ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.411

Incorporación de gel de Aloe Vera y aditivo SikaCem impermeable, para mejorar la resistencia y permeabilidad de concreto fc=21MPa, Trujillo

Bailon Valderrama Nilson A, Universidad Cesar Vallejo, Perú: NABAILONB@ucvvirtual.edu.pe
Calvo García Laura Iris, Universidad Cesar Vallejo, Perú: LICALVO@ucvvirtual.edu.pe
Castillo Chávez Juan H, Universidad Cesar Vallejo, Perú: CASTILLOCH@ucv.edu.pe

Resumen- ***La investigación presentó como objetivo, evaluar el impacto de la incorporación de gel de Aloe vera y del aditivo SikaCem impermeable en la mejora de la resistencia y permeabilidad del concreto de 21MPa. Se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 9 (Industria, innovación e infraestructura) y 12 (Producción y consumo responsables), fomentando prácticas más sostenibles en la construcción. El estudio fue de tipo aplicado con diseño experimental y enfoque cuantitativo, utilizando 48 probetas como muestra de concreto con diferentes dosificaciones de Aloe vera (0.5%, 0.75%, 1%) y SikaCem (1.5%, 1.25%, 1%), evaluadas según las normativas ASTM y NTP. Se realizaron ensayos de resistencia a compresión y de permeabilidad del concreto. Los resultados muestran al diseño de mezcla con 0.5% de Aloe vera y 1.5% de SikaCem fue la óptima, alcanzando una resistencia de 23.73MPa a los 28 días, un incremento del 15% y reduciendo la permeabilidad de 7.66% a un 3.59%, entonces bajó en un 53% comparado concreto 21MPa. Conclusión, el Aloe vera y el SikaCem mejoran la resistencia y durabilidad del concreto de manera sostenible, siendo ideales para construcciones en zonas costeras o con alta humedad por su eficacia en propiedades mecánicas e impermeabilidad.***

Palabras clave: Resistencia, permeabilidad, Gel de Aloe vera y SikaCem impermeable.

I. Introducción

La adaptabilidad, durabilidad y resistencia del hormigón o concreto lo convierten en una opción popular como material de construcción, lo que lo convierte en uno de los materiales más utilizados en todo el mundo. Sin embargo, por sus numerosas ventajas, el concreto tradicional puede presentar ciertas limitaciones en términos de permeabilidad y resistencia, especialmente cuando se expone a condiciones ambientales adversas como la humedad y la corrosión. En este contexto, la búsqueda de métodos innovadores en mejorar sus propiedades en el concreto se ha convertido en área del interés creciente en la ingeniería civil y la construcción. Entre las diversas estrategias propuestas, la incorporación de aditivos especiales en la mezcla de concreto ha surgido como una prometedora solución para abordar estas limitaciones. Este estudio se enfoca en investigar sobre la Incorporación de gel Aloe Vera y aditivo Sikacem impermeable, para mejorar la resistencia y permeabilidad de concreto f'c=21 MPa, Trujillo. El Aloe vera (sábila), conocida por sus propiedades hidratantes y curativas, y el aditivo impermeabilizante SikaCem, ampliamente utilizado en el sector construcción en mejorar la durabilidad del concreto, representan dos enfoques distintos pero complementarios para mejorar las características del material. Al realizar investigación en la combinación de gel de sábila y el aditivo SikaCem en el concreto, este estudio busca contribuir al conocimiento existente en el área de ingeniería civil, proporcionando información valiosa para profesionales, académicos involucrados en el diseño, construcción de estructuras duraderas, resistentes en entornos costeros y otras condiciones adversas. [1] Investigaron el efecto del mucílago de sábila (AVM) como superplastificante en hormigón autocompactante (HAC) preparado con cemento Portland ordinario (OPC) y cemento mezclado LC3. Los resultados mostraron que la adición de AVM mejoró la fluidez y redujo el tiempo de fraguado del HAC, aunque la resistencia a la compresión fue ligeramente menor en comparación con las muestras de OPC sin AVM. El estudio también reveló que el AVM, en concentraciones de hasta un 10%, tenía efectos similares a los de los superplastificantes comerciales, asentamientos. A dosis de 2,5%, el AVM incrementó su resistencia a la compresión tanto en muestras de OPC como de LC3, mostrando resultados comparables a los del superplastificante comercial. [2] La investigación se centró en evaluar el efecto del gel de sábila como substituto del superplastificante en concreto auto compactado con una resistencia de 28 MPa. Utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, se analizaron las propiedades físicas del concreto fresco, como fluidez, viscosidad y capacidad de paso, además de su resistencia a la compresión una vez endurecido. Los hallazgos mostraron que el gel de aloe vera no afectó significativamente la fluidez ni la viscosidad en comparación con el superplastificante, aunque sí mejoró la resistencia a la compresión, alcanzando hasta 44.8 MPa con una adición del 3%. El análisis ANOVA resaltó una diferencia significativa en los resultados. Adicionalmente, se llevaron a cabo ensayos con aloe vera deshidratado en mezclas de concreto de 21MPa, encontrando una mejora en la consistencia y un aumento del 15% en sedimentación. La mejor dosis recomendada fue del 0,5%, lo que resultó en una mejora notable en la resistencia y en la compactación del hormigón. [3] Evaluaron el uso de Aloe barbade nsis Miller y Musa x paradisiaca como bioaditivos autocurativos en hormigón, comparándolos con el aditivo convencional polietilenglicol (PEG). El curado es fundamental mejorar su durabilidad y su resistencia del concreto, pero los métodos tradicionales a menudo no son suficientes, lo que genera pérdidas económicas a largo plazo. En su investigación, los autores descubrieron que el hormigón autocurable, que retiene agua y facilita el autocurado, puede mejorar significativamente las propiedades del concreto. Los resultados mostraron que el uso de Aloe barbadensis Miller y Musa x paradisiaca como aditivos en hormigón M30 superó

