

# **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Impermeabilidad y Resistencia del concreto  $f'c= 210$   
kg/cm<sup>2</sup> usando mucílago de sábila.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Alvaron Norabuena, Kenji Randy

**Asesor:**

Flores Reyes, Gumercindo

**Codigo ORCID del Asesor:**

0000-0002-2305-7339

**Chimbote-Perú**

**2020**

**PALABRAS CLAVE:**

<b>Tema</b>	Impermeabilidad y resistencia
<b>Especialidad</b>	Concreto

**KEY WORDS:**

<b>Topic</b>	Impermeability and resistance
<b>Specialization</b>	Concrete

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y gestión de la construcción
<b>Área</b>	Ingeniería, tecnología
<b>Sub área</b>	Ingeniería civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería de la construcción

## **TÍTULO**

**Impermeabilidad y Resistencia del concreto  $f'c= 210$   
kg/cm<sup>2</sup> usando mucílago de sábila.**

## RESUMEN

El objetivo general del proyecto de investigación es determinar cómo el uso de gel de aloe vera como aditivo natural afecta la impermeabilidad y resistencia a la compresión del concreto proyectado convencional  $f'_{c} = 210 \text{ kg / cm}^2$ .

La investigación tiene un método cuantitativo, orientación de aplicación y nivel de interpretación. Proyecto experimental propuesto. La tecnología utilizada para la recopilación de datos son la observación directa, la revisión de la literatura y las pruebas de laboratorio.

La investigación incluyó las pruebas de impermeabilidad y resistencia a la compresión de concreto convencional con  $f'_{c} = 210 \text{ kg / cm}^2$ , y el contenido de gel de aloe fue de 2% y 4%, respectivamente.

La resistencia a la compresión a los 28 días del 2% de las muestras experimentales superó el 10,30% Cuando se reemplazó el gel de aloe vera por un 4%, la resistencia a la compresión del concreto convencional  $f'_{c} = 210 \text{ kg / cm}^2$  se redujo en un 1,70%. /  $\text{cm}^2$ , finalmente podemos concluir que agregar un 2% de mucílago de sábila puede aumentar su resistencia a la compresión.

La permeabilidad diseñada de la mezcla experimental de sábila 2% se puede utilizar siempre que sea necesario porque presenta un resultado de penetración favorable inferior al valor obtenido.

## ABSTRAC

The present research project had the general objective of determining how the use of aloe vera mucilage as a natural additive influences the impermeability and compressive strength of a conventional concrete of design  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ . The research has a quantitative approach, applied orientation, and an explanatory level; the experimental design was proposed.

The techniques used for data collection were direct observation, documentary analysis and laboratory tests. The study consisted of conducting tests of impermeability and resistance to compression of a conventional concrete of design  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  adding 2% and 4% of aloe vera mucilage.

The results of the compressive strength at 28 days, of the experimental sample of 2% exceeded by 10.30%, when replacing the aloe vera mucilage at 4%, the compressive strength decreased by 1.70% respectively, of a conventional concrete  $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ , finally we can conclude that adding 2% of aloe vera mucilage improves its resistance to compression.

The permeability of the experimental mixture design of 2% aloe vera can be used in any place required because it has a favorable infiltration result lower than the values obtained.

## Índice General

Palabras Clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Introducción	1
Metodología	51
Resultados	64
Análisis Y Discusión	75
Conclusiones	77
Recomendaciones	78
Referencias Bibliográficas	79
Anexos	86

## Índice de Tablas

<b>Tabla 01.</b> Componentes químicos del cemento portland tipo I.....	08
<b>Tabla 02.</b> Requisitos para el agua de mezcla.....	10
<b>Tabla 03.</b> Requisitos granulométricos para el agregado fino.....	12
<b>Tabla 04.</b> Características principales de los agregados.....	14
<b>Tabla 05.</b> Tolerancia permisible por edad de ensayo.....	24
<b>Tabla 06.</b> Propiedades y valores para la obtención de un concreto "impermeable" ...	27
<b>Tabla 07.</b> Relación agua/cemento por resistencia.....	32
<b>Tabla 08.</b> Principios activos del Aloe vera.....	37
<b>Tabla 09.</b> Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de resistencia a compresión.....	53
<b>Tabla 10.</b> Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de permeabilidad.....	54
<b>Tabla 11.</b> Resumen de la elaboración de probetas a ensayar.....	54
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de masa y normalizado de mucílago de sábila -FRDXE.....	64
<b>Tabla 13.</b> Comparación de composición química de mucílago de sábila Normalizada-Los resultados se obtuvieron del Laboratorio COLECBI S.A.C. Ensayo que nos determinó el PH.....	65
<b>Tabla 14.</b> Ensayo de resistencia a la compresión patrón (kg/cm <sup>2</sup> ).....	67
<b>Tabla 15.</b> Resumen de ensayo de resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) obtenidas según Probetas patrón.....	68
<b>Tabla 16.</b> Ensayo de resistencia a la compresión experimental 2% (kg/cm <sup>2</sup> ).....	69
<b>Tabla 17.</b> Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del 2% experimental (kg/cm <sup>2</sup> ) obtenidas según.....	69
<b>Tabla 18.</b> Ensayo de resistencia a la compresión experimental 4% (kg/cm <sup>2</sup> ).....	70
<b>Tabla 19.</b> Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del 4% experimental (kg/cm <sup>2</sup> ) obtenidas según.....	71
<b>Tabla 20.</b> Resultados de permeabilidad de la muestra patrón.....	72
<b>Tabla 21.</b> Resultados de permeabilidad de la muestra experimental al 2%.....	73
<b>Tabla 22.</b> Resultados de permeabilidad de la muestra experimental al 4%.....	73

## Índice Figuras

<b>Figura 01.</b> Descripción gráfica de la prueba a compresión. (ASTM C39/C39M, 2010).....	23
<b>Figura 02.</b> Concreto Impermeable (Hermida G. , 2013).....	30
<b>Figura 03.</b> Coeficiente de permeabilidad al agua en función de la relación a/c. (Mattio, 2014).....	31
<b>Figura 04.</b> Variación del coeficiente de permeabilidad en función de la relación a/c para concretos de distinto TM, mortero y pasta de cemento. (Mattio, 2014).....	33
<b>Figura 05.</b> Planta de Aloe vera. (Carrodegua, 2016).....	36
<b>Figura 06.</b> Corte transversal de la hoja de aloe vera. (Schweizer, 1994).....	38
<b>Figura 07.</b> Componentes principales de la planta de Aloe vera. (Aloe Vera Las Coronas, 2017).....	39
<b>Figura 08.</b> Microscopía del Aloe vera. (Domínguez et al., 2012).....	39
<b>Figura 09.</b> Porcentaje Normalizado de la mucílago de sábila -FRDXE.....	64
<b>Figura 10.</b> Ph de los materiales.....	65
<b>Figura 11.</b> Resistencia a la compresión de la muestra patrón 7, 14 y 28 promedio.....	68
<b>Figura 12.</b> Resistencia a la compresión de la muestra-1 experimental 7, 14 y 28 promedio.....	70
<b>Figura 13.</b> Resistencia a la compresión de la muestra-2 experimental 7, 14 y 28 promedio.....	71
<b>Figura 14.</b> Resistencia a la compresión patrón vs experimental.....	72
<b>Figura 15.</b> Permeabilidad del patrón vs experimental.....	74
<b>Figura 16.</b> Realizando la mezcla de concreto.....	87
<b>Figura 17.</b> Realizando el slump de concreto para poder realizar el vaciado de las probetas.....	87
<b>Figura 18.</b> Pesando el mucilago de sábila que emplearemos como aditivo para el concreto.....	88
<b>Figura 19.</b> Agregando el aditivo (mucilago de sábila) al concreto experimental.....	88
<b>Figura 20.</b> Realizando las probetas.....	89
<b>Figura 21.</b> Terminando la elaboración de las probetas.....	89



<b>Figura 22.</b> Ingresando las muestras al laboratorio de mecánica de suelos de la USP de concreto patrón y experimental para sus ensayos de compresión.....	90
<b>Figura 23.</b> Ingresando las muestras al laboratorio de mecánica de suelos de la USP de concreto patrón y experimental para sus ensayos de compresión.....	90
<b>Figura 24.</b> Ensayo a la compresión de probetas.....	91

## I. INTRODUCCION

### 1. Antecedentes y fundamentación científica

#### **Internacional**

A través de la investigación de Torres, Celis, Martínez y Lomelí (2010), encontramos junto a nuestros predecesores que "utilizar dos tipos de aditivos de deshidratación de nopal para mejorar la durabilidad de los materiales cementosos" es el estudio y análisis de propiedades físicas.

Agregar aditivos (como nopal y aloe) por deshidratación para determinar si estos aditivos se modifican de manera beneficiosa cuando se agregan al cemento Portland, este estudio es experimental.

La población se compone de tubos de ensayo comunes y tubos de ensayo de mortero. La muestra consta de 88 cubetas de mortero y formado por nopal vegetal deshidratado y aloe vera, añadiendo 1%, 2% y 4% en peso del cemento añadido. Estas pruebas se llevan a cabo en 900 días aproximadamente.

Como resultado, se encontró que con el tiempo, la adición de una mezcla de nopal mejoraba las propiedades físicas del mortero, mientras que la mezcla reemplazada por sábila apenas mejoraba.

Aunque se agregó más agua y se redujo la cantidad de cemento cuando se agregó el agua en su lugar, se encontró que su resistencia mecánica y eléctrica no disminuyó en cambio, habían aumentado.

Para el mortero, los porcentajes de nopal añadidos fueron de 1% y 2%, respectivamente, el comportamiento de las muestras anteriores mostró mayor mejora, Por tanto, se definieron como materiales con mayor durabilidad.

Por otro lado, aquellas muestras con bajo contenido de aloe mostraron una disminución en el desempeño del mortero, resultando en una baja durabilidad y resistencia del mortero.

Inicialmente, se decidió poner este aditivo en México para tener otro cactus muy común y compárelo con el nopal. Sin embargo, el efecto es el opuesto al nopal por lo tanto, no se recomienda el aloe vera como una opción para aumentar la durabilidad de los materiales a base de cemento.

Los primeros resultados sugieren que agregar una pequeña cantidad de Nopal como sustituto del cemento puede ser una opción para mejorar las propiedades físicas de los materiales cementosos y por lo tanto, aumentar su durabilidad.

El autor concluye que la nopalina se agrega en forma deshidratada al mortero de cemento portland tiene un efecto beneficioso sobre su desempeño. Sin embargo, la forma de conseguir cactus deshidratado es caro.

Por tanto, si se va a aplicar de forma fabricada, no es factible por el alto costo, por lo que es necesario seguir estudiando el uso de productos de nopal baratos.

### **Nacional**

Según el estudio de Aburto (2017), "El efecto de la sábila sobre resistencia a la compresión, impermeabilidad, absorción capilar, tiempo de fraguado del concreto estructural.

Considere el propósito de determinar el efecto del porcentaje de sábila sobre el tiempo de presión, resistencia al agua, resistencia a la absorción, tiempo de fraguado y entrada del concreto estructural.

Este estudio tiene un nivel explicativo y diseño experimental, y su suma está compuesta por agregados finos con una pureza de 2.5. Está compuesto de agregado grueso de 3/4 de pulgada y cemento ICo.

La parte de la planta de sábila agregada al concreto se probó mediante una prueba de caída para determinar su mejor uso.

Determinar el tamaño de la sección transversal del concreto de acuerdo con ACI 211 (American Concrete Institute). El porcentaje de sábila en el concreto total es del 1, 2,

3, 4, 5 y 6%. Este aditivo natural se obtiene mediante tecnología de mezcla probado de acuerdo con los estándares de la American Society.

Ensayos de materia prima (ASTM) C39, C1701, C403, C143 y normas europeas españolas (UNE-EN 1925). Como resultado, el contenido de humedad del gel de aloe vera es de 98%, el mejor uso de esta planta es agregar corteza, gel de 2 mm y aloe vera entre dos capas de membranas.

La baja disminuye linealmente, aumentando la cantidad mínima factible de mezcla al 2% (1 pulgada). Para este porcentaje, el conjunto inicial representa casi el doble y el conjunto final representa aproximadamente 7,6 veces.

Añadiendo un 2% de sábila se alcanza su máxima fuerza compresiva, alcanzando los 355 kg / cm<sup>2</sup> (resistencia estándar aumentada en un 41%). En términos de permeabilidad, se redujo en un 47,9% la absorción en el 2% de aloe vera fue de 0,039 pulgadas por hora.

Al agregar 2% de aloe vera, la absorción capilar se redujo en un 32%, alcanzando un valor de 1.9 g / m<sup>2</sup> xsec<sup>0.5</sup>. La mayoría de los experimentos de investigación muestran que agregar un 5% y un 6% de aloe no puede mejorar el rendimiento del concreto.

Los autores concluyeron que usando 2% de sábila, el porcentaje de aloe vera tiene un efecto positivo sobre la resistencia a la compresión, la penetración, la absorción capilar, tiempo de fraguado y características de fraguado del concreto.

## **Local**

Según Castañeda (2016) en su libro. "Resistencia y la absorción del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> más pimiento (cactus)", el objetivo es determinar y comparar la deformación por compresión y la permeabilidad del concreto F'c 210.

Cuando kg / cm<sup>2</sup>, se añaden aditivos naturales con Opuntia ficus indica, las proporciones específicas son 1%, 3% y 5%. El método utilizado es importante el diseño de la investigación es experimental.

La población está compuesta por concreto de cemento portland, arena gruesa, grava  $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$  y un porcentaje de elementos de Mucilago de Tuna. La principal referencia es el diseño de la mezcla de concreto ordinario (modo  $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ ), sumarlo al agua de mezcla de concreto.

Se utilizaron 36 muestras estas incluyeron 12 vigas de concreto para las pruebas de compresión y flexión respectivamente, mientras que para las pruebas de absorción se utilizaron 12 muestras.

De la misma forma, se determina la concentración óptima de mucilago de tuna (cactus) añadible a la mezcla de concreto para que la adición pueda prolongar efectivamente la vida útil de la estructura expuesta al medio ambiente, demostrando así su eficacia.

En el estudio, el autor concluye que, en comparación con el concreto tradicional, tras la adición de mortero de nopal se obtienen resultados satisfactorios en cuanto a trabajabilidad, durabilidad e impermeabilidad del concreto.

Según Risco (2017) en su trabajo titulado "La trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto agregado al extracto de sábila. Ciudad de Barranca-2016", el propósito es determinar la durabilidad y la resistencia del concreto agregado presión extracto de Aloe Ciudad de Barranca-2016, este estudio tiene relevancia cuantitativa y un diseño cuasi-experimental.

Para este estudio, el autor dijo que la población y la muestra serán iguales y estarán formadas por 48 muestras concretas. La recopilación de datos se basa en herramientas como el análisis de documentos técnicos y reglamentarios, Internet y experimentos.

Los autores concluyeron que la resistencia a la compresión del concreto con 0,25% de sábila deshidratada aumentó en un 44,40% a la edad de 3 días en comparación con la muestra sin aloe vera. Por lo tanto, el concreto con 0,25% de aloe vera deshidratado es un tipo de concreto de alta resistencia temprana.

Con la edad, la tasa de incremento se pierde y la resistencia reduce, en especial luego de añadir aloe vera luego de 28 días. La maquinabilidad se ha mejorado de manera

significativa sobre la tasa de reducción del 150%. Comparativamente con el concreto estándar, este aditivo disminuye la resistencia a la compresión en un 17,7%.

Según el artículo de Huerto (2018), el cemento es "una comparación adicional de la resistencia a la compresión del cemento 450 kg/cm<sup>2</sup>, 4% y 6% de mucilago de tuna y Superplastificante Sika n290".

El objetivo es comparar el tratamiento de 7, después de 14 y 28 días, la resistencia a la compresión del cemento ha sido de 450 kg/cm<sup>2</sup>, se añadieron 4% y 6% de mucilago de tuna y superplastificante Sika al cemento N290. Los métodos de investigación son importantes y el proyecto la investigación es experimental.

La población consistió en un conjunto de cubos de mortero con una construcción que podría llevar a cabo los requisitos de resistencia especificados en el reglamento NTP. Estas fueron muestras con una construcción estándar de f'c 450 kg/cm<sup>2</sup> con una muestra de 45 tubos de ensayo o concreto del mismo nombre: dividido en 9 tubos de ensayo, 9 tubos para 4% de mucilago, 9 tubos para 4% Sika, 9 tubos para 6% de mucilago y 9 tubos para 6% de Sika, todo de acuerdo con las normativas nacionales de construcción.

Como resultado, obtendrá los siguientes resultados: El concreto estándar puede cumplir con los parámetros de construcción después de endurecerse durante 7, 14 y 28 días, pero la resistencia del concreto no se puede superar añadiendo un 4% de mucilago de tuna y Sika.

La mayor resistencia obtenida a los 28 días de fractura es de 475,1 kg / cm<sup>2</sup>, que pertenece al concreto con Sika. Por otro lado, al concreto estándar se le agrega un 6% de mucilago de tuna y polvo de Sika. El concreto estándar cumple con los parámetros de diseño cuando se cura durante 7, 14 y 28 días, pero no excede el mucilago de tuna resistente y la fractura de Sika. 28 la mayor resistencia obtenida durante el día es de 485,76 / cm<sup>2</sup>, y la adición de Sika pertenece al concreto.

La conclusión es que el producto de calcio y magnesio en el mucílago de tuna al 4% aumenta la resistencia en un 2,47% a los 28 días. Además, debido a la presencia de silicato, aluminato y calcio en el 4% de Sika N290, comparado con el concreto estándar, su firmeza en 28 días aumentó en un 4.87%.

Por otro lado, la presencia de calcio y magnesio, junto con un 6% de mucílago de tuna, aumentó la resistencia en un 4,3% a los 28 días. Además, debido a la adición de 6% de Sika N290, están presentes silicato, aluminato y calcio, en comparación con el concreto estándar, su firmeza en 28 días aumentó en un 7,23%.

## **Fundamentación científica**

### **Concreto**

Según el Comité 116 de la ACI, el concreto es un material compuesto principalmente por un aglutinante y en él se encuentran partículas agregadas. Por lo general, es una combinación de agregado fino y agregado grueso.

En el concreto de cemento portland, aglutinante es una mezcla de cemento portland y agua. Evidentemente, los materiales compuestos pueden contener aditivos para mejorar determinadas propiedades.

Abanto (2000) define el concreto como una mezcla de cemento portland, añadido fino, añadido grueso, aire y agua en una proporción correcta para obtener ciertas características predeterminadas, en especial la resistencia.

El cemento y el agua reaccionan químicamente para combinar las partículas agregadas y formar un material heterogéneo. A veces, se agregan ciertas sustancias (llamadas aditivos) para mejorar ciertas propiedades del concreto.

El concreto además puede denominarse producto artificial combinado, que se basa en un medio aglutinante denominado pasta (mezcla de agua y cemento), en el cual se incrustan partículas de diferentes tamaños (SENSICO, 2014).

De esta última afirmación se define:

### **La pasta**

Este es el resultado de la mezcla química de material cementante y agua. Esta es la fase continua del concreto ya que constantemente se combina consigo mismo a lo largo de toda su colección (Rivva, 2000).

### **El agregado**

Esta es la fase discontinua del concreto, ya que sus diversos componentes no son adheridas ni contactadas entre sí, sino que están separadas por lechadas endurecidas de diferentes espesores (Rivva, 2000).

### **Tipos de concreto**

#### **Concreto estructural**

Todo concreto utilizado con fines estructurales, incluido concreto simple y armado con una resistencia no inferior a 170 kg / cm<sup>2</sup>.

#### **Concreto arquitectónico**

Es un concreto diseñado para ofrecer una variedad de opciones estéticas en cuanto a acabados y colores según las necesidades del constructor y de la obra en sí.

#### **Concreto autocompactable**

Concreto diseñado para colocar sin ningún tipo de vibrador.

#### **Concreto ligero**

Se utiliza para elementos secundarios de edificios ligeros que necesitan reducir el peso de relleno fundido y no soportan cargas estructurales.

#### **Concreto alta resistencia**

Está diseñado para alcanzar valores de resistencia a la compresión entre 500 y 1000 kg/cm<sup>2</sup>.



## **Concreto no estructural**

Se utilizan para fabricar materiales resistentes, como aceras, bordillos y vertederos. Se caracterizan por una resistencia mínima de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

## **Composición del concreto**

El concreto consta de tres partes: cemento, agua y áridos, que se mezcla con un cuarto componente, normalmente un aditivo.

## **Cemento portland**

La sustancia cementosa puede entenderse como una especie de sustancia adhesiva, que puede unir piezas o grupos de material y combinarlos en un todo (Hewlett, 2004).

Otra definición indica que el cemento inorgánico es un material en polvo. Si reacciona con una fase líquida (generalmente agua o alguna solución acuosa de los reactivos apropiados), comenzará a desarrollar una reacción química relacionada con una cierta relación líquido / sólido. Y formará una estructura fuerte.

