

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Incidencia comparativa del uso del Mucílago de Tuna  
(Opuntia Ficus) en la resistencia a la compresión referidas  
del concreto**

Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil

**Autor:**

Villaca Terrones, Katherine Elizabeth

**Asesor:**

Castañeda Gamboa, Rogelio Fermin

Código ORCID N°0000-0002-6961-7418

**Chimbote – Perú**

**2022**

## INDICE

PALABRAS CLAVE .....	2
LINEA DE INVESTIGACIÓN .....	2
TÍTULO.....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT.....	5
I. INTRODUCCIÓN .....	6
II. METODOLOGÍA .....	34
III. RESULTADOS .....	37
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	47
V. CONCLUSIONES .....	52
VI. RECOMENDACIONES .....	54
VII. AGRADECIMIENTOS.....	55
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
IX. ANEXOS .....	60

## **PALABRAS CLAVE**

---

**Tema** MUCILAGO DE TUNA, RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**Especialidad** TECNOLOGÍA DEL CONCRETO

## **KEYWORDS**

---

**Topic** PRICKLY PEAR MUCILAGE, COMPRESSIVE  
STRENGTH OF CONCRETE

**Specialization** CONCRETE TECHNOLOGY

## **LINEA DE INVESTIGACIÓN**

---

**Línea** CONSTRUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA  
CONSTRUCCIÓN

**Área** INGENIERÍA, TECNOLOGÍA

**Sub área** INGENIERÍA CIVIL

**Disciplina** INGENIERÍA CIVIL

**TÍTULO**

**INCIDENCIA COMPARATIVA DEL USO DEL MUCILAGO DE TUNA  
(OPUNTIA FICUS) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
REFERIDAS DEL CONCRETO.**

## RESUMEN

La presente investigación se basa en la comparación de diversos resultados analizados y evaluados por diferentes investigadores del Perú, sobre el uso del Mucílago de Tuna como aditivo en la elaboración del concreto.

La metodología usada en la presente investigación fue descriptiva comparativa ya que consiste en la recolección de dos o más muestras, teniendo como propósito la observación de las variables, en este caso el Mucílago de Tuna y la Resistencia a la Compresión del Concreto.

Se analizó la manera en que el mucílago de tuna siendo un polímero natural es capaz de modificar las propiedades del concreto influenciando en la resistencia a la compresión del mismo. Para ello se llevó a cabo la comparación de los estudios realizados de análisis de pH y la Fluorescencia de Rayos X de cada investigación evaluada.

Se realizó la gráfica de las líneas de tendencia de la resistencia a la compresión promedio del concreto obtenidas a las edades de 7, 14 y 28 días de cada tesis evaluada, para al final de ello determinar la curva óptima y su ecuación, y con esta se determinó la resistencia óptima que, alcanzada a las edades de 7, 14 y 28 días.

Con referencia al pH de las tesis evaluadas se evidenció que todas las muestras cuentan con un pH neutro no afectando su adición en la elaboración del concreto. Asimismo, lo que respecta a la Fluorescencia de Rayos X de las muestras se evidenció que cuenta con los principales componentes químicos del cemento, pero a su vez existieron componentes químicos los cuales no son recomendables para la elaboración del concreto debido a que las reacciones de dichos minerales provocan la expansión del mismo.

Tomando en cuenta la curva óptima de la gráfica de líneas de tendencia de la resistencia a la compresión promedio obtenidas de las tesis analizadas, se evidenció que no todas alcanzan un valor igual o superior a la curva óptima, lo cual es necesario para alcanzar a los 28 días la resistencia superior a 210 kg/cm<sup>2</sup>.

## ABSTRACT

This research is based on the comparison of different results analyzed and evaluated by different researchers in Peru, on the use of Prickly Pear Mucilage as an additive in the production of concrete.

The methodology used in this research was descriptive and comparative, since it consists of the collection of two or more samples, with the purpose of observing the variables, in this case, prickly pear cactus mucilage and the compressive strength of concrete.

The graph of the trend lines of the average compressive strength of concrete obtained at ages 7, 14 and 28 days for each thesis evaluated was plotted in order to determine the optimum curve and its equation, and thus the optimum strength achieved at ages 7, 14 and 28 days was determined.

The graph of the trend lines of the average compressive strength of the concrete obtained at the ages of 7, 14 and 28 days for each thesis evaluated was made, in order to determine the optimum curve and its equation, and with this the optimum strength attained at the ages of 7, 14 and 28 days was determined.

With reference to the pH of the evaluated theses, it was evidenced that all the samples have a neutral pH, not affecting their addition in the elaboration of concrete. Likewise, with regard to the X-Ray Fluorescence of the samples, it was evidenced that it has the main chemical components of cement, but at the same time there were chemical components which are not recommended for the elaboration of concrete because the reactions of these minerals cause the expansion of the same.

Taking into account the optimum curve of the trend line graph of the average compressive strength obtained from the analyzed theses, it was found that not all of them reach a value equal to or higher than the optimum curve, which is necessary to reach a strength higher than 210 kg/cm<sup>2</sup> at 28 days.

## I. INTRODUCCIÓN

De los antecedentes encontrados a nivel nacional se ha abordado los trabajos de Huerto, W (2018) en su tesis titulada: “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento”. Esta investigación tuvo como objetivo general comparar la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika N290 al cemento. Se observa en los resultados que en porcentajes de adición de 4% y 6% se logró incrementar la resistencia en todas las edades, existiendo una diferencia mínima con el concreto patrón y el concreto que contiene la adición de 4% y 6% de mucílago de tuna, asimismo, según las proporciones utilizadas se puede desarrollar resistencias a corto y largo plazo, fraguado inicial, liberación de gran cantidad de calor durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la presencia de calcio y magnesio. Así mismo, adicionando el superplastificante Sika, se pudo observar que en porcentajes de adición de 4% y 6% se logró incrementar la resistencia en todas las edades, existiendo una diferencia con el concreto patrón. Según las proporciones utilizadas, permitió desarrollar resistencias a corto y largo plazo, durante los primeros días de hidratación y endurecimiento rápido siendo esto posible por la presencia de calcio, silicio.

Del mismo modo, se revisó la tesis de Primo, C (2014), titulada: “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a la compresión del concreto”. Esta investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia ficus-indica) en la resistencia a

compresión del concreto. El cual determinó el incremento de la resistencia al adicionar 1%, 3% y 5% del extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en peso cemento. Al adicionar el 1% de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en peso cemento, la resistencia a compresión aumenta en un 21% respecto a la resistencia base, por lo tanto, al adicionar el 3% de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 10% respecto a nuestra resistencia base, y al adicionar el 5% de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en peso cemento, la resistencia a compresión disminuye en un 38% respecto a nuestra resistencia base. De manera que, se concluyó en esta investigación que el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia ficus - indica*) es positivo en dosis pequeñas, pero al ir aumentando la dosis nos muestra un efecto negativo.

A nivel local se ha tomado el trabajo de investigación de Ramos, J (2017), en su tesis de titulada: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”. Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia en las propiedades mecánicas de un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la adición de mucílago de tuna. Por ello se evaluó la resistencia a la compresión, la tracción y la flexión de un concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la adición de mucílago de tuna en proporciones de 1%, 1.5% y 2% con respecto al peso del cemento, por lo tanto, se desarrolló mediante protocolos la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, tales como: la resistencia a la compresión, flexión y tracción. En los resultados se apreció que el mucílago de tuna es un material orgánico que ayuda a mejorar las propiedades del concreto en gran escala, ya que cuenta con



una composición química similar al concreto en todo lo que respecta a las sales, las cuales incrementan la resistencia al concreto.

De igual manera, se revisó el trabajo de Villaca, K (2016), en su tesis de Bachiller: “Resistencia a la Compresión del concreto utilizando agua de río Negro – Olleros – Huaraz, incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (*Opuntia Ficus*) para su clarificación”. En esta investigación se tuvo por objetivo mejorar la resistencia del concreto utilizando Mucílago de Tuna en Agua del Río Negro en comparación a un concreto convencional que cumpla las mejores especificaciones técnicas ASTM. Consistió en realizar un diseño de mezcla de concreto utilizando cemento Portland tipo I (típico) tratando de aumentar la resistencia a la compresión, para tal objetivo se realizó una serie de ensayos tales como: la resistencia a la compresión, ensayo de peso unitario compactado, ensayo de asentamiento, ensayo de contenido de aire, etc.; dando como resultado que al adicionar 0.25 g, de Mucílago de Tuna incrementa la resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días superando a la muestra patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

## **FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

### **1. El concreto**

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (Abanto, 2009, p.11).

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo. Algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto (Abanto, 2009, p.11).

## **A. Propiedades fundamentales del concreto**

Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación, y peso unitario (Rivva, 2000, p.34).

Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas, cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, ya apariencia (Rivva, 2000, p.34).

## **B. Características y funciones de los componentes del concreto**

- **Cemento**

El Cemento portland hidráulico tiene propiedades tanto adhesivas como cohesivas, que le dan capacidad de aglutinar los agregados o áridos para conformar el concreto. Estas propiedades dependen de su composición química, el grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad de fraguado, el calor de hidratación y la resistencia mecánica que es capaz de desarrollar (Sánchez, 2001, p.22).

### Componentes del Cemento

Según la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, definen la composición típica del cemento Portland en 67% de

Óxido de Calcio (CaO), 22% de dióxido de Silicio (SiO)<sub>2</sub>, 5% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 3% de otros componentes.

- **Agua**

La razón de que los cementos sean hidráulicos es que estos tienen la propiedad de fraguar y endurecer con el agua, en virtud de que experimentan una reacción química con ella, de tal manera que el agua como material dentro del concreto es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.

Al mezclarse el agua con el cemento se produce la pasta, la cual puede ser más o menos diluida, según la cantidad de agua que se agregue. Al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija (agua de hidratación) en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua evaporable (Sánchez, 2001, p.22).

- **Aire**

Cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que quede aire incluido dentro de la masa (aire naturalmente atrapado), el cual posteriormente es liberado por los procesos de compactación a que es sometido el concreto una vez ha sido colocado. Sin embargo, como la compactación no es perfectamente, queda siempre un aire residual dentro de la masa endurecida. Por

otra parte, en algunas ocasiones se incluyen burbujas de aire, por medio de aditivos, con fines específicos (Sánchez, 2001, p.23).

- **Funciones de la pasta del cemento**

Cuando la mezcla se encuentra en estado plástico, la pasta actúa como lubricante de los agregados, comunicando fluidez a la mezcla, lo cual permite que la colocación y consolidación del concreto sean adecuados, ya que un alto grado de confinamiento conduce a una mayor resistencia.

Cuando la mezcla se encuentra en estado sólido, la pasta de cemento obtura los espacios que hay entre las partículas al aglutinarse, reduciendo la permeabilidad del concreto y evitando el desplazamiento de agua dentro de la masa endurecida, lo cual es crítico en estructuras hidráulicas o en concretos que estén expuestos a la acción de aguas agresivas que eventualmente puede degradar la estructura de la masa haciéndole perder resistencia.

