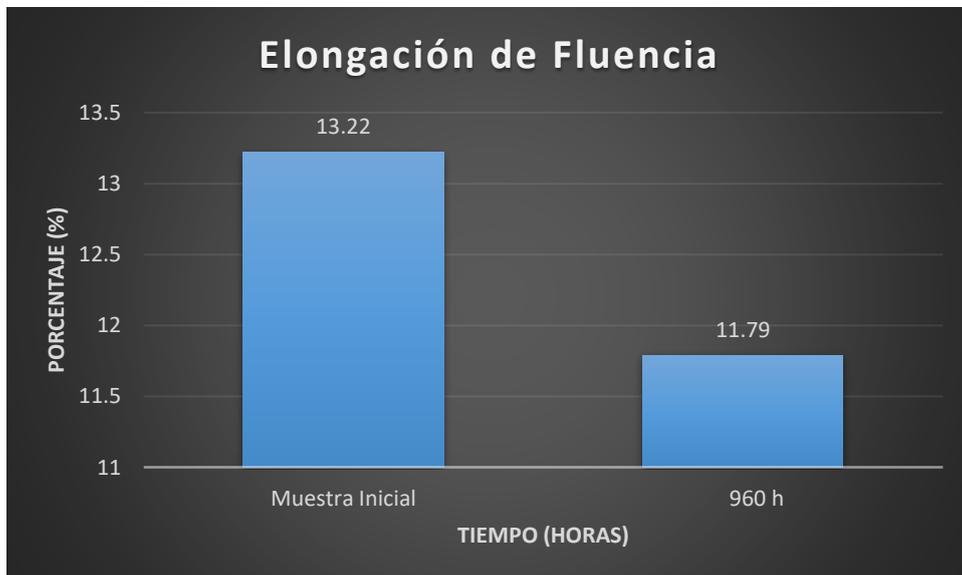


Figura 7: Comparación de elongación de fluencia
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 7 demuestra que para la muestra inicial la elongación de fluencia es de 13 % mientras que para la muestra inducido a la oxidación de 960 horas resistió 11.79 %, teniendo como disminución de 1.43%.

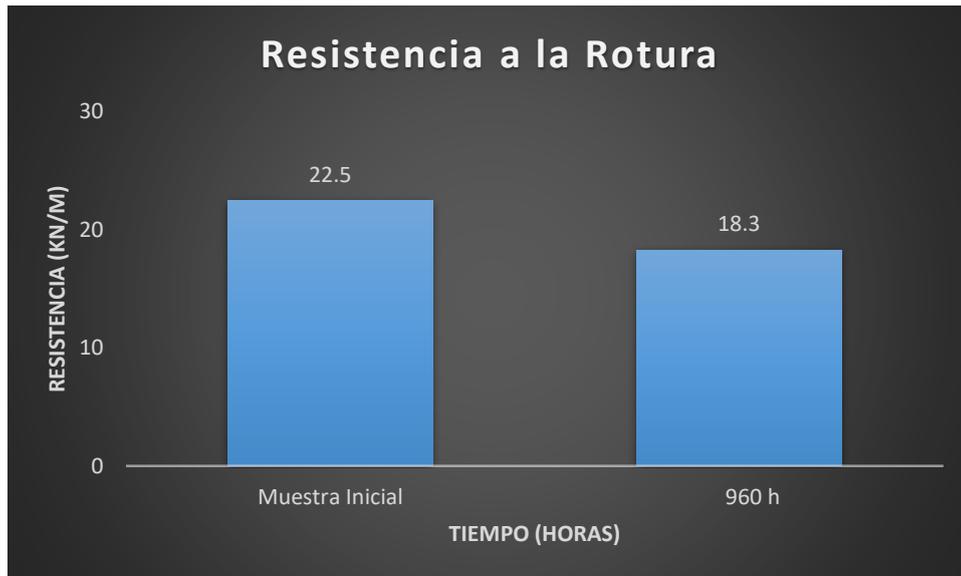


Figura 8: Comparación de resistencia a la rotura
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 8 demuestra que para la muestra inicial la resistencia a la rotura es de 22.5 kn/m mientras que para la muestra inducido a la oxidación de 960 horas resistió 18.3 kn/m, teniendo como perdida de resistencia de 4.2 kn/m.