La regla ASTM-C-219 describe al cemento portland como producto de material hidráulico de molienda de clínker, que contiene al menos dos tercios de silicato de calcio  $3\text{CaOSiO}_2$  y  $2\text{CaOSiO}_2$ , y el resto contiene alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (ASTM C219-14, 2014).

Por lo general, contiene minerales de sulfato de calcio como aditivo de molienda (Taylor, 1997).

En algunas pastas de cemento, el endurecimiento ocurre cuando entra en contacto con el aire y está relacionado con la pérdida de agua.

A este tipo de adhesivo se le denomina adhesivo no hidráulico, a diferencia de los adhesivos hidráulicos, el proceso de endurecimiento de este último también se puede realizar bajo el agua y está relacionado con el proceso de hidratación.

Las propiedades químicas del cemento inorgánico pueden variar mucho. En algunos casos, pueden contener solo una etapa, pero en más casos tienen más de una. Algunos cementos son incluso aglomerados de dos o más componentes, uno de los cuales puede ser un material hidráulico solo en presencia de otros componentes (Odler, 2000).

Los materiales que reaccionan espontáneamente con el agua, haciendo que la mezcla original se solidifique y endurezca se consideran hidráulicamente activos. Este tipo de materiales son propiedades hidráulicas.

El cemento portland se puede utilizar solo generalmente combinado con sulfato de calcio como regulador, obtenido de la molienda de alta precisión del Clinker Portland.

**Tabla 09**

*Componentes químicos del cemento portland tipo I*

ÓXIDOS	CONTENIDO (%)
Óxido de calcio (CaO)	60-67
Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	17-25
Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3-8
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.5-6
Óxido de Magnesio (MgO)	0.1-4.0
Álcalis	0.2-1.3
Óxido de Sílice (SO <sub>3</sub> )	1-3

Fuente: Concreto Simple (Rivera, 2010).

**Clasificación del cemento portland**

Hay cinco tipos de ellos, y sus propiedades se han estandarizado de acuerdo con la especificación ASTM del Estándar de cemento Portland. (ASTM C150-07, 2003)

**TIPO I**

Cuando no se especifican cuatro tipos de cemento, suele ser cemento utilizado en la ingeniería del concreto

**TIPO II**

Es el cemento generalmente utilizado en proyectos de concreto, y es el cemento para proyectos que están expuestos a una la acción de los sulfatos es moderada y requieren un calor de hidratación moderado.

### **TIPO III**

Este es el primer cemento de alta resistencia, porque el concreto hecho con este cemento tiene la misma resistencia al cemento tipo I y II en tres días.

### **TIPO IV**

Este cemento necesita poco calor de hidratación.

### **TIPO V**

Es un cemento con alta resistencia a los efectos del sulfato. Las aplicaciones típicas incluyen estructuras hidráulicas expuestas a agua altamente alcalina y estructuras hidráulicas expuestas al agua de mar.

### **Agua**

El segundo componente básico del concreto es el agua. La calidad del agua es de suma importancia, para no alterar el grado de hidratación del cemento, evitar manchas en la superficie, retrasar el fraguado y endurecimiento, y no se permite reducir su resistencia o afectar su durabilidad, por lo que es necesario evaluar si es conveniente mezclar y curar el concreto, si cumple las exigencias de la norma NTP 339.088, si es potable es mejor (NTP 339.008, 2006).

Al mismo tiempo, este componente aporta fluidez a la mezcla para permitir trabajabilidad suficiente durante la etapa de vertido del concreto. Este ingrediente representa del 14% al 18% del volumen de la mezcla.

En algunos hidratos de pasta, el agua tiene dos formas diferentes, a saber, agua hidratada y agua evaporada (Torre, 2004).

NTP 339.008 (2006) distingue cuatro tipos de agua que se pueden utilizar el concreto:

-Agua mezclada, es el resultado de mezclar simultáneamente dos o más clases de agua.

-El agua no potable, cuya fuente no sea apta para el consumo humano, o la sustancia contenida hará que se decolore o haga que el olor o el sabor sean desagradables.

-Agua producida durante la fabricación de concreto, agua de lluvia se recoge en un recipiente en una planta de producción o agua que contiene una gran cantidad de componentes de concreto.

-Agua potable apta para consumo humano.

### **Tabla 010**

#### *Requisitos para el agua de mezcla*

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible (partes por millón)
Cloruros	300
Sulfatos	300
Sales de Magnesio	150
Sales Solubles	150
PH	Mayor a 7
Sólidos en suspensión	1500
Materia Orgánica	10

**Fuente: Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland (NTP 339.008, 2006).**

### **Agregados**

Son materiales agregados también llamados áridos granulares de origen natural o artificial, por lo que son de suma importancia porque representan aproximadamente tres cuartas partes del concreto, entre el 59% y el 76%.

Inicialmente, el agregado se consideró un material barato e inerte que podía separarse en pasta de cemento para producir grandes cantidades de concreto. De hecho, el agregado no es inerte, porque sus propiedades físicas a veces afectan el desempeño del concreto, como mejorar su durabilidad (Neville Brooks, 1998).

El agregado clasificado más grande tiene menos vacíos que el agregado clasificado más pequeño. Por lo tanto, si se aumenta el tamaño total máximo de la mezcla de concreto, el cemento y agua disminuirá por un mínimo dado.

En términos generales, el tamaño total máximo debe ser el más grande disponible económicamente y compatible con el tamaño de la estructura (Torre, 2004).

Las partículas finas y planas de agregados tienen un impacto negativo en la trabajabilidad, por lo que se debe diseñar una mezcla rica en agregados finos, requiriendo el uso de grandes cantidades de cemento y agua.

Se considera que en este caso se trata de un árido de perfil angular, que tiene alto contenido de huecos y requiere un porcentaje de mortero mayor que los áridos redondos.

Según Torre (2004), la propia partícula no significa que el agregado es mayor o menor que la media.

Según su tamaño, los áridos se pueden dividir en:

### **Agregados finos**

Arena fina

### **Agregados gruesos**

Grava, piedra y arena gruesa

### **Agregado conocido como hormigón**

A base de una mezcla natural de grava y arena, este agregado es utilizado para producir hormigones inferiores como el concreto para cimentaciones de rodillos, pisos intermedios, cimentaciones intermedias, cimentaciones, etc.

El uso debe ser aprobado por el diseñador y debe cumplir con las especificaciones técnicas en el reglamento de edificación E. 060 (norma E. 060 2009). La unidad debe

cumplir con los requisitos de la norma técnica peruana NTP 400. 037 (2014) para la estandarización de unidades de hormigón.

### **Agregado fino**

El llamado agregado fino se refiere a la desintegración natural o artificial de la roca, que pasa por un tamiz de 3/8 de pulgada (9. 52 mm) y cumple con el límite especificado por NTP 400. 037 o el límite de la norma ASTM C33.

Sin embargo, el 'Manual de prueba de materiales de MTC' (2016) basado en ASTM C136 se ha adaptado a nuestra situación actual a nivel de implementación. Este manual establece que para una mezcla de agregado grueso y agregado fino: la muestra pasará por un tamiz de 4. 55 mm (# 4) en dos tamaños.

El agregado fino no debe contener cantidades nocivas de polvo, terrones, álcalis, materia orgánica, sal u otras sustancias nocivas.

Se recomienda considerar lo siguiente:

- El tamaño de partícula seleccionado es preferiblemente continuo, y su valor debe pasar la cuarta malla (4. 55 mm) especificada por ASTM C33 y NTP 400. 037, mantenerse en malla 200 (0. 075 mm).
- -En dos tamices consecutivos cualesquiera, la retención de agregados no debe exceder el 45%. En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites.

### **Tabla 011**

#### *Requisitos granulométricos para el agregado fino*

Tamiz estándar	Límites
9.5mm (3/8 pulg)	100
4.75mm (N°4)	95 a 100
2.36mm (N°8)	80 a 100
1.18mm (N°16)	50 a 85

600 $\mu$ m (N°30)	25 a 60
300 $\mu$ m (N°50)	05 a 30
150 $\mu$ m (N°100)	0 a 10

**Fuente: Agregados especificaciones estandarizadas para agregados de concreto (NTP 400. 037, 2014).**

### **Agregado grueso**

Se llama roca natural o agregado crudo, que se retiene el tamiz No. 4 (4. 75 mm) después la descomposición mecánica cumple con los límites especificados en NTP 400. 037 o ASTM C33.

Las partículas deben ser químicamente estables y estar libres de suciedad, depósitos superficiales, sustancias orgánicas, sal u otras sustancias nocivas (NTP 400. 037, 2014).

Abertura de la pantalla, que retendrá el 15% o más del agregado grueso tamizado. El tamaño de partícula seleccionado no debe exceder el 5% del agregado retenido en la malla de 1½ no debe exceder el 6% del agregado que pasa por la malla de ¼".

Además, en todo caso, el tamaño máximo del árido crudo no debe ser superior a:

- El quinto más pequeño del tamaño entre las caras del molde.
- Un tercio de la altura de la losa.
- Tres cuartas partes del espacio libre entre las vigas de acero simples o alambres de acero, haces de barras de acero, cables o líneas pretensados.

Las primeras características de los áridos y sus efectos sobre el concreto (principalmente afectado sobre el concreto) se muestran en la tabla 1 (Abanto, 2008).

**Tabla 12***Características principales en los agregados*

CARACTERISTICAS DEL AGREGADOS	CONCRETO FRESCO	CONCRETO ENDURECIDO
Granulometría	Manejabilidad	Resistencia mecánica
	Requerimiento de agua	Cambios volumétricos
	Sangrado	Economía
Limpieza (materia orgánica, limo, arcilla y otros finos indeseables)	Requerimientos de agua	Durabilidad
	Contracción plástica	Resistencia mecánica
		Cambios volumétricos
Densidad	Peso Unitario	Peso Unitario
Sanidad	Requerimiento de agua	Durabilidad
Absorción y porosidad	Pérdida de revenimiento	Durabilidad
	Contracción plástica	Permeabilidad
Forma de partículas	Manejabilidad	Resistencia mecánica
	Requerimiento de agua	Cambios volumétricos
	Sangrado	Economía
Textura superficial	Manejabilidad	Durabilidad
	Requerimiento de agua	Resistencia la desgaste
Tamaño máximo	Segregación	Resistencia mecánica
	Peso unitario	Cambios volumétricos
	Requerimiento de agua	Peso unitario
		Durabilidad
Reactividad con los álcalis		Durabilidad
Módulo de elasticidad		Módulo de elasticidad
		Cambios volumétricos
Resistencia a la abrasión		Resistencia a la abrasión
		Durabilidad



Resistencia mecánica (por aplastamiento)		Resistencia mecánica
Partículas friables y terrones de arcillas	Contracción plástica	Resistencia a la abrasión Durabilidad
Coefficiente de expansión		Propiedades térmicas

---

**Fuente: Tecnología del hormigón - Teoría y problemas (Abanto, 2008)**

## **Ensayos en laboratorio con los agregados**

### **Ensayo de granulometría**

Las partículas se tamizan a través de una serie de filtros con aberturas conocidas el material retenido se pesa como un porcentaje del peso total en lo que se conoce como análisis del tamaño de partícula, es la representación más pequeña de la distribución del tamaño de partícula. (NTP 400. 012, 2013).

### **Tamaño máximo nominal**

El valor corresponde a la serie de pantallas utilizadas para hacer el primer retenido. Su tasa de retención está entre el 5% y el 10%. (NTP 400. 012, 2013)

### **Contenido de humedad**

La cantidad de agua superficial retenida por partículas que se agregan en un momento dado. Esta es una función importante porque ayuda a aumentar el agua mezclada en el hormigón, que debería considerarse junto con la absorbencia en el diseño de la mezcla. (NTP 339. 185, 2013) Peso unitario.

### **Peso específico**

El peso unitario del agregado es el peso real encontrado, incluidos los intervalos entre las partículas. El peso varía según la capacidad o la humedad también depende del tamaño, la forma y el tamaño en las partículas del agregado.

Es importante obtener el peso único del agregado, porque este valor se usa para calcular la cantidad de material en la mezcla y cambiar el volumen de peso, o viceversa. (NTP 400. 017, 2011).

### **Porcentaje de Absorción**

La gravedad específica es el índice de calidad del agregado, cuando el valor más alto indica un material con buen desempeño, mientras que un valor más bajo corresponde a un agregado absorbente más débil.

La gravedad específica es la proporción de agua destilada por unidad de volumen a una determinada temperatura estable. (NTP 400. 022, 2013).

### **Módulo de fineza**

Llamamos cantidad a la tasa de absorción, la cantidad de agua absorbida por el agregado después de 24 horas de inmersión, como porcentaje en peso. Esto es importante porque reflejará el efecto reductor de la mezcla de agua con el concreto, afectando su durabilidad, por lo que se debe tener en cuenta a la hora de realizar las correcciones necesarias. (NTP 400. 022, 2013).

El modelo de finura es indicador del agregado, porque cuanto mayor es el modelo de finura, más grueso es el agregado. (NTP 400. 012, 2013)

### **Aditivos**

ACI 212 (2010). Define materiales distintos al agua, como áridos y cemento hidráulico. El agua, los áridos y el cemento hidráulico se utilizan como componentes del concreto el mortero se añade justo antes de la construcción de la mezcla.

Se utiliza por motivos económicos, ya sea para mejorar determinadas propiedades del concreto en condiciones de frío o calor y para reducir y aumentar la resistencia inicial final. Los aditivos se clasifican en (ACI 212, 2010):

### **Acelerante**

El objetivo es aumentar significativamente el desarrollo inicial de la resistencia a la compresión o reducir el tiempo de configuración. Deben cumplir con los requisitos de NTP 339. 086 o 339. 087.

### **Incorporador de aire**

El propósito es mejorar el comportamiento del proceso de congelación y fusión que se produce en los poros del concreto cuando se expone a una temperatura inferior a 0 ° C. Estos aditivos deben cumplir con los requisitos de NTP 339. 086.

### **Reductores de agua y reguladores de fragua**

La intención es mejorar el comportamiento del proceso de congelación y fusión que se produce en los poros del concreto cuando se expone a una temperatura inferior a 0 ° C. Estos aditivos debe cumplir con los requisitos de NTP 339. 086.

### **Aditivos minerales**

Independientemente de si son cementosos o puzolánicos, su finalidad es mejorar las propiedades frescas de las mezclas sin partículas finas en algunos casos, aumenta la resistencia última del concreto.

### **Impermeabilizantes**

Ya sean cementosos o puzolánicos, su objetivo es mejorar la frescura de la mezcla sin partículas finas en algunos casos, aumentar la resistencia última del concreto. Las cenizas y puzolanas debe cumplir con los requisitos de ASTM C-618.

La molienda fina de escoria de alto horno de humo de sílice debe cumplir con los requisitos de ASTM C-989.

Su propósito es ayudar a controlar las fugas de grietas y reducir la proporción de agua en el concreto insaturado del extremo húmedo hasta el extremo seco. El repelente de agua reduce la tasa de transferencia a presión a través del concreto.

Una de las mejores formas de mejorar la resistencia al agua; Incluye aumentar la cantidad de cemento y reducir la relación agua/cemento a menos de 0,5.

### **Ligantes**

Su único propósito es utilizar polímeros orgánicos para mejorar las propiedades adhesivas de la mezcla. En otras palabras, consiste en una emulsión acuosa de materiales orgánicos que comprende cloruro de vinilo, ácido acrílico, un copolímero de estireno-butadieno y otros polímeros.

### **Diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> sugerido por ACI**

La estructura del concreto incluye la elección de la proporción de material que consta de la unidad cúbica de concreto, que también se conoce como estructura mixta. Se define como el proceso en sí de elegir el compuesto más apropiado y la combinación más conveniente y económica.

Para obtener productos con las propiedades requeridas (especialmente procesabilidad y consistencia) en el estado no curado las propiedades requeridas en el estado curado, los requisitos especificados por el diseñador o los requisitos especificados de trabajo del dibujo (Abanto, 2000) .

La elección de la proporción de mezcla depende de:

-Las características que debe tener el concreto endurecido son requeridas por el proyectista o especificadas en la especificación de obra.

-El comportamiento del concreto en estado no endurecido depende del tipo y características de la obra y de la técnica de vertido del concreto.

-El costo de las unidades cúbicas de concreto. Si se tienen en cuenta estos criterios, se puede obtener una primera aproximación de la proporción de materiales que constituyen unidades cúbicas de concreto.

Sin embargo, estos ratios, independientemente del método utilizado para determinarlos, deben considerarse siempre como valores experimentales deben ser revisados, ajustados de acuerdo con los resultados alcanzados en el laboratorio.

## **Procedimiento del diseño de mezclas de concreto – ACI 211**

Se seguire el método del comité ACI 211, que seguirá brevemente los siguientes pasos:

-Seleccione la resistencia media a la compresión especificada, que es de 210 kg / cm<sup>2</sup> en este artículo.

-Seleccione el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

-Seleccione asentamiento (pulgadas) o asentamiento.

-Seleccione la unidad de volumen del diseño de contenido de agua y aire.

-Elegir la relación agua

-cemento para mejorar la resistencia y durabilidad

-Determina el coeficiente de cemento.

-Determinación del contenido de áridos gruesos.

-Determina la suma de volúmenes absolutos.

-Determina el volumen absoluto de agregado fino.

-Determina el peso seco del agregado fino.

-Determina el valor de diseño del cemento.

-Correctos valores de diseño de humedad y absorción de áridos.

-Determina la relación de peso.

## **Curado del concreto**

Harmsen (2005), menciona en su libro 'Diseño estructural del concreto' que la recuperación es el proceso de mantener el concreto saturado hasta que el espacio original de cemento fresco lleno de agua sea reemplazado por productos humectantes cemento. El tratamiento tiene como objetivo controlar el movimiento de temperatura y humedad dentro y fuera del concreto.

Asimismo trata de impedir la contracción de la forja hasta que el concreto alcance la potencia mínima para que pueda resistir los esfuerzos que provoca la falta de curación reducirá en gran medida la fuerza.

Es comprensible que cuando el concreto cura, se mantengan niveles de temperatura y humedad suficientes desde el principio para que el concreto desarrolle el rendimiento de la mezcla que se está diseñando.

Por lo tanto, es importante comenzar a curar el concreto inmediatamente después del curado. (Loya, 2017).

De acuerdo con el comité ACI-308 (2010), una vez que existe riesgo de secado prematuro del concreto este secado lo daña o impide el desarrollo de las propiedades requeridas, se deben tomar medidas de curado inmediato.

Neville y Brooks (1998), el propósito principal de nuestro curado no es solo mantener el concreto saturado, sino también obtener la resistencia suficiente, ya que la hidratación del cemento solo se puede lograr en el capilar lleno de agua, por lo tanto se evapora en exceso.

Las pruebas de laboratorio realizadas han demostrado que el concreto en un ambiente seco puede perder hasta un 50% de su resistencia potencial en comparación con un concreto similar en condiciones húmedas.

La temperatura del agua de curado no debe causar choque térmico del concreto durante su uso ya que puede agrietarse. Se recomienda que la temperatura del agua no sea inferior a 11 ° C, la temperatura de calidad del concreto. El agua utilizada para curar el concreto debe estar libre de contaminantes (Comité ACI-308, 2010).

## **Normas con respecto al curado**

-ASTM C31 / C31M-03 (2003) "Métodos de fabricación y curado de probetas de en concreto obra". (Método de fabricación y curado de las muestras de concreto fabricadas en obra).

-ASTM C192 / C192M-02 (2003) "Especificación estándar para la preparación y curado de muestras de concreto en el laboratorio" (Especificación estándar para la preparación y curado de muestras en el laboratorio).

-ASTM C156-02 (2002) "Método para la retención de agua de materiales curados de concreto". Método de retención de agua para materiales de curado de concreto.

## **Propiedades principales del concreto fresco**

Para Rivva (2000), las propiedades del concreto fresco incluyen consistencia, contenido de aire, separación, exudación, tiempo de fraguado, hidratación térmica para una mejor trabajabilidad.

### **Consistencia**

Las propiedades de humedad de la mezcla están definidas por el caudal. Cuanto más húmeda sea la mezcla, más fácil será que el concreto fluya durante el proceso de mezclado.

(Rivva, 2000). Es la capacidad de mantener la forma contenida en el concreto (Concrete Institute 1997).

### **Trabajabilidad**

Es el comportamiento del concreto determina su capacidad para manipular, transportar, colocar y solidificar correctamente con el menor trabajo y la máxima homogeneidad, así como su capacidad para completar sin ningún aislamiento. La mezcla se puede clasificar en baja, media y alta según su ubicación (Rivva, 2000).

## **Propiedades principales del concreto endurecido**

Según Rivva (2000), en estado endurecido, las propiedades más importantes del concreto son resistencia mecánica, durabilidad, elasticidad, cambio de volumen,

impermeabilidad, resistencia a la abrasión, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas y apariencia.

### **Resistencia**

La resistencia del concreto endurecido es el rendimiento más importante para cumplir con los requisitos estructurales y, por lo tanto, generalmente se considera el rendimiento más valioso del concreto.

Sin embargo, no olvidemos que en muchos casos otras características (como la durabilidad y la permeabilidad) son más importantes. (Estrada y Paéz, 2014).