Adicionalmente, la pasta fraguada y endurecida en unión de los agregados contribuye a suministrar la resistencia mecánica característica a la compresión, lo cual depende la llamada interfase agregado-pasta, o agregado matriz (Sánchez, 2001, p.23).

- **Agregados o áridos**

Como agregados para concreto pueden tomarse en consideración todos aquellos materiales que, poseyendo una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), no perturban ni

afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico, es decir que son inertes y garantizan una adherencia suficiente con la pasta de cemento endurecida. Estos materiales pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen (Sánchez, 2001, p.23).

- **Funciones de los agregados.**

La razón principal de la utilización de agregados dentro de una mezcla de concreto, es que estos actúan como material de relleno, haciendo más económico la mezcla.

Los agregados, en combinación con la pasta fraguada, también proporcionan parte de la resistencia mecánica característica a la compresión, debido a que, como se mencionó anteriormente, estos tienen una resistencia propia que aportan al concreto como masa endurecida.

Cuando la mezcla de concreto pasa de estado plástico al estado endurecido durante el proceso de fraguado, los agregados controlan los cambios volumétricos de la pasta, evitando que se generen agrietamientos por retracción plástica que pueden afectar la resistencia del concreto (Sánchez, 2001, p.23).

- **Aditivos Natural**

El uso de aditivos naturales en la elaboración de concreto de altas prestaciones representa una alternativa de sustitución de los aditivos comerciales tóxicos y materiales suplementarios, que son perjudiciales para el medio ambiente y costosos por su ausencia en

el mercado local. En la elaboración de concreto se ha estudiado el efecto de diversos tipos de adiciones orgánicas, tales como azúcares, proteínas, mucílago de nopal, extractos de algas, entre otras.

Las propiedades comúnmente evaluadas son la fluidez, la resistencia a la compresión, difusión de iones cloruro, carbonatación, porosidad. También se han estudiado sus propiedades inhibitoras contra la corrosión del acero de refuerzo. (Hernández, 2016, p.66).

- **Funciones de los aditivos.**

Pueden ser utilizados para modificar las propiedades del concreto de manera que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo. Pero también pueden ser usados por razones de orden económico, ya que permiten, en algunos casos, reducir los costos de fabricación del concreto (Sánchez, 2001, p.24).

### **C. Resistencia del concreto**

La resistencia del concreto no puede probarse en condiciones plásticas, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia

en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

La resistencia a la compresión del concreto ( $f'c$ ) debe ser alcanzado a los 28 días, después del vaciado y realizado el curado respectivo (Abanto, 2009, p.50).

Al diseñar una estructura, los constructores se valen de la resistencia especificada,  $f'c$ , y especifican que el concreto cumpla con el requerimiento de resistencia estipulado en los documentos del contrato del trabajo. La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de manera tal que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia. Para cumplir con los requerimientos de resistencia de una especificación de trabajo, se aplican los siguientes 2 criterios de aceptación:

1. El promedio de 3 ensayos consecutivos es igual o supera a la resistencia especificada,  $f'c$ .
2. Ninguno de los ensayos de resistencia deberá arrojar un resultado inferior a  $f'c$  en más de 500 psi (3.45 MPa); Resulta importante comprender que una prueba individual que caiga por debajo de  $f'c$  no necesariamente constituye un fracaso en el cumplimiento de los requerimientos del trabajo.

El promedio de las tres probetas ensayadas a los 28 días es mayor a la resistencia de diseño, asimismo todas las resistencias obtenidas de las probetas de forma individual no sean menores de la resistencia de diseño en más de 35 kg/cm<sup>2</sup>

#### **D. Factores que afectan la resistencia**

Según Abanto (2009, p.52) indica 4 factores que afectan la resistencia.

- **La relación agua – cemento (a/c):** Es el factor principal que influye en la resistencia del concreto. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.
- **El contenido del cemento:** La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.
- **El tipo de cemento:** La rapidez de desarrollo de resistencia varía para concretos hechos con diferentes tipos de cemento.
- **Las condiciones de curado:** Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

#### **E. Tipos de concreto**

El concreto se usa profundamente en elementos estructurales de edificaciones tales como: columnas, vigas, losas cerramientos, muros, pantallas, así como en pavimentos, pistas aéreas, zonas de



estacionamiento, represas, acueductos, canales, túneles, taludes, adoquines, tanques, reservorios, barcos, defensas marinas, y en otros múltiples usos.

Los agregados pueden ser granos de gran tamaño, como en el caso de represas o estribos de puentes, o de pequeño tamaño, para morteros. Pueden ser especialmente pesados o livianos. La consistencia del concreto puede muy seca, como en el caso de elementos prefabricados, o puede lograrse muy fluida, como se recomienda para elementos de poca sección y mucha armadura. Sus resistencias mecánicas pueden ser de niveles muy variados, de acuerdo con las necesidades (Porrero, 2014, p.36).

#### **F. Diseño de mezclas de concreto**

El principal componente del concreto es el cemento portland, el cual ocupa entre el 7% y el 15% del volumen de la mezcla y tiene propiedades de adherencia y cohesión que proveen buena resistencia a la compresión. El segundo componente, los agregados, ocupa entre el 59% y el 76% del volumen de la mezcla. Son esencialmente materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que por conveniencia han sido separadas en fracciones finas (arenas) y fracciones gruesas (gravas). El tercer componente, el agua, ocupa el 14% y el 18% del volumen de la mezcla e hidrata al cemento portland por medio de complejas reacciones químicas. Adicionalmente, el concreto también contiene alguna cantidad de aire atrapado (usualmente entre 1% y 3%

del volumen de la mezcla) y puede contener aire incluido intencionalmente (entre 1% y 7% del volumen de la mezcla) lo cual se logra con el uso de aditivos o con cemento que tengan agentes inclusores de aire.

Finalmente, con alguna frecuencia se añaden aditivos a la mezcla con el objetivo de mejorar una o más propiedades del concreto, tales como acelerar, retardar, mejorar trabajabilidad, reducir requerimientos de agua, incrementar resistencia, o alterar otras propiedades.

El diseño de mezcla es un proceso que consiste en la selección de los ingredientes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y la determinación de sus cantidades relativas para producir, tan económicamente como sea posible, concreto con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiere las propiedades de resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad de volumen y apariencia adecuadas. Estas proporciones dependen de las propiedades y características de los ingredientes usados, de las propiedades particulares del concreto especificado, y de las condiciones particulares bajo las cuales el concreto será producido y colocado. (Sánchez, 2001, p.221).

**Especificaciones:** Según (Sánchez, 2001, p.222) indica que, por lo general, cada proyecto tiene requerimientos particulares que dependen del tipo de estructura, condiciones de clima, sistema constructivo, tiempo y costos de ejecución, entre otros, que pueden abarcar una gran

gama de propiedades y características del concreto. Frecuentemente, las especificaciones pueden solicitar algunos de los siguientes aspectos:

- Máximo y/o mínimo de asentamiento.
- Tamaño máximo y/o máximo nominal de agregado grueso.
- Contenido mínimo de aire incluido, para dar adecuada durabilidad en ciertos climas.
- Resistencia a la compresión mínima necesaria, por consideraciones estructurales.
- Resistencia mínima de sobre diseño.
- Máximo relación agua-cemento y/o contenido mínimo de cemento.
- Máximo contenido de cemento, para evitar agrietamiento por exceso de temperatura en concreto masivo.
- Máximo contenido de cemento, para evitar agrietamiento por contracción en condiciones de baja humedad.
- Tipos especiales de cemento o agregados.
- Peso unitario mínimo, para presas de gravedad y estructuras similares.
- Uso de aditivos.

## **G. Granulometría**

Se entiende por granulometría la composición del material en cuanto a la distribución del tamaño de los granos que lo integran. Esta

característica decide, de manera muy importante, la calidad del material para su uso como componente del concreto. (Porrero, 2014, p.63).

## **2. Nopal o tuna (*Opuntia ficus-indica*)**

La tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) es una planta de gran importancia en los sistemas agropastoriles de los andes peruanos. Esta cactácea se encuentra ampliamente distribuida en el país, especialmente en los valles interandinos donde ha encontrado condiciones adecuadas para su establecimiento. Sus frutos son consumidos en forma natural tanto por campesinos como por pobladores locales y son comercializados en los principales mercados del país. Con éstos también se elaboran productos derivados como mermeladas y bebidas. Sus tallos se utilizan como forraje para el ganado, especialmente en épocas de sequía, igualmente son útiles en el establecimiento de cercos vivos y cuando la planta muere, sus restos se usan para la elaboración de fertilizantes orgánicos. Pero el uso más frecuente que se le da a esta planta es como hospedera para la crianza de un insecto conocido como cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa), en cuyo interior se produce el carmín, pigmento natural usado en la industria alimenticia, textil y farmacéutica. El Perú sigue siendo el primer productor de carmín a nivel mundial, aportando entre el 85 y el 90% de la demanda internacional, y la actividad productiva se basa en la recolección artesanal de estos insectos, principalmente en la zona de Ayacucho. (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2009, p.5).

## A. Nombres comunes

Algunos nombres comunes son muy ilustrativos acerca de su origen y distribución. El nombre “tuna es de origen caribeño, tomado por los primeros españoles que conocieron estas plantas.

Más exactamente es un vocablo Taíno. Con este término se designa mayormente a los frutos, aunque también se utiliza para la parte vegetativa de las especies de *Opuntia*. Lo extendido de este nombre sugiere que fue el primero conocido por los españoles, aún antes que los nombres mexicanos. Nopal es un término mexicano derivado del Náhuatl "Nopalli", con el que se designa a varias especies. La tuna es conocido como Prickly pear, Cactus pear, Cactus fruti en Estados Unidos; Fico d'India (Sicilia), Figo morisca (Cerdeña), Figo della barbarie en Italia; Higo en España; chumbo en Francia; Tzabar en Israel; Kaktusfeigen en Alemania; Turksupurug en Sudáfrica Nopal en México y Tuna en Perú y Latinoamérica. Al retirarse de España, los moros llevaron esta especie al norte de África, llamándola "Higo de los cristianos". Actualmente en Marruecos conocida como "tapia", ilustrativo de su utilidad como cerco. La forma cultivada fue llevada en 1769 a California por misioneros Franciscanos, provenientes de México, llamándosela hasta hoy "mission cactus". En el nor-este brasilero se la utiliza como forraje, lo que se expresa claramente por su nombre local "palma forrageira". Su introducción en ese país no está registrada con exactitud. Su cultivo es muy importante en el oeste del

Estado de Pernambuco (Gerencia Regional Agraria La Libertad, 2009, p.7).

## **B. Clasificación científica**

Según Gerencia Regional Agraria La Libertad (2009, p.7), el primer nombre español es Higo de las Indias, que alude a su origen, las "Nuevas Indias" y de allí su primer nombre científico: *Cactus ficus-indica* L. El nombre *ficus-indica* había sido usado en "frases diagnósticas" ya mucho antes de Linneo, para designar varias especies.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Caryophyllales
Familia	: Cactaceae
Subfamilia	: Opuntioideae
Género	: <i>Opuntia</i>
Especie	: <i>ficus-indica</i>
Nombre binomial	: <i>O. ficus-indica</i> (L.) 1768 Mill.