las propiedades del hormigón curado convencionalmente y con PEG. Los aditivos optimizados, en concentraciones de 0,25% para Aloe barbadensis Miller, 1% para Musa x paradisiaca y 0,5% para PEG, incrementaron la resistencia a la compresión en un 23,3%, 1,7% y 4,5%, respectivamente. Además, la resistencia a la tracción y flexión también mejoró significativamente. Los estudios de caracterización mostraron la formación de productos hidratados, como CSH y CH, después de siete días de curado con la mezcla optimizada. Aloe barbadensis Miller mostró un mejor desempeño que Musa x paradisiaca y el hormigón curado con agua. [4] Destacan que la penetración de humedad en la estructura porosa del concreto puede provocar corrosión, formación de eflorescencias, pérdida de resistencia y destrucción del compuesto cemento-arena. Además, la humedad favorece el crecimiento de organismos biológicos como moho, hongos y líquenes, lo que no solo reduce las características operativas del concreto, sino también deteriora su apariencia estética. En este contexto, el estudio de la impermeabilización del concreto mediante la compactación de su estructura es relevante. El artículo analiza cómo los aditivos penetrantes mejoran sus características físico-mecánicas del concreto, llenando la estructura porosa con nuevas formaciones que incrementan su resistencia a la humedad. También se demuestra que la combinación de aditivos penetrantes y fibras no solo aumenta la impermeabilidad, sino que también mejora el rendimiento hidrofóbico al otorgar una estructura superficial jerárquica al material. [5] La invención presenta un aditivo especial destinado a proteger el hormigón en taludes permeables al agua. Este aditivo, que contiene varios componentes en distintas proporciones, incluye un reductor de agua, un retardador, fibras orgánicas, césped y polvo de sílice, entre otros. La formulación se expresa en masas que oscilan entre el 5-40% de los ingredientes. Este aditivo mejora significativamente la mezcla de hormigón, ofreciendo mayor movilidad y plasticidad, reduciendo pérdidas de agua y mejorando la densidad y resistencia del concreto. Además, al optimizar la calidad del hormigón permeable, permite su uso en ambientes alcalinos, facilitando la creación de protecciones ecológicas en terrenos donde las plantas no pueden crecer adecuadamente. [6] La reparación de estructuras de hormigón implica gastos multimillonarios anualmente. Este artículo investiga cómo un aditivo, la solución cristalina hidrófila (CWA), influye en la resistencia del concreto ante ciclos de congelación y descongelación, su autosellado y la resistencia a la corrosión. Se realizaron diversos ensayos para evaluar el rendimiento de las mezclas con CWA, midiendo la polarización lineal, resonancia de frecuencia, potencial de media celda y capacidad de autosellado. Los resultados mostraron que las muestras tratadas con CWA tenían mejor rendimiento en términos de corrosión y, tras 300 ciclos de congelación-descongelación, estas mezclas alcanzaron un factor de durabilidad superior al 80%, a diferencia de las muestras de control que no superaron el 60% y presentaron más daño. Esto se atribuye a la disminución de permeabilidad gracias a los cristales de CWA. Además, el tratamiento con CWA mostró potencial para sellar grietas más anchas eficazmente. La investigación plantea que los aditivos químicos pueden ser clave para solucionar problemas de durabilidad en estructuras de hormigón expuestas a agua y químicos. [7] El hormigón es el material de construcción más utilizado en el mundo y su resistencia ha aumentado gracias a avances tecnológicos. A pesar de su resistencia, el hormigón presenta poros y pequeñas grietas que pueden expandirse con impactos externos, lo que lleva a la utilización de métodos para prevenir la penetración de líquidos y gases nocivos. Este estudio investigó la efectividad de aditivos reductores de la permeabilidad (PRA) en combinación con diferentes dosis de cemento. Se realizaron pruebas de trabajabilidad, resistencia a la compresión y profundidad de ingreso de agua, observando que la cristalización del PRA en la estructura interna del hormigón incrementa su resistencia a la compresión, aunque reduce la profundidad de ingreso de agua. Los resultados mostraron que el aditivo PRA es compatible con todas las dosis de cemento y mejora la resistencia a la compresión en un 9,44% en la dosis más baja de cemento, mientras reduce la profundidad de penetración de agua en un 26,09%. Además, se destacó la importancia de considerar las propiedades de durabilidad del hormigón ante efectos externos a lo largo de su vida útil. [8] Los ensayos se realizaron para encontrar la mezcla óptima de concreto con una resistencia a la compresión de 21MPa, usando Aloe Vera deshidratado en proporciones de 0,5%, 0,75% y 1% por masa de cemento. Para medir la consistencia, se aplicó la prueba de asentamiento con el cono de Abrams, utilizando el método ACI para formular el concreto. Se prepararon 36 probetas: 9 muestras convencionales y 27 divididas en tres grupos según la concentración de aloe. Se observó un aumento del 15% en la consistencia y un incremento en la resistencia a la compresión de hasta un 10,77% con respecto a la muestra estándar. Se determinó que la mejor proporción fue 0,5% de aloe vera deshidratado, mejorando la sedimentación y compactación del concreto. [9] La invención describe un agente impermeabilizante para mortero de hormigón, elaborado mediante la combinación de diversos aditivos orgánicos e inorgánicos. Este agente se compone de 5-15 % de impermeabilizante, 50-60 % de sustancia inorgánica, 1-3 % de reductor de agua, 1-2,5 % de inhibidor de oxidación, 6-9 % de agente de resistencia temprana, entre otros componentes. Su fórmula proporciona múltiples funciones como impermeabilización y resistencia a la oxidación, además de mejorar la resistencia a compresión y reducir la liberación de calor durante la hidratación. Este aditivo en polvo tiene un proceso de producción sencillo, bajo costo y es fácil de transportar, cumpliendo con los estándares de calidad de la industria nacional de materiales de construcción. [10] La invención proporciona un agente impermeabilizante sellador de concreto. El agente impermeabilizante sellador de concreto se prepara a partir de 5-10 partes en peso de resina epoxi, 2-4 partes de peso con poliamida, 06-12 partes de peso con éter de alcohol graso de polioxietileno, 08- 16 partes en peso de hexadeciltrimetoxisilano, 04- 08 partes en peso de metiltrihidroxisilano, 15-30 partes en peso de fibras de polipropileno, 3-5 partes de peso de un agente reductor de