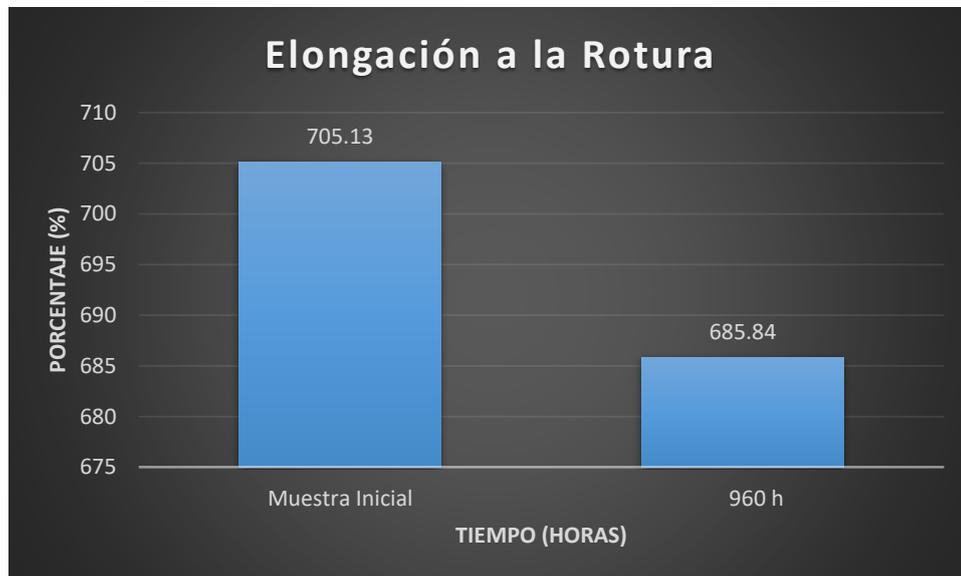


Figura 9: Comparación de elongación a la rotura
Fuente: Elaboración propia

Interpretación: La figura 9 demuestra que para la muestra inicial la elongación a la rotura es de 705.13 % mientras que para la muestra inducido a la oxidación de 960 horas resistió 685.84 %, teniendo como disminución de 19.29%.

Determinar si la utilización de Geomembrana HDPE permite costos favorables en la rehabilitación del canal

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101001 APLICACION DE GEOMEMBRANA HDPE e=0.75MM PARA MINIMIZAR LA PERDIDA DE AGUA EN LA REHABILITACION DEL CANAL DE RIEGO CALLO

Subpresupuesto 001 APLICACION DE GEOMEMBRANA HDPE e=0.75 MM Fecha presupuesto 04/05/2021

Partida LIMPIEZA Y DESBROCE DEL CANAL

Rendimiento m2/DIAMO. 250.0000 EQ. 250.0000 Costo unitario directo 1.28
por : m2

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|---------------------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010002 | CAPATAZ | hh | 0.2000 | 0.0064 | 27.00 | 0.17 |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0640 | 17.36 | 1.11 1.28 |

Partida NIVELACION Y REPLANTEO

Rendimiento m2/DIAMO. 250.0000 EQ. 250.000 Costo unitario directo 2.59
por : m2

| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|-----------------------|--------|-----------|----------|------------|-------------|
| | Mano de Obra | | | | | |
| 0101010005 | PEON | hh | 2.0000 | 0.0640 | 17.36 | 1.11 |
| 0101030000 | TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0320 | 25.70 | 0.82 |
| | Materiales | | | | | 1.93 |
| 0231040001 | ESTACAS DE MADERA | und | | 0.2500 | 0.50 | 0.13 |
| 0240020001 | PINTURA ESMALTE | gal | | 0.0010 | 28.50 | 0.03 |
| | Equipos | | | | | 0.16 |
| 0301000002 | NIVEL TOPOGRAFICO | día | 1.0000 | 0.0040 | 110.00 | 0.44 |
| 0301010006 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.93 | 0.06 |
| | | | | | | 0.50 |

MOVILIZACION Y DESMOVI

Partida EQUIPOS
Rendimient glb/DIAMO. 1.0000 1.0000 Costo unitario directo por : glb 622.20
o

| Código | Descripción Recurso Mano de Obra | Unidad | Cuad rilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|--------------------|-------------------------------------|--------|---------------|----------|------------|------------------|
| 0102020008 | CHOFER | hh | 0.1250 | 1.0000 | 14.20 | 14.20 14.20 |
| Materiales | | | | | | |
| 0201040001 | PETROLEO D-2 | gal | | 20.0000 | 15.40 | 308.00 308.00 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301220007 0001 | CAMION BARANDA (4TN) | hm | 0.1250 | 1.0000 | 300.00 | 300.00 300.00 |