## **C. Condiciones de ambiente**

Según Villagomez (2000, p.7), la tuna crece mejor en los valles interandinos entre 1 200 y los 2 800 metros de altitud. Se cultiva en la costa y sierra. Bajo riego en la costa y en la sierra la mayor parte se encuentra en secano. También prospera bien desde 0 a 3 000 metros de altitud, como es el caso de tunales en Chilca, Nazca y otros lugares.

**Clima:** Desarrolla bien con temperatura media entre 14 y 26 grados centígrados y una humedad relativa de 55 a 85 por ciento. Con precipitaciones cercanas a 500 mil metros anuales. No tolera heladas.

**Suelos:** La tuna se adapta bien a suelos de diversas texturas y condiciones. Los mejores son los suelos superficiales y livianos, pero con buen drenaje. No tolera el exceso de humedad en el suelo. En cuanto a salinidad, aún no hay datos para determinar con precisión los niveles de tolerancia.

#### **D. Mucílago de nopal mejora propiedades del concreto**

El mucílago del nopal es un polisacárido fibroso, altamente ramificado, cuyo peso molecular oscila alrededor de  $13 \times 10^6$  g/mol. Contiene aproximadamente de 35 a 40 % de arabinosa, 20 a 25% de galactosa y xilosa cada una, y de 7 a 8% de ramnosa y ácido galacturónico cada uno. Tiene la capacidad de formar redes moleculares y retener fuertemente grandes cantidades de agua, así como de modificar propiedades como viscosidad, elasticidad, textura, retención de agua, además de que es un buen gelificante, espesante, y emulsificante (Rodríguez-González, 2016).

Según Cemento del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR), unidad Oaxaca (2018), demostraron un comportamiento fluido del concreto en estado fresco y, a la vez, una mezcla que produce una respuesta más eficiente desde el

punto de vista de durabilidad en la etapa de estado endurecido del material.

Además, asegura que el concreto endurecido que contiene mucílago ha demostrado tener mayor resistencia mecánica e impermeabilidad que el concreto tradicional, además de contribuir a la protección del acero de refuerzo contra la corrosión.

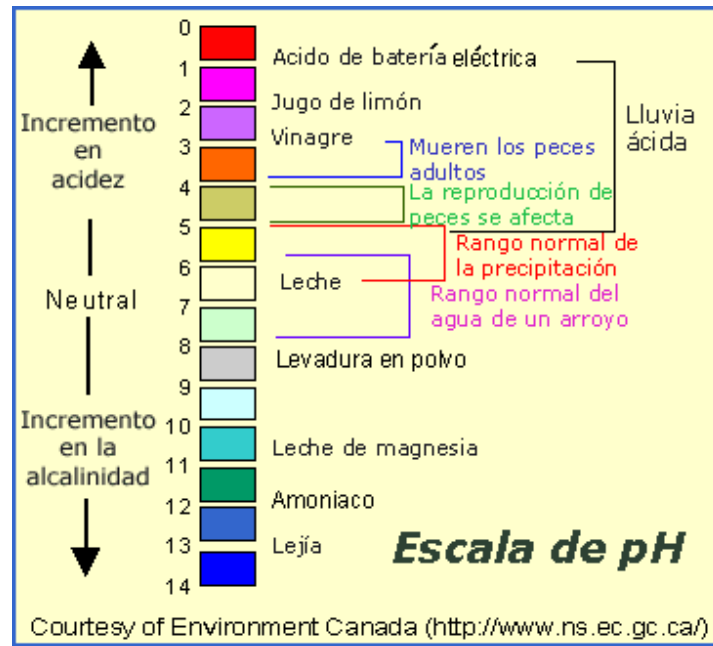
### **3. pH**

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad del agua. Se define como la concentración de iones de hidrógeno en el agua. La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Un incremento de una unidad en la escala logarítmica, equivale a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones de hidrógeno. Con una disminución del pH, el agua se hace más ácida y con un aumento de pH el agua se hace más básica. (Recuperado de: <https://bit.ly/3Dpigug>).



**Figura 1:**

*Escala de pH*



*Fuente:* Cortesía de Medioambiente Canadá, extraída de: <http://wwwnsecgcca/>

Según J.M. Rodríguez Mellado (1999, p.145), el pH del agua proviene de un equilibrio entre la disolución del dióxido de carbono y de las rocas básicas (silicatos, aluminosilicatos, y carbonatos, sobre todo) en el agua. Mas exactamente, el pH en realidad responde casi específicamente a la extensión en la disociación del CO<sub>2</sub> disuelto (ácido carbónico) en sus especies carbonadas relacionas, cargadas negativamente (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>(2-)</sup>, OH<sup>-</sup> ) que deberán compensarse con la existencia en el medio hídrico de cargas positivas provenientes de bases minerales fuertes (Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>,Ca<sup>(2+)</sup>...). Cada uno de estos dos términos equivalentes dan lugar a la definición de alcalinidad.

## **A. pH del agua en el concreto**

El agua debe ser limpia, exenta de ácidos, bases, aceites y materia orgánica. Es preferible que contenga menos de 2 000 ppm de sólidos disueltos. Pueden usarse aguas negras tratadas. Los carbonatos de sodio y potasio pueden producir un fraguado muy rápido. Los bicarbonatos de sodio y potasio pueden acelerar o retardar el fraguado. Deben evitarse estas sales disueltas en concentraciones que excedan de 1 000 ppm (0.1%). Concentraciones de hasta 20 000 ppm de cloruro de sodio y de 10 000 de sulfato de sodio son tolerables. Los carbonatos de calcio y de magnesio se permiten en concentraciones hasta de 400 ppm. El sulfatos y el cloruro de magnesio y las sales de hierro se admiten hasta concentraciones de 40 000 ppm.

Las sales de manganeso, estaño, zinc, cobre y plomo, así como algunos compuestos del sodio como los iodatos, fosfatos, arsenatos y boratos pueden retardar mucho el fraguado y la Adquisición de resistencia. Pueden tolerarse concentraciones de hasta 500 ppm en el agua de mezcla. En cambio, el sulfato de sodio solo hasta 100 ppm.

Se puede usar el agua de mar para mezclar concreto simple (hasta 35 000 ppm, 3.5% de sal) pero no para concretos con refuerzo. Aunque endurece con mayor rapidez, las resistencias después de 28 días pueden ser inferiores. Esto se corrige reduciendo la relación A/C. En caso necesario puede usarse el agua de mar para concreto reforzado poniendo un recubrimiento mayor de 3 pulgadas, con una cantidad

adecuada de aire incluido, obteniendo concretos impermeables y con una relación  $A/C < 0.44$ .

La arena y la grava del mar, usados con agua potable, aportan menos sal a la mezcla que el agua de mar, usualmente no más del uno por ciento del peso del agua de la mezcla.

Los ácidos inorgánicos comunes, clorhídrico, sulfúrico, en concentraciones de 10 000 ppm no tienen efectos adversos en la resistencia del concreto. Ocasionalmente la aceptación se basa en el pH, pero no es lo correcto. Las aguas acidas con pH menor que tres deben evitarse. El pH del agua neutra es de siete; valores menores que siete indican acidez y los que sobrepasan dicho valor indican alcalinidad.

Las aguas alcalinas con concentraciones de óxido de sodio hasta de 0.45% del peso del cemento se pueden usar. El hidróxido de potasio en concentraciones hasta de uno por ciento del peso del cemento. Concentraciones mayores pueden reducir mucho la resistencia.

Menos de 500 ppm de azúcar en el agua de la mezcla, no tiene efecto adverso sobre la resistencia del concreto.

El aceite mineral (petróleo) tiene menos efecto que otros aceites, sin embargo, en concentraciones mayores del dos por ciento en peso del cemento puede reducir la resistencia del concreto en más de 20 por ciento.

Las algas presentes en el agua de la mezcla pueden reducir mucho la resistencia por la vía de reducir la adherencia entre el cemento y los agregados o introduciendo una gran cantidad de aire en el concreto.

(Federico Gonzáles Sandoval, 2004, p.29).

## **B. pH del mucílago de tuna**

El nopal es una planta que sobrevive solo con el agua de lluvia, pero cuando se somete a cultivo, es necesario una mayor cantidad de agua para obtener mayor producción. El nopal (*Opuntia ficus-indica*) requiere una emisión constante de brotes, por lo que sus requerimientos de agua por la planta, también son mayores. Durante los meses de sequía es importante dar riegos ligeros.

El nopal requiere para su cultivo, suelo de origen calcáreo, de textura franca que presente buen drenaje y permeabilidad con pH de 6.5 a 9.5 y con pendientes fuertes.

### **Tabla 2**

#### *Composición Química del Mucílago*

<b>COMPONENTE QUIMICO</b>	<b>NOPAL</b>
Agua (%)	95
pH	4.6
Proteína (%)	1.5
Grasa (%)	0.4
Fibra (%)	1.5
Carbohidratos totales (%)	5.0
Vitamina C (mg/100g)	22.0
B-caroteno (mg/100g)	31.0
Niacina (mg/100g)	0.46
Tiamina (mg/100g)	0.14
Riboflavina (mg/100g)	0.6

Calcio (mg/100g)	110.0
Fosforo (mg/100g)	20.0
Hierro (mg/100g)	1.9

*Fuente: Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, 1998, p.146).*

Como se observa en la Tabla 1, los nopales están constituidos principalmente de agua, carbohidratos, proteínas, minerales y cantidades moderadas de vitaminas. Debido a que el nopal presenta metabolismo ácido crasuláceo (planta MAC), presentan pH más ácido que el resto de los vegetales. (Comisión de Estudios Ambientales C.P. e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1992, p.95).

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **A. A NIVEL SOCIAL**

- La necesidad de aditivos en las zonas rurales, conllevó a estudiar aditivos naturales como el mucílago de tuna en determinados porcentajes para ser utilizados en el ámbito de la construcción.
- Debido a las deficiencias que se puede generar en el concreto tradicional, se ha recopilado información realizada de manera experimental por diferentes investigadores, para mejorar la resistencia en las estructuras, con un producto natural no contaminante.

## **B. A NIVEL TECNOLÓGICA**

- De acuerdo a los resultados del comportamiento del mucílago de tuna, tendrá como beneficiarios a la población, los estudiantes y profesionales que tengan cierto interés en cuanto a mejorar la industria de la construcción, en virtud de ello servirá para futuras investigaciones que demuestren afinidad por el tema tratado.

### **PROBLEMA**

A pesar del tiempo, el concreto es un factor clave en la industria de la construcción de nuestro país, siendo empleado en muros de contención, cimentaciones, columnas, etc. La necesidad de que se adquiriera una resistencia alta por sus múltiples usos, es razón suficiente para mejorar el concreto con la incorporación de un aditivo natural en este caso mucílago de tuna, en su manera convencional sin variar ni modificar la mezcla de cemento, agua y agregados.