Generalmente, la especificación del concreto requiere que la resistencia a la compresión se determine después de 28 días, esta resistencia a compresión se puede obtener de forma sencilla mediante una prueba de compresión. (Estrada y Paéz, 2014)

### **Resistencia a la compresión del concreto**

El valor de  $f_c$  (resistencia a la compresión) se utiliza a menudo como indicador de calidad del concreto. Por supuesto, dependiendo de la tensión y del elemento estructural o función de la estructura, puede haber otros indicadores más importantes. Las normas asocian muchas propiedades mecánicas del concreto (módulo de elasticidad, resistencia a la tracción, resistencia al corte, adhesión) al valor  $f_c$ .

Determinar la resistencia a la compresión mediante pruebas en la muestra estándar bajo carga axial.

Esta prueba se utiliza para controlar la resistencia del concreto de calidad y aceptación del concreto compuesto. La preparación y el análisis de muestras estandarizado por las normas ASTM. (Ottazzi, 2004)

En resumen, la determinación de resistencia a la compresión incluye prueba de muestras representativas de concreto, que han sido sometidos a ensayos destructivos a una tasa de carga de 25 rpm, por lo que se consideran ensayos destructivos, como se muestra en la figura 1.



Con base en el hecho que la altura del cilindro es el doble del diámetro (es decir, cúbico), el cilindro adquiere una forma cilíndrica se usa más en algunos países europeos (Morales, 2015).

De hecho se utiliza un cilindro de 150 x 300 mm como tamaño estándar, debido a que la muestra soporta la carga axial, su fondo debe ser paralelo y perpendicular al eje de la carga axial.

Teniendo en cuenta que el concreto debe alcanzar un porcentaje mayor de su resistencia posible, el cilindro debe ensayarse en determinados momentos. De forma estandarizada las edades son 7, 14, 28, 91 y 180 días, a partir de estos días se necesita algún intervalo de investigación. Prueba de acuerdo con la norma (ASTM C39/C39M, 2010).

La siguiente fórmula se utiliza para calcular la fuerza compresiva:

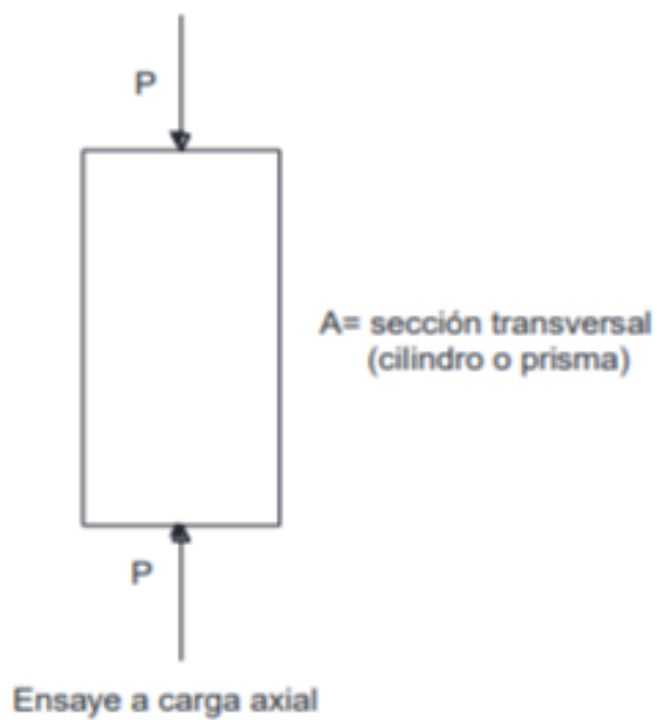
$$f_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f_c$  = Esfuerzo máximo a compresión, Kg/cm<sup>2</sup>

$P$  = Carga máxima, Kg

$A$  = Área de la sección transversal, cm<sup>2</sup>



*Figura 09. Descripción gráfica de la prueba a compresión. (ASTM C39/C39M, 2010)*

**Tabla 13**

*Tolerancia permisible por edad de ensayo.*

Edad del ensayo (días)	Tolerancia permisible
1	+ - 0,5h
3	+ - 2h
7	+ - 6h
28	+ - 20h
90	+ - 48h

**Fuente: Método de prueba estándar para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339. 034, 2008).**

## **Evolución de resistencia a compresión del concreto**

En las primeras etapas, la mayor resistencia del concreto será mayor y con el tiempo ralentizará el proceso hasta que se estabilice. Por lo general, tomando la resistencia de 28 días como estándar, alcanzó gran parte de la resistencia general de esa edad. (Valcuende, Marco, Jardón y Gil, 2009)

Los principales factores que afectan la velocidad de secado del concreto son las propiedades del cemento, proceso de curado y uso de aditivos. (Valcuende et al. 2009)

De acuerdo con la especificación estándar (CEB-FIP, 1993) se utiliza la siguiente fórmula para determinar el cambio de resistencia del concreto a lo largo del tiempo.

$$f'_{c(d)} = K_{(d)} * f'_{c_{28}}$$

Donde  $K_{(d)}$  es un coeficiente que se expresa de la siguiente manera:

$$K_{(d)} = e^{(s \left(1 - \sqrt{\frac{28}{d}}\right))}$$

Siendo:

$f'_{c_d}$  Resistencia a la compresión del concreto a la edad de "d".

$f'_{c_{28}}$  Resistencia a la compresión del concreto a la edad de 28 días.

Coeficiente S que depende del tipo de cemento y toma los valores: 0.2 para cementos de fraguado rápido y muy fuertes.

0,25 para cementos de fraguado rápido o normal.

0.38 para cementos de fraguado lento.

D = edad teórica o equivalente del concreto a una temperatura de 20 ° C.

La resistencia del concreto también depende de los cambios de temperatura de almacenamiento cuanto mayor sea la temperatura, más rápido será el cambio la temperatura de almacenamiento, ya que este es el catalizador de la reacción de

hidratación del cemento. Para correlacionar la variación el concepto de resistencia cambia con la temperatura, los dos tipos de concreto usan la misma cantidad, pero con la edad tendrán la misma resistencia.

La madurez "m" es el producto de la temperatura y su tiempo de acción (Valcuende et al. 2009).

El contenido anterior se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$m = \sum_{i=1}^t [(T_i + 10)t_i]$$

Donde:

$T_i$  = Temperatura de conservación del concreto.

$t_i$  = Tiempo de actuación de la temperatura de  $T_i$  en días.

En el caso especial de concreto específicos para "d" días con una temperatura constante de 20 ° C la expresión anterior sería:

$$m = 30 d$$

Emparejando las dos primeras expresiones y resolviendo para "d", tenemos:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^t [(T_i + 10)t_i]}{30}$$

Esta edad "d" se llama vida teórica o vida equivalente del concreto, a saber el tiempo durante el cual el concreto debe mantenerse a una temperatura de referencia de 20 ° C para alcanzar la misma madurez.(Valcuende, Marco, Jardón y Gil, 2009).

## **Durabilidad**

La durabilidad del concreto se refiere al concepto de capacidad para mantener el uso durante el diseño de parte de la estructura en un tiempo se pensaba

que el concreto tenía una alta durabilidad, pero hoy se ve que esta es limitada por razones ambientales. Heladas, erosión del sulfato del suelo, reacción álcali-agregado. (Estrada y Páez, 2014).

El concreto permanente es un tipo de concreto que resiste con éxito la influencia de sus condiciones de funcionamiento. (Riva, 2000)

### **Impermeabilidad**

El concreto impermeable se puede considerar como un elemento que en contacto con líquido como agua, el otro se mantiene seco. No realmente para la impermeabilización, se puede utilizar concreto de alta permeabilidad porque la superficie opuesta en contacto con el agua permanece seca debido a su espesor de varias decenas de metros

En otras palabras, el flujo de agua nulo o muy bajo solo puede pasar paredes delgadas de concreto de baja permeabilidad, para paredes gruesas de hormigón de alta permeabilidad se puede obtener el mismo caudal (Hermida G.2013).

Del mismo modo, una estructura de concreto con la misma forma geométrica construida con la misma calidad puede o no ser atravesada por agua, dependiendo de su presión y área de contacto.

Como hemos visto, la geometría, tanto la presión del agua como el área de contacto son variables externas del propio material, que están relacionadas con la estructura y su entorno. Al definir concreto impermeable, solo defina el material sin considerar la apariencia si hay agua en el otro lado de la estructura.

El concreto impermeable es similar al concreto de alta resistencia. En otras palabras, así es como se definen las propiedades del material no cómo funciona la estructura.

El concreto de alta resistencia es un concreto con una resistencia a compresión superior a 60 MPa. Si se usa para formar una columna de sección transversal Si la columna se queda corta, no tendrá concreto de alta resistencia. De hecho, el concreto "impermeable" debería llamarse concreto de baja permeabilidad, definido como "impermeabilidad" se puede asociar con la definición de "irrompible". Por tanto, los

concretos denominados 'impermeables' hoy en día, si su espesor es insuficiente o la presión es suficientemente alta, el agua puede pasar a través de ellos (Hermida G. 2013).

En el lenguaje arquitectónico, el nombre concreto impermeable (irrompible) es difícil de eliminar, por lo que puede adoptarse con el entendimiento de que es una característica del material más que una característica de la estructura.

**Tabla 014**

*Propiedades y valores para obtener un concreto "impermeable"*

CRITERIOS FUNCIONALES PARA UN CONCRETO IMPERMIABLE		
Ensayo	Valor	Norma
Absorción capilar (qw)	< 6 g/m <sup>2</sup> /h	SIA 262/1 Anexo A
Penetración de agua	< 30 mm	EN 12390 Parte 8
Retracción por secado	< 0.07 %	ASTM C157

**Fuente: Concreto Impermeable, Una mirada reciente (Hermida G. , 2013)**

**Aditivos para concreto impermeable**

Las razones para utilizar aditivos para reducir la permeabilidad se amplían aún más allá de evitar que el agua entre o salga. También se utilizan varios aditivos, prevenir la aparición de la intemperie para reducir el riesgo de corrosión del acero. carbonización y efectos de congelación/fusión.

Los aditivos impermeables se utilizan en estructuras líquidas y de concreto que entran en contacto con el agua, p. Ej. B. Tanques de almacenamiento, estructuras subterráneo, túnel, presa, puente, muro de contención, instalación de agua, etc. Estas sustancias, prolongan la vida útil del concreto armado, ayudan a mantener el agua en una posición predeterminada o fluida.

## **Permeabilidad al agua**

El comité (ACI 212-10). 'Aditivos para concreto' divide aditivos en dos subcategorías del capítulo 15 aditivos reductores de la permeabilidad, aditivos para prevenir la lluvia, levantamiento capilar, etc. Y aditivos para estructuras que soporten gradientes de presión.

En otras palabras, aditivos utilizados para contrarrestar la absorción capilar y los aditivos utilizados para prevenir la penetración del agua permeable (ACI 212. 3R-10, 2010).

Así, para calcular la permeabilidad se calcula el caudal de penetración de agua en la muestra usando la siguiente fórmula (Morales, 2015):

$$q = \frac{B(g_1 - g_2)}{A \times t}$$

Donde:

$q$ = Flujo de penetración del agua, mm/s

$B$ = Área del tornillo micrométrico, mm<sup>2</sup>

$g_1, g_2$ = Lecturas del micrómetro, mm

$A$ = Área superficial de presión del agua, mm<sup>2</sup>

$t$ = Tiempo, s

## **Permeabilidad del concreto**

### **Definición**

Mattio (2014) define la permeabilidad como la velocidad del agua y otros líquidos fluyen a través de los orificios contenidos en el concreto.

La distribución propiedades, volumen y tamaño de los poros regulan la velocidad con la que concreto absorbe agua y otros líquidos o gases y su persistencia en ellos.

El autor señala que el concreto permeable al agua tiene tendencia a desintegrarse porque el agua que ingresa a los poros se hincha debido al congelamiento y puede soportar una presión insostenible.

Además, la ligera permeabilidad de sulfatos, ácidos y otros productos químicos corrosivos acelerará el proceso destructivo de las barras de acero y el concreto. Hermida (2014), la permeabilidad se refiere al movimiento de líquidos bajo un gradiente de presión (como el gradiente de presión se produce en una estructura acuosa), que se mide mediante un medio saturado, como el concreto.

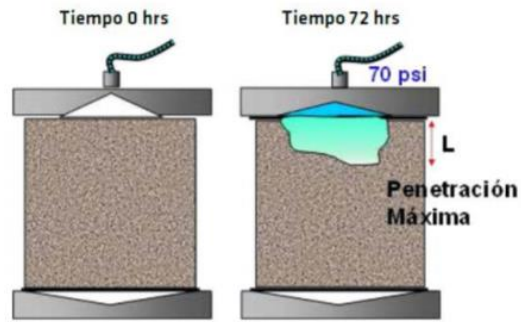
Cabe señalar que la entrada total de líquidos y gases al concreto determina principalmente su durabilidad. La entrada de agua directamente relacionado con la entrada, redistribución o pérdida de material nocivos para el concreto, materiales de refuerzo o estos dos elementos (sulfato, cloruro, hidróxido de calcio y álcali, agua de mar).

Solo cuando el concreto tiene una función de drenaje (es decir, diseñado como un filtro) en determinadas circunstancias, la entrada de agua será útil. Así, la entrada de agua es clasificada como un problema que afecta la función estructural. Reducir la permeabilidad es, por tanto, una forma eficaz de mejorar la durabilidad del concreto.

### **Ensayo de permeabilidad (Penetración de agua): UNE-EN 12390-8**

Este método de prueba puede determinar hasta qué punto el agua a presión penetra en el concreto endurecido. Esto implica exponer la muestra de hormigón endurecido a una columna de agua en un lado durante 3 días. Luego, la muestra se invalida lateralmente midiendo el punto de infiltración de agua. Por tanto, la determinación afecta la profundidad de penetración del agua, y es fácil de determinar visualmente.





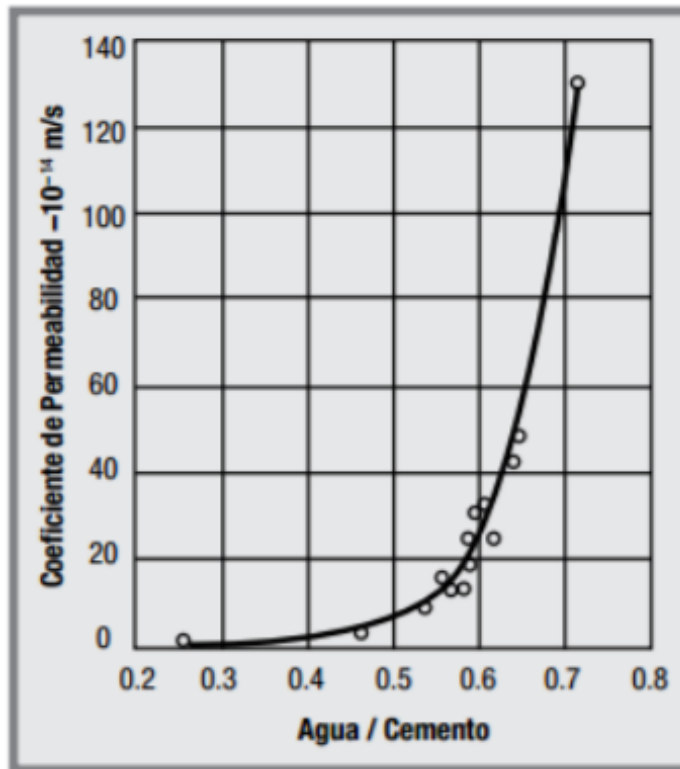
*Figura 010. Concreto Impermeable (Hermida G. , 2013)*

## **Factores que afectan la permeabilidad**

### **Influencia de la relación a/c.**

Mattio (2014) mencionó que a medida que disminuye la relación a/c, la concentración del número de partículas de cemento en la pasta, continúa aumentando y el espacio entre ellas está cada vez menos ocupado por agua porque la conexión entre ellas es más estrecha. Inicialmente, los espacios entre las partículas de cemento forman una red continua de poros llenos de agua.

Cuando las partículas de cemento se hidratan, forman cristales que bloquean los poros, reduciendo la permeabilidad del concreto. Muchos poros pequeños fáciles de bloquear que los poros grandes, y cuantas más partículas cemento ( $w/c$  es relativamente bajo), mayor es obstrucción, lo que resulta en una menor permeabilidad y un hormigón más duradero.



*Figura 011. Coeficiente de permeabilidad al agua en función de relación a/c. (Mattio, 2014)*

La relación ideal a/c depende de la MT del agregado utilizado, el tamaño de partícula, relación árido grueso / cemento y aditivos utilizados.

Por tanto se recomienda utilizar una proporción agua/cemento cercana a 0,30 para obtener un concreto menos permeable, el valor puede variar. (Fernández y Navas, 2011)

**Relación a/c a partir de la resistencia a la compresión ( $f'c$ )**

**Tabla 015**

*Relación agua / cemento (según resistencia)*

f/c (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente. (ACI 212, 2010)

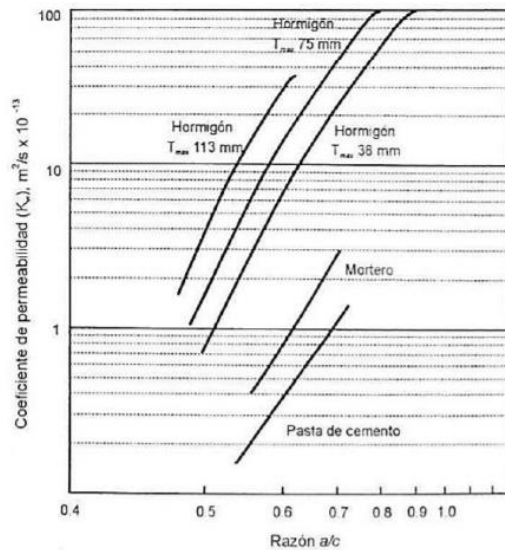
### **Influencia de la interfaz pasta-agregado**

El área de la interface pasta-agregado siempre presenta mayor porosidad, ya que según Mattio (2014), esto se debe a las diferentes condiciones de hidratación, efecto pared y acumulación de agua exudada (dependiendo del tamaño y granulometría del agregado)

En la fase de hidratación inicial, debido a la pequeña tensión entre la pasta y el agregado (causada por contracción por secado, contracción térmica y carga aplicada externamente), el área se rompe fácilmente.

Las fisuras resultantes son mucho más grandes que la mayoría de los poros capilares en la matriz del mortero, por lo que es posible establecer interconexiones, aumentando así la permeabilidad del sistema.

La siguiente figura muestra este concepto para diferentes concretos, pero no se debe ignorar la estabilidad dimensional relativa del mortero y el concreto.



**Figura 012.** Variación del coeficiente de permeabilidad en función de la relación A/C para concretos elaborados a partir de diferentes pastas TM, mortero y cemento. (Mattio, 2014).

### Influencia de agregados

El total representa aproximadamente el 75% del volumen absoluto de hormigón. Por tanto, según la investigación de Mattio (2014), tienen una gran influencia en su desempeño. No solo limitan la resistencia del concreto en muchos casos, sino que su desempeño también afecta el desempeño (durabilidad) del concreto durante su vida útil.

Para una cierta trabajabilidad, la permeabilidad del concreto a sustancias corrosivas que penetran y lo destruyen, mayor es la cantidad de agua requerida por el analizador de tamaño de partícula.

Por tanto, la duración es más corta. El aumento del tamaño máximo del agregado también afectara a la permeabilidad, ya que aumenta la incompatibilidad mecánica y reológica con el mortero, modificando el área de interface.

Otro factor muy importante que incide en la permeabilidad es la granulometría de los áridos, ya que permiten obtener un hormigón más denso y menos poroso. Esto significa que las partículas no necesitan ser de tamaño uniforme, ya que crean más cavidades y

requieren más agua, lo que se refleja en una alta permeabilidad y baja resistencia eléctrica. (Niños, 2010).

### **El agua de curado**

Cuando el concreto se somete a un endurecimiento continuo e ininterrumpido, las dimensiones de los huecos se reducen el concreto es menos permeable. Esto se debe a que evita la evaporación inicial del agua exudada, evitando así la formación de grietas y redes capilares en el concreto por las que pueden circular agua, sulfatos y soluciones ácidas.

Además, el autor señala que al secar el concreto antes de exponerlo, se puede formar una capa de carbonato de calcio que puede bloquear los poros y reducir la permeabilidad. (Niños, 2010).

### **Tipo de cemento**

Según (Kosmatka et al.2004), esta propiedad afecta la permeabilidad del concreto mezclado con cenizas volantes, escoria y puzolanas naturales. La mayoría de los casos, estos aditivos reducirán la permeabilidad y la absorción capilar del hormigón endurecido.

Otro concepto establece que cuanto más delgado es el cemento, más pobre es la permeabilidad. (Niños, 2010).

### **Métodos de medición de permeabilidad**

Según Hermida (2014), el método la determinación de la permeabilidad del concreto se basa en dos principios fundamentales: flujo constante y permeabilidad.

En el método de flujo constante, el agua fluye a través de toda la muestra durante dos días y calcula su coeficiente de Darcy en función del flujo obtenido.