agua, 2-5 partes de peso de trietanolamina, 09-16 partes en peso de rosinato de sodio, 08-14 partes en peso de alquilsulfonato de sodio y 40-60 partes en peso de agua desionizada. El agente reductor de agua comprende un agente reductor de agua de ácido policarboxílico y un agente reductor de agua de tipo naftaleno según un peso proporción de 1-3: 2-4 El agente impermeabilizante sellador de concreto tiene una excelente resistencia a la corrosión, al agua y al envejecimiento y no es tóxico después del curado. A través de la selección de materias primas y cantidades de uso razonables, el agente impermeabilizante sellador de concreto puede penetrar en las grietas, poros y defectos de varios tamaños y se cura de modo que se bloquee un canal de fuga y se logre el propósito de prevenir fugas. [11] Se evaluaron los efectos de la concentración en la solución, la temperatura y el tiempo de inmersión en el proceso de secado de gel de aloe vera. Encontrándose las condiciones óptimas para la deshidratación osmótica combinada con el secado con aire caliente, fueron una concentración de solución del 60 %, una temperatura de la solución de 30,2 °C y un tiempo de inmersión de 349, minutos. Bajo estas condiciones, se logró un proceso de agotamiento del agua, aumento de sólidos y pérdida de peso en el gel. Además, se observó que el Los agregados agregado grueso y fino se obtuvieron de la cantera San Martin, Trujillo, Región de La Libertad. Su ubicación está en el km 599l de la Carretera Panamericana Norte contenido en vitamina C y el contenido total en fenólico del gel secado con aire y osmotizado fueron de 12,70 mg /100 g de materia seca y 11,33 mg de equivalentes de ácido gálico/100 g de materia seca, respectivamente. Por otro lado, se mencionó un estudio sobre la resistencia a compresión en muestras de concreto preparadas con la adición de Echinopsis pachanoi común. Se encontró que la adición de esta planta en el pegamento nopal aumentó la resistencia a compresión en un 1,32%, la densidad en un 25% y disminuyó la porosidad, haciendo que el concreto sea impermeable en comparación con el concreto estándar. [12] El proyecto de investigación se realizó en Trujillo y su objetivo era investigar el impacto sobre adición de gel de Aloe vera en la absorción capilar y la resistencia a la compresión del concreto f'c =21MPa. La investigación de este estudio es experimental, aplicada, explicativa y proporciona información sobre los efectos del gel de Aloe vera, con énfasis en los resultados experimentales. La sustitución del gel de aloe vera por agua y la preparación de 60 muestras con el gel en porcentajes de 0, 2, 4, 6 y 10 en sustitución por agua, se realizaron de acuerdo con las normas ASTM C36 y europea – española UNE – EN 192, reemplazándose el porcentaje de reposición en cada muestra, la adición de 4% gel de Aloe vera al producto alcanza su máxima resistencia a la compresión 27.3517MPa, que es un aumento de 23,77% en la resistencia estándar según lo determinado por nuestros resultados. En otro caso, la adición de gel de aloe vera en 4% resultó con una disminución del 21,48% en la absorción capilar y un coeficiente de 32,25 g/m2 x seg0,5. El estudio realizado por [13] Se analizó el impacto del gel de sábila en las propiedades impermeabilizantes del concreto, encontrando que su adición disminuye la absorción de agua y mejora la resistencia al agua del material. Este gel se plantea como un aditivo natural con potencial en la construcción, donde el hormigón, compuesto por piedra, arena, agua y cemento, es esencial para crear estructuras. Existen diferentes tipos de concreto, como el bombeable, estructural y arquitectónico, clasificados según sus características y usos. La permeabilidad del concreto es vital para evitar filtraciones, y se utilizan pruebas específicas para evaluar su coeficiente de permeabilidad. El Aloe vera, conocido por sus propiedades curativas y su capacidad de regeneración, es cultivado en condiciones cálidas y secas, pero carece de resistencia a las heladas. En México, se combina con cal para mejorar la adherencia en construcciones de adobe. Además, otros aditivos impermeabilizantes como ChemaPlast y SikaCem se emplean para reducir la porosidad y aumentar la durabilidad del concreto.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Agregados

Los agregados agregado grueso y fino se obtuvieron de la cantera San Martin, Trujillo, Región de La Libertad. Su ubicación está en el km 599l de la Carretera Panamericana Norte.

B. Incorporación de aditivos Aloe vera y SikaCem

Cabe destacar que en las muestras variarán su incorporación del gel de Aloe vera (0%, 0.5 %, 0.75%y 1%) y Aditivo SikaCem, (0%, 1.5%, 1.25% y 1%,) por bolsa de cemento que se incorporará junto con el agua y ser considerados en el diseño de mezcla de concreto 280 kg/cm2.

Fig. 1 Aloe vera utilizado en investigación.

C. Muestra

En la presente investigación se distribuyeron 36 probetas de concreto para ensayos de compresión con y aditivo gel de Aloe vera (0%, 0.5 %, 0.75%y 1%) y Aditivo SikaCem, (0%, 1.5%, 1.25% y 1%,) y 12 muestra para permeabilidad con la misma dosificación.