Según la Cámara Peruana de la Construcción en el año 2018, “En Perú el 80% de viviendas son construcciones informales y de ese porcentaje, la mitad son altamente vulnerables a un terremoto de alta intensidad. En las zonas periféricas de las ciudades esta cifra llega al 90%”. Quiere decir la mayoría de viviendas en el Perú, son construidas de manera irregular el cual puede ocasionar tarde o temprano fallas estructurales, y posiblemente ante un desastre natural de gran magnitud podría ser fatal tanto en lo social como en lo económico.

En la sierra Ancashina las construcciones están basadas en lo tradicional, es por ello que, de acuerdo a los ensayos realizados por los investigadores, se obtiene que

adicionando un aditivo natural mejorara la resistencia del concreto en las viviendas y así tengan una mayor resistencia ante cualquier sismo. Asimismo, la adición del mucílago de tuna cuenta con ciertos beneficios en la construcción como protección del frio y la humedad del ambiente.

Según el INEI el 56.4% representa a las viviendas con material noble (bloques de cemento, ladrillo), lo restante representa a las viviendas particulares de adobe y piedra en barro, lo cual se encuentran mayormente en la sierra peruana.

Este proyecto de investigación trata de mejorar las construcciones tradicionales, cuyo factor que está afectando a la resistencia son la relación Agua – Cemento y la edad, o el grado a que haya progresado la hidratación, así como a la adherencia del concreto con el acero. Las adiciones del mucílago mejorarían la durabilidad del concreto al disminuir el transporte de agua dentro de la mezcla y aumenta la resistencia, por lo que el uso de aditivo natural mejora las propiedades del concreto y extienden su vida útil.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

**¿De qué manera la incidencia comparativa del uso del Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) tendrá beneficios en las resistencias referidas del concreto?**

## **CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

### **A. VARIABLE**

Mucílago de Tuna y Resistencia a la Compresión.

## **B. DEFINICIÓN CONCEPTUAL**

- **Mucílago de tuna:** Sustancia gomosa, espesa y proporciona al cactus la capacidad natural de almacenar grandes cantidades de agua.
- **Resistencia a la compresión:** Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo.

## **C. DIMENSIONES**

- Analizar los resultados de laboratorio.
- Elaborar curvas estadísticas.
- Interpretar los resultados de laboratorio de la resistencia.

## **D. INDICADORES**

- pH.
- Fluorescencia de Rayos X.
- Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).



## E. RESUMEN DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Mucílago de Tuna	Es una sustancia gomosa, espesa y proporciona al cactus la capacidad natural de almacenar grandes cantidades de agua.	Analizar los resultados de laboratorio Elaborar curvas estadísticas	pH Fluorescencia de Rayos X
Resistencia a la compresión del concreto	Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo.	Interpretar los resultados de laboratorio de la resistencia	Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm <sup>2</sup> )

## HIPÓTESIS

En la presente investigación, no aplicará la formulación de hipótesis por ser una Investigación Descriptiva con enfoque cualitativo.

## OBJETIVOS

### B. OBJETIVO GENERAL

Determinar el estudio comparativo de los resultados de la resistencia referidas al concreto adicionando mucílago de tuna (*Opuntia Ficus*).

### C. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los resultados de laboratorio del estudio de Fluorescencia de Rayos X y pH realizado al mucílago de tuna.

- Interpretar los resultados de cada ensayo para determinar la resistencia a compresión.
- Elaborar curvas estadísticas para establecer los resultados obtenidos de resistencia en los laboratorios por los investigadores.

## II. METODOLOGÍA

### TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es Descriptiva Comparativa ya que consiste en la recolección de dos o más muestras, teniendo como propósito la observación de las variables.

### POBLACIÓN Y MUESTRA

**Población:** Los resultados obtenidos por los investigadores mediante ensayos en laboratorio servirán para la solución de problemas en el ámbito de la construcción, de acuerdo a las proporciones mínimas necesarias del mucílago de tuna que garanticen una mejor resistencia a la compresión del concreto, brindando así un nuevo material natural accesible para la población. Los ensayos que se realizaron para determinar la resistencia a la compresión del concreto fueron de manera experimental, cada cual, con una determinada cantidad de probetas a una adición específica del mucílago de tuna, comparadas con el concreto patrón.

Los distintos resultados se enfocan como meta principal para analizar e interpretar los resultados de las resistencias de un conjunto de probetas mediante una curva estadística.

**Muestra:** Se efectuó el estudio de acuerdo a los resultados que se obtuvo mediante evaluación de diferentes investigadores, es decir, está constituida por 3 diferentes casos, estos fueron tomados para determinar diferentes factores:

pH, Fluorescencia de rayos X y Resistencia a la Compresión del concreto el cual se realizaron mediante el análisis de 9 probetas por cada proporción añadida de mucílago de tuna de acuerdo a los 7, 14 y 28 días de curado.

Siendo los siguientes trabajos:

- ✓ “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”

Autor: Ramos Vásquez, Jhosselyn Cristina.

Universidad César Vallejo – Sede Nuevo Chimbote.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil – 2017.

- ✓ “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación”.

Autor: Villaca Terrones, Katherine Elizabeth.

Universidad San Pedro – Sede Chimbote.

Trabajo de Investigación – 2016.

- ✓ “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus- Indica) en la resistencia a compresión del concreto”.

Autor: Primo Cubas, Cristina Jhoani.

Universidad Nacional de Cajamarca.

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil – 2014.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN:**

- Para la obtención de información se empleó la técnica de análisis documental y análisis comparativo.
- Se evaluó las tesis de distintos investigadores que cuenten con el estudio del pH y/o fluorescencia de rayos X, el cual ayudó significativamente en la investigación para saber cuál es la composición química que presenta el Mucílago de Tuna.
- Se determinó y se evaluó los resultados de la resistencia a la compresión del concreto.
- Los datos del estudio realizados se registraron en la “Ficha Técnica”, que se usó como instrumento de análisis para la recolección de resultados de ensayos y pruebas referidas.
- Con la revisión y aceptación de los datos se realizó las curvas estadísticas.

## **PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACION EJECUTADA:**

- Se revisó y elaboró los datos registrados en la Ficha de Técnica, mediante el programa “Excel”.
- Se validó los resultados con un Ingeniero Civil colegiado, con experiencia en el tema expuesto.
- Para analizar los datos mediante curvas estadísticas, se desarrolló mediante el programa “Excel”.

### III. RESULTADOS

**Tabla 3:**

*Ensayos determinando el pH y Fluorescencia de Rayos X al Mucílago de Tuna.*

<b>pH</b>		5.39	
<b>FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>	Óxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	71.88	mg/kg
	Óxido de Calcio (CaO)	196	mg/kg
	Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	93.56	mg/kg
	Óxido de Magnesio (MgO)	74.4	mg/kg
	Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	182	mg/kg

**Fuente:** Tesis: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”.

Se muestra en la Tabla 3, los resultados de ensayos pH y los ensayos de Fluorescencia de Rayos X, los cuales fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

**Tabla 4:**

*Ensayos determinando el pH y Fluorescencia de Rayos X al Mucílago de Tuna.*

<b>pH</b>		4.81	
<b>FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>	Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	72.4	mg/kg
	Óxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	97.7	mg/kg
	Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	92.63	mg/kg
	Óxido de Calcio (CaO)	187	mg/kg
	Óxido de Magnesio (MgO)	74.4	mg/kg
	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	61.5	mg/kg
	Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	95.2	mg/kg
	Óxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	<0.01	mg/kg

**Fuente:** Tesis: “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del río Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación”

Se muestra en la Tabla 4, los resultados de ensayos pH que fueron realizados en el laboratorio COLECBI S.A.C. – Chimbote y los ensayos de Fluorescencia de Rayos X realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

**Tabla 5:**

*Ensayos determinando el pH y Fluorescencia de Rayos X al Mucílago de Tuna.*

pH	5.49	
<b>FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>	Óxido de Calcio (CaO)	59.028 %
	Óxido de Magnesio (MgO)	31.105 %
	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	7.385 %
	Peróxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.085 %
	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	0.553 %
	Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	0.195 %
	Óxido de Manganeso (MnO <sub>2</sub> )	0.312 %
	Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.258 %
	Óxido de Zinc (ZnO)	0.092 %
	Óxido de Estroncio (SrO)	0.025 %
Óxido de Cobre (CuO)	0.017 %	

**Fuente:** Tesis: “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento – 2018”.

Se muestra en la Tabla 5, los resultados de ensayos pH que fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo y los ensayos de Fluorescencia de Rayos X realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

**Tabla 6:**

*Resistencia promedio del concreto en kg/cm<sup>2</sup> obtenidos a los 7, 14 y 28 días, con adición de mucílago de Tuna al 1%, 1.5 % y 2%.*

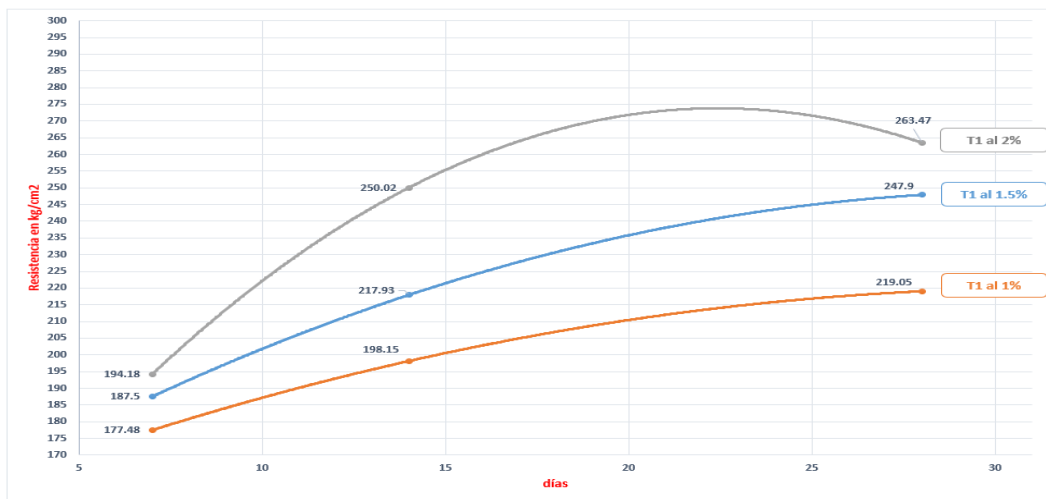
DÍAS	Al 1%	Al 1.5%	Al 2%
7	177.48	187.5	194.18
14	198.15	217.93	250.02
28	219.05	247.9	263.47

**Fuente:** Tesis: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”.

Se muestra en la Tabla 6, las resistencias promedio del concreto obtenidos a los 7, 14 y 28 días, con adición de Mucílago de Tuna al 1%, 1.5 % y 2%, con ello será posible realizar la construcción del gráfico de líneas de tendencia.

**Figura 2:**

*Líneas de Tendencias de la resistencia promedio del concreto obtenidos a los 7, 14 y 28 días con adición de mucílago de Tuna al 1%, 1.5 % y 2%.*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la Tesis: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”.



En el Figura 2, se aprecia en el eje horizontal el tiempo a los 7, 14, 28 días y en el eje vertical la resistencia promedio con diferentes dosificaciones 1%, 1.5%, 2% de mucílago de tuna.