TRANSPORTE DE GEOMEMBRANA

Partida HDPE
Rendimient glb/DIAMO. 1.0000 EQ. 1.0000 Costo unitario directo por : glb 2,010.01
o

| Código | Descripción Recurso Mano de Obra | Unidad | Cuad rilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
|------------|-------------------------------------|--------|---------------|----------|------------|----------------------|
| 0102020008 | CHOFER | hh | 1.0000 | 8.0000 | 14.20 | 113.60 113.60 |
| Materiales | | | | | | |
| 0201040001 | PETROLEO D-2 | gal | | 45.0000 | 15.40 | 693.00 693.00 |
| Equipos | | | | | | |
| 0301220007 | CAMION BARANDA | hm | 1.0000 | 8.0000 | 150.00 | 1,200.00 1,203.41 |

| Partida GEOMEMBRANA HDPE | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|----------|-----------|----------|------------------------------|----------------|-------|
| Rendimient | m2/DIAMO. 150.0000 | EQ. | | | Costo unitario directo por : | 36.47 | |
| | | 150.0000 | | | m2 | | |
| Código | Descripción Recurso | Unidad | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. | |
| | Mano de Obra | | | | | | |
| 01010102 | CAPATAZ | hh | 0.5000 | 0.0267 | 27.00 | 0.72 | |
| 01010105 | PEON | hh | 4.0000 | 0.2133 | 17.36 | 3.70 | |
| 01000011 | TECNICO TERMOFUSIONISTA | hh | 1.0000 | 0.0533 | 25.70 | 1.37 5.79 | |
| | Materiales | | | | | | |
| 0201031 | GASOLINA | gal | | 0.0066 | 18.50 | 0.12 | |
| 0210002 | GEOMEMBRANA HDPE 0.75 mm | m2 | | 1.0000 | 11.20 | 11.20 11.32 | |
| | Equipos | | | | | | |
| 03010106 | HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 5.79 | 0.17 | |
| 03012501 | CUÑA CALIENTE | hm | 1.0000 | 0.0533 | 250.00 | 13.33 | |
| 03012601 | GENERADOR | hm | 1.0000 | 0.0533 | 110.00 | 5.86 | 19.36 |

V. DISCUSIÓN

Gaspar (2019), teniendo como objetivo específico en su tesis presentado para obtener el título de ingeniero civil. Determinar la influencia que produce la aplicación de geomembrana en el canal de riego Caqui. Realizó 8 cálculos de pérdida de agua por infiltración teniendo el primer cálculo 8.28 l/s, segundo calculo 8.25l/s, tercer calculo 8.25, cuarto calculo 8.31 l/s, quinto cálculo 8.42 l/s, sexto cálculo 8.39 l/s, séptimo cálculo 8.67 l/s y el ultimo cálculo 8.33 l/s. Obtuvo resultado promedio de pérdida de agua por infiltración de 8.41 l/s con la aplicación de geomembrana HDPE en un 1 km de recorrido como muestra del canal con una sección trapezoidal teniendo los siguientes datos: base= 0.50 m, tirante= 0.80m, Espejo de agua= 1.30m, caudal= 0.317 m³/s.

Discusión 1: Mientras que en la presente investigación se tuvo como objetivo específico determinar si el uso de Geomembrana HDPE impermeabiliza el revestimiento del canal de riego Callo se obtuvo un resultado de pérdida de agua por infiltración de 0.00047 l/s en un recorrido de 500 metros con una sección trapezoidal: Base=0.30 m, tirante= 0.45 m, espejo de agua= 0.60 m. con geomembrana HDPE e=0.75 mm.

Montenegro (2021), teniendo como objetivo específico describir los ensayos de laboratorio que se realizan sobre los geo-sintéticos para comprobar el cumplimiento de los requerimientos mínimos y obtener los parámetros útiles. Obtuvo como resultado de resistencia de punzonamiento de 480 N. utilizando la máquina de tracción universal en geomembrana HDPE de 1.5 mm de espesor.

Discusión 2: En la presente investigación teniendo como objetivo específico determinar el efecto de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para impermeabilizarlo el canal de riego callo, utilizado el método de prueba estándar para índice de resistencia a la perforación de geomembrana. Obtuvo un resultado promedio de resistencia de punzonamiento de 376.51 N de 5 probetas ensayadas de geomembrana de HDPE de 0.75 mm de espesor.

Montenegro (2021), teniendo como objetivo específico describir los ensayos de laboratorio que se realizan sobre los geo-sintéticos para comprobar el cumplimiento de los requerimientos mínimos y obtener los parámetros útiles. Obtuvo como

resultado de resistencia de UV de 82.4 % de retención con un tiempo de oxidación inducida de 1600 horas.