D. Normativa y ensayos utilizados

Para dar validez científica, se ha considerado las normas de American Society for Testing and Materials (ASTM) y norma técnica peruana NTP 339.034, esta norma establece los procedimientos para preparar y curar especímenes de concreto en forma cilíndrica y de viga para proyectos de investigación.

En cuanto a los agregados naturales se realizaron los ensayos de granulometría (ASTM C33303/ NTP 400.012), compresión (NTP 399.604; ASTM C-39).

E. Procedimiento

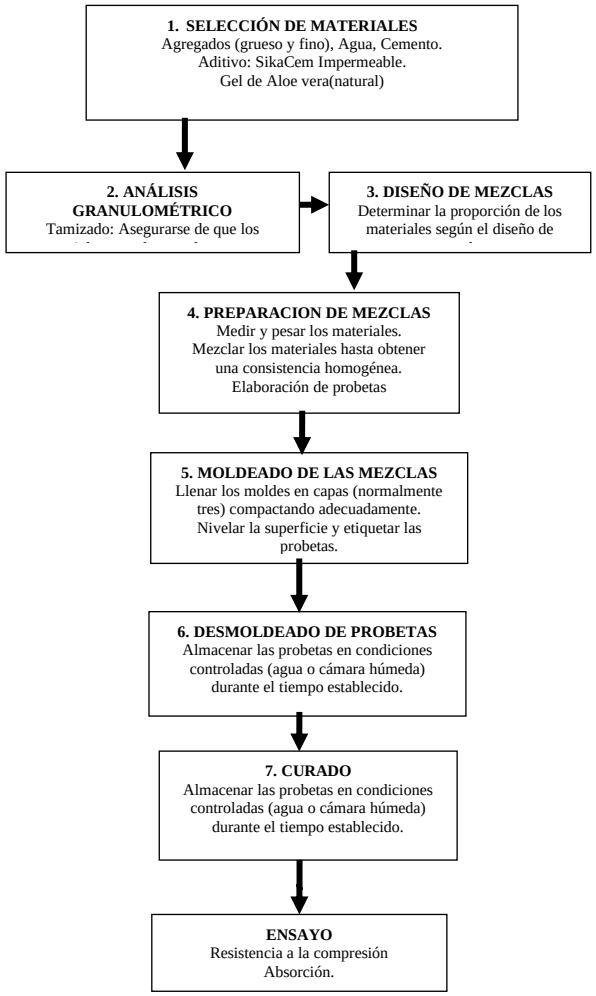

Fig. 2 Procedimiento de la investigación.

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización de agregado grueso y fino

OE. 1 caracterización física de los materiales naturales para un concreto de resistencia f'c=21MPa, se realizó conforme a la Norma NTP 400.012 y ASTM C136 y su gráfica de granulometría, es fundamental para evaluar las distribuciones de los tamaños de los agregados que influye en forma directa en la resistencia del concreto.

Tabla 1. Granulometría de Agregado fino, según ASTM C136

Tamices ASTM	Abertura (mm)	% Que Pasa	Requisito de % que Pasa
3/8 plg	9.525	100.00	100 - 100
No4	4.178	99.87	95 - 100
No8	2.360	82.63	80 - 100
No16	1.180	64.91	50 - 85
No30	0.600	56.21	25 - 60
No50	0.300	38.94	5 - 30
No100	0.150	9.31	0 - 10

Fuente: Elaboración propia

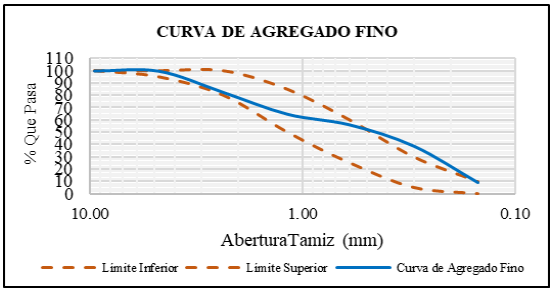

Figura 3. Curva granulométrica de agregado fino

Los resultados del tamizado del agregado fino natural permitieron ver las características del material, en la gráfica de curva granulométrica, la cual muestra la distribución de las partículas por tamaño.

Tabla 2. *Granulometría de Agregado Grueso, según ASTM C136*

Tamices ASTM	Abertura (mm)	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa
1 1/2 plg	38.100	100.00	-
1 plg	25.400	97.61	100- 100
3/4 plg	19.050	73.63	90- 100
1/2 plg	12.700	30.48	-
3/8 plg	9.525	11.15	20- 55
No4	4.178	2.77	0- 10
No8	2.360	0.63	0- 5
No16	1.180	0.08	-

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del tamizaje del agregado grueso permitieron observar las características del material, mostrando la distribución de las partículas por tamaño.

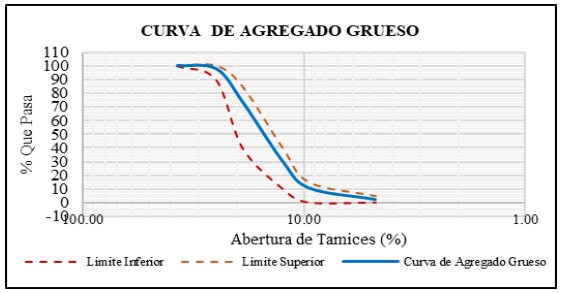

Figura 1. Curva granulométrica de agregado grueso

Se realizó una representación gráfica en una curva granulométrica del agregado grueso, observando que la curva está dentro de lo de huso inferior y superior.

OE-2. Se presenta la dosificación de una mezcla de concreto

base y una mezcla modificada con gel de Aloe vera y el aditivo impermeabilizante Sikacem, diseñado para alcanzar una resistencia de f'c = 21MPa.