**Tabla 7:**

*Resistencia promedio del concreto en kg/cm<sup>2</sup> obtenidos a los 7, 14 y 28 días, con 0.25gr. de adición de mucílago de Tuna.*

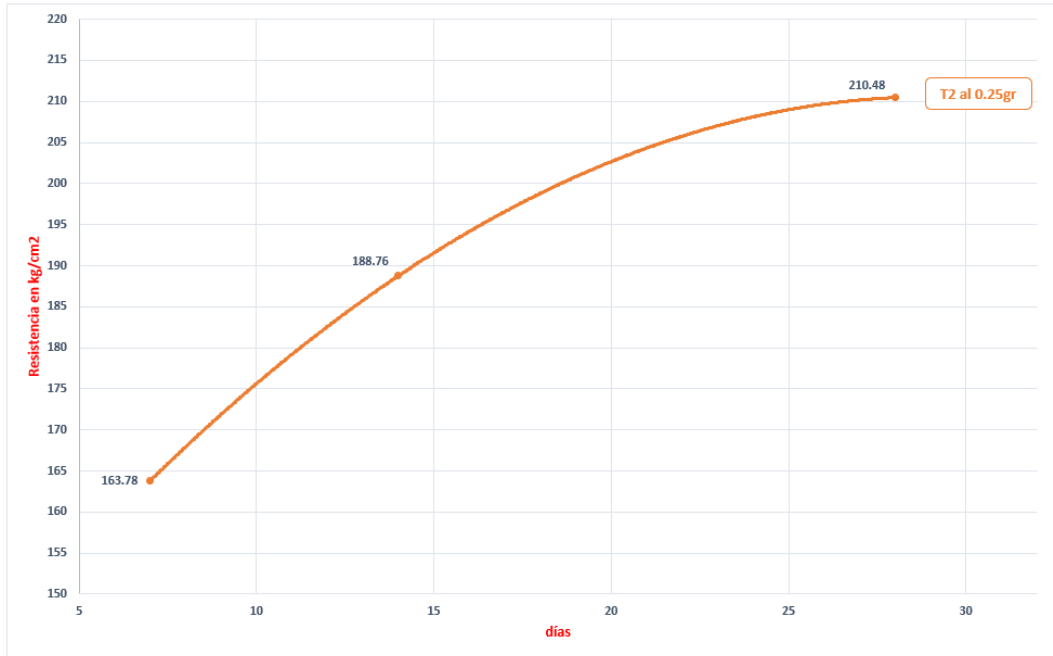
<b>DÍAS</b>	<b>A 0.25 gr</b>
<b>7</b>	163.78
<b>14</b>	188.76
<b>28</b>	210.48

*Fuente:* Tesis: “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación”

Se muestra en la Tabla 7, las resistencias promedio del concreto obtenidas a los 7, 14 y 28 días, con 0.25gr. de adición de Mucílago de Tuna, con ella será posible realizar la construcción del gráfico de líneas de tendencia.

**Figura 03:**

*Líneas de Tendencias de la resistencia promedio del concreto obtenidas a los 7, 14 y 28 con 0.25 gr. de adición de mucílago de Tuna.*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la Tesis: “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación”.

En el Figura 3, se aprecia en el eje horizontal el tiempo a los 7, 14, 28 días y en el eje vertical la resistencia promedio con 0.25g de mucílago de tuna.

**Tabla 8:**

*Resistencia promedio del concreto en kg/cm2 obtenidas a los 7, 14 y 28 días, con adición de mucílago de Tuna al 1%, 3 % y 5%.*

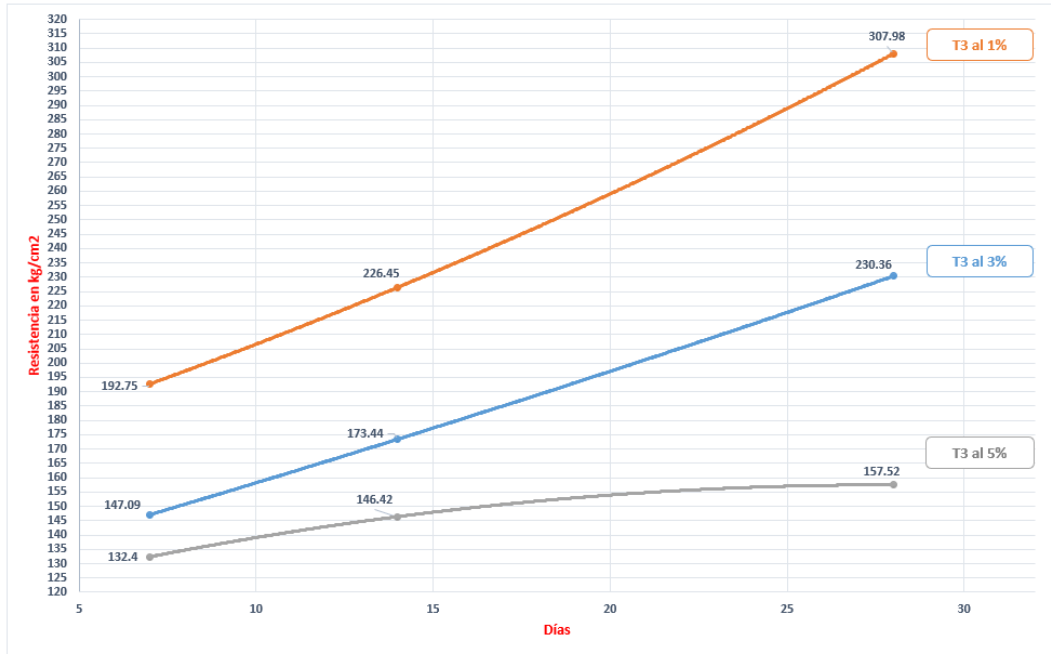
<b>DÍAS</b>	<b>Al 1%</b>	<b>Al 3%</b>	<b>Al 5%</b>
<b>7</b>	192.75	147.09	132.4
<b>14</b>	226.45	173.44	146.42
<b>28</b>	307.98	230.36	157.52

*Fuente:* Tesis: “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto”

Se muestra en la tabla 7, las resistencias promedio del concreto obtenidos a los 7, 14 y 28 días, con un porcentaje de Mucílago de Tuna al 1%, 3 % y 5%, con ella será posible realizar la construcción del gráfico de líneas de tendencia.

**Figura 4:**

*Líneas de Tendencias de la resistencia promedio del concreto obtenidas a los 7, 14 y 28 con adición de mucílago de Tuna al 1%, 3 % y 5%.*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de la Tesis: “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia Ficus-Indica*) en la resistencia a compresión del concreto”.

En el Figura 4, se aprecia en el eje horizontal el tiempo a los 7, 14, 28 días y en el eje vertical la resistencia promedio con diferentes dosificaciones 5%, 3%, 1% de mucílago de tuna.

**Tabla 9:**

*Resistencias promedio del concreto en kg/cm<sup>2</sup> obtenidas a los 7, 14 y 28 días, con adición de mucílago de Tuna de las tesis de cada estudio.*

<b>DÍAS</b>	<b>TESIS</b>	<b>RESISTENCIA</b>
<b>7</b>	T1 al 1%	177.48
	T1 al 1.5%	187.50
	T1 al 2%	194.18
	T2 a 0.25gr.	163.78
	T3 al 1%	192.75
	T3 al 3%	147.09
	T3 al 5%	132.40
<b>14</b>	T1 al 1%	198.15
	T1 al 1.5%	217.93
	T1 al 2%	250.02
	T2 a 0.25gr.	188.76
	T3 al 1%	226.45
	T3 al 3%	173.44
	T3 al 5%	146.42
<b>28</b>	T1 al 1%	219.05
	T1 al 1.5%	247.9
	T1 al 2%	263.47
	T2 a 0.25gr.	210.48
	T3 al 1%	307.98
	T3 al 3%	230.36
	T3 al 5%	157.52

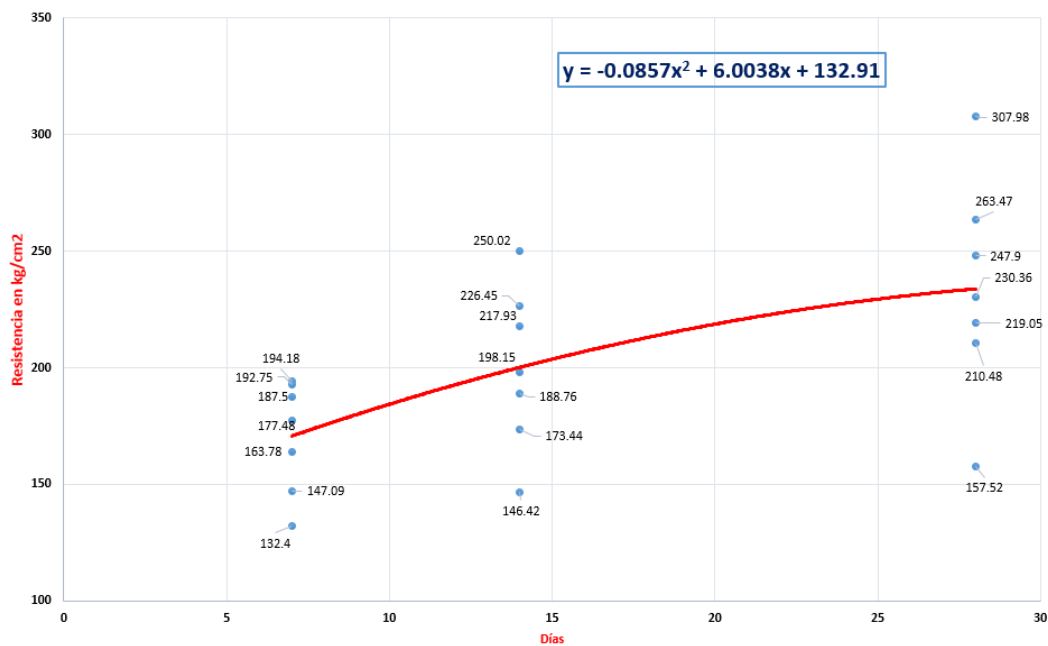
**Fuente:** Tesis (T1): “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”, Tesis (T2): “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del río Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación” y Tesis (T3): “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto”

La tabla 8, corresponde a las resistencias promedios del concreto obtenidas a los 7, 14 y 28 días, de las 3 tesis de estudio, con ella será posible realizar la construcción del

gráfico de líneas de tendencia de la curva óptima; el cual representa la mejor curva de la evolución de una tendencia al cual está orientado los promedios de las resistencias obtenidas en cada tesis de estudio, siendo de gran importancia para predecir los posibles resultados que se obtengan al realizar estudios de adición de mucílago de tuna en la elaboración de concreto.