Sin embargo, en concreto que contienen aditivos minerales, con baja resistencia al agua o porosidad en su composición, el método de flujo constante no es efectivo, ya que el agua tarda varias semanas en pasar por el cilindro. Para estos casos, existe un método de profundidad de penetración, es similar a la anterior descrita, detenga la

prueba solo después de tres días y anule la muestra horizontalmente midiendo la mancha de filtración de agua identifica sencillamente a la vista.

Sin embargo, este tipo de evaluación del concreto no es tan frecuente en las normativas internacionales de construcción más importantes debido a las limitadas especificaciones técnicas para medir la permeabilidad.

- El comité ACI 350, titulado “Especificaciones de Estructura de concreto de Ingeniería Ambiental” menciona la construcción de estructuras de concreto armado que contengan líquidos o gases sin mencionar la resistencia está relacionado con el agua, la permeabilidad o el coeficiente de Darcy. (ACI 350, 2001).
- El comité ACI 318-14 (2015), en el capítulo 19 Requisitos de diseño y durabilidad del concreto, considera al agua como entorno agresor de categoría W especificando que para obras de concreto que requieran baja permeabilidad colocarlos en la categoría W1. No menciona hasta que parámetro medir la permeabilidad, solo que deben ser diseñadas con una resistencia no menor de 28 MPa y relación A/C no mayor a 0,5.
- La norma ASTM, no presenta entre su listado de especificaciones referirse a la medición de la permeabilidad frente al agua, salvo la ASTM C1202, que consiste en determinar la resistencia a penetración de iones cloruros a través de pruebas de conducción eléctrica.

## **Sábila**

El aloe vera (sábila), es originario del norte de Arabia y el sur de África pertenece a Liliaceae, Aloe, hay alrededor de 200 especies del viejo mundo.

Al comienzo de la conquista, los españoles introdujeron el aloe vera. Instituto Nacional de Agricultura de India).

Tipos de aloe (nombre científico) es la más famosa y tiene propiedades medicinales. La planta de aloe está formada por raíces, tallos, hojas y flores. Durante la temporada floración, parénquima, conocido.

Por lo general, la pulpa o gel, se encuentra en el centro de la hoja, el gel es una sustancia similar a un gel incolora, compuesta principalmente de agua y otras sustancias, los carbohidratos, ácidos y sales orgánicas constituyen del 65% al 80% del peso total de la planta. (Domínguez et al. 2012).

El aloe es una planta, y su altura puede llegar a más de 20 cm, independientemente del largo de la hoja terminada, la altura puede llegar a 50 a 70 cm, y suele crecer erguida con tallo casi invisible. Arreglo de rosas con hojas largas y gruesas.

Los bordes de las hojas tienen estructuras parecidas a dientes blancos o verde claro. Las hojas son de color gris verdoso, aunque están coloreadas en plantas jóvenes. verde claro y manchas blancas. (Carrodegua, 2016).



**Figura 013.** Planta de Aloe vera. (Carrodegua, 2016)

### **Descripción de la planta**

El Aloe vera pertenece (Ferraro, 2009):

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Liliales

Familia: Liliaceae

Género: Aloe

Especie: Aloe Barbadosis (Miller)

Nombre común: Aloe vera.

La planta es seca porque es apta para vivir en zonas con escasez de agua, y sus características por tener tejidos para almacenar agua lo más utilizado son las hojas, consta de tres capas: la capa interna es un gel transparente, de los cuales contiene 99% de agua, el resto está compuesto por glucomanano, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas; Jugo amarillo amargo en el medio la capa o látex contiene antraquinona y glucósidos, la capa externa se llama corteza, tiene la función de proteger los carbohidratos y proteínas. (Ferraro, 2009).

El aloe vera es una planta perenne que es resistente a la sequía (sin agua por de 7 años), tiene una forma densa, cónica, verde en forma de lanza, carnoso, basal y arpa (Manvitha & Bidya, 2014).

Cada planta suele tener de 12 a 16 hojas en la madurez, con un peso de 1,5 kg y dentadas en los bordes. (Ahlawat y Khatkar, 2011).

La reproducción del aloe vera se puede realizar a través de semillas (las aves y los insectos promueven la polinización natural) o mediante brotes (clones) que germinan alrededor de sus patas.

### **Principios activos y sus propiedades**

Se pueden identificar 75 ingredientes activos potenciales, algunos de los cuales se pueden ver en la tabla siguiente.



**Tabla 016***Principios activos del Aloe vera*

Antraquinonas	Sacáridos	Vitaminas	Aminoácidos no esenciales	Componentes inorgánicos	Enzimas	Aminoácidos esenciales
Aloína	Celulosa	B1 tiaminina	Histidina	Calcio	Cíloxigenasa	Lisina
Barbaloína	Glucosa	B2 riboflavina	Arginina	Sodio	Oxidasa	Treonina
Isobarbaloina	Manosa	B6 piridoxina	Hidroxiprolina	Cloro	Amilasa	Valina
Antranol	Lramosa	Ácido fólico	Ácido aspártico	Manganeso	Catalasa	Leucina
Ácido aloético	Aldopentosa	Vit C	Ácido glutámico	Zinc	Lipasa	Isoleucina
Ester del ácido ciamínico		Vit A	Prolina	Cromo	Fosfatasa	Fenilamina
Aloe emodina		Vit E	Glicina	Cobre	Alcalina	Metionina
Emodina		Colina	Alanina	Magnesio		
Resistanol			Tirosina			
Antraceno						

Fuente: Una revisión de Barbadensis Miller en la dermatología actual (Ferraro, 2009).

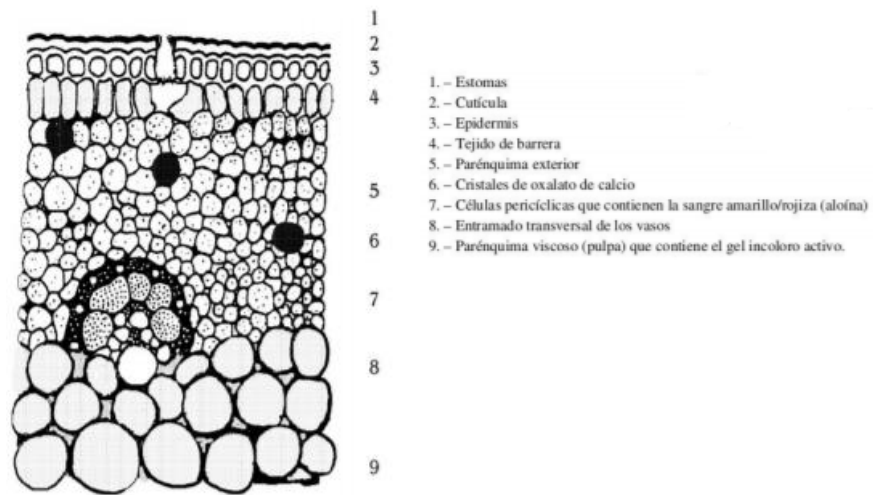
**Estructura y composición química**

La corteza representa alrededor del 20% al 30% del peso de la planta completa y la estructura es verde o azul verdosa, dependiendo de varios factores, como la ubicación de la planta, el clima o la nutrición.

El parénquima, generalmente llamado pulpa o gel, se ubica en el centro de las hojas y representa del 65% al 80% del peso total de la planta (Domínguez et al, 2012).

Las hojas de aloe vera segregan dos tipos de secreciones, una es producida por los pericitos bajo el estrato córneo de la hoja y es una savia rojo-amarilla, también llamada látex.

Otro tipo del El exudado es causado por las paredes delgadas en el área central (parénquima) del interior de las hojas, este es un gel transparente y suave llamado gel de mucilago de tuna, pseudomonas vickers. (Manvitha y Bidya, 2014).



**Figura 014. Sección transversal de la hoja de aloe vera. (Suiza, 1994).**

La corteza está formada por células epidérmicas blandas y duras. El revestimiento vascular intermedio está formado por un haz de células poligonales que circulan a través de la proteína del aloe.

El interior de la hoja (gel) consiste en tejido vascular cavernoso que sirve como medio para el moco. La figura 4 muestra los componentes principales del aloe, que distinguen las tres partes principales de la planta.



**Figura 015. Ingrediente principal de la planta de aloe. (Aloe Vera Coronas, 2017)**

### Microscopía de aloe vera

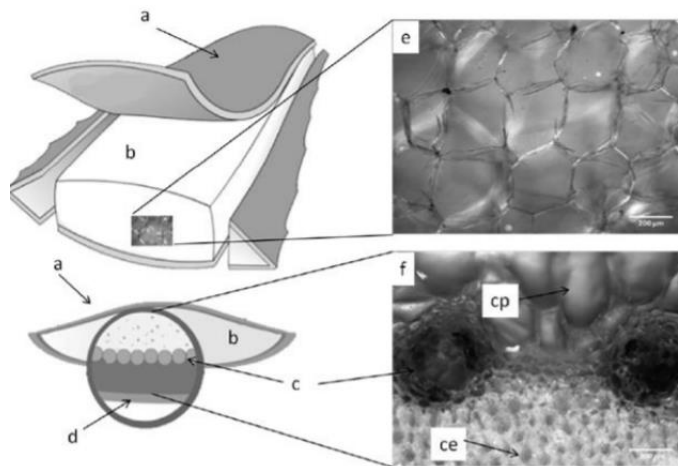
En la Figura 7 se puede observar la estructura de la hoja de aloe vera.

- a) exocarpio
- b) pulpa o parénquima

- c) tubo de aloe
- d) epidermis

Esta figura muestra una imagen microscópica de luz con 5 aumentos de las células del parénquima

(e) sección de la hoja de aloe (f), en la que se observa información detallada sobre las células del interior de la piel exterior (esta), parénquima (cp) células de aloe (c).



**Figura 016.** Microscopía del Aloe vera. (Domínguez et al., 2012)

### **Aplicaciones actuales y tendencias futuras**

Actualmente, varias industrias están trabajando para obtener geles en diferentes formas. En los últimos años este mercado ha sufrido enormes cambios y mantiene una previsión de crecimiento no inferior al 12%.

El valor de mercado mundial estimado de los productos primarios (plántulas, hojas y geles) es de \$ 65 millones, superando los \$ 200 mil millones. Es utilizada en champús, lociones, bebidas y medicamentos. (Domínguez et al, 2012).

### **Construcción**

En arquitectura, el aloe vera comenzó a ser tallado por sus características (como agente incorporador de aire, penetrando en el suelo).

En México, la combinación de mortero de aloe y cal tiene una larga historia, ya que cuando se combina con estos últimos aditivos, el mortero de aloe puede incrementar sus propiedades adhesivas y mejora su resistencia al agua.

Se ha utilizado tradicionalmente de la misma forma para revocar paredes de adobe y ladrillo y como capa impermeable de yeso. (Torres et al. , 2010).

El mucílago combinado con la cal aumenta su viscosidad y mejora su hidrofobicidad desde la antigüedad se usaba de manera similar para revocar paredes de adobe y ladrillo y como capa impermeable de yeso.

Puede hacer que la pintura se pueda utilizar como agente impermeabilizante que se puede aplicar a cualquier edificio para protegerlo. Aplicado en casas, este impermeable protege el edificio del frío, humedad, del agua y los insectos.

Los estudios han demostrado que el mortero puede mejorar las propiedades físicas de la pasta y mortero de cemento, reduce la permeabilidad y aumenta la resistencia a la compresión.

Ya descubierto que la adición de una pequeña cantidad de aloe vera desmetilado puede favorecer el fraguado del mortero de cemento y disminuir la trabajabilidad del mortero de cemento (reduciendo su suavidad).

Para que la fluidez del mortero con aditivos sea la misma que la fluidez del mortero sin aditivos, se debe incrementar la cantidad de agua en la mezcla. Esto aumentará la porosidad del mortero, reduciendo así su resistencia a la compresión. (Hernández y Serrano, 2003).

Japón desarrolló el uso de mortero para mejorar el cemento Portland en los años 80 y 11. La propiedad de segregación del concreto autoendurecible (CAC) en el suelo de concreto se caracteriza por una alta resistencia a la deformación y segregación y, por tanto, no presenta vibraciones.

Necesario para armaduras en áreas armadas y hacinadas. Hay tres formas de construir este tipo de concreto: el primer método es usar un alto nivel de polvo fino, el segundo

método es usar un modificador reduzca la viscosidad del polvo fino y el tercero es una combinación de los dos.

El Modificador de Viscosidad (VAM) es un polímero soluble en agua que se utiliza para aumentar la viscosidad del mortero y mejorar la estabilidad del hormigón autocompactante. (Hernández y Serrano, 2003).

### **Obtención del mucílago de sábila**

La obtención del mucilago de aloe vera se puede realizar de la forma más habitual utilizado en este proceso, incluidos los siguientes pasos (Moreno et al,2017):

#### **Recolección de las hojas de sábila**

Al elegir las hojas para recolectar, tenga en cuenta su edad, ya que deben pasar dos años o más antes de que se consideren maduras.

#### **Limpieza**

Lave las hojas recolectadas para eliminar la suciedad y las impurezas que puedan afectar los resultados.

#### **Separación de corteza y el mucilago o aloe vera.**

Después del lavado, obtendrá filetes de (pulpas) que contienen mucilago o aloe vera. Para lograr este paso, use un cuchillo para cortar con cuidado los lados de las hojas huecas para facilitar la separación.

Una vez que haya terminado, use un cuchillo para separar el mucilago de la piel rizada, teniendo cuidado de no poner demasiado en el gel para obtener filetes.

#### **Troceado**

Una vez obtenidos los filetes de córtelos en trozos de unos 3 cm facilita el secado y reduce el tiempo.

#### **Secado**

El secado puede pasar mediante dos procesos, que se pueden realizar por pulverización o por liofilización.

## **Molienda**

Después de secar, los filetes secos se muelen hasta obtener un polvo viscoso.

## **Secado del aloe vera, sábila**

En la fase final, el secado del mucilago de aloe se puede realizar por cualquiera de los siguientes métodos, señalando sus ventajas y desventajas (Sarmiento, 2006):

### **Liofilización**

El proceso de secado implica utilizar la ventaja de los tres puntos para congelar el producto y luego sublimar el hielo formado no es necesario pasar por la fase líquida del agua.

No cabe duda de que este es el mejor método de secado para mantener las características originales del producto. Permite obtener productos fáciles de refactorizar.

Actualmente, existen equipos de liofilización continua. Para sublimar el hielo hay que calentarlo a una temperatura que pueda llegar a los 40 ° C.

Es erróneo pensar que el producto no se calienta, de hecho, si se calienta a una temperatura superior a 0 ° C pero siempre inferior a 50 ° C, depende del producto y de su forma física.

Alta inversión inicial. La eficiencia térmica es baja. En los equipos de producción en masa de tipo discontinuo, la productividad por unidad de tiempo es baja. El producto final debe molerse.

### **Secado por aspersion**

El método del secador por atomización implica la formación de una fase líquida altamente dispersa (gotitas diminutas) en una cámara con una atmósfera caliente (aire). El tiempo de secado por atomización es muy corto (de 7 a 10 segundos), por lo que puede evitar que el calor afecte el producto.

El polvo obtenido es muy poroso, esférico, muy fluido y soluble, lo que hace que la solución sea fácil de reconstituir. El secado se realiza de forma continua, casi sin trabajo manual, solo inspecciones ocasionales. Inversión inicial moderada, eficiencia térmica moderada, la productividad por unidad de tiempo es de media a muy alta. El producto final no requiere molienda.

## **Definición de términos**

### **Agregados para el concreto**

Definido como partículas inorgánicas de origen natural o artificial, su tamaño está dentro del rango establecido NTP. 400. 011. El agregado es la fase discontinua del concreto y es el material incrustado en la pasta, que representa aproximadamente el 75% del volumen cúbico unitario de concreto (Torre, 2004).

### **Agregado**

Los materiales granulares de fuentes naturales o artificiales, como arena, grava, piedra triturada altos hornos, utilizan como medios a bases de cemento y formar concreto o mortero hidráulico. (Norma E. 060, 2009).

### **Agregado fino**

De desintegración natural o artificial a través de un tamiz de 9,5 mm 3/8 pulgadas. (Norma E.060, 2009).

### **Agregado grueso**

El agregado permanece en el tamiz de 4.75 mm n° 4 debido a descomposición natural o mecánica de rocas. (Norma E.060, 2009).

### **Testigos de concreto**

Un espécimen que generalmente determina la resistencia mecánica del concreto y controla su calidad. (Absalon y Salas, 2008).

### **Relación agua/cemento**

Relación agua/cemento se conoce como variable determinada por la cantidad y el tipo de cemento y el método de medición del tamaño de partícula utilizado. A menudo se utiliza como criterio para determinar la cantidad de agua necesaria para dar a la pasta un brillo metálico. Generalmente este valor está entre 0,3 y 0,6. (Cabello et al. 2015).

### **Pasta**

Mezcla de cemento y agua. (Norma E.060, 2009)

### **Diseños de mezcla**

Elija la proporción de materiales para preparar la unidad cúbica de concreto. (Absalon y Salas, 2008).

### **Cemento portland**

El producto obtenido pulverizando clínker Portland y finalmente añadiendo sulfato de calcio. (Norma E.060, 2009)

### **American concrete institute (ACI)**

Organización estadounidense sin fines de lucro fundada en 1904, para formular especificaciones, estándares y recomendaciones técnicas para concreto armado o variantes. Su sede se encuentra en Farmington Hall, Michigan, EE. UU.

### **American Society for Testing and Materials (ASTM)**

También se conoce como la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales, una organización que desarrolla estándares técnicos internacionales para diversos materiales, productos, sistemas y servicios. Su sede se encuentra en West Conshohocken, Pensilvania, EE. UU.

## **2. Justificación de la investigación**

Decidió realizar esta investigación, analizar el comportamiento desde la perspectiva de la resistencia a la compresión y la permeabilidad y reemplazarlo por el porcentaje de gel de aloe vera relativo al cemento para obtener un concreto con mayor resistencia



y menor permeabilidad que el convencional. hormigón. Norma técnica E. 060, para concreto armado, se debe tener en cuenta una resistencia de al menos 210 kg/cm<sup>2</sup> diseño y fabricación de elementos estructurales más importantes (como vigas, pilares y placas).

Por lo tanto, la mezcla se diseñó para esta investigación y se eligió como modelo de resistencia a compresión  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Además, hacer la investigación ayudará a determinar los efectos de agregar pegamento de aloe vera como aditivo al concreto. La información generada durante este período es vital, ya que le ayudará a determinar si el cemento agregado al pegamento de aloe vera pesa.

Puede mejorar la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto o es incompatible con estudios previos.

La razón teórica se basa en que contribuirá aportando un mayor conocimiento sobre el concreto su tecnología de aditivos naturales, especialmente en el caso del aloe o el conocido aloe, porque en nuestra región su estado natural es muy rico.

Además, apoyará bases teóricas y estudios previos relacionados con el uso del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Por otro lado, las investigaciones y teorías citadas en esta investigación servirán como base para la preparación, desarrollo y comparación de la investigación, por lo que los resultados de esta investigación servirán de base a futuras investigaciones.

Por razones sociales, en este sentido, esta investigación dirigido a mejorar tecnología del concreto, ya que un correcto diseño del concreto contribuirá al correcto diseño del pavimento por tanto, modernizará la tecnología de la edificación.

Por otro lado, las piezas inmersas en el mundo de la construcción comprenderán los beneficios del aloe como aditivo natural para el concreto. En el ámbito medioambiental, esto tendrá un impacto positivo porque utilizaremos aditivos naturales en lugar de aditivos químicos contaminantes. Además, esta investigación abrirá áreas para futuras investigaciones para evaluar.

La permeabilidad y resistencia y capacidad a la compresión de evaluar otras propiedades físicas, mecánicas y químicas del concreto, pueden determinar la mejor forma de utilizar este aditivo natural.

### **3. Problema**

#### **3.1 Realidad Problemática**

Desde la antigüedad, los constructores han prestado atención a mejorar el rendimiento del concreto. En la época romana, los aditivos utilizados se añadían a la cal y el cemento puzolánico utilizado entonces.

Se cree, los primeros aditivos utilizados en el hormigón fueron la sangre y la clara de huevo.

En los últimos años, la tecnología del concreto ha avanzado mucho en términos de permeabilidad y resistencia.

Un estudio mencionó que se deben considerar tres criterios para que el concreto funcione bien: materiales y costos de construcción, durabilidad y buen desempeño ambiental. (Instituto de Cemento y Concreto de México, 2000).

Al respecto, Hernández y Mendoza (2005) señalaron que, en circunstancias normales, una empresa constructora confunde el concreto barato porque el concreto barato puede resistir sus requisitos de carga, pero no necesariamente es duradero (debido a la influencia de las cargas).

El paso prolongado de sustancias fuera del medio ambiente (como agua o sulfato) puede generar mayores costos de mantenimiento; por otro lado, el concreto fuerte y duradero puede significar mayores costos de construcción iniciales, pero puede ahorrar mucho en el futuro.