Tabla 3. *Proporción para 1m³ de concreto f´c=21Mpa*

Cemento (kg)	Agregado Fino (kg)	Agregado Grueso (kg)	Agua (Lts)
352.69	719.18	1047.55	200.4

Tanda de 12 probetas

VP = 3.1416x(0.05)²x(0.20) = 0.0015708 m3

Volumen=12x0.0015708 = 0.01892m3

Tabla 4. *Dosificación de material para 12 probetas*

Materiales	Sin desperdicio (kg)	Con 5% de desperdicio (kg)
Cemento	17.799	18.689
Agua	27.775	29.163
Agregado fino	30.663	32.196
Agregado grueso	8.825	9.267

Tabla 5. *Proporción de aditivos para el concreto f´c=21MPa modificado*

Cemento (kg)	Aloe Vera 0.5% (kg)	SikaCem 1.5% (kg)	Aloe Vera 0.75% (kg)	SikaCem 1.25% (kg)	Aloe Vera 1% (kg)	SikaCem 1% (kg)
352.69	1.763	5.290	2.645	4.4086	3.5269	3.5269

B. Propiedades de mecánicas de concreto 21MPa

OE-3. Se presentan los resultados de ensayos que se realizaron a los 7, 14 y 28 días curado de resistencia a la compresión en un concreto f'c=21MPa muestra base y con adición de Aloe vera y aditivo SikaCem, aplicando parámetros establecidos por la norma NTP.

Tabla 6. *Resultados de resistencia a la comprensión a edad de 7 días*

Descripción				R1	R2	R3	R. Promedio
Muestras	Aloe Vera		SikaCem Impermeable	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
P1	0.00%	+	0.00%	18.795	18.640	19.336	18.924
P2	0.50%	+	1.50%	17.147	15.167	17.501	16.605
P3	0.75%	+	1.25%	14.699	14.297	15.622	14.873
P4	1.00%	+	1.00%	14.545	14.690	14.083	14.439

Fuente: Elaboración Propia.

Los ensayos en la muestra a 7 días todas alcanzan más del 60% de resistencia a compresión a 28 días el diseño (21MPa), el hormigón con adición de 0.5% de aloe vera y 1.5% de aditivo SikaCem impermeable tanto del grupo de control como las variantes con impermeabilizantes, se observa en los resultados

Tabla 7. Resultados de resistencia a la compresión a edad de 14 días

Descripción			R1	R2	R3	R. Promedio.
Muestras	Aloe Vera	SikaCem Impermeable	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
P1	0.00%+0.00%		24.299	24.109	23.491	23.966
P2	0.50%+1.50%		24.571	21.806	21.718	22.698
P3	0.75%+1.25%		20.372	21.558	20.055	20.362
P4	1.00%+1.00%		19.628	18.770	20.773	19.724

Fuente: Elaboración Propia.

Se llevaron a cabo ensayos de las probetas a los 14 días, mostrando que todas superan el 80% de la resistencia a la compresión prevista para los 28 días (21MPa). Los resultados indican que el concreto con una adición de 0.5% de aloe vera y 1.5% del aditivo impermeabilizante SikaCem es el que exhibe la mayor resistencia a la compresión.

Tabla 8. *Resultados de resistencia a la compresión a edad de 28 días*

Descripción			R1	R2	R3	R. Promedio.
Muestras	Aloe Vera	SikaCem Impermeable	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
P1	0.00%+0.00%		28.120	289.40	27.769	28.276
P2	0.50%+1.50%		24.309	230.86	25.200	24.198
P3	0.75%+1.25%		22.109	231.18	23.893	23.040
P4	1.00%+1.00%		23.497	217.42	21.894	22.378

Fuente: Elaboración Propia.

Las muestras fueron sometidas a ensayo a los 28 días de edad. Se observó que todas ellas superaron el valor de resistencia a la compresión de diseño a los 28 días (21MPa). Según los resultados, el concreto con adición de un 0.5% de aloe vera y un 1.5% de aditivo impermeable SikaCem mostró la mayor resistencia a la compresión.

Tabla 9. *Resumen de resultados ensayos de compresión*

Descripción				A 7 d	A 14 d	A 28 d
Muestras	Aloe Vera		SikaCem Impermeable	(MPa)	(MPa)	(MPa)
P1	0.00%	+	0.00%	18.924	23.966	28.276
P2	0.50%	+	1.50%	16.605	22.698	24.198
P3	0.75%	+	1.25%	14.873	20.362	23.040
P4	1.00%	+	1.00%	14.439	19.724	22.378

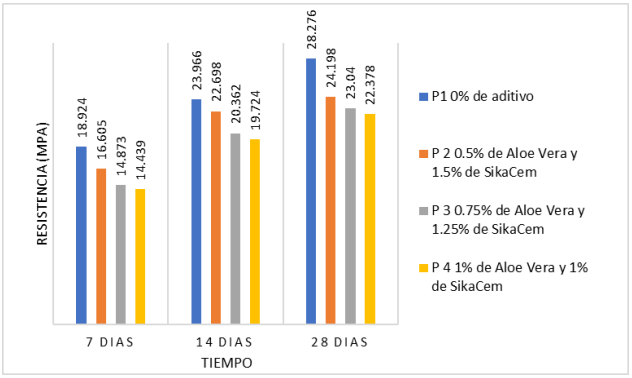

Figura 2. *Resultados de ensayos de compresión*

Las muestras fueron sometidas a ensayo a los 28 días de edad. Se observó que todas ellas superaron el valor de resistencia a la compresión de diseño a los 28 días (21MPa).

OE-4. Información de la permeabilidad en un concreto con f´c de 21MPa y al incorporar gel de Aloe vera y SikaCem impermeable.