**Figura 5:**

*Representación de la Curva Óptima a partir de las resistencias promedios del concreto obtenidas a los 7, 14 y 28 días de las tesis de estudio.*

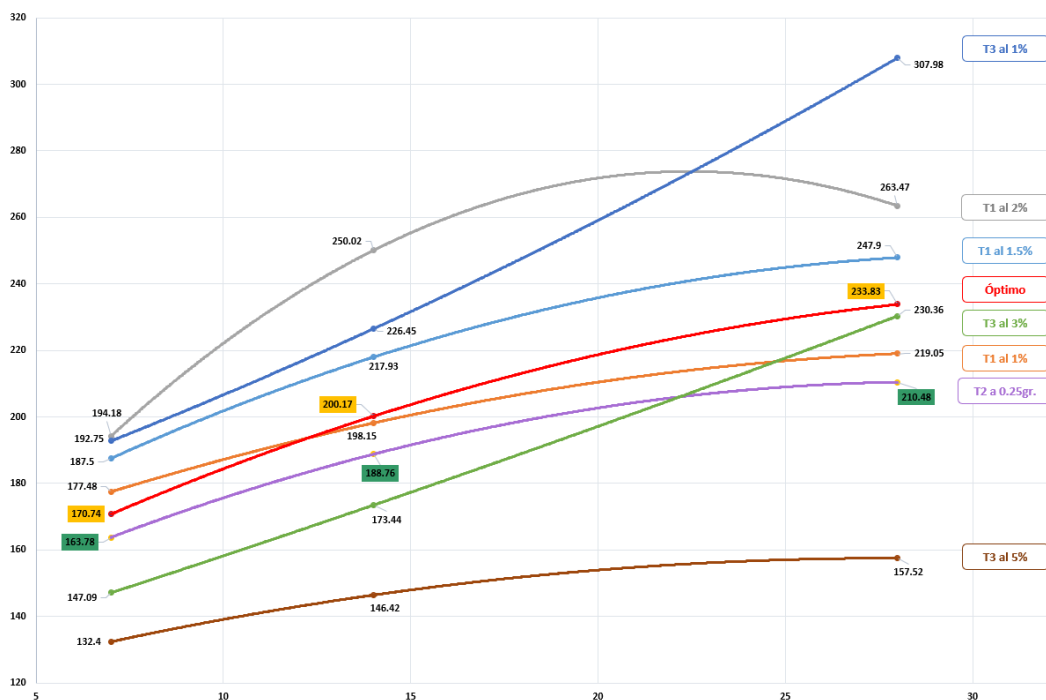


**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las Tesis (T1): “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto f’c=210kg/cm<sup>2</sup> con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”, Tesis (T2): “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación” y Tesis (T3): “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto”

En el Figura 5, se aprecia en el eje horizontal el tiempo a los 7, 14, 28 días y en el eje vertical la resistencia promedio obtenido en dichos días.

**Figura 6:**

*Líneas de tendencias de las resistencias promedio obtenidas a los 7, 14 y 28 días de las tesis de estudio, incluyendo la curva óptima.*



**Fuente:** Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de las Tesis (T1): “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”, Tesis (T2): “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación” y Tesis (T3): “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresión del concreto”

En el Figura 6, se aprecia en el eje horizontal el tiempo a los 7, 14, 28 días y en el eje vertical la resistencia promedio con diferentes dosificaciones de mucílago de tuna.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Del análisis de pH realizado y la fluorescencia de rayos X en las 3 investigaciones se determinó que según la Tabla 3, se tiene que el mucílago de tuna de la Tesis: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”; presenta un pH de 5.39 lo que según nuestros antecedentes teóricos lo catalogan como un pH neutro. Asimismo, se determinó en su análisis de Fluorescencia de Rayos X que el Mucílago de Tuna presenta los principales componentes químicos del cemento como son: Oxido de Silicio con 71.88 mg/kg, Oxido de Calcio con 196 mg/kg, Óxido de Hierro con 93.56 mg/kg y Oxido de Magnesio con 74.40 mg/kg.

Del análisis de pH realizado en las 3 investigaciones se determinó que según la Tabla 4, se tiene que el mucílago de tuna de la Tesis: “Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucílago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación”; presenta un pH de 4.87 lo que según nuestros antecedentes teóricos lo catalogan como un pH neutro. Asimismo, se determinó que, el Mucílago de Tuna presenta los principales componentes químicos del cemento como son: Oxido de Silicio con 72.40 mg/kg, Oxido de Aluminio con 97.70 mg/kg, Oxido de Hierro con 92.63 mg/kg, Oxido de Calcio con 187 mg/kg y Oxido de Magnesio con 74.40 mg/kg.

Del análisis de pH realizado en las 3 investigaciones se determinó que según la Tabla 5, se tiene que el mucílago de tuna de la Tesis: “Comparación de la resistencia a



compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento – 2018”; presenta un pH de 5.49 lo que según nuestros antecedentes teóricos lo catalogan como un pH neutro. Asimismo, se determinó que, el mucílago de tuna presenta los principales componentes químicos del cemento como son: Oxido de Calcio con 59.028%, Oxido de Magnesio con 31.105%, Oxido de Manganeso con 0.312%.

**Análisis del Figura 02:** La resistencia promedio del concreto con porcentajes 1%, 1.5% y 2% de Mucílago de Tuna alcanzada a los 7 días es de 186.39 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se observa que los valores obtenidos para los 3 tipos de porcentajes son superiores al valor esperado según la norma ASTM-C-39, el cual señala que la resistencia a los 7 días debería alcanzar en promedio el 67% de  $f'c$ , lo cual hace un valor aproximado de 140 kg/cm<sup>2</sup>. También nos indica la norma ASTM-C-39 que a los 14 días debería alcanzar en promedio el 86% de  $f'c$ , lo cual hace un valor aproximado de 180 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que lo valores obtenidos para los 3 tipos de muestras es de 222.03 kg/cm<sup>2</sup>, superior al valor esperado. A su vez a los 28 días deberíamos alcanzar un valor promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para los 3 tipos de muestras son de 243.47 kg/cm<sup>2</sup>, superior al valor normativo. Asimismo, se observa en la gráfica que existe una relación en la adición de mucílago de tuna con la resistencia del concreto, obteniendo la mayor resistencia promedio de 263.47 kg/cm<sup>2</sup> con una adición del 2% de mucílago a los 28 días, según las condiciones referidas en la tesis fuente.

**Análisis del Figura 03:** Según la norma ASTM-C-39, la resistencia a los 7 días debería alcanzar en promedio el 67% de  $f'c$ , lo cual hace un valor aproximado de 140

kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la muestra es superior al valor esperado.

También nos indica que a los 14 días debería alcanzar en promedio el 86% de  $f^c$ , lo cual hace un valor aproximado de 180 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la muestra es superior al valor esperado.

A su vez a los 28 días deberíamos alcanzar un valor promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la muestra es superior al valor esperado.

Así también se observa en la gráfica que existe un margen de diferencia mínimo de la resistencia promedio a los 28 días, según las condiciones referidas en la tesis fuente, con respecto a lo que indica la norma.

**Análisis del Figura 4:** Según la norma ASTM-C-39, la resistencia a los 7 días debería alcanzar en promedio el 67% de  $f^c$ , lo cual hace un valor aproximado de 140 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que solo los valores obtenidos para las muestras con 1% y 3% de adición de mucílago superan el valor esperado.

También nos indica que a los 14 días debería alcanzar en promedio el 86% de  $f^c$ , lo cual hace un valor aproximado de 180 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que solo el valor obtenido para la muestra con 1% de adición de mucílago supera el valor esperado.

A su vez a los 28 días deberíamos alcanzar un valor promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que solo los valores obtenidos para las muestras con 1% y 3% de adición de mucílago superan el valor esperado.

Así también, se observa en la gráfica que existe una relación en la adición de mucílago de tuna con la resistencia del concreto, lo que indica que a mayor porcentaje de adición de mucílago la resistencia del concreto disminuye, según las condiciones referidas en la tesis fuente, se obtiene la mayor resistencia promedio de 307.98 kg/cm<sup>2</sup> con una adición del 1%.

**Análisis del Figura 05:** Al realizar la regresión polinomial y modelándolo como un polinomio de grado 2, tomando como variable independiente los días y dependiente la resistencia alcanzada por cada muestra, se obtiene la ecuación de la curva óptima para las muestras de estudio:  $y = -0.0857x^2 + 6.0038x + 132.91$

Tomando como base la ecuación de la curva, se halla las resistencias que alcanzaría a los 7 días (170.74 kg/cm<sup>2</sup>), a los 14 días (200.17 kg/cm<sup>2</sup>) y a los 28 días (233.83 kg/cm<sup>2</sup>).

Según la norma ASTM-C-39, la resistencia a los 7 días debería alcanzar en promedio el 67% de f<sup>'</sup>c, lo cual hace un valor aproximado de 140 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la curva óptima es superior al valor esperado.

También nos indica que a los 14 días debería alcanzar en promedio el 86% de f<sup>'</sup>c, lo cual hace un valor aproximado de 180 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la curva óptima es superior al valor esperado.

A su vez a los 28 días deberíamos alcanzar un valor promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a lo que se observa que los valores obtenidos para la curva óptima es superior al valor esperado.

**Análisis del Figura 6:** Al agregar la curva óptima a la gráfica de las Líneas de tendencias de las resistencias promedios obtenidas a los 7, 14 y 28 días de las tesis de

estudio, se observa que la Tesis 1, con adición de 1.5% y 2% y la Tesis 3 con adición del 1% de mucílago de Tuna, alcanzan un valor superior de resistencia a los 28 días con respecto al valor óptimo.

A su vez acercándose al valor óptimo a los 28 días, se encuentra la Tesis 3 con adición del 3% y la tesis 1 con adición del 1% de mucílago de Tuna.

También encontramos que la Tesis 2 con 0.25gr y la Tesis 3 al 5% de mucílago de Tuna se alejan del valor óptimo esperado.

## V. CONCLUSIONES

De la evaluación realizada a las Tesis referente al valor del pH del mucílago de tuna, se concluye que, en la Tesis: “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento – 2018”, cuenta un valor de pH correspondiente a 5.49, no afectando su adición en la elaboración del concreto.

De la evaluación realizada a las Tesis, referente al ensayo de Fluorescencia de Rayos X se concluye que, en la Tesis: “Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucílago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento – 2018”, a pesar que cuenta con los componentes del cemento, se evidencia que existen varios componentes como: Oxido de Potasio ( $K_2O$ ), Peróxido de Fósforo ( $P_2O_5$ ), Cloruro ( $Cl^-$ ), Trióxido de Azufre ( $SO_3$ ), Oxido de Manganeso ( $MnO_2$ ), Trióxido de Hierro ( $Fe_2O_3$ ), Oxido de Zinc ( $ZnO$ ), Oxido de Estroncio ( $SrO$ ) y Oxido de Cobre, los cuales no son recomendables para la elaboración del concreto, debido a que las reacciones de dichos minerales provocan la expansión del concreto.