En España, Sanjuan y Castro (2001) argumentaron que el problema mayor costos de mantenimiento para estructuras de hormigón se debe a una selección insuficiente de material, en la mayoría de los casos destruirá su resistencia a la compresión y

aumentará su resistencia. Con el concreto armado, el problema será aún mayor Mathieu y Sari en Francia.

(1994) señalaron que el 12% de los tanques de agua elevados en los edificios tienen problemas de permeabilidad del concreto, lo que significa que solo el 58% de los usuarios están satisfechos con sus operaciones.

El avance de la tecnología específica hace necesario mejorarla, y a medida que su uso se generaliza cada vez más, este material es necesario para cumplir con los servicios necesarios.

Tantos, que apareció un nuevo ingrediente: los aditivos. En muchos casos, son convenientes o incluso esenciales. Por ejemplo, para una dosis determinada, la forma de hacer que la mezcla sea más funcional es agregar agua. Pero demasiada agua disminuirá la calidad del concreto endurecido.

Esta situación traducida en menor resistencia mecánica, mayor contracción seco, más permeabilidad y por tanto menos resistente a los agentes corrosivos. (Vidaud, 2014).

Actualmente en el concreto es casi necesario utilizar aditivos. Sin embargo, la mayoría de ellos son aditivos químicos procesados, los cuales tendrán un costo considerable durante la implementación del proyecto; pero estos no son aditivos naturales que estén en sintonía con el mundo actual: económicos y ecológicos.

En algunos casos, se introducen aditivos orgánicos, que pueden estar hechos de materiales vegetales (como fibras naturales). En la construcción esta es una alternativa infraestructura y viviendas baratas. El uso de estos aditivos a nivel industrial ofrece a los fabricantes un valor añadido y nuevas oportunidades de mercado.

La investigación a nivel de licenciatura realizada por Mujica y Plasencia (2018) en mi país ha arrojado resultados positivos. Por ejemplo, en comparación con el uso de aditivos comerciales como Sika y Chema para el curado, la resistencia del concreto curado con aloe vera mejorado.

Por lo tanto, al buscar aditivos que cumplan con los requisitos anteriores, en este estudio se utilizará mortero de aloe como aditivo natural en el concreto, de modo que

cualquier aditivo químico sustituto pueda evaluarse en base a los resultados. Determina la compresión.

### **3.2 Planteamiento del Problema**

**¿Qué efecto tiene la adición del mucílago de sábila en la impermeabilidad y resistencia a compresión en un concreto convencional del diseño  $f'c=210$  kg/cm**

#### 4. Conceptuación y operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad
<b>Variable Independiente:</b> Mucílago de sábila.	El gel de aloe vera es una sustancia vegetal mucosa, una solución acuosa concentrada de chicle o dextrina. La composición y propiedades de este esputo son similares a las de la goma de mascar. Si se expone al agua, se forma o se hincha una solución viscosa. Compuesto por calcio, aluminio, zinc, cobre y otros (Hernández F., 2018).	El gel de aloe vera puede mejorar el rendimiento del concreto en estado frío y duro, actuar como espesante en concreto fresco y evitar que los agregados permanezcan en su lugar y no cedan a la gravedad. En estado endurecido, mejora la resistencia mecánica.	Propiedades químicas	PH	
				Composición química	
			Agregado de mucílago de sábila	2%	4%
<b>Variable dependiente:</b> La impermeabilidad y resistencia a la	La definición de concreto impermeable es similar al concreto de alta resistencia. En otras palabras, define las propiedades del material en sí, no su función en la estructura. Uno concreto de Alta resistencia se	La impermeabilidad se mide en medios saturados. Para el concreto, debe estar saturado a medida. impermeabilidad que se	Penetración del agua	0% = 42.5 a 34.5 mm	mm
				20% = 35 a 29 mm	
				35% = 32.5 a 28 mm	

compresión del concreto.	refiere a un prototipo resistente a la compresión superior a 60 MPa (indiferentemente de la edad). (Hermida G., 2013).	Expresado en m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> ), es decir, m / s.		50% = 29 a 20 mm	
				65% = 40 a 22.5 mm	
	La resistencia a la compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a la carga axial de una muestra de concreto, que depende directamente del material de la mezcla. Del porcentaje de huecos en la tensión de compactación. Determinado según ASTM C39. (Instituto de Investigación del Cemento de la Universidad de Columbia, 2008).	La resistencia a la compresión se mide fracturando una muestra de hormigón cilíndrico en una máquina de ensayo de compresión. El método de cálculo es dividir la carga de rotura por el área de la sección transversal contra la carga y luego pasar la unidades kg / cm <sup>2</sup> (unidad SI) del informe.	Esfuerzo a la compresión	0%= 202 a 206 kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
				20%= 210 a 277 kg/cm <sup>2</sup>	
				35%= 223 a 304 kg/cm <sup>2</sup>	
				50%= 226 a 334 kg/cm <sup>2</sup>	
				65%= 195 a 258 kg/cm <sup>2</sup>	
			Curado	7 días	Días
				14 días	
				21 días	
				28 días	

**Fuente:** Elaboración Propia.

## **5. Hipótesis**

### **En la presente tesis nuestra hipótesis es**

La adición como gel de aloe vera aditivo natural mejorará la impermeabilidad y resistencia a compresión del concreto convencional diseñado con  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ .

## **6. Objetivos**

### **El objetivo general del presente estudio es**

Determinar cómo la adición de gel de aloe vera al 2% y 4% como aditivos naturales afecta la impermeabilidad, resistencia a compresión del concreto convencional diseñado con  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ .

### **Y como objetivos específicos**

- Determinar la composición química del mucilago de sábila mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x.
- Determinar el PH del mucílago de sábila.
- Determinar la resistencia a la compresión de la muestra patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.
- Determinar la impermeabilidad de la muestra patrón y experimental a los 28 días, mediante el ensayo de Penetración de Agua.
- Interpretar y comprobar resultados de resistencia a compresión e impermeabilidad en la muestra modelo y experimental, mediante la validez estadística.

## **II. METODOLOGIA**

### **Tipo y diseño de la investigación**

#### **Tipo de investigación**

#### **Según el enfoque**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), 'Los métodos cuantitativos utilizan recopilar y analizar datos para responder preguntas y pruebas de investigación hipótesis ya establecidas se basan en mediciones numéricas' (página 5).

Como se mencionó anteriormente, esta investigación será cuantitativa, ya que se utilizarán métodos estadísticos para procesar los resultados obtenidos en laboratorios especializados. Todo esto se hace manipulando las llamadas variables.

#### **Según la orientación**

El estudio se aplicará porque tiene como objetivo adquirir nuevos conocimientos para encontrar soluciones para comprender los efectos del uso de gel de aloe vera en concreto y compare la resistencia a compresión y permeabilidad entre el hormigón estándar  $f'c$  210 kg/Cm<sup>2</sup>, el concreto mezclado con aditivos naturales, en nuestro caso, el contenido del gel de aloe vera es diferente.

#### **Según el nivel**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), 'La investigación explicativa tiene como objetivo determinar la causa del evento, o fenómeno en estudio, explicar por qué ocurre el fenómeno y bajo qué condiciones se manifiesta, o por qué dos o más variables están relacionadas. "(página 95).

Por tanto el estudio es explicativo porque los aditivos naturales (pegamento de aloe) Afectará la resistencia a la compresión y la permeabilidad del material estableciendo así una relación causal.



## **Diseño de investigación**

Se refiere al estudio de manipular deliberadamente una o más variables dependientes (causas asumidas provisionalmente) bajo el control del investigador, para analizar la manipulación de variables dependientes (resultados sospechosos).

Esta definición parece complicada. Sin embargo, al analizar sus componentes, se aclara su significado '(Hernández, Fernández Baptista, 2014).

El diseño corresponde al estudio experimental porque el objetivo es manipular, medir y evaluar variables: gel de aloe vera (variable independiente), permeabilidad y resistencia a compresión del concreto (variable dependiente). La mayor parte de investigación se realizará en el laboratorio para observar y discutir los resultados obtenidos.

## **Población y muestra:**

### **Población**

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174) afirmaron que la población “está compuesta por grupos con características similares y se utilizará para investigaciones específicas por encuestas”.

Para llevar a cabo este estudio, la población se construirá con base en el modelo de  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  y el número total de probetas cilíndricas de concreto realizadas de acuerdo con las normas de construcción establecidas.

### **Muestra**

Por otro lado, Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 172) definen una muestra como 'la parte de la muestra utilizada para el desarrollo o experimentación del proyecto. En algunos casos, la porción de muestra puede ser limitada o pequeña. Es posible elegir una muestra, se deben tomar todas las medidas, ya que esto puede alterar la autenticidad de los resultados. "

En esta investigación, la muestra constará de 33 muestras cilíndricas como se muestra a continuación.

Para el ensayo de resistencia a compresión, según Norma E.060 (2009), la muestra estará compuesta por 27 probetas cilíndricas con un diámetro de 15cm y una altura de 30cm.










La norma establece que la resistencia a la compresión debe ser media de la misma muestra de concreto las tres muestras cilíndricas se probaron a los 28 días o la edad de prueba para determinar  $f_c$ .

Para el ensayo de impermeabilidad se realizan 6 muestras, 2 por cada mezcla. La producción se realiza en un molde mide 15 cm de alto y 30 cm de diámetro. La altura de las muestras cilíndricas es de al menos 15 cm, ya que están cortadas según la norma española: UNE-EN 12390-8 tiene una superficie uniforme. Ensayos de concreto endurecido. Parte 8, la profundidad de penetración del agua a presión.

En este caso, según norma, para cada tipo de concreto  $f_c$  210 Kg/cm<sup>2</sup>, con distintos porcentajes de mucilago de aloe vera) y para cada tiempo de ensayo (7 días, 14 días) 9 muestras de ensayo y 28 días). Por lo tanto, tenemos lo siguiente:




**Tabla 09**

*Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de resistencia a compresión.*

<b>Edad de Concreto</b>	<b>Concreto Patrón <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<b>Con adición de 2% de mucilago</b>	<b>Con adición de 4% de mucilago</b>
<b>7 días</b>			
<b>14 días</b>			
<b>28 días</b>			

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 10***Cantidad de probetas cilíndricas para la prueba de permeabilidad.*

Edad de concreto	Concreto Patrón f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	Con adición de 2% de mucílago	Con adición de 4% de mucílago
28 días			

Fuente: Elaboración Propia.

En resumen, se tiene:

**Tabla 11***Resumen de la elaboración de probetas a ensayar.*

Dosificación	Ensayo		Número de especímenes
	Permeabilidad	Resistencia a compresión	
Concreto patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	2	9	11
Concreto patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 2% de mucílago	2	9	11
Concreto patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 4% de mucílago	2	9	11
Probetas cilíndricas en total			33

Fuente: Elaboración Propia

**Técnica de evaluación**

Para la presente investigación se utilizará como técnicas la observación directa, el análisis documental y los ensayos de laboratorios.

**Observación directa:** Esta técnica se aplicará directamente a los ensayos que se realizarán en la presente investigación, los mismos que cumplen con los estándares establecidos por ACI y Normas Técnicas de Perú.

**Análisis documental:** Esta investigación se hará uso de fuentes como: tesis (internacionales, nacionales y locales), normas (ACI, NTP y ASTM C), libros y artículos científicos; los mismos que se encuentran citados en las referencias bibliográficas de esta investigación.

**Ensayos de laboratorio:** Los ensayos que se realizarán en esta investigación serán: Ensayos para la sábila tales como: Ensayo para determinar pH y fluorescencia de rayos X (XRF); Ensayos para el concreto: Ensayos de agregados finos y grueso según lo especificado en N.T.P. 400.012, N.T.P. 400.017, N.T.P. 400.021, N.T.P. 400.022.

Para las probetas cilíndricas según N.T.P.339.034, para el ensayo de permeabilidad, 28 días después del curado, según UNE-EN -12390-8.

**Instrumentos:**

Hernández, Fernández y Baptista (2014), “una herramienta de medición es un recurso que utiliza un investigador para registrar información o datos sobre las variables” (p. 199).

Las herramientas utilizadas en este estudio son las siguientes: equipo para determinar el valor de pH del aloe vera; equipo de fluorescencia de rayos X (fluorescencia de rayos X), probador de compresión, equipo de prueba de penetración de agua (impermeabilidad), balanza, cuaderno de datos, mesa de prueba, mesa de observación de laboratorio y tecnología de control, etc. Estos archivos están estandarizados de acuerdo con ASTM C39, ASTM C293 y ACI 522R-10.

En cuanto a la validez, por ser documentos estandarizados de acuerdo con las Normas ASTM y son operados por profesionales capacitados, el resultado será confiable y no es necesario verificar o determinar confiabilidad.

## **Análisis la información**

Para analizar la información, primero se diseñará el lote de concreto estándar  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con la norma ACI 211. 1. Por ejemplo, la elección de materiales y sus respectivas características, relación agua / cemento y porcentaje de 60acíos.

Esto tiene en cuenta la resistencia requerida y la fuerza de compresión el concreto proyectado cumpla con los requisitos mínimos. Empezaremos a fabricar 27 muestra cilíndrica de 10 cm x 20 cm las cuales 9 son de concreto estándar y el resto es cada porcentaje de gel de aloe vera (2% y 4% respectivamente).

Además, se producirán con precisión 8 muestras cilíndricas de concreto de 15cm x 30cm según la norma española UNE-EN 1239-8 para ensayos de permeabilidad, en las que se utilizarán 2 muestras de concreto estándar y 2 muestras que contengan aditivos de gel de aloe vera en porcentaje. 2% y 4%.

Los datos recopilados en el laboratorio a través de la prueba se procesarán y analizarán mediante estadísticas y gráficos. Con base en el diagrama de evolución de resistencia y compresión, se analiza la comparación de la relación de vacíos, el coeficiente de permeabilidad, la relación entre el vacío y la permeabilidad y la relación entre la permeabilidad y la resistencia a la compresión. Finalmente, se analizará el efecto de usar gel de aloe vera en concreto.

## **Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP 400.012, 2013)**

### **Equipos**

### **Balanzas**

La balanza utilizada en las pruebas de agregado fino y grueso debe tener la siguiente precisión. Para agregado fino, es aproximadamente 0,1 g dentro del rango de uso, la precisión es de 0,1 go 0,1% de la masa de la muestra. (Lo que sea mayor). Para agregados gruesos, dentro del alcance de uso, la precisión es de aproximadamente 0,5 go 0,1% de la masa de la muestra, lo que sea mayor.

## Tamices

Cumplirán con la NTP 350.001. Las medidas de los tamices a utilizar para el agregado fino son las siguientes (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200), para el agregado grueso (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", y N°4).

## Horno

Tome las medidas adecuadas para mantener un horno a temperatura uniforme. 110 °C ± 5 °C.

## Procedimiento

-Secaremos la muestra de temperatura de 110 ° C +/- 5 ° C

-El peso de la muestra que debemos pesar es de entre 300 y 400 gramos.

-Colocamos las muestras en la cuadrícula superior de la pantalla y las ordenamos de forma decreciente. Según la situación de apertura iniciamos el cribado manual.

-Se imprimirán diferentes movimientos de swing. En ningún caso se permite exprimir el pellet a mano.

-Si no más del 1% (peso) del material restante en él criba pasa a través de la criba en 1 minuto, se considera que la operación de cribado ha terminado.

Para agregados finos, el módulo de finura se determina de acuerdo con las siguientes condiciones:

*M. F.*

$$= \frac{\sum \%Acum. Ret. (1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100,}{100}$$

## **Contenido de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185, 2013)**

### **Equipos**

**Balanza:** Con características establecidas en la NTP 339.185.

**Horno:** Un horno que mantiene temperatura de 110 ° C +/- 5 ° C.

**Recipiente para la muestra:** El tanque resistente al calor se puede llenar sin riesgo de desbordamiento. Su forma debe ser espesor de la muestra no excede una quinta parte en la dimensión transversal más pequeña.

**Revolvedor:** Cucharón o pala de metal del tamaño adecuado.

### **Procedimiento**

- Se selecciona una cantidad de muestra y se tara el recipiente para iniciar el ensayo, se coloca la muestra húmeda y se pesa.
- Esta muestra debe ser expuesta al calor, colocar en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110 ° C para que el agua se evapore y trabajar con la muestra seca.
- Luego de 24 horas, la muestra se puede enfriar a temperatura ambiente y se procede a pesarlas.
- Se obtiene el contenido de humedad, con ayuda de la siguiente formula.

$$\%W = \frac{H}{M_s} \times 100$$

Donde:

$\%W$  = Porcentaje de Humedad.

$H$  = Peso del agua evaporada.

$M_s$  = Peso de la muestra seca.

Además:

$H = (\text{Peso recip.} + M. \text{húmeda}) - (\text{Peso recip.} + M. \text{seca})$

$M_s = (\text{Peso recip.} + M. \text{Seca}) - (\text{Peso recip.})$

## **Peso unitario de agregado fino y agregado grueso (NTP 400.017, 2011)**

### **Procedimiento**

#### **Agregado fino y grueso (suelto)**

Se tara el recipiente para el ensayo.

- Coloque el mismo recipiente en otro recipiente, luego use una cuchara para dejar caer el agregado fino en el recipiente pelado y luego colóquelo plano, eliminando el exceso.
- Luego se repetirá el proceso 3 veces, se aplicará la siguiente formula:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

$M$ = Peso unitario del agregado.

$G$ = Peso del recipiente de medida más el agregado.

$T$ = Peso del recipiente de medida.

$V$ = Volumen de la medida.

#### **Agregado fino y grueso (compactado)**

- Se pesa y se tara el recipiente donde se tomó la muestra.
- Se llena el recipiente hasta la tercera parte (aprox.) y se compacta el material con 25 trazos se distribuyen uniformemente en la superficie.
- Se llena la segunda capa y se compacta de la misma forma.
- Luego, se termina de llenar el recipiente y se compacta, para luego nivelar la superficie con los dedos y un enrasador.
- Se repite el mismo proceso 3 veces y se aplica la formula anterior.

### **Gravedad específica y tasa de absorción**

#### **Agregado grueso (NTP 400.021, 2013)**

#### **Equipos**



**Balanza:** La sensibilidad es de 0,5 gy la capacidad es de 5.000 go más.

**Cesta con malla de alambre:** La canasta del filtro debe tener una abertura correspondiente al tamiz N°. 6 o menor para evitar la retención de aire cuando se sumerge en agua.

**Depósito de agua:** Tanque impermeable apto para sumergir la canasta de rejilla en agua y colgarla en el centro de la báscula.

**Tamices:** Tamiz normalizado de 4.75 mm(N°4).

**Horno:** Mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

### **Procedimiento**

-Sumergir muestra en agua y dejar reposar durante 24 horas.

-Sacar la muestra sumergida en agua y enrollarla con un paño absorbente grande hasta que no se vea película de agua.

Secamos los fragmentos agregados más grandes por separado.

-El peso de la muestra debe obtenerse con la condición de que la superficie seca esté saturada.

-Después de pesar, poner inmediatamente la muestra saturada en la superficie seca en la canasta de alambre y confirme su peso para sumergirla en agua.

-A continuación, poner la muestra en un horno a  $110^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas.

-Enfriar a temperatura ambiente y pesar.

**Peso específico saturado con superficie seca:**

$$Pe_{sss} = \frac{A}{B - C}$$

Donde:

$P_{e_{SSS}}$ = Peso específico de masa del material saturado con superficie seca.

$A$ = Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

$B$ = Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire en gramos.

$C$ = Peso en el agua de la muestra saturada en gramos.

**Absorción:**

$$Ab = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

$Ab$ = Porcentaje de absorción.

$A$ = Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

$B$ = Peso de la muestra saturada con superficie seca en el aire en gramos.

**Agregado fino** (NTP 400.022, 2013)

**Procedimiento**

- Sumergir la muestra en agua y dejar reposar durante 24 horas.
- Vierta agua con cuidado para evitar la pérdida de polvo fino y extienda la muestra sobre una superficie plana expuesta a aire caliente suave y revuelva con frecuencia para asegurar un secado uniforme.
- Continuar hasta que las partículas finas del agregado no puedan adherirse firmemente entre sí.
- A continuación, coloque agregado fino sin apretar el molde cónico, golpee la superficie 25 veces con una varilla de metal luego levante el molde verticalmente. Si hay humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma.

- Continúe secando, revuelva constantemente y pruebe con frecuencia hasta que el cono colapse cuando se retire el molde. Esto indicará que el agregado fino ha alcanzado la saturación superficial seca.
- Sí, al realizar la prueba se rompe el cono del agregado fino. Esto se debe a que la muestra ya no tiene humedad libre. En este caso agregar unos centímetros cúbicos de agua para que quede estática en un recipiente tapado. Déjelo por 30 minutos, luego repita el proceso.
- Llene el picnómetro agregue agua a la marca de calibración, luego pese.
- Entonces coloque inmediatamente la muestra de material preparada en el picnómetro, agregue agua hasta que pase, aproximadamente entre 1 y 2 cm. Mueva inmediatamente el picnómetro de forma continua para eliminar los huecos.
- Determina el peso del picnómetro, muestra y agua.
- Retire con cuidado el material del picnómetro.
- A continuación, meter la muestra en un horno a  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , enfriar en un secador a temperatura ambiente entre  $1 \text{ h} \pm \frac{1}{2} \text{ h}$  y pesar.
- Pesamos picnómetros secos.