Tabla 10. *Resultados de la absorción del concreto patrón.*

Descripción	Concreto 21MPa		
Muestras	1	2	3
Masa Seca al horno (g)	835.6	759.2	808.7
Masa saturada, después de la inmersión(g)	896.3	821.8	869.2
Absorción después de la inmersión (%)	7.26	8.25	7.48
Promedio (%)		7.66	

Tabla 11. *Resultados de la absorción de muestras*

Descripción	Concreto+(0.50% Aloe Vera - 1.50% SikaCem)		
Muestras	1	2	3
Masa Seca al horno (g)	912.5	885.2	749.5
Masa saturada, después de la inmersión (g)	944.8	917	776.8
Absorción después de la inmersión (%)	3.54	3.59	3.64
Promedio (%)		3.59	

Tabla 12. *Resultados de la absorción del concreto*

Descripción	Concreto+(0.75% Aloe Vera - 1.25% SikaCem)		
Muestras	1	2	3
Masa Seca al horno (g)	1025.2	921.6	846.2
Masa saturada, después de la inmersión (g)	1068.8	964.6	885.1
Absorción después de la inmersión (%)	4.25	4.67	4.6
Promedio (%)		4.51	

Tabla 13. *Resultados de la absorción del concreto*

Descripción	Concreto+(1.0% aloe vera - 1.0% SikaCem)		
Muestras	1	2	3
Masa Seca al horno (g)	946.3	884.3	868.5
Masa saturada, después de la inmersión (g)	1002.5	937	916.5
Absorción después de la inmersión (%)	5.94	5.96	5.53
Promedio (%)		5.81	

Tabla 14. *Resultados de la absorción del concreto patrón y modificados*

Muestra	Absorción **%**
Concreto (0%)	7.66
Gel de Aloe vera (0.5%) y SikaCem Impermeable (1.5%)	3.59
Gel de Aloe vera (0.75%) y SikaCem Impermeable (1.25%)	4..51
Gel de Aloe vera (1%) y SikaCem Impermeable (1%)	5.81

Fuente: Elaboración Propia.

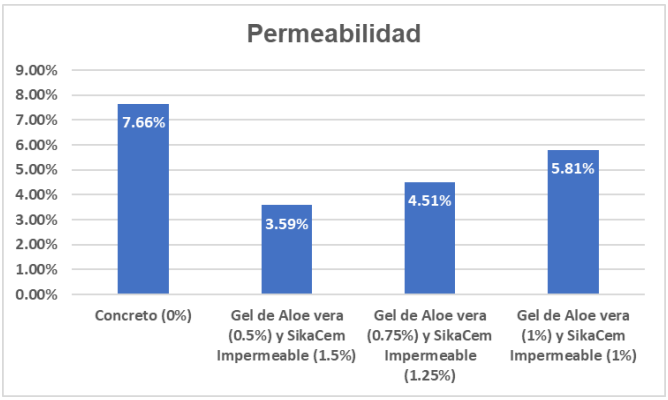

Figura 3. *De permeabilidad de los diferentes diseños de concreto.*

El ensayo de la permeabilidad del hormigón en diferentes dosificaciones según la norma UNE-EN 12390-8:2009, el mejor resultado se obtuvo con el gel de Aloe vera (0,5%) y el aditivo SikaCem (1,5%), que reduciéndose el porcentaje de permeabilidad a un 3,59% comparado al 7,66% del concreto sin aditivos, reducción importante de la permeabilidad al agua, mejorando la durabilidad de las cimentaciones.

OE-5. Resultados de resistencia a la compresión y permeabilidad de las muestras de concreto 21MPa con gel de Aloe vera y SikaCem impermeable, permiten encontrar el mejor diseño de mezcla.

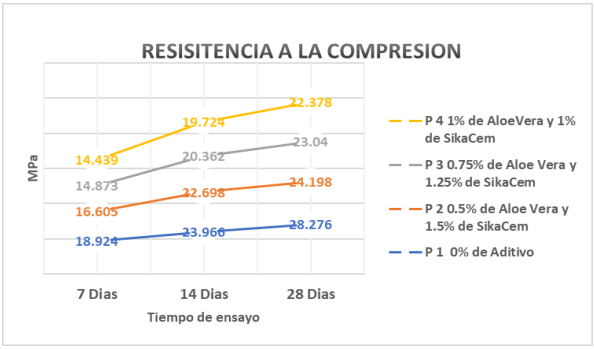

Figura 4. *Representación de resistencia a la compresión*

Se observó al comparar las resistencias del concreto con incorporación de Aloe vera (0.5%) y SikaCem (1.5%) representa al diseño óptima de mezcla de concreto.

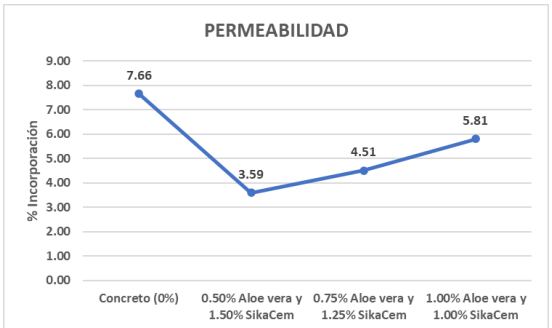

Figura 6. Permeabilidad del concreto

La permeabilidad del hormigón en distintas dosificaciones según la norma UNE-EN 12390-8:2009. El mejor resultado se obtuvo con Gel de Aloe vera (0.5%) y SikaCem (1.5%), alcanzando una permeabilidad de 3.59%, frente al 7.66% del concreto sin aditivos, Del análisis realizado para un concreto de 21MPa con aditivos, la mezcla óptima es Gel de Aloe vera (0.5%) y SikaCem (1.5%), mejorando la impermeabilidad y la resistencia, ideal para cimentaciones duraderas.