Discusión 3: En la presente investigación teniendo como uno de los objetivos específico determinar el efecto de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para impermeabilizarlo el canal de riego callo. Se obtuvo como resultado de resistencia de UV de 34.90 % de retención con un tiempo de oxidación inducida de 960 horas, con una temperatura 27 °C. teniendo como consecuencia perdida de resistencia de fluencia de 1.79 kn/m, también perdida de elongación de fluencia de 1.63 %, en cuanto a la resistencia a la rotura también tuvo una pérdida de 4.2 kn/m, por ultimo tuvo una decreción en elongación de rotura de 19.29 %.

Gaspar (2019) teniendo como objetivo específico análisis de costos de revestimiento tradicional de concreto armado y aplicación de geomembrana HDPE obtuvo como resultado en costo directo de 1,710,094.01 soles para sistema tradicional, mientras que 1,247,022.42 para recubrimiento con geomembrana. Comparando los costos es 37.14 % menor a los costos directos a revestimiento de concreto.

Discusión 4: En la presente investigación teniendo como objetivo específico determinar si la utilización de Geomembrana HDPE permite costos favorables en la rehabilitación del canal teniendo como resultado de análisis de costo unitario la aplicación de geomembrana HDPE es de 36.14 soles por m², también se puede referenciar que con la aplicación de geomembrana HDPE se tiene que obviar partida de demolición, encofrado, minimizar los costos de traslado de material.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que con aplicación de geomembrana HDPE de 0.75 mm de espesor la pérdida de agua por infiltración es 0.28 l/min y pérdida de agua por evaporación de 1.15 % en nuestra investigación, los resultados obtenidos demuestran que la geomembrana HDPE es un material muy impermeable para el revestimiento de canal de riego.
2. La interacción entre el canal existente y la geomembrana resulta significativo ya que admite analizar mediante diferentes ensayos, siendo lo más trascendental el ensayo de punzonamiento para verificar que no tenga falla durante su vida útil ocasionados por vegetaciones, en los bordes del canal existente y otras partículas. Obtenido el resultado del ensayo podemos decir que es un material óptimo para el recubrimiento del canal.
3. La geomembrana HDPE en cuanto a la exposición ante los rayos UV (ultra-violetas) es resistente cuando está cubierto de agua. Pero poseen mayor sensibilidad ante este factor, cuando tiene una exposición directa.
4. La aplicación geomembrana HDPE en revestimiento de canal de riego tiene costos favorables, se puede decir que son más económicos que un revestimiento de concreto armado.

V.III RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda la aplicación de geomembrana HDPE de 0.75 mm de espesor, para el revestimiento de canal de sección pequeño ya que es muy impermeables y ayuda en la transición de líquidos, pero es necesario optar por nuevas técnicas para el cálculo de pérdida de agua por evaporación ya que se realizó por método de estanqueidad.
- 2 Se recomienda verificar el resultado de ensayo de punzonamiento de geomembrana HDPE con el parámetro mínimo dado por con ASTM D4833 para validar su información.
- 3 Se recomienda incrementar el tiempo de oxidación inducida a 1600 horas con la temperatura máxima del lugar para verificar el % retención, y la verificar la resistencia de fluencia, resistencia a la rotura, elongación de fluencia, elongación a la rotura.
- 4 Se recomienda analizar el tipo de proyecto y evaluar los costos de manera detallada, por que para algunos proyectos tal vez no tenga los costó favorables.

REFERENCIAS

1. AMANCO 2021. Geomembranas HDPE-LLDPE. Disponible en: <https://amancowavingeosinteticos.com/geomembrana-hdpe/>.
2. ALVAREZ, Walter. Diseño y aplicación de geosintéticos en la construcción de la planta de residuos sólidos de la localidad de Jesús 2020. Tesis (Ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada de Trujillo, 2020. 152 pp.
3. CIDELSA. (2021) Características de la Geomembrana de HDPE. Disponible en: <http://www.cidelsa.com/esp/geomembrana-de-hdpe.html>
4. GASPARD ROMERO, Elvia Mairubi. Aplicación de geomembranas para reducir las pérdidas de agua por infiltración del canal de riego Caqui, Provincia de Huaral. 2019.
5. CALUA ZAMORA, Jhony Alex; MORI ROMERO, José Luis. Bases teóricas para el diseño y aplicación de geosintéticos en la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Baños del Inca, 2018.
6. AGUDELO, Cartagena; ALONSO, Bayron. Estudio de geomembranas nodulares y lisas para la aplicación en la ingeniería civil. 2019.
7. NUÑEZ MONRROY, Wilfredo. Aplicación de geosintéticos en la prevención de riesgo de inundación fluvial, por desborde del Río Chillón en la Urbanización la Rinconada–Carabayllo-Lima. 2019.
8. AGUDELO, Cartagena; ALONSO, Bayron. Estudio de geomembranas nodulares y lisas para la aplicación en la ingeniería civil. 2019.
9. ABREU MORROBEL, Rinel; LARA VARGAS, Angel Alfonso. Análisis comparativo de canales tradicionales vs canales revestidos con geomembrana de polietileno en secciones trapezoidales. 2015.
10. HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. Sexta. México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. pág. 600. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
11. MANTILLA CALDERON, Jose Miguel. Influencia de la implementación de Lean Service en el nivel de servicio del proceso de instalación de geomembrana para reservorios mineros, en la Empresa Innovación en Geosintéticos y Construcción SRL. 2021.