**Peso específico de masa saturada con superficie seca:**

$$Pe_{sss} = \frac{A}{B + S - C}$$

Donde:

$Pe_{sss}$  = Peso específico de masa del material saturado con superficie seca.

$A$  = Peso de muestra seca en el aire en gramos.

$B$  = Peso del picnómetro + agua hasta la marca de calibración en gramos.

$C$  = Peso del picnómetro + muestra + agua hasta la muestra de calibración en gramos.

S= Peso de la muestra de saturado superficialmente seca en gramos.

**Absorción:**

$$Ab = \frac{S - A}{A} \times 100$$

Donde:

Ab= Porcentaje de absorción.

A= Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

S= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en gramos.

**La cantidad de polvo fino que pasa a través del tamiz No. 200 se lava como agregado (NTP 400.018).**

-Secar la muestra y determinar su calidad, luego ponerla en un recipiente y agregar agua hasta cerrar la tapa.

-Agitar la muestra para separación completa de todas las partículas finas y suspender las partículas finas.

-Vierta agua de lavado que contenga sólidos en suspensión y disueltos.

-Secar el árido seco para que su peso sea constante durante 24 horas, y aplicar la siguiente fórmula:

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$$

Donde:

A= % del material fino que pasa por el tamiz N° 200.

P1= Peso seco de la muestra original.

P2= Peso seco de la muestra ensayada.

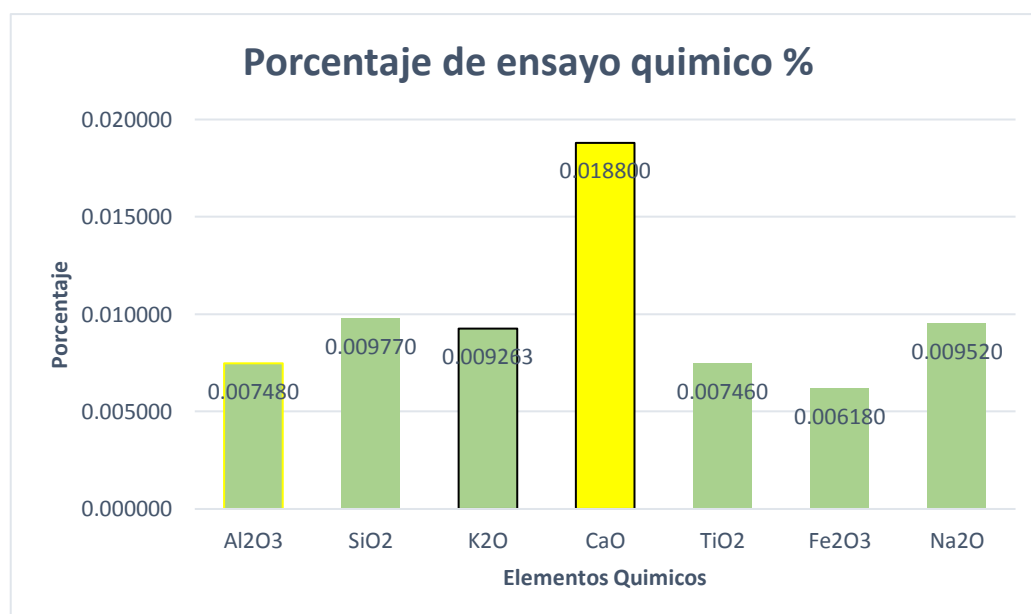
### III. RESULTADOS

#### ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE MUCÍLAGO DE SÁBILA POR FRDXE (FLUORESCENCIA DE RAYOS – X)

**Tabla 12**

*Porcentaje de masa y normalizado de mucílago de sábila -FRDXE.*

COMPOSICIÓN QUÍMICA	Unidades	Porcentaje
SiO <sub>2</sub>	%	0.009770
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.007480
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.006180
CaO	%	0.018800
MgO	%	0.007560
K <sub>2</sub> O	%	0.009770
Na <sub>2</sub> O	%	0.009520
TiO <sub>2</sub>	%	0.0007460



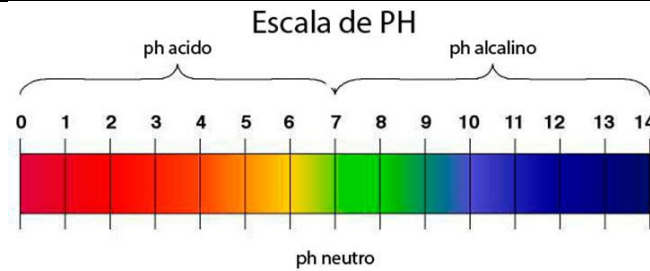
**Figura 09.** Porcentaje Normalizado de la mucílago de sábila -FRDXE.

**Tabla 13**

*Comparación de composición química de mucílago de sábila Normalizada-*

*Los resultados se obtuvieron del Laboratorio COLECBI S.A.C. Ensayo que nos determinó el PH:*

MUESTRA	pH
CEMENTO 25g	13.40
CEMENTO 24.5 g + 0.5 MUCÍLAGO DE SÁBILA g (2%)	13.62
CEMENTO 24.0 g + MUCÍLAGO DE SÁBILA 1.0 g (4%)	13.34



**Figura 10.** Ph de los materiales

**Interpretación:**

Para materiales alcalinos el valor de pH debe ser superior a 7, si el valor es 7 es un material neutro y si es inferior a 7 es un material ácido, por lo que si se utiliza una base fuerte (13,40) , la solución será alcalina porque esta será la base y el resto es la base y el color predominante, será el del cemento por ser una base fuerte, siendo también la primera mezcla de un pH(13.62) y la segunda mezcla de (13.34) el pH de esta combinación, esto nos favorece al 2%, mientras que la segunda combinación no es muy favorable.

**Relación agua cemento para el diseño de mezcla**

A través del análisis detallado de la siguiente tabla, podemos reiterar que laboratorio de mecánica de suelos se realizó un desempeño técnico profesional suficiente para la preparación del concreto sus ensayos; verificar y visualizar los resultados obtenidos de manera satisfactoria.

Para el desarrollo del laboratorio hemos adoptado fielmente normas como las Normas Técnicas Peruanas y A. S. T. M. Todas estas normas superan las normas establecidas para la realización de concreto ordinario y por lo tanto son evaluadas como adecuadas. La calidad de un buen concreto depende de muchos factores y está directamente relacionada con el agregado. Por tanto, se muestra el valor:

### **Agregado fino**

- El tamaño de partícula del agregado fino está dentro del rango indicado por la norma ASTM C-33, por lo que pensamos que es el mejor tamaño de partícula y no contiene mica ni arcilla.
- El módulo de finura es 2.60, lo cual es aceptable porque el módulo de finura que se procesa es mayor que el valor mínimo requerido (2.30-3.10).
- El peso específico de A.F es de 2.74 gr / cm<sup>3</sup>, por estar dentro del límite de este rango de PE (2.5-2.8), se puede clasificar como agregado ordinario.

### **Agregado grueso**

- El tamaño de partícula de la roca es de agregado grueso, que cumple con los límites establecidos por la norma ASTM C-33 y se caracteriza por su subforma. Cachonda y áspera.
- En la prueba de absorción, en comparación con la roca de baja porosidad, se obtuvo un buen resultado, que fue de 0,50%, y se requirió que el resultado fuera menor al 1%.
- Se determina probando la gravedad específica del agregado grueso, y el valor obtenido es de 2858 gr / cm<sup>3</sup> dentro del rango de gravedad específica.

### **➤ Para un diseño de concreto patrón $f'c = 210\text{kg/cm}^2$**

Pesos de los Materiales para un molde a Ensayar:

- **Cemento:** 1.931 Kg
  - **Agua:** 1.355 Lt
  - **Agregado grueso:** 6.311 Kg
  - **Agregado fino:** 5.983 Kg
- ✓ **Relación a/c para el diseño del concreto patrón = 0.684**

Se obtuvo un material trabajable con una consistencia muy buena con un Slump de 3.1”, lo cual está dentro de un Rango bueno Permisible para que sea trabajable.

**Para un diseño experimental con 2% mucílago de sábila**

Pesos de los Materiales para un molde a Ensayar:

- **Cemento:** 1.931 Kg
- **Mucílago de sábila:** 0.027 Kg
- **Agua:** 1.328 Lt
- **Agregado grueso:** 6.311 Kg
- **Agregado fino:** 5.983 Kg

➤ **Relación a/c para el diseño experimental con 2% mucílago de sábila = 0.684**

**Para un diseño experimental con 4% de mucílago de sábila**

Pesos de los Materiales para un molde a Ensayar:

- **CEMENTO:** 1.931 Kg
- **MUCÍLAGO DE SÁBILA:** 0.054 Kg
- **AGUA:** 1.301 Lt
- **AGREGADO GRUESO:** 6.311 Kg
- **AGREGADO FINO:** 5.983 Kg

➤ **Relación a/c para el diseño experimental con 4% de mucílago de sábila= 0.684**

**Ensayos de resistencia a Compresión-Patron**

Ensayos realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP.

**Tabla 14**

*Ensayo de resistencia a la compresión patrón (kg/cm2)*

Nº	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (“)	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F´C (%)
01	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	180.19	85.80
02	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	183.23	87.25
03	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	182.35	86.83



04	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	204.73	97.49
05	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	197.96	94.26
06	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	196.11	93.38
07	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	215.15	102.45
08	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	212.72	101.29
09	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	218.26	103.93

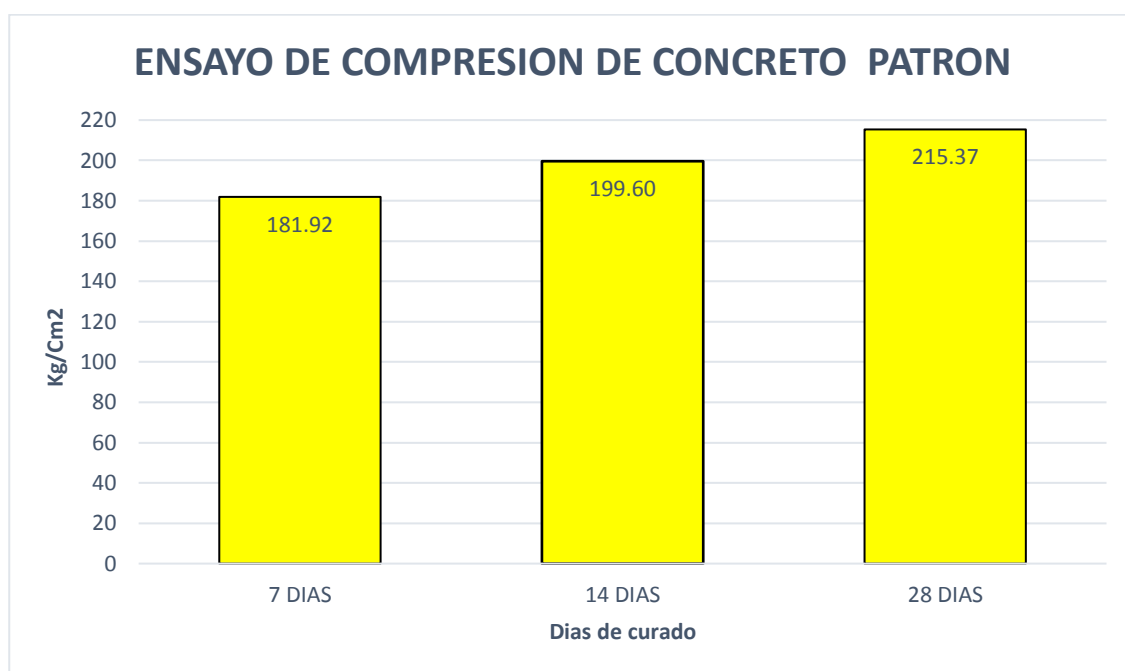
**Fuente:** Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro

**Tabla 15**

**Resumen de la prueba de resistencia a la compresión obtenida de muestras estándar (kg / cm<sup>2</sup>)**

	PATRON		
	EDAD (días)		
	7	14	28
	180.19	204.73	215.15
	183.23	197.96	212.72
	182.35	196.11	218.26
<b>PROM</b>	<b>181.92</b>	<b>199.60</b>	<b>215.37</b>

**Fuente:** Prueba de Compresión. Laboratorio de Mecánica De Suelos de la Universidad San Pedro



*Figura 11.* Resistencia a la compresión de la muestra patrón 7, 14 y 28 promedio.

## ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN-EXPERIMENTAL 2%

**Tabla 16**

*Ensayo de resistencia a la compresión experimental 2% (kg/cm<sup>2</sup>)*

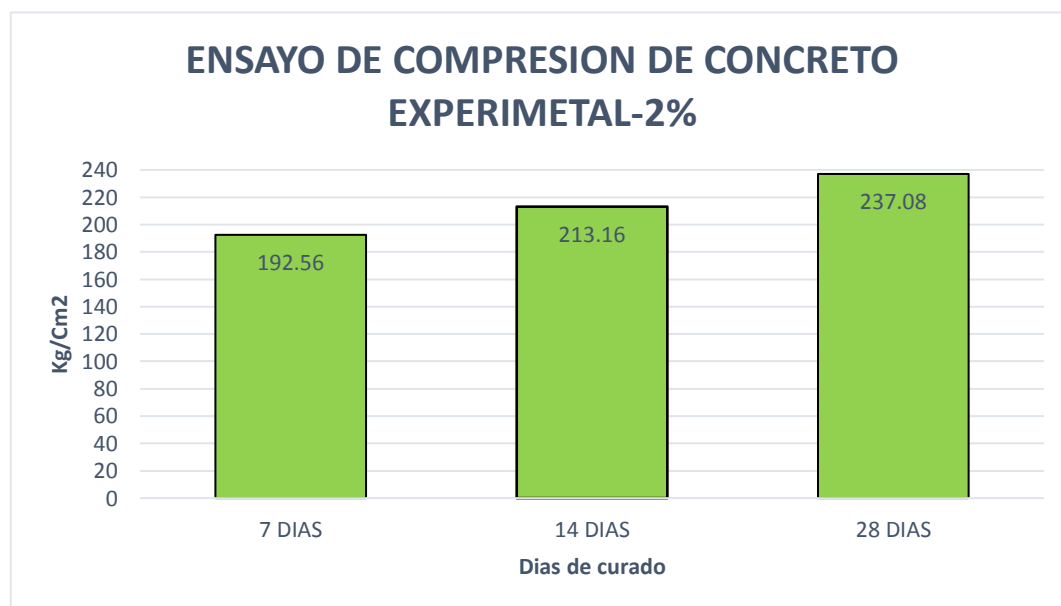
N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (“)	FECHA MOLDEO ROTURA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm <sup>2</sup>	FC/F’C (%)
01	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 29/09/2020	7	193.25	92.02
02	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 29/09/2020	7	189.27	90.13
03	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 29/09/2020	7	195.15	92.93
04	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 06/10/2020	14	211.05	100.50
05	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 06/10/2020	14	215.69	102.71
06	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020 06/10/2020	14	212.73	101.30

07	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	234.07	111.46
08	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	241.81	115.15
09	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	235.36	112.08

**Tabla 17**

*Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del 2% experimental (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según*

<b>EXPERIMENTAL 2%</b>			
EDAD (días)			
	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
	193.25	211.05	234.07
	189.27	215.69	241.81
	195.15	212.73	235.36
<b>PROM</b>	<b>192.56</b>	<b>213.16</b>	<b>237.08</b>



**Figura 12.** Resistencia a la compresión de la muestra-1 experimental 7, 14 y 28 promedio.

## ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN-EXPERIMENTAL 4%

**Tabla 18**

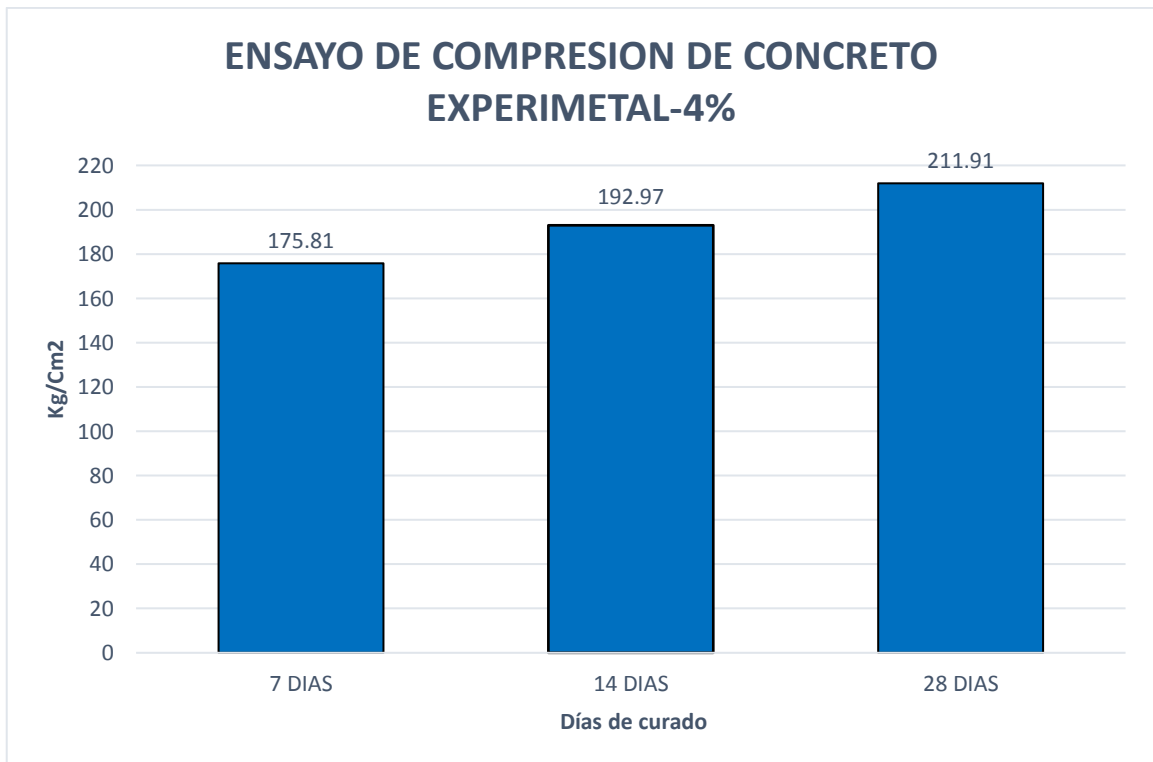
*Ensayo de resistencia a la compresión experimental 4% (kg/cm<sup>2</sup>)*

N°	TESTIGO	SLUMP (“)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm <sup>2</sup>	FC/F’C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	174.51	83.10
02	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	176.70	84.14
03	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	176.22	83.91
04	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	193.48	92.13
05	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	189.82	90.39
06	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	195.60	93.14
07	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	215.24	102.50
08	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	207.77	98.94
09	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	212.72	101.30

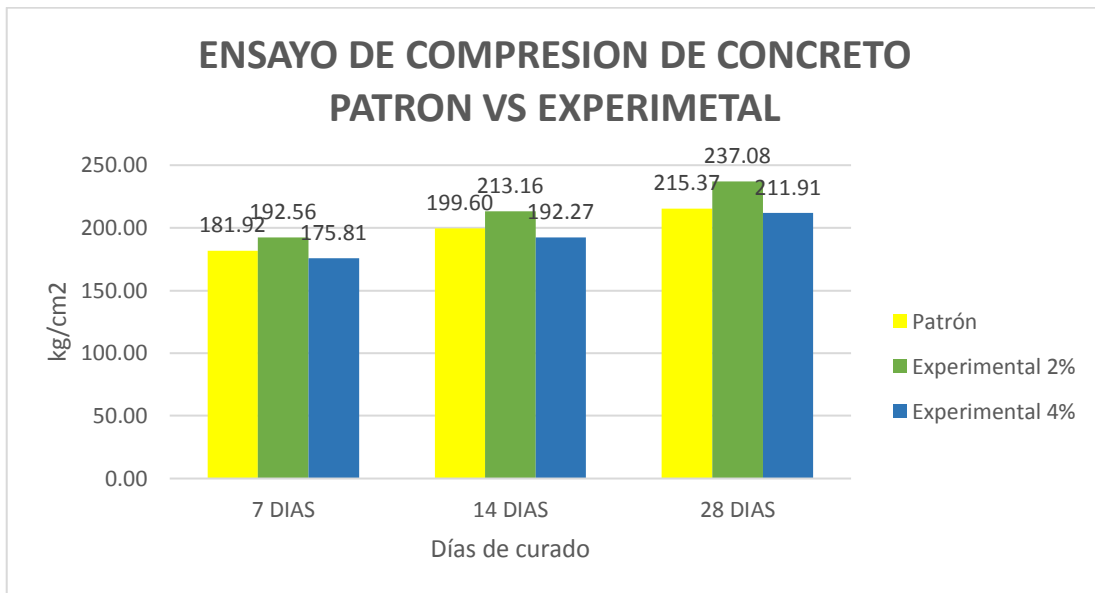
**Tabla 19**

*Resumen de ensayo de resistencia a la compresión del 4% experimental (kg/cm<sup>2</sup>) obtenidas según*