De acuerdo a la evaluación realizada a las Tesis, tomando en cuenta la curva óptima de la gráfica de líneas de tendencia de las resistencias promedios obtenidas a los 7, 14 y 28 días, se concluye que la Tesis: “Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”, con adición a 1.5% y 2% de Mucilago de Tuna y la Tesis: “Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (*Opuntia Ficus-Indica*) en la resistencia a compresión del

concreto” con adición del 1% de Mucílago de Tuna, alcanzan un valor superior de resistencia a los 28 días con respecto al valor óptimo.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a los análisis realizados al mucílago de tuna, se muestra que no existe diferencia significativa del pH en cuanto a la topografía del lugar y estación climática, ya que se obtiene un valor favorable, en este caso “neutro” para un uso adecuado en la elaboración del concreto, por lo tanto, se recomienda que en futuros estudios se prioricen otros tipos de ensayos ya que, se evidencia que el pH del Mucilago de Tuna es neutro no afectando la composición del concreto.

De acuerdo al análisis de la composición química del cemento, se recomienda evaluar y/o analizar los tipos de minerales que contiene el mucílago de tuna, ya que se evidencia la variación de la composición según el tipo de estación climática, especie, edad y topografía del lugar de origen en los resultados de ensayos de Fluorescencia de Rayos X, por lo tanto, se deberá tener en cuenta antes de realizar cualquier ensayo.

Se determina que a mayor porcentaje de mucílago de tuna no necesariamente se logrará mejorar la resistencia del concreto, por consiguiente, se recomienda realizar la evaluación de acuerdo a lo obtenido en la curva óptima.

Se recomienda realizar un estudio de los agregados usados para determinar si existe incidencia entre el agregado usado y el mucílago de tuna en la resistencia del concreto, ya que según lo evaluado no necesariamente se cumple que, a mayor porcentaje de mucílago de tuna, aumenta la resistencia del concreto.

## VII. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy gracias a Dios por darme salud, solidez y sabiduría a lo largo de mis estudios universitarios, por darme cordura para culminar este proyecto, porque es mi guía, mi apoyo celestial para forjar mi camino dirigido por un rumbo correcto, y que siempre está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a salir victoriosa de mis caídas.

A mis padres Adelina y Walter, quienes me han apoyado con sacrificio y me dieron la oportunidad de estudiar la carrera universitaria que me fascina, por el esfuerzo, amor, apoyo, dedicación, y orientación que me brindaron a través de estos años, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida, siempre supieron darme energías para no rendirme y salir adelante.

Para el mejor novio del mundo, Luis Alberto Arrascue Bazán, quien estuvo a mi lado brindándome su apoyo, comprensión, paciencia y tiempo. No fue sencillo, pero siempre estuviste a mi lado para darme ánimos, motivándome a continuar, tu ayuda fue fundamental para concluir el desarrollo de esta tesis, gracias por todo lo bueno y maravilloso que pasamos juntos.

A mis hermanos quienes han sido mi fortaleza en toda mi formación académica, a cada uno de ellos que han aportado grandes cosas en mi vida, de los cuales tengo unos sobrinos maravillosos, a mi tío Cesar Vergaray Aguilar quien ha sido un apoyo en mi carrera, por su ayuda, su compromiso, le doy un agradecimiento infinito porque fue mi ángel cuando más lo necesite. A toda mi familia en general, que me brindaron su



confianza en mi persona, dándome su apoyo incondicional para culminar con éxito este proyecto.

#### A LA MEMORIA

De mi abuelita, Esther Aguilar Cerna quien siempre estuvo cerca de mí, y hoy es una estrella que guía mi camino, mi segunda madre, la mejor de todas las heroínas, quien supo endulzar con amor mi vida, a quien extraño demasiado y vivirá por siempre en mi corazón.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)*. Lima, Perú: San Marcos.
- Ramos Vásquez, J. C. (2017). *Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash - 2017* (Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote, Perú.
- Villaca Terrones, K. E. (2016). *Resistencia a la compresión del concreto utilizando agua de río negro - Olleros - Huaraz, incorporando 0.25 gr. de Mucilago de Tuna (Opuntia Ficus) para su clarificación* (Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.
- Primo Cubas, C. J. (2014). *Efecto de la adición de extracto de paleta de Tuna (Opuntia Ficus - Indica) en la resistencia a compresión del concreto* (Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Huerto Espinoza, W. M. (2018). *Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  $f'c=450$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando el 4% y 6% de mucilago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento* (Tesis de Pregrado en Ingeniería Civil). Universidad San Pedro, Huaraz, Perú.
- AC Arquitectos (2018). *La Construcción Informal en el Perú*. Recuperado de [https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20CAPECO%20\(2018\)%20%E2%80%9CEn,un%20terremoto%20de%20alta%20intensidad.&text=Seg%C3%BAAn%20Felipe%20Garc%C3%ADa%20Bedoya%2C%20director,se%20da%20en%20nuestro%20pa%C3%ADs.](https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20CAPECO%20(2018)%20%E2%80%9CEn,un%20terremoto%20de%20alta%20intensidad.&text=Seg%C3%BAAn%20Felipe%20Garc%C3%ADa%20Bedoya%2C%20director,se%20da%20en%20nuestro%20pa%C3%ADs.)
- González Sandoval, Federico (2004). *Manual de Supervisión de Obras de Concreto*. México, D.F.: Editorial Limusa S.A.

- Gerencia Regional Agraria la Libertad (2009). *Cultivo de Tuna (Opuntia ficus indica)*. Trujillo, Perú. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20TECNICO%20DE%20TUNA.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares, acceso a servicios básicos*. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)
- Hernández, E. (2018). Uso de Aditivos Naturales en Materiales de Construcción - Una Revisión Los Aditivos. *Revista Arquitectura (UNI)*, 8 (6). Recuperado de: <https://www.camjol.info/index.php/arquitectura/article/download/9213/10406/31921>.
- Agencia Informativa Conacyt (2018). *Mucílago de nopal mejora propiedades del concreto*. Recuperado de <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/materiales/21197-mucilago-nopal-propiedades-concreto>
- Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto* (pp. 34). Lima, Perú: Capítulo Peruano ACI.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. y Velazco, G. (2014). *Manual del Concreto Estructural*. Venezuela, Caracas: PAG Marketing Soluciones.
- Rodríguez Mellado J.M., Marín Galvín R. (1999). *Fisicoquímica de Aguas*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Rodríguez González, S., Martínez Flores, H., Órnelas Nuñez J. y Garnica Romo M. (2016). Optimización de la Extracción del Mucílago de Nopal (*Opuntia ficus-indica*). *XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*. Recuperado de: <https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/III/carteles/CIII-71.pdf>

- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del Concreto y del Mortero* (pp. 22-23). Santafé de Bogotá, Colombia: Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Ramírez Arellanes, S., Cano-Barrita, P. F. de J., Julián Caballero, F. y Gómez Yáñez, C. (2012). Propiedades de durabilidad en hormigón y análisis microestructural en pastas de cemento con adición de mucilago de nopal como aditivo natural. *Materiales de Construcción*, 62, 307, 327-341, pp. 1-15. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/d676/fccacb56da2d73b0fb4c106a2a593a141ccc.pdf>
- Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo Colegio de Postgrado en Ciencias Agrícolas (1998). *V Reunión Nacional sobre sistemas de captación de lluvia*. Oaxaca, México. Recuperado de: [https://books.google.com.pe/books?id=Jt8qAAAAAYAAJ&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=Jt8qAAAAAYAAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Vargas Rodríguez, L., Arroyo Figueroa, G., Herrera Méndez, C. H., Pérez Nieto, A., García Vieyra, M. I. y Rodríguez Núñez, J. R. (2016). Propiedades Físicas del Mucilago de Nopal. *Acta Universitaria*, 26 (1), pp. 1-4. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/d676/fccacb56da2d73b0fb4c106a2a593a141ccc.pdf>
- Villagomez Izaguirre, M. (2000). *Cultive tunas y tendrá buenos ingresos*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Investigación Agraria. Recuperado de: [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1000/1/Villagomez-Cultive\\_tunas\\_y\\_tendr%c3%a1\\_buenos\\_ingresos.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1000/1/Villagomez-Cultive_tunas_y_tendr%c3%a1_buenos_ingresos.pdf)
- Díaz Blanco, Y., Menchaca Campos, C., Rocabruno Valdés, C. I. y Uruchurtu Chavarín, J. (2019). Influencia de un aditivo natural (mucílago de nopal) en las propiedades electroquímicas del acero de refuerzo del concreto. *Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* 9 (3), pp. 260 – 276.

## IX. ANEXOS

### CONSTANCIA DE VALIDACION

Quien suscribe, BRAYAN MIGUEL AZAÑEDO AZAÑEDO, con documento de identidad N° 71454543, de profesión Ingeniero Civil Colegiado con CIP 198101, ejerciendo la carrera profesional como Residente de Obra por Administración Directa en la Sub Región Pacifico.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el Instrumento de evaluación (Ficha Técnica), en el desarrollo de la investigación para la obtención del Título Profesional de la Bachiller KATHERINE ELIZABETH VILLACA TERRONES, del cual tiene como título de proyecto: "INCIDENCIA COMPARATIVA DEL USO DEL MUCILAGO DE TUNA (OPUNTIA FICUS) EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REFERIDAS DEL CONCRETO".

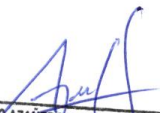
Luego de hacer las verificaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones:

N°	INDICADORES	VALORES			
		1	2	3	4
1	El instrumento presenta coherencia con el problema de investigación.				X
2	El instrumento evidencia el problema a solucionar.				X
3	El instrumento guarda relación con los objetivos propuestos en la investigación.				X
4	Los indicadores son los correctos para cada dimensión.				X
5	En general, el instrumento permite un manejo adecuado de la información				X

1= Deficiente 2= Bueno 3= Muy Bueno 4= Excelente

Promedio de Valoración:

Lugar y Fecha: Nuevo Chimbote, 18 de Setiembre del 2020

  
AZAÑEDO AZAÑEDO BRAYAN MIGUEL  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 198101  
Firma

DNI: 71454543  
Teléfono: 934803546  
CIP: 198101

Anexo 1. Ficha de Validación

FICHA TECNICA			
AUTOR			
TITULO DE TESIS			
AÑO			
UNIVERSIDAD			
CIUDAD			
INDICADORES			
ENSAYOS DEL MUCILAGO DE TUNA			
PH	RESULTADO		
	NOMBRE DE LABORATORIO		
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	RESULTADO (mg/kg)		
	NOMBRE DE LABORATORIO		
PORCENTAJES DE MUCILAGO DE TUNA A UTILIZAR EN EL ENSAYO		PRIMER %	SEGUNDO %
RESISTENCIA DEL CONCRETO			
NOMBRE DE LABORATORIO			
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 1			
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)			
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 2			
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)			
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 3			
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)			
CONCLUSIONES			
RECOMENDACIONES			

  
 AZANEDO AZANEDO BRAYAN MIGUEL  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N 198101