12. MENZ, Angela; JARA, Gonzalo. Determinación de la resistencia a la fricción en la interfaz de geomembranas, para su aplicación en depósitos de residuos mineros (relaves). In from Fundamentals to Applications in Geotechnics. IOS Press, 2015. p. 2577-2584.
13. DAVILA ROJAS, Esthefany; FLORES ROJAS, Carlos Rodolfo. Comparación técnica-económica del revestimiento de laguna de estabilización para el tratamiento de aguas residuales mediante el empleo de geomembranas y arcilla del distrito de Laredo. 2016.
14. LLANOS CHUQUIRUNA, Edgar Jhony; LLANOS CHUQUIRUNA, Nelson Alberto. Resistencia al corte y desgarro en geomembrana HDPE. 2019.
15. VARGAS ZACARÍAS, André Bertolt. Recuperación de la eficiencia hidráulica en estructuras de conducción abierta—Canal de Riego Apata, Región Junín en el 2019.
16. ARANGO, A. M. Estudio de barreras geosintéticas poliméricas (GBR-P) a base de PVC-P, PEAD y EPDM utilizadas en la impermeabilización de embalses. 2015
17. CHÁVEZ, Ignacio; ANDRES, Juan. Métodos de control de calidad aplicados a los Geosintéticos: Geomembrana y tubería HDPE en la poza de operaciones en Carachugo 14-Cajamarca, 2019.
18. MATEO SANZ, Beatriz. Comportamiento de las geomembranas sintéticas poliméricas utilizadas en la impermeabilización del embalse de Buen Paso. 2018.
19. SALDAÑA, D. (2017). Diseño del revestimiento de un canal con geomembrana. Consultado el 7 de abril de 2019, de <https://es.scribd.com/document/357533646/Proyecto-de-Tesis>
20. LÓPEZ-PADRÓN, Indira, et al. Sud-G800 de soldadura geomembrana HDPE Geomembrana/máquina soldadura/PE Cuña caliente Máquina. *Cultivos Tropicales*, 2020, vol. 41, nº 2.
21. URBIZAGASTI, Gonzáles; EUDOCIA, Liliana. Revestimiento de canales con geosintéticos caso: rehabilitación canal Chen Chen-San Antonio, 2014.
22. BLANCO, M.; AGUIAR, E.; ZARAGOZA, G. Patología de geomembranas sintéticas instaladas como pantallas impermeabilizantes en embalses. En *Dam Maintenance and Rehabilitation*. Routledge, 2017. p. 957-964.

23. FERNÁNDEZ, Manuel Blanco, al. Impermeabilización de la balsa de la Laguna de Barlovento con geomembrana de PVC-P: evolución a lo largo del tiempo. Revista Digital del Cedex, 2013, no 171.
24. CHANCASANAMPA PACHECO, Paúl. Diseño y aplicación de geotextiles y geomembranas en plantas de tratamiento de aguas residuales. 2013.
25. CHICO RAMÍREZ, Laura y TAPIAS VARGAS, Yina. Análisis y aplicación del uso de estructuras hidráulicas blandas empleando geosintéticos para la protección costera. Caso estudio: estructuras en la línea de costa de Cartagena de Indias. [en lí-nea] Universidad de Cartagena, 2014.
26. oveda, E. N. & Venegas, M. P. (2021). Diseño de humedal construido para deshidratación de lodos en condiciones climáticas de la sabana de Bogotá. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/39169>.
27. RAMÍREZ DÍAZ, Camila Paz, et al. Diagnóstico para la mejora de la evaluación de impacto por olor en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA). 2019.
28. BELTRÁN-RODRÍGUEZ, Lorena N.; LARRAHONDO, Joan M.; COBOS, Diego. Tecnologías emergentes para disposición de relaves: oportunidades en Colombia. Boletín de Ciencias de la Tierra, 2018, no 44, p. 5-20.
29. SECLÉN PALACÍN, Débora Karina. Impermeabilización de reservorios de agua con geomembrana: diseño e instalación de geomembrana. 2007.
30. ROSADIO COLONIA, Ricardo Manuel. Aplicación de geomembranas en pozas de almacenamiento de agua: control de costos. 2007.
31. AZAÑERO ARÉVALO, Víctor Hugo. Aplicación de geomembranas en pozas de almacenamiento de agua: comparación técnico económica con pozas de concreto armado. 2007.
32. GODOY BARBIERI, Claudio Andrés. Estudio Experimental de Punzonamiento en Geomembranas en Interfaces de Depósitos Minerales. 2011.
33. Institute Geosynthetic – GRI Test Method GM19- Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembrane - USA- Revision October 2012.
34. ELTON, D. J.; PEGGS, I. Geomembrane research needs. Geosynthetics International, 2002, vol. 9, nº 3, p. 283-300.