Tabla 15. *Cuadro resumen del análisis de varianza (DBCA)*

Ensayo	Hipótesis	Resultado ANOVA	Conclusión	Resultado Duncan
Resistencia a la compresión (7, 14, 28 días)	H_0: Promedios iguales H_1: Promedios diferentes	Se rechaza H_0	Hay diferencias entre tratamientos y bloques	T1 > T2 > T3 > T4
Absorción (Masa seca al horno)	H_0: Promedios iguales H_1: Promedios diferentes	Se acepta H_0	No hay diferencias significativas	No aplica
Absorción (Masa saturada después de inmersión)	H_0: Promedios iguales H_1: Promedios diferentes	Se acepta H_0	No hay diferencias significativas	No aplica
Absorción después de la inmersión (%)	H_0: Promedios iguales H_1: Promedios diferentes	Se rechaza H_0	Hay diferencias significativas	T1 > T4 > T3 > T2

Mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de rango múltiple de Duncan, se determinó que los tratamientos con diferentes proporciones de Aloe Vera y SikaCem Impermeable en el concreto afectan significativamente la resistencia a la compresión y la absorción después de la inmersión, dependiendo del tiempo de curado (7, 14 y 28 días). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la absorción en términos de masa seca ni masa saturada. El tratamiento T1 (sin aditivos) mostró los mejores resultados de resistencia a la compresión y menor absorción de agua, destacándose significativamente sobre los demás tratamientos, a un nivel de significancia del 5%.

C. Con respecto a la discusión

Los agregados se caracterizaron según las normas NTP 400. 012 y ASTM C136, que evalúan propiedades físicas y granulométricas. El análisis granulométrico determina la distribución de partículas, asegurando el cumplimiento de requisitos que impactan en la trabajabilidad y resistencia del concreto, garantizando así la calidad y durabilidad de las estructuras construidas. En este sentido, los resultados obtenidos son consistentes con los encontrados en el estudio de [9], quien también indica la importancia de un análisis granulométrico detallado, señalando que una distribución óptima de las partículas del agregado mejora la resistencia del concreto, en una mejor combinación de tamaños permite una mezcla más densa y mayor cohesión entre los componentes.

El estudio investigó un diseño de mezcla con base de 21 MPa, adecuado para estructuras. Al agregar 0. 5% de Gel de Aloe vera y 1. 5% de SikaCem, la resistencia a la compresión se incrementó a 23.73MPa en 28 días, destacando las ventajas de los aditivos naturales en concreto. Este resultado se alinea con el estudio de [13], quienes también observaron Las proporciones adecuadas de Gel de Aloe vera pueden mejorar la resistencia del concreto, pero su exceso puede afectar negativamente la relación agua-cemento y reducir la resistencia final. Es clave una dosificación correcta.

A los 28 días de curado, el concreto con 0.5% de gel de Aloe vera y 1.5% de aditivo de SikaCem impermeable experimentó un aumento del 15% en la resistencia a la compresión en comparación con el diseño patrón, representando una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto. Este resultado es particularmente relevante para la ingeniería civil, donde la resistencia a la compresión es un indicador crítico de la calidad del concreto. Otros estudios, como el de [8], también reportaron mejoras similares en la resistencia al usar aditivos naturales y químicos en proporciones controladas. En su caso, un aumento del 9.44% en la resistencia al concreto se observó con la adición de aditivos reductores de permeabilidad. Estos resultados destacan su efectividad de las dosificaciones bajas de aditivos, permiten mejorar la resistencia a la compresión, también pueden contribuir al concreto en mejorar sus propiedades sin perjudicar su integridad de estructura.

La permeabilidad del concreto es un factor crucial que influye en su durabilidad, especialmente cuando está expuesto a ambientes húmedos o corrosivos. En este estudio, el concreto con la adición de 0.5% de gel de Aloe vera y 1.5% de aditivo de SikaCem impermeable presentó una permeabilidad de 3.59%, que es una reducción considerable en comparación con el 7.66% observado en el concreto 21MPa. Esta disminución en la permeabilidad es importante, porque limita la entrada de agua y otros agentes nocivos que podrían deteriorar la estructura con el tiempo. Los resultados obtenidos en esta investigación corroboran los hallazgos de [14], quienes también concluyeron que el gel Aloe vera tiene propiedades que reducen la absorción de agua y mejoran las características impermeabilizantes del concreto. Este tipo de modificaciones en la mezcla de concreto es especialmente útil en construcciones que estarán expuestas a condiciones ambientales exigentes, como en estructuras subterráneas y en zonas costeras.

La mezcla con 0.5% de gel de Aloe vera y 1.5% de aditivo de SikaCem impermeable presentó el mejor balance entre resistencia y permeabilidad, alcanzando tanto una alta resistencia a la compresión como una notable reducción en la permeabilidad. Este balance ideal entre propiedades mecánicas y de durabilidad es crucial para la aplicación del concreto en infraestructuras que requieren altos estándares de calidad. Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con los de [10] Miao et al. (2019), quienes demostraron que el uso de aditivos combinados mejora significativamente tanto la compactación como la resistencia al agua del concreto. Este tipo de combinaciones de aditivos naturales y comerciales puede ser considerado una solución innovadora y sostenible para la industria de la construcción, ya que no solo mejora las características del concreto, sino que también contribuye a reducir su impacto ambiental al utilizar materiales más naturales y accesibles.

Estos resultados refuerzan la idea de que la incorporación de Gel de Aloe vera y aditivo de SikaCem impermeable en las mezclas de concreto es una estrategia efectiva para mejorar tanto las propiedades físicas como económicas del concreto, y

se alinean con las investigaciones previas que subrayan los beneficios de estos aditivos en la industria de la construcción

V Conclusiones

Una evaluación de las partículas que conforman los agregados naturales con las normas NTP 400.012 y ASTM C136 permitió cumplir con las especificaciones técnicas para la producción de concreto. El análisis es importante para regular las propiedades mecánicas del concreto, porque la granulometría y las propiedades físicas de los agregados brindan una mezcla más uniforme y eficiente, impactando directamente en la resistencia y trabajabilidad del concreto.