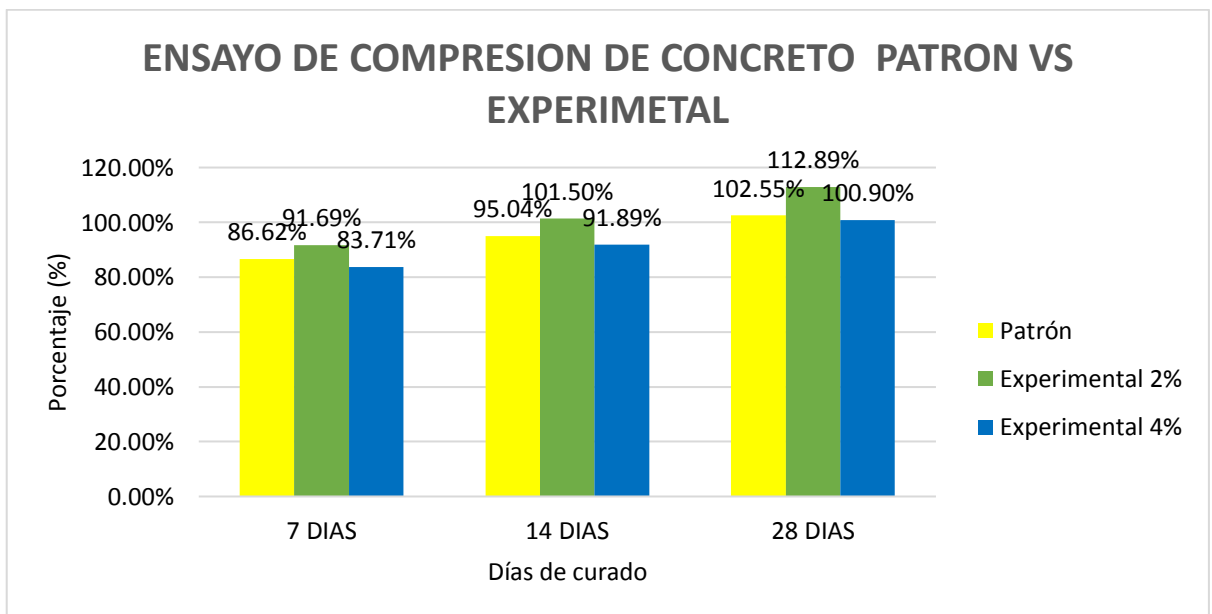
		<b>EXPERIMENTAL 4%</b>		
		EDAD (días)		
		<b>7</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
<b>PROM</b>		174.51	193.48	215.12
		176.70	189.82	207.77
		176.22	195.60	212.72
		<b>175.81</b>	<b>192.97</b>	<b>211.91</b>



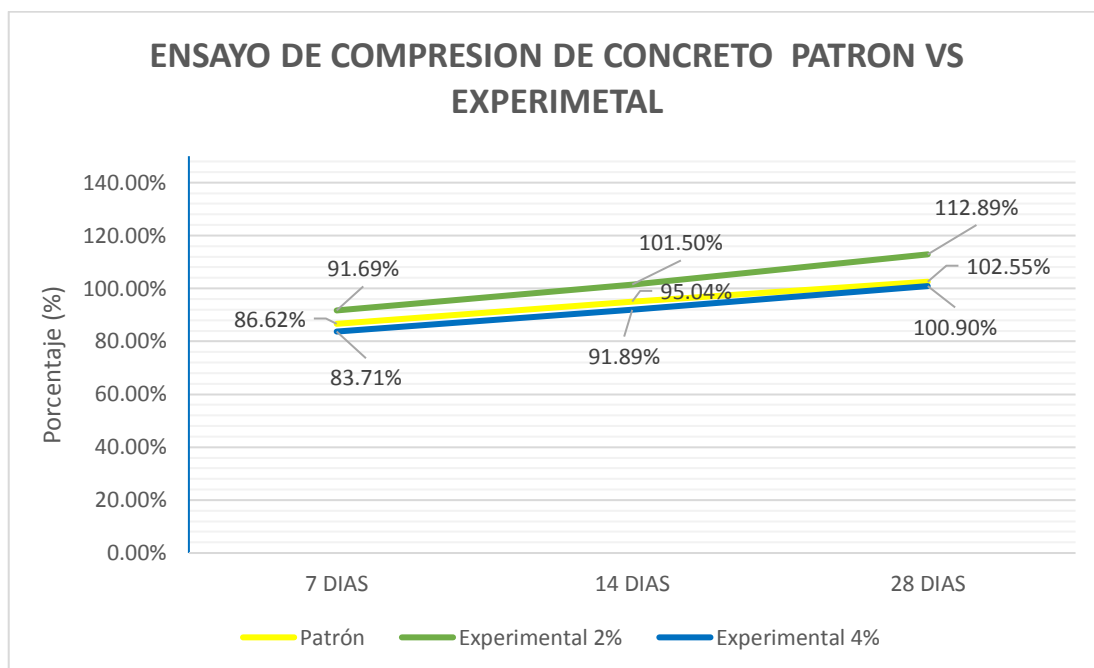
**Figura 13.** Resistencia a la compresión de la muestra-2 experimental 7, 14 y 28 promedio.



**Figura 14.** Resistencia a la compresión patrón vs experimental.



**Figura 15.** Resistencia a la compresión patrón vs experimental.



**Figura 16.** Resistencia a la compresión patrón vs experimental.

## ENSAYOS DE PERMEABILIDAD -PATRON

El ensayo de permeabilidad bajo presión del concreto, no debe exeder mas de 2.50 cm, y si logra exeder de los parámetros normativos es porque el concreto fue mal diseñado.

**Tabla 20**

*Resultados de permeabilidad de la muestra patrón.*

N°	TESTIGO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA PATRON TIPO I Día - 28	22-9-20 9:00	25-9-20 9:00	72	2.56	2.53
02	PROBETA PATRON TIPO I Día - 28	22-9-20 9:00	25-9-20 9:00	72	2.49	

**Tabla 21**

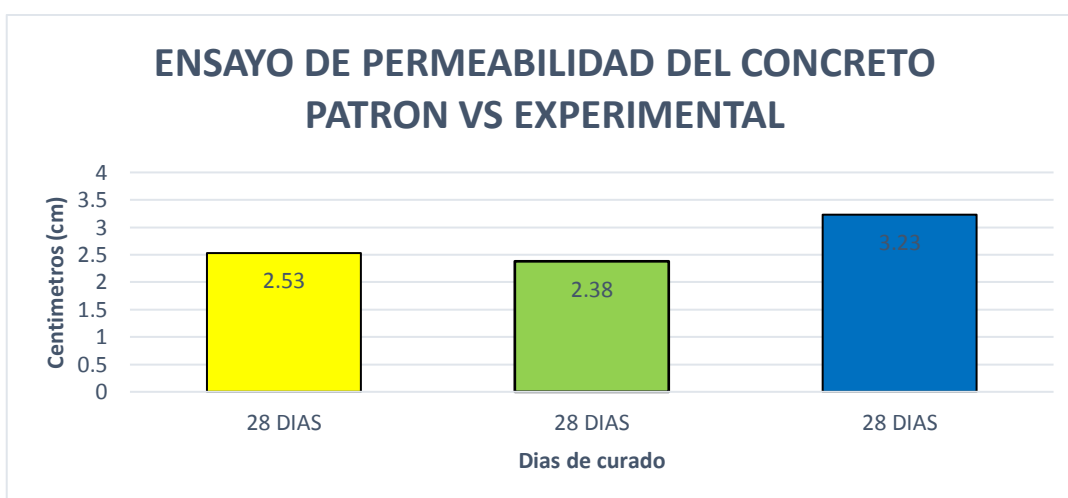
*Resultados de permeabilidad de la muestra experimental al 2%.*

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INCIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA EXP.2% TIPO I Día - 28	28-9-20 9:00	1-10-20 9:00	72	2.44	2.38
02	PROBETA EXP.2% TIPO I Día - 28	28-9-20 9:00	1-10-20 9:00	72	2.31	

**Tabla 22**

*Resultados de permeabilidad de la muestra experimental al 4%.*

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
N°	ELEMENTO	INCIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA EXP.4% TIPO I Dia - 28	5-10-20 9:00	8-10-20 9:00	72	3.16	3.23
02	PROBETA EXP.4% TIPO I Dia - 28	5-10-20 9:00	8-10-20 9:00	72	3.29	



**Figura 17.** Permeabilidad del patrón vs experimental.



#### IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

- De acuerdo al procedimiento con rayos X Dispersiva de Energía (FRXDX) de muestra de mucilago de sábila, realizando sondajes y exploraciones muy profundas, determinándose sus componentes químicos, como son: (CaO) oxido de calcio 0.0188%, (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Oxido de aluminio en un 0.00977%, (SiO<sub>2</sub>)Oxido de silicio en un 0.007436%, y Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) Trióxido de hierro en un 0.00926, conformando por el mucilago de sábila, teniendo en cuenta que estos componentes, también forman parte de los componentes del cemento, en general se obtuvieron resultados aceptables, ya que podemos sostener que es un material puzolanico artificial o cementante y en mayor porcentaje que el método del EDS: Espectroscopia de Energía Dispersiva, en conclusión el oxido de calcio nos ayuda a mejorar la resistencia del concreto.
- El pH es un elemento de medida utilizado para determinar el nivel de alcalinidad de una sustancia. En una solución acuosa, el valor de pH es de 0 a 14, solución ácida con valor de pH inferior a 7 y solución alcalina con valor de pH superior a 7. pH = 7 indica la neutralidad de la solución (el solvente es agua).

La medición del valor de pH de los elementos que constituyen la resistencia a la compresión en el mucílago y el compuesto de aloe (el contenido de mucílago de cemento-aloe es 2% y 4%, respectivamente) es importante para determinar el tipo y nivel de respuesta puzolánica.

Los resultados de la prueba Se pueden ver muestras y el 4% del gel de aloe vera tiene un pH de baja acidez, mientras que el 2% del compuesto tiene un pH alcalino, lo que hace que el compuesto aglomerado forme un material con buena actividad puzolánica.

- El pH obtenido d los porcentajes de 2%, nos dio 13.62% y de la muestra de 4% un pH 13.34%, respectivamente, en comparación al pH del cemento 13.40%, es aproximado en el cual es importante porque da un fraguado rápido formando

directamente aluminatos hidratados desprendiendo calor importante y a lo largo forma equilibrio en sus proporciones iniciales.

- Se puede observar que los primeros 7 días de curado la mayor resistencia la alcanza la sustitución de mucílago de sábila al 2%, seguido del diseño patrón y luego la sustitución al 4%.
- Observamos que a los 14 días de curado, el sustituto de mucílago de aloe al 2% alcanzó la máxima resistencia, seguido del diseño estándar, luego el sustituto al 4%, y finalmente observamos que a los 28 días, el sustituto de 28 días alcanzó la máxima resistencia. . 2%, luego la muestra estándar y el 4% de reemplazo, pasó el diseño estándar, el resultado es satisfactorio.
- Se puede observar que después de los primeros 7 días de curado se utiliza el sustituto de aloe vera al 2% para máxima persistencia, luego el diseño estándar y luego el sustituto del 4%.

Observamos que a los 14 días de curado, el sustituto de aloe vera al 2% alcanzó la máxima resistencia, seguido del diseño estándar, luego el sustituto al 4% y finalmente observamos el efecto de sustitución a los 28 días fuerza máxima. 2%, luego la muestra estándar y luego el 4% de reemplazo. Después de pasar el diseño estándar, el resultado es satisfactorio.

- La prueba se realiza a los 28 días de la muestra, no en la superficie terminada, el agua permanecerá a una presión de 500 KPa en 72 horas. Al probar la permeabilidad de las muestras, se pueden obtener buenos resultados para el 2% de las muestras experimentales.

## V. CONCLUSIONES

- En conclusión podemos detallar los resultados obtenidos del ensayo según el método (FRXDE), para el mucilago de sábila estudiada, se obtuvieron sus componentes elementales de acuerdo a sus óxidos y son las siguientes:  $Al_2O_3$ : 0.00977%,  $SiO_2$ : 0.00748%,  $CaO$ : 0.0188 y  $Fe_2O_3$ : 0.009263%, los cuales son componentes primordiales en términos de resistencia del concreto además es componentes del cemento, pudiendo definir que el mucilago de sábila es un material puzolanico artificial o cementante.
- El PH obtenido de los compuesto de (cemento – mucilago de sábila 2%) al combinarse, nos dio 13.62% siendo una mezcla alcalina favoreciendo al concreto, y el compuesto de (cemento – mucilago de sábila 4%) 13.34%, respectivamente, resultan con una reacción: Acido-Base, lo cual representan que estos materiales pueden neutralizarse, formando Ph alcalino, forma un compuesto aglutinante para formar un material con buena actividad puzolanica.
- Después de realizar los ensayos básicos para diseño de la mezcla método ACI, Determine relación agua-cemento, siendo está 0.684, con la cual obtuvimos un SLUMP de la muestra patrón 3.10”, la muestra experimental al 2% se obtiene un SLUMP de 3.40” y finalmente la muestra experimental al 4% se obtiene un SLUMP de 3.70, en el cual está dentro del rango bueno permisible trabajable.  
Al sustituir el mucilago de sábila al 2% en concreto, la resistencia a la compresión aumentó después de 28 días superando en un 10.30% debe ser por el oxido de calcio que le ayuda a reforzar al concreto y al sustituir por mucilago de sábila al 4% comparado con el concreto convencional, su resistencia a la compresión es baja es del 1,70% es porque mayor porcentaje altera la mezcla del concreto.  $f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , finalmente podemos concluir que al agrégale 2% de mucilago de sábila mejora resistencia a la compresión.
- La Permeabilidad media muestra patrón fue de 2.53 cm de filtración de agua con los resultados obtenidos en laboratorio, mientras que la muestra experimental al 2% de mucilago de sábila se obtiene una permeabilidad de 2.38 Cm y finalmente la muestra experimental de 4% de mucilago de sábila se obtiene una filtración de agua de 3.23, y en el prototipo se puede concluir que el diseño de mezcla experimental al 2% elaborado puede usarse en cualquier lugar que requiera una tasa de infiltración menor a los valores obtenidos

## VI. RECOMENDACIONES

- Se pretende realizar en un futuro estudios más detallados para conocer más a profundidad sobre el mucilago de sábila ya que dieron buenos resultados y superando así a la de un concreto convencional. .
- Se recomienda Incrementar edades del concreto a los 60, 90 y 120 días para evaluar el comportamiento del mucilago de sábila a mayores edades.
- Se recomienda utilizar el ensayo FRX rayos X, en la prueba química del mucilago de sábila, para determinar con profundidad las mayores características químicas del elemento, es conveniente señalar que no genera ninguna ventaja de tipo económico para presentarlo como una alternativa en la construcción.
- Se recomienda trabajar con una relación agua menor, para poder obtener un buen resultado en la permeabilidad.
- Se recomiendan los siguientes métodos para probar la durabilidad del concreto mucilago de sábila.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2000). Tecnología del concreto. Lima-Perú: Edición: San Marcos.
- Abanto, F. (2008). Tecnología del concreto - Teoría y problemas. Lima-Perú: San Marcos.
- Absalón, V. M., & Salas, R. A. (2008). Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el estado de Mérida. Venezuela: Universidad de los Andes-Facultad de Ingeniería.
- Aburto, Z. (2017). Influencia del aloe vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural. Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo-Facultad de Ingeniería.
- ACI 212. (2010). Informe sobre Aditivos Químicos. Farmington Hills-Michigan: American Concrete Institute.
- ACI 212.3R-10. (2010). Report on Chemical Admixtures for Concrete. EE.UU.: American Concrete Institute.
- ACI 318-14. (2015). Requisitos de Reglamento para concreto Estructural. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- ACI 350. (2001). Código de Requerimientos para estructuras de concreto de ingeniería ambiental. Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Ahlawat, K., & Khatkar, B. (2011). Procesamiento, aplicaciones alimentarias y seguridad del aloe vera. *Journal of Food Science and Technology*, 525-533.
- Aloe Vera Las Coronas. (2017). Propiedades del Aloe Vera. Obtenido de Aloe Vera Las Coronas: <https://aloeveralascoronas.com/es/>

- ASTM C150-07. (2003). Especificación Normalizada para Cemento Portland. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C156-02. (2002). Método de prueba estándar para la retención de agua por materiales de curad de concreto. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C192/C192M-02. (2003). Práctica normalizada para la preparación y curado de las muestras de ensayo de Hormigón en el laboratorio. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C219-14. (2014). Terminología estándar relacionada con el cemento hidráulico. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C31/C31M-03. (2003). Práctica estándar para hacer y curar especímenes de prueba de concreto en el campo. West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C39/C39M. (2010). Metodo de ensayo normalizado para resistencia a la Compresión de especímenes cilíndricos de concreto. West Conshohocken: Annual Book of ASTM Standards.
- Cabello, S., Zapata, P., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sanchez, C. (2015). Concreto Poroso. Revista Científica: CUMBRES, 64-69.
- Carrodegua, A. (20 de Mayo de 2016). Naturaleza Tropical. Obtenido de Conoce y cultiva de la mejor forma a tu Sábila, Alore Vera: <https://naturalezatropical.com/cultivo-sabila-aloe-vera/>
- Castañeda, M. (2016). Resistencia y permeabilidad de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de mucílago de tuna (Opuntia Ficus-Indica). Chimbote: Universidad San Pedro-Facultad de Ingeniería.
- CEB-FIP. (1993). CEB-FIP MODEL CODE 1990: Design Code. Comité Euro-Internacional del Hormigón y la Federación Internacional del pretensado.

- Chandra, S., Eklund, L., & Villarreal, R. (1998). Uso del cactus en morteros y concretos. *Cement and Concrete Research*, 41-51.
- Comité ACI-308. (2010). *Curado del concreto*. Farmington Hills-Michigan: American Concrete Institute.
- Domínguez, R., Arzate, I., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., . Gutiérrez, G. (2012). EL gel de Aloe Vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Científica*, 24-25.
- Estrada, C. G., & Paéz, R. (2014). *Influencia de la morfología de los agregados en la resistencia del concreto*. México: Universidad Veracruzana-Facultad de Ingeniería.
- Fernandez, R., & Navas, A. (2011). *Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Ferraro, G. (2009). *Revision de la Aloe vera (Barbadensis Miller) en la dermatología actual*. SCielo - Revista argentina de dermatología. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-300X2009000400004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2009000400004&lng=es&tlng=es)
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto*. Lima-Perú: Fondo Editorial de la Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Hermida, G. (2013). *Concreto Impermeable, Una mirada reciente*. México: Sika Informaciones Técnicas.
- Hermida, G. (2014). *Concreto impermeable*. Colombia: Boletín de Sika.
- Hernández, F. (2018). *Materiales Basados en Cemento*. Oaxaca-México: Agencia informativa Conacyt.

- Hernández, J. B., & Serrano, G. (2003). Uso del mucílago en la industria de la construcción. México: Actas IX Mexicanas y VII Congreso Internacional sobre conocimiento y uso de Nopal.
- Hernandez, O., & Mendoza, C. (2005). Durabilidad e infraestructura: retos e impacto socioeconómico. México: División Estudios de Postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Mexico: Interamericana Editores.
- Hewlett, P. (2004). Chemistry of cement and concrete (Cuarta ed.). Elsevier Science & Technology Books.
- Huerto, W. (2018). Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c= 450 \text{ kg/cm}^2$  adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento. Huaraz-Perú: Universidad San Pedro-Facultad de Ingeniería.
- Instituto del Cemento y del Concreto, A.C. (2008). Concreto Permeable. Revista construcción y Tecnología, 9.
- Instituto del concreto. (1997). Manual de Tecnología y Propiedades. Colombia: Asociación colombiana de productores de concreto-ASOCRETO.
- Instituto Mexicano del cemento y del Concreto. (2000). Avances en la Tecnología del concreto. México: IMCYC.
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto. Illinois-USA: Portland Cement Association.
- Loya, L. (2017). Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco-2017. Cerro de Pasco-Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.



- Manvitha, K., & Bidya, B. (2014). Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 85-88.
- Mathieu, G., & Sari, J. (1994). Estudio de torres de agua, embalses, tanques y cuencas: Condiciones y la impermeabilidad. Niza-Francia: CANMET/ACI International Conference.
- Mattio, M. (2014). La permeabilidad al agua como parámetro para evaluar la durabilidad del hormigón. Córdoba-Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.
- Morales, V. (2015). Estudios de concretos de alta durabilidad. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreno, Á., Viridiana, H., Báez, E., Báez, G., & León, A. (2017). Formación del mucílago de Aloe vera. México: Universidad Autónoma Indígena de México.
- MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Lima-Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manual%20es/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manual%20es/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- Mujica, A., & Plasencia, O. (2018). Características mecánicas de un concreto premezclado en seco "concreto rápido"  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y su costo comparativo (Tesis de Pregrado). Trujillo-Perú: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (1998). Tecnología del concreto. EE. UU.: Trillas.