35. ASTM International - Site Search. (2020). Astm.org.
<https://www.astm.org/search/fullsitesearch.html?query=A370>
36. LEIGH, Eric. Evaluation of Methods for Predicting Seepage Loss Rates for the Hard Lined Irrigation Canals of the Lower Rio Grande Valley of Texas. 2014. Tesis Doctoral.
37. GIROUD, J. P. Geo synthetics. a remarkable discipline with great achievements in the past and exciting challenges for a bright future. Ingenieria Civil (Madrid), 2014, vol. 171, p. 27-37.
38. INSTRON (s.f.). ASTM D4632 - Standard Test Method for Grab Breaking Load and Elongation of Geotextiles. Disponible 19 de noviembre de 2021.
39. EIE Instruments PVT. LTD. (s.f.). Abrasion Resistance Testing Machine For Geotextile. Disponible 10 de diciembre de 2021, de <https://www.eieinstruments.com/geotextile/abrasion-resistance-testing-machine-for-geotextile>
40. Grand View Research, Inc. (2020). GVR Report cover Geosynthetics Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Geotextiles, Geomembranes, Geogrids, Geonets, Geocells), By Region (North America, Europe, APAC, MEA), And Segment Forecasts, 2021 - 2028. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/geosyntheticsmarket>
41. Geosynthetic Institute. (n.d.). Youtube.Com; Youtube. Retrieved December 13, 2021, from: <https://www.youtube.com/channel/UC-YxTQaEXbzMBsdRF9iGwpQ>.
42. Koerner M. (2012). Diseño con Geosintéticos, 5ta edición. Estados Unidos de América KELLER, Gordon R. Application of geosynthetics on low-volume roads. Transportation Geotechnics, 2016, vol. 8, p. 119-131. ISBN: 0131454153 Disponible en: <https://es.scribd.com/document/478846412/Designing-with-Geosynthetics-5th-Edition-Robert-M-Koerner-pdf>
43. Institute Geosynthetic – GRI Test Method GM19- Seam Strength and Related Properties of Thermally Bonded Polyolefin Geomembrane - USA- Revision October 2012.

44. PAVANELLO, P.; CARRUBBA, P.; MORACI, N. The characterisation of geosynthetic interface friction by means of the inclined plane test. *Geotextiles and Geomembranes*, 2020. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0266114420301369>.
45. Touze, Natalie, Xie, Haijian y Stoltz, Guillaume. 2020. *Geotextiles and Geomembranes [Geotextiles y geomembrans]*. s.l. : Official Journal of the International Society of Geosynthetics [Revista Oficial de la Sociedad Internacional de Geosintéticos], 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.10.016>
46. LAVOIE, Fernando Luiz, et al. Durability of HDPE geomembranes: An overview. *Química Nova*, 2020, vol. 43, no 5, p. 656-667.
47. PARRA-PIEDRAHITA, N. Aspectos geotécnicos para evaluar el comportamiento de la IV Etapa del relleno sanitario Bordo Poniente. 2012. Tesis Doctoral. tesis doctoral sin publicar, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
48. VALENCIA, M. Análisis global de una geomembrana de polietileno de alta densidad con propósitos de impermeabilización en el desarrollo de proyectos de ingeniería en Magallanes. 2010.
49. ROSADIO COLONIA, Ricardo Manuel. Aplicación de geomembrana en pozas de almacenamiento de agua: control de costos. 2007.
50. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (2010). Criterios de diseños de obras hidráulicas. Lima: Dirección de estudios de proyectos hidráulicos multisectoriales.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Operacionalización