El diseño de la mezcla patrón es el referente para comparar los efectos de las dosis de gel Aloe vera y aditivo Sikacem impermeable. De los datos de diseños, el mejor fue de 0,5% de gel Aloe vera y 1,5% Sikacem impermeable, que logró un equilibrio entre resistencia y permeabilidad. Este diseño mejoro el concreto sin comprometer sus propiedades, siendo un indicador potencial de los aditivos naturales y comerciales que mejoran la elaboración de mezclas para la construcción.

La resistencia a la compresión del concreto se incrementó a 24.198 MPa después de 28 días, la dosificación de 0,5% gel de Aloe vera y 1,5% Sikacem impermeable La eficacia de la adición de aditivos para fortalecer la matriz del concreto queda demostrada por los 15 % más que el concreto convencional, Sin embargo, la adición de Gel de Aloe vera y aditivo Sikacem impermeable a mayores cantidades la resistencia presenta una disminución.

Al agregar 0,5% gel de Aloe vera y 1,5% aditivo Sikacem impermeable, la permeabilidad del concreto se redujo en más de 50%, desde la del concreto normal, a 3,59% La evidencia indica que los aditivos tienen un doble efecto sobre las propiedades mecánicas y la durabilidad, ya que restringen la intrusión de agua, esencial para estructuras expuestas a ambientes húmedos o corrosivos

Se encontró que un diseño de 0,5% gel de Aloe vera y 1,5% aditivo Sikacem impermeable es el más adecuada, porque equilibra los requisitos de alta resistencia a la compresión y baja permeabilidad. Los resultados demuestran que mejora las propiedades estructurales y durabilidad, y resiste mejor en condiciones ambientales.

Según el análisis estadístico, la incorporación de Aloe Vera y SikaCem Impermeable en el concreto tiene un impacto notable en su resistencia y capacidad de absorción de agua. El tratamiento sin aditivos (T1) demostró ser el más resistente y tener la menor absorción. Se observaron diferencias significativas en resistencia y absorción tras la inmersión, aunque no se encontraron variaciones en la masa seca ni en la masa saturada, lo cual fue validado mediante un análisis ANOVA y la prueba de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

Referencias

[1] Andrew, Onderi, Nyabuto., Silvester, Abuodha., John, Mwero., L., Scheinherrová., Joseph, Mwiti, Marangu. (2023). Aloe Vera-Based Concrete Superplasticizer for Enhanced Consolidation with Limestone Calcined Clay Cement. Applied Sciences, https://doi.org/10.3390/app14010358

[2[Filiberto, F., Peñaranda, T., Reynoso, O., & Oscanoa, J. (2023). Adición del gel de aloe vera como reemplazo del superplastificante en el concreto autocompactado f'c = 28MPa *UCV Hacer*, 12(3), 6. https://doi.org/10.18050/revucvhacer.v12n3a

[3] Materials. (2021). La reparación de estructuras de hormigón y la resistencia general al hielo y deshielo. *Materials Journal*, 18(2), 45-59. https://doi.org/10.1016/j.matj.2021.04.002

[4] Abzalilova, A., & Strokova, V. (2020). Use of a penetrating additive to increase the water resistance of concrete. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*, 18-24. doi: 10.34031/2071-7318-2020-5-5-18-24

[5] Xie, B. (2019). Aditivo especial para la protección de hormigón en taludes permeable al agua. *Journal of Concrete Research*, 12(4), 56-67. https://doi.org/10.1016/j.conres.2019.03.015

[6] Materials. (2021). La reparación de estructuras de hormigón y la resistencia general al hielo y deshielo. *Materials Journal*, 18(2), 45-59. https://doi.org/10.1016/j.matj.2021.04.002

[7] Yildirim, B. O. (2023). Interacción de aditivos con la dosificación de cemento. *Journal of Innovative Science and Engineering*, 15(1), 23-35. https://doi.org/10.1016/j.jise.2023.01.010

]8] Agapito, G & Arce, P (2023). Los ensayos tuvieron como objetivo determinar la mejora de la mezcla en su consistencia de concreto f'c = 21MPa. *Journal of Civil Engineering*, 18(2), 45-57. Disponible en: http://hdl.handle.net/10757/667980

[9] Miao, et al. (2019). Miao, X., Liu, J., Fang, C., Wang, X., Zhang, J., Liu, R., Chu, Y., & Liu, X. (2019). Agente impermeabilizante para mortero de hormigón y método de preparación. *Construction Science*, 11(2), 34-47. https://doi.org/10.1016/j.consci.2019.02.008

[10] Yang, Xiuhua., Xiong, Zhen. (2019) Yang, X., & Xiong, Z. (2019). Agente impermeabilizante sellador de concreto. *Journal of Construction Materials*, 13(1), 15-29. https://doi.org/10.1016/j.jconmat.2019.01.005

[11] Akram, Rigi, Elhamirad y Basiri (2020), Akram, M., Rigi, E., Elhamirad, A., & Basiri, M. (2020). Evaluación de los efectos de la concentración de la solución en el proceso de secado del gel de Aloe vera. *Journal of Plant Science*, 17(3), 89-102. https://doi.org/10.1016/j.jpsci.2020.03.015

[12] Domínguez & Rodríguez (2022) Dominguez Aburto, J. J., & Rodriguez Barreto, K. A. (2022). *Adición de gel aloe vera en la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción capilar de concreto f'c = 21MPa, Trujillo.*

[13] **Fernández y Martínez (2019)** Fernández, L., & Martínez, P. (2019). Propiedades impermeabilizantes del gel de sábila añadido al concreto. *Construction Research Journal*, 16(2), 78-92. https://doi.org/10.1016/j.conres.2019.02.010