- Niño, J. (2010). Tecnología del concreto. Bogotá-Colombia: Asociación Colombiana de Productores de Concreto - ASOCRETO. Norma E.060 . (2009). Concreto Armado. Lima-Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.
- NTP 339.008. (2006). Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 339.034. (2008). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 339.185. (2013). Contenido de humedad de los agregados. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.012. (2013). Ensayo de granulometría, módulo de fineza y tamaño máximo nominal de los agregados. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.017. (2011). Peso unitario de los agregados. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.021. (2013). Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado grueso. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.022. (2013). Peso específico y Porcentaje de absorción del agregado fino. Lima-Perú: NTP 400.022.
- NTP 400.037. (2014). Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- NTP 400.201. (2013). Peso específico y Porcentaje de Absorción del agregado Grueso. Lima-Perú: Norma Técnica Peruana.
- Odler, I. (2000). Cementos inorgánicos especiales (Primera ed.). E&FN Spon.

- Ottazzi, G. (2004). Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Peña, J. (2018). Resistencia a la compresión de mortero con Cemento sustituido al 7% y 10% por mucílago de Aloe Vera (Sábila) (Tesis de grado). Chimbote-Perú: Universidad San Pedro-Facultad de Ingeniería.
- Risco, E. (2017). Comportamiento de la trabajabilidad y Resistencia a la Compresión del concreto adicionado con extracto de Sábila, Ciudad de Barranca-2016 (Tesis de Grado). Huaraz-Perú: Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo.
- Rivera, G. (2010). Concreto Simple. Universidad del Cauca.
- Rivva, L. E. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima-Perú: ACI Perú.
- Sanjuan, M., & Castro, P. (2001). Acción de los agentes químicos y físicos sobre el concreto. Revista IMCYC, 1.
- Sarmiento, J. (2006). Proceso de extracción y concentración del mucílago de sábila. Bogotá-Colombia: Ingeniería y Tecnología de procesos.
- Schweizer, M. (1994). Aloe Vera: La planta que cura. APB Nouvelle imprimerie laballery, 37-42.
- SENSICO. (2014). Manual de Preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima-Perú: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Capacitación.
- Taylor, H. F. (1997). Química del cemento (Segunda ed.). Escocia: Editorial Thomas Telford.
- Torre, A. (2004). Curso Básico de Tecnología del Concreto para Ingenieros Civiles. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.

Torres, A., Celis, C., Martínez, W., & Lomelí, M. (2010). Mejora en la durabilidad de materiales a base de cemento, utilizando adiciones deshidratadas de dos cactáceas.

México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Valcuende, M., Marco, E., Jardón, R., & Gil, A. (2009). Evolución de la resistencia del hormigón con la edad y la temperatura. España: Universidad Politécnica de Valencia.

Vidaud, E. (2014). Aditivos químicos y su impacto en el medio ambiente. México: Construcción y tecnología en concreto.

**ANEXO 1**

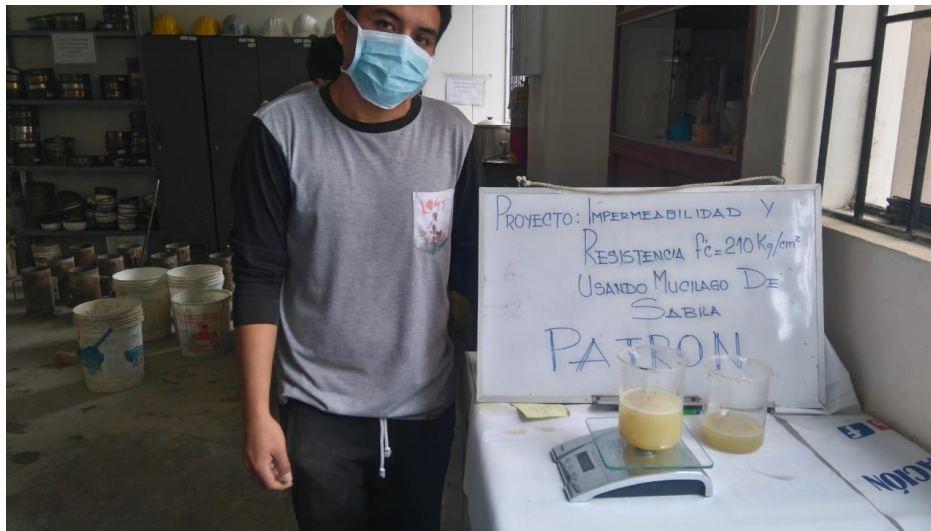
**PANEL FOTOGRAFICO**



*Figura 18. Realizando la mezcla de concreto.*



*Figura 19. Realizando el slump de concreto para poder realizar el vaciado de las probetas.*



**Figura 20.** Pesando el mucilago de sábila que emplearemos como aditivo para el concreto.



**Figura 21.** Agregando el aditivo (mucilago de sábila) al concreto experimental.



*Figura 22. Realizando las probetas.*



*Figura 23. Terminando la elaboración de las probetas.*





**Figura 24.** Ingresando las muestras al laboratorio de mecánica de suelos de la USP de concreto patrón y experimental para sus ensayos de compresión.



**Figura 25.** Ingresando las muestras al laboratorio de mecánica de suelos de la USP de concreto patrón y experimental para sus ensayos de compresión.



*Figura 26. Ensayo a la compresión de probetas.*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY
TESIS	"Impermeabilidad y Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ usando Mucilago de Sábila"
MUESTRA	MUCILAGO DE SABILA
FECHA	10-09-2020
INSTITUCION	

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración:  $\text{lg/l}$ .

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 5 gr de la muestra de mucilago de Sábila, la cual fue previamente preparada.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : ASTM C114Q-ME06



JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE : CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

## LASACI

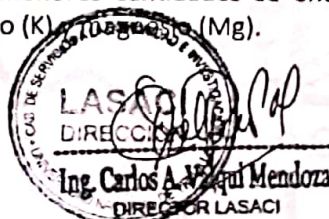


### 4. RESULTADOS

Parametros	unidades	muestra
SiO <sub>2</sub>	mg/Kg	74.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/Kg	97.7
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	mg/Kg	92.63
CaO	mg/Kg	188
MgO	mg/Kg	74.6
K <sub>2</sub> O	mg/Kg	61.8
Na <sub>2</sub> O	mg/Kg	95.2
TiO <sub>2</sub>	mg/Kg	<0.01

### 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada (véase la figura 1) con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio (Na), se encontraron principalmente calcio (Ca) con una alta cantidad. Y en menores cantidades se encontró; sílice (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y magnesio (Mg).

  
Ing. Carlos A. Viquez Mendoza  
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 16 de Setiembre del 2020

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



**CARGO**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 2%**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
 TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 28/12/2020

F' C : 210 Kg/cm2

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	193.25	92.02
02	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	189.27	90.13
03	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	195.15	92.93
04	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	211.05	100.50
05	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	215.69	102.71
06	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	212.73	101.30
07	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	234.07	111.46
08	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	241.81	115.15
09	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	235.36	112.08

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

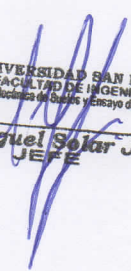
SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/01/2021

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (“)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	180.19	85.80
02	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	183.23	87.25
03	PATRON	3,1	22/09/2020	29/09/2020	7	182.35	86.83
04	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	204.73	97.49
05	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	197.96	94.26
06	PATRON	3,1	22/09/2020	06/10/2020	14	196.11	93.38
07	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	215.15	102.45
08	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	212.72	101.29
09	PATRON	3,1	22/09/2020	20/10/2020	28	218.26	103.93

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solís Jara  
JEFE



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 2%**

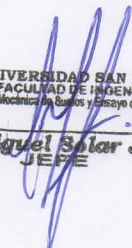
SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/01/2021

F' C : 210 Kg/cm2

Nº	TESTIGO	SLUMP ( " )	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	193.25	92.02
02	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	189.27	90.13
03	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	29/09/2020	7	195.15	92.93
04	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	211.05	100.50
05	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	215.69	102.71
06	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	06/10/2020	14	212.73	101.30
07	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	234.07	111.46
08	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	241.81	115.15
09	EXPERIMENTAL 2%	3,4	22/09/2020	20/10/2020	28	235.36	112.08

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 4%

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 11/01/2021

F' C : 210 Kg/cm2

Nº	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	174.51	83.10
02	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	176.70	84.14
03	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	29/09/2020	7	176.22	83.91
04	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	193.48	92.13
05	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	189.82	90.39
06	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	06/10/2020	14	195.60	93.14
07	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	215.24	102.50
08	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	207.77	98.94
09	EXPERIMENTAL 4%	3,7	22/09/2020	20/10/2020	28	212.72	101.30

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Soler Jara  
JEFE



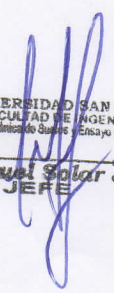


**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO**

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 11/01/2021

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	860.2	800.23
TARA + SUELO SECO (gr)	856.9	797.3
PESO DEL AGUA (gr)	3.3	2.9
PESO DE LA TARA (gr)	167.2	203.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	689.7	594.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.48	0.49
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.49	

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE




**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 11/01/2021

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	860.6	942.3
TARA + SUELO SECO (gr)	858.3	938.9
PESO DEL AGUA (gr)	2.3	3.4
PESO DE LA TARA (gr)	168.6	209
PESO DEL SUELO SECO (gr)	689.7	729.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.47
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.40	

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Bolívar Jara**  
JEFE




**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 11/01/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	665.10	665.10
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm <sup>3</sup>	965.10	965.10
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	856.70	856.70
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm <sup>3</sup>	108.40	108.40
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.20	297.20
G	Volumen de masa (E-(A-F))		105.60	105.60
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.742	2.742
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.768	2.768
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.814	2.814
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.94	0.94

**P.e. Bulk (Base Seca)** : 2.742  
**P.e. Bulk (Base Saturada)** : 2.768  
**P.e. Aparente (Base Seca)** : 2.814  
**Absorción (%)** : 0.94

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Belar Jara**  
JEFE


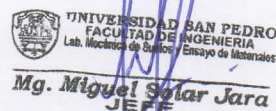


**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO  
(Según norma ASTM C-127)**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 11/01/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	810.10	931.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	527.80	607.20
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	282.30	323.80
D	Peso de material seco en estufa	806.60	925.70
E	Volumen de masa (C-(A-D))	278.80	318.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.857	2.859
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.870	2.875
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.893	2.906
F	Absorción (%) $((D-A/A) \times 100)$	0.43	0.57

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.858  
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.872  
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.900  
Absorción (%) : 0.50

  
  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**


SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
FECHA : 11/01/2021

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18250	18500	18400
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	13130	13380	13280
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1404	1430	1420
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1418		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1412		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19600	19300	19400
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14480	14180	14280
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario ( Kg/m3 )	1548	1516	1527
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1530		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1524		

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Salar Jara**  
JEFE



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

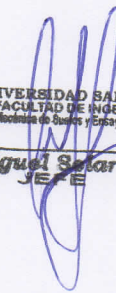
SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
CANTERA : RUBEN  
MATERIAL : ARENA GRUESA  
FECHA : 11/01/2021

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7890	7940	7920
Peso de molde	3328	3328	3328
Peso de muestra	4562	4612	4592
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1636	1654	1647
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1646		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1638		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8410	8490	9480
Peso de molde	3328	3328	3328
Peso de muestra	5082	5162	6152
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario ( Kg/m3 )	1823	1852	2207
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m3 )</b>	1960		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	1951		

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Salar Jara**  
JEFE



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C 136-06)

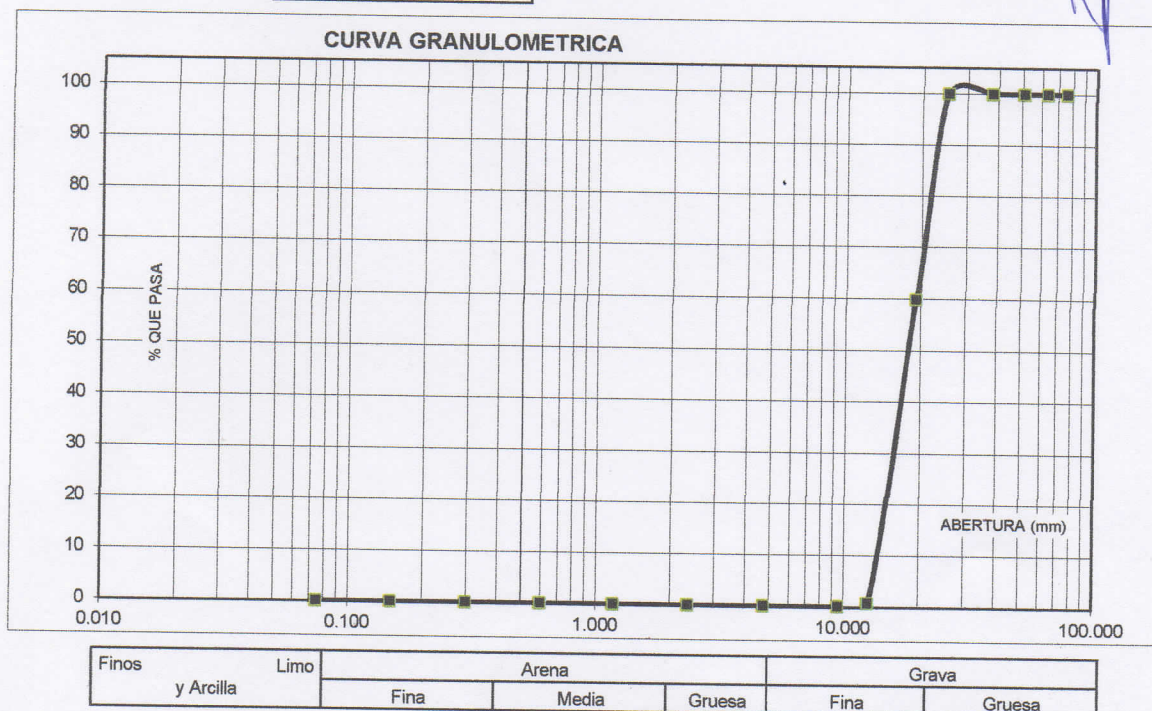
SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
 TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA  
 FECHA : 11/01/2021

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	652.0	40.2	40.2	59.8
1/2"	12.500	958.8	59.1	99.3	0.7
3/8"	9.520	10.2	0.6	99.9	0.1
N° 4	4.760	1.2	0.1	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1622.2	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Maximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Salar Jara  
 JEFE





**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-06)

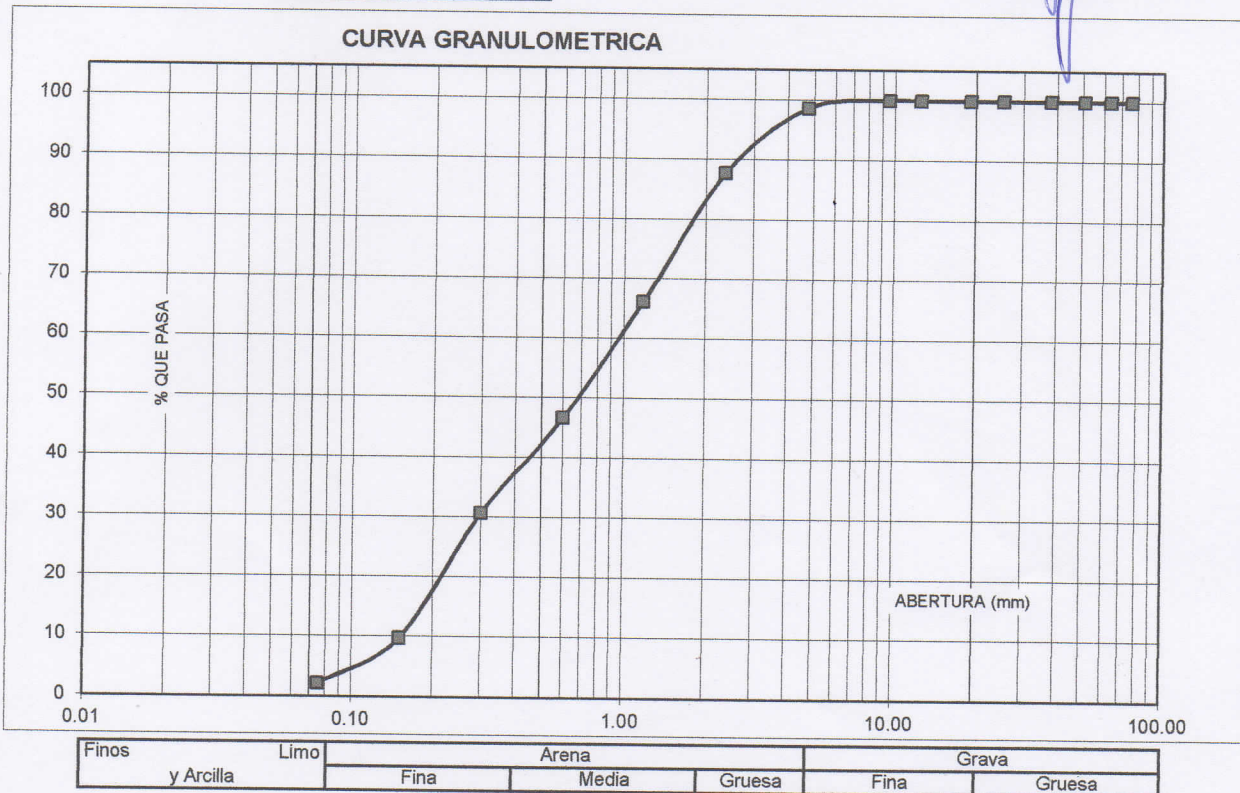
SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
 TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 11/01/2021

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	16.0	1.3	1.3	98.7
N° 8	2.36	130.9	10.9	12.2	87.8
N° 16	1.18	259.2	21.6	33.8	66.2
N° 30	0.60	233.6	19.5	53.3	46.7
N° 50	0.30	192.2	16.0	69.3	30.7
N° 100	0.15	251.5	20.9	90.2	9.8
N° 200	0.08	91.4	7.6	97.8	2.2
PLATO	ASTM C-117-04	26.2	2.2	100.0	0.0
TOTAL		1201.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.60

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE







**TÍTULO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENT**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2  
USANDO MUCILAGO DE SABILA.  
FECHA : 11 /01/2021

Nº	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. cm	P. P. PROMEDIO cm
		INCIO	TERMINO	HORAS		
01	PROBETA EXP.2% TIPO I Dia - 28	28-9-20 9:00	1-10-20 9:00	72	2.44	2.38
02	PROBETA EXP.2% TIPO I Dia - 28	28-9-20 9:00	1-10-20 9:00	72	2.31	

**ESPECIFICACION :** Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE




**) DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMEN**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F' C= 210 KG/CM2  
USANDO MUCILAGO DE SABILA.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 11 /01/2021

Nº	TESTIGO ELEMENTO	ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENTRAC. MAX	P. P. PROMEDIO
		INCIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA EXP.4% TIPO I Dia - 28	5-10-20 9:00	8-10-20 9:00	72	3.16	3.23
02	PROBETA EXP.4% TIPO I Dia - 28	5-10-20 9:00	8-10-20 9:00	72	3.29	

**ESPECIFICACION :** Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE




**ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2  
USANDO MUCILAGO DE SABILA.  
FECHA : 11 /01/2021

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX	P. P. PROMEDIO
Nº	ELEMENTO	INCIO	TERMINO	HORAS	cm	cm
01	PROBETA PATRON TIPO I Dia - 28	22-9-20 9:00	25-9-20 9:00	72	2.56	2.53
02	PROBETA PATRON TIPO I Dia - 28	22-9-20 9:00	25-9-20 9:00	72	2.49	

**ESPECIFICACION :** Los ensayos responde a la norma de UNE-EN-12390-8.

**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso.

  
UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
JEFE



**DISEÑO DE MEZCLA**

SOLICITA : BACH: ALVARON NORABUENA, KENJI RANDY  
 TESIS : IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA DEL CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 USANDO MUCÍLAGO DE SÁBILA.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 11/01/2021

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.- Cemento :**

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

**B.- Agua :**

- Potable, de la zona.

**C.-Agregado Fino :**

**CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.74
- Peso unitario suelto 1638 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1951 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.49 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.60

**D.- Agregado grueso**

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.86
- Peso unitario suelto 1412 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1524 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.40 %
- Absorción 0.50 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos, Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE



**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m<sup>3</sup> .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. : 205 / 0.684 = 299.708 kg/m<sup>3</sup> = 7.05 bolsas / m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

Cemento.....	299.708	kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva.....	210.227	lts/m <sup>3</sup>
Agregado fino.....	928.440	kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso.....	979.352	kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{928.440}{299.71} : \frac{979.35}{299.71}$$

$$1 : 3.1 : 3.27 : 29.81 \text{ lts / bolsa}$$

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

$$1 : 2.82 : 3.46 : 29.81 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara  
JEFE