Tabla 4: Matriz de Operacionalización

| Título: Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la infiltración de agua en la rehabilitación en el canal de riego Callo | | | | | |
|--|--|--|---|-----------------------------------|-------------------|
| Operacionalización de la variable independiente: Aplicación de geomembrana HDPE | | | | | |
| VARIABLES | DEFINICION CONCEPTUAL | DEFINICION OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDIDAS |
| Aplicación de Geomembrana HDPE | Según Gaspar (2019,p.41) La geomembrana HDPE son laminas sintéticos impermeables que tiene como materia prima resinas de polietileno para su fabricación y es utilizado como recubrimiento para canales de irrigación y para la conducción de líquidos | La geomembrana al presentar características beneficiosas, se planteó a emplear como revestimiento de canal de riego y determinar características físicas en el laboratorio para cuantificar las pérdidas de agua por infiltración. | Características de la Geomembrana HDPE | Alta Flexibilidad | Intervalo |
| | | | | Resistencia corte y desgarro | |
| | | | | Nivel de Permeabilidad | |
| | | | | Resistencia a rayos ultra-violeta | |
| Pérdida de agua | Según Cancino (2016, p.29), Se precisa como pérdida de agua la evaporación por cambio de estado líquido a gaseoso. Por infiltración cuando la circulación del agua superficial penetre las capas superiores del suelo, ocasionados a causas gravitacionales y capilares se van humedeciendo de superior a inferior afectando progresivamente la humedad. También por agrietamiento de la estructura que tiene filtración | Se comprende que se evaluará los factores que influyen en la pérdida de agua para poder identificar los principales elementos y cuantificar la pérdida de agua. | Factores que influyen en la pérdida de agua | Evaporación | Razón |
| | | | | Infiltración | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Consistencia

Tabla 5: Matriz de Consistencia

| MATRIZ DE CONSISTENCIA: Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la Perdida de agua en la rehabilitación del canal de riego Callo | | | | | | | |
|---|---|--|--------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|
| PROBLEMA | OBJETIVO | HIPOTESIS | VARIABLES | VARIABLES DE OPERALIZACION | | Instrumento | Metodología |
| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Variable independiente | Dimensiones | Indicadores | | |
| ¿De qué manera la aplicación de Geomembrana HDPE impermeabilizará el canal de riego callo? | Analizar si la aplicación de Geo membrana HDPE impermeabiliza en el revestimiento del canal de riego Callo. | La aplicación de la Geo membrana HDPE en el revestimiento impermeabiliza de manera relevante en el canal de riego callo | Aplicación de geomembrana HDPE | Características de geomembrana HDPE | nivel de permeabilidad | Medidor de permeabilidad (astm d4491) | DISEÑO DE INVESTIGACION: Experimental |
| | | | | | punzonamiento | equipo de tracción universal (astm d4833) | ENFOQUE DE LA INVESTIGACION: Cuantitativo |
| | | | | | Resistencia a rayos ultra-violeta | Maquina de prueba de envejecimiento acelerado UV | |
| Problema específico | Objetivo específico | Hipótesis específico | Variable dependiente | Dimensiones | Indicadores | Instrumento | TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada |
| ¿De qué manera influirá el uso de Geomembrana HDPE en la impermeabilización del sistema de revestimiento en la rehabilitación del canal de riego Callo? | Determinar si el uso de Geomembrana HDPE impermeabiliza el revestimiento del canal de riego callo, huari, Ancash, 2021 | El uso de Geomembrana HDPE ayuda a reducir las fugas de aguas por infiltración en la rehabilitación el canal de riego callo. | Perdida de agua | Factores que influyen en la perdida agua | Evaporación | Ficha de recolección de datos | NIVEL DE INVESTIGACION: Descriptivo-) |
| ¿Cuáles son los efectos de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para la impermeabilización? | Determinar cuáles son los efectos de la Geomembrana HDPE en el revestimiento del canal para impermeabilizarlo el canal de riego callo huari, Ancash,2021. | El sistema de impermeabilización de canal con Geomembrana HDPE permitirá conseguir ventajas técnicas en el canal de riego Callo. | | | | | INSTRUMENTO: Norma, equipo de laboratorio |
| ¿con la aplicación de Geomembrana HDPE Permitirá costos favorables en la rehabilitación del canal de riego Callo? | Determinar si la utilización de Geomembrana HDPE permite los costos favorables en la rehabilitación del canal. | El uso de Geomembrana HDPE permite los costos favorables a comparación de otros sistemas de revestimiento. | | | | | TECNICA: Recolectora a través de medición |
| | | | | | Infiltración | ficha de recolección de datos | POBLACION: canal de riego Callo MUESTRA: Progresiva 0+050 hasta la progresiva 0+550 del canal de riego Callo MUESTREO: No probabilístico, Por afinidad |

Fuente: Elaboración propio

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos (fichas de recolección de datos)



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

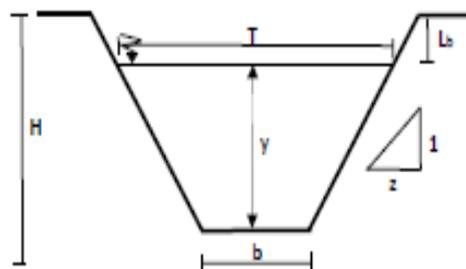
Ficha de recolección de datos: Sección de canal de riego Callo

"Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la pérdida de agua en la rehabilitación del canal de riego Callo, Ancash, 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista : Tolentino Cerna Jhan Jossel
 Ciudad : Ancash, 20 de mayo del 2022

Parte B: Sección de canal



| Tirante (y) | Profundidad total (H) | Espejo de agua (T) | Base del canal (b) | Borde Libre (Lb) | Talud (Z) |
|-------------|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------|
| | | | | | |

| VALIDACION DEL INSTRUMENTO | | |
|----------------------------|------------|------------|
| Apellidos: | Apellidos: | Apellidos: |
| Nombres: | Nombres: | Nombres: |
| Título : | Título : | Título : |
| Grado : | Grado : | Grado : |
| Nº de CIP: | Nº de CIP: | Nº de CIP: |
| Firma : | Firma : | Firma : |

Anexo 4: Fichas de los resultados de laboratorios (certificados)

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS DE RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO

- Método: ASTM D 4833, "Método de prueba estándar para índice de resistencia a la perforación de geomembranas y productos relacionados".
- Número de probetas: 05 probetas
- Equipo utilizado: Equipo de Tracción Universal.

**TABLA N°1: RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO
(ASTM D4833)**

| Característica | Resultado en Probetas (N) | | | | | Resultado Promedio (N) |
|-------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | |
| Resistencia al Punzamiento, N | 373.54 | 368.52 | 380.59 | 375.39 | 384.51 | 376.51 |

6.2. RESULTADOS DE PERMEABILIDAD

- Método: EN 14150 Barreras Geosintéticas. Determinación de la permeabilidad a líquidos.
- Equipo: Medidor de permeabilidad

TABLA N°2: ENSAYO DE PERMEABILIDAD

| Ensayo | Resultado |
|---------------|--|
| Permeabilidad | $< 2 \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{m}^2\text{)}/\text{día}$ $< 2.3 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ |


ING. EDUARDO VILLALBA TORRES
QUÍMICO
COP. 1337

**6.3. RESULTADOS DE RESISTENCIA AL UV**

- Método: ASTM D5893, "Método de prueba estándar para determinar las propiedades de tracción de geomembranas de polietileno no reforzado y polipropileno flexible no reforzado".
- Número de probetas: 02 probetas
- Equipo utilizado: Equipo de envejecimiento acelerado.

TABLA N°3: ENSAYO DE RESISTENCIA AL UV

| TIEMPO (horas) | Temperatura (°C) | (%) Resistido DT | Resistencia de Fluencia (K/M) | Resistencia a la Rotura (K/M) | Elongación de Fluencia (%) | Elongación a la Rotura (%) |
|----------------|------------------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.00 | 22 | 0.00 | 12.31 | 22.5 | 13.22 | 705.13 |
| 960 | 27 | 34.90 | 10.52 | 18.3 | 11.79 | 605.64 |

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

ANEXO N°1: IMÁGENES ASOCIADAS e investigación**Imagen N°1: Ensayo de Punción**



SLab
Laboratorio de ensayo e investigación

**SISTEMA DE SERVICIOS Y
ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.**



Imagen N°2: Certificado

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

FIN DE DOCUMENTO

JOSÉ MARIO VILLALBA
Químico
COP. 1337

Lab
ensayo e investigación

Anexo 6: Fotografías (Alumno constancia)



Figura 10: Medición de espejo de agua
Fuente: elaboración propia



Figura 11: Medición del tirante
Fuente: elaboración propia



Figura 12: Medición de una cara del canal
Fuente: elaboración propia



Figura 13: sección colmatada
Fuente: elaboración propia



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de geomembrana HDPE para minimizar la pérdida de agua en la rehabilitación de canal de riego Callo, Ancash, 2022", cuyo autor es TOLENTINO CERNA JHAN JOSSEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 24 de Junio del 2022

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|---|
| CANCHO ZUÑIGA GERARDO ENRIQUE DNI: 07239759 ORCID: 0000-0002-0684-5114 | Firmado electrónicamente por: CANCHOZUNIGA el 18-07-2022 20:14:43 |

Código documento Trilce: TRI - 0310393