Anexo 2. Formato de Ficha Técnica

FICHA TECNICA				
AUTOR		Ramos Vásquez Jhosselyn Cristina		
TITULO DE TESIS		"Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Mucilago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017"		
AÑO		2017		
UNIVERSIDAD		Universidad Cesar Vallejo		
CIUDAD		Nuevo Chimbote		
INDICADORES				
ENSAYOS DEL MUCILAGO DE TUNA				
PH	RESULTADO	5.39		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad Nacional de Trujillo		
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	RESULTADO (mg/kg)	Oxido de Silice (SiO <sub>2</sub> )	Oxido de Calcio (CaO)	Oxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
		71.88	196	93.56
		Oxido de Magnesio (MgO)	Oxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	
	74.4	182		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad Nacional de Trujillo		
PORCENTAJES DE MUCILAGO DE TUNA A UTILIZAR EN EL ENSAYO		PRIMER %	SEGUNDO %	TERCER %
		1%	1.50%	2%
RESISTENCIA DEL CONCRETO				
NOMBRE DE LABORATORIO		Universidad Cesar Vallejo		
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 1		1%		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )		177.48	198.15	219.05
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 2		1.5%		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )		187.50	217.93	247.90
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 3		2%		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )		194.18	250.02	263.47
CONCLUSIONES		<p>* Las propiedades del mucilago de tuna contienen algunos de los componentes del cemento (óxido de silice, óxido de calcio, óxido de hierro, óxido de magnesio, óxido de sodio cal libre y óxido de azufre).</p> <p>* Al añadir el mucilago de tuna a un porcentaje de 1%, 1.5% y 2% mejora la resistencia a la compresión en relación a un concreto <math>f'c=210\text{ kg/cm}^2</math>.</p>		
RECOMENDACIONES		<p>* El gobierno local, regional y central deberían industrializar el mucilago de tuna, para mejorar la industria de la construcción y así, producir un aditivo natural.</p> <p>* Los investigadores deben enfocarse en el mucilago de tuna para sustituir al cemento ya que su composición química es muy semejante al del cemento.</p>		

  
 AZARREDO AZARREDO BRAYAN MIGUEL  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N. 198104

Anexo 3. Ficha Técnica Tesis 1

FICHA TECNICA				
AUTOR	Villaca Terrones Katherine Elizabeth			
TITULO DE TESIS	"Resistencia a la compresión de un concreto utilizando el agua del rio Negro - Olleros Huaraz incorporando 0.25 gr. de Mucilago de Tuna (Opuntia Ficus) para la clarificación"			
AÑO	2016			
UNIVERSIDAD	Universidad San Pedro			
CIUDAD	Chimbote			
INDICADORES				
ENSAYOS DEL MUCILAGO DE TUNA				
PH	RESULTADO	4.81		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Colecbi S.A.C.		
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	RESULTADO (mg/kg)	Oxido de Silicio (SiO2)	Oxido de Aluminio (Al2O3)	Oxido de Hierro (Fe2O3)
		72.4	97.7	92.63
		Oxido de Calcio (CaO)	Oxido de Magnesio (MgO)	Oxido de Potasio (K2O)
		187	74.4	61.5
	Oxido de Sodio (Na2O)	Oxido de Titanio (TiO2)		
	95.2	<0.01		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad Nacional de Trujillo		
PORCENTAJES DE MUCILAGO DE TUNA A UTILIZAR EN EL ENSAYO		PRIMER %	SEGUNDO %	TERCER %
		0.25 gr.	-	-
RESISTENCIA DEL CONCRETO				
NOMBRE DE LABORATORIO		Universidad San Pedro		
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 1		0.25 gr.		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		163.78	188.76	212.02
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 2		-		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		-	-	-
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 3		-		
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		-	-	-
CONCLUSIONES		* Al adicionar Mucilago de Tuna incrementa la resistencia a la compresión de acuerdo a los días de curado superando a la muestra patrón f'c=210 kg/cm2. * Adicionando Mucilago de Tuna desciende el peso de las probetas por su composición química así mismo clasificarse como polímero.		
RECOMENDACIONES		* Realizar un buen procedimiento en la elaboración de las probetas de concreto a fin de no dañar el incremento de su resistencia a la compresión. * Realizar diferentes mezclas con rangos mayores a 0.25 gr. para encontrar un mejor resultado y generar mejores beneficios.		

  
 AZANEDO AZANEDO BRAYAN MIGUEL  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N° 198101

Anexo 4. Ficha Técnica Tesis 2



FICHA TECNICA			
AUTOR		Cristina Jhoani Primo Cubas	
TITULO DE TESIS		"Efecto de la adiccion de extracto de paleta de Tuna (Opuntia Ficus-Indica) en la resistencia a compresion del concreto"	
AÑO		2014	
UNIVERSIDAD		Universidad Nacional de Cajamarca	
CIUDAD		Cajamarca	
INDICADORES			
ENSAYOS DEL MUCILAGO DE TUNA			
PH	RESULTADO	-	
	NOMBRE DE LABORATORIO	-	
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	RESULTADO (mg/kg)	-	-
		-	-
		-	-
	NOMBRE DE LABORATORIO	-	
PORCENTAJES DE MUCILAGO DE TUNA A UTILIZAR EN EL ENSAYO		PRIMER %	SEGUNDO %
		-	-
RESISTENCIA DEL CONCRETO			
NOMBRE DE LABORATORIO			
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 1		1%	
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		192.745	226.454
%		3%	
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		147.09	173.439
%		5%	
DIAS DE CURADO		7 DIAS	14 DIAS
f'c Promedio (Kg/cm2)		132.396	146.417
CONCLUSIONES		<p>* Adicionando 1% del extracto de la tuna, la resistencia asciende en un 21% en comparación a la resistencia patrón.</p> <p>* Adicionando 3% del extracto de la tuna, la resistencia desciende en un 10% en comparación a la resistencia patrón.</p> <p>* Adicionando 5% del extracto de la tuna, la resistencia desciende en un 38% en comparación a la resistencia patrón.</p>	
RECOMENDACIONES		<p>* Seguir con investigación de la tuna y efectos en propiedades mecánicas - físicas del concreto.</p> <p>* Evaluar económicamente para determinar si la paleta de la tuna es rentable.</p> <p>* Hacer otras investigaciones con otras adiciones orgánicas, que ayude aumentar la resistencia de las estructuras.</p>	

  
 AZANEDO AZANEDO BRAYÁN MIGUEL  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N 198104

Anexo 5. Ficha Técnica Tesis 3

FICHA TECNICA				
AUTOR	Huerto Espinoza William Manuel			
TITULO DE TESIS	"Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ adicionando el 4% y 6% de mucilago de tuna y superplastificante sika n290 al cemento"			
AÑO	2018			
UNIVERSIDAD	Universidad San Pedro			
CIUDAD	Huaraz			
INDICADORES				
ENSAYOS DEL MUCILAGO DE TUNA				
PH	RESULTADO	5.49		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad Nacional "Santiago Antunez de Mayolo"		
FLUORESCENCIA DE RAYOS X	RESULTADO (%)	Oxido de Calcio (CaO)	Oxido de Magnesio (MgO)	Oxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)
		59.028	31.105	7.385
		Peroxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Cloruro (Cl-)	Trióxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )
		1.085	0.553	0.195
		Oxido de Manganeso (MnO <sub>2</sub> )	Trióxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Oxido de Zinc (ZnO)
		0.312	0.258	0.092
		Oxido de Estroncio (SrO)	Oxido de Cobre (CuO)	
	0.025	0.017		
	NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad Nacional de Ingenieria		
PORCENTAJES DE MUCILAGO DE TUNA A UTILIZAR EN EL ENSAYO	PRIMER %	SEGUNDO %	TERCER %	
	4%	6%		
RESISTENCIA DEL CONCRETO				
NOMBRE DE LABORATORIO	Universidad San Pedro			
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 1	4%			
DIAS DE CURADO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
$f'c$ Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	331.48	377.73	464.25	
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 2	6%			
DIAS DE CURADO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
$f'c$ Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	334.35	387.62	472.59	
% DE MUCILAGO EN EL CONCRETO 3	-			
DIAS DE CURADO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	
$f'c$ Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	-	-	-	
CONCLUSIONES	<p>* El mucilago de tuna según su composición química es un material puzolánico, ya que contiene un 90.391% entre sus componentes (trióxido de hierro 0.258%, óxido de magnesio 31.105% y óxido de calcio 59.028%), de acuerdo a la norma ASTM C- 618, y componentes químicos como (trióxido de fosforo 1.085% y óxido de potasio 7.365%), los cuales afectan en la resistencia del concreto.</p> <p>* De acuerdo al resultado por la presencia de magnesios y calcios adicionando 6% y 4% de mucilago de tuna aumento la resistencia a los 28 días de curado en un 7.23% y 2.47% respectivamente.</p>			
RECOMENDACIONES	<p>* Reducir el porcentaje de Oxido de Potasio encontrado en la composición química del mucilago de tuna, por medio del proceso de lixiviación.</p> <p>* Prolongar los días de curado mayor a los 28 días, en un intervalo de (60-120) días de curado del concreto.</p> <p>* Utilizar máximo 6% de adición de mucilago de tuna, porque al utilizar porcentajes mayores, el valor del Ph es muy bajo (Ácido).</p>			

  
 AZANEDO AZANEDO BRAYAN MIGUEL  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP N 198104



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Influencia en las Propiedades Mecánicas de un Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con  
la Adición de Mucílago de Tuna, Chimbote, Ancash – 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

Ramos Vásquez, Jhosselyn Cristina

**ASESOR**

Mgtr. Erika Magaly Mozo Castañeda

**Línea de Investigación**

Administración y Seguridad de la Construcción

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017



**“AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU”**

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACION:**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO  
UTILIZANDO AGUA DE RIO NEGRO – OLLEROS – HUARAZ,  
INCORPORANDO 0.25 gr. DE MUCILAGO DE TUNA (*Opuntia  
ficus*) PARA SU CLARIFICACION.**

**ASESORES:**

- **CASTAÑEDA GAMBOA, ROGELIO FERMIN**
- **JULIAN BENITES, CESAR**
- **MONCADA SAUCEDO, SEGUNDO FRANCISCO**
- **SALAZAR SANCHEZ, DANTE ORLANDO**

**AUTOR:**

**VILLACA TERRONES KATHERINE ELIZABETH**

**CHIMBOTE – PERU**

**2016**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL



EFFECTO DE LA ADICIÓN DE EXTRACTO DE PALETA DE  
TUNA (*Opuntia Ficus-Indica*) EN LA RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO

# **TESIS**

Para Optar el Título Profesional de:

## **INGENIERO CIVIL**

Presentado por el Bachiller:

*Cristina Jhoani Primo Cubas*

Asesor:

*Ing. Jorge Mosqueira Ramírez*

CAJAMARCA, DICIEMBRE DE 2014

*Anexo 9. Portada Tesis 3*

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Comparación de la resistencia a compresión de un concreto  
 $f_c = 450 \text{ kg/cm}^2$  adicionando el 4% y 6% de mucilago de  
tuna y superplastificante sika n290 al cemento.**

**Tesis para optar el titulo de ingeniero civil**

**Autor:**

**Huerto Espinoza, William Manuel**

**Asesor:**

**Solar Jara, Miguel**

**Huaraz – Perú**

**2018**



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20200812-002

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : KATHERINE VILLACA TERRONES.  
DIRECCIÓN : AA.HH. Villa Mercedes Mz. F Lote 2 Nuevo Chimbote.  
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA  
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO  
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra.  
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En pote de plástico con tapa, cerrada.  
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-08-12  
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-08-12  
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-08-12  
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.  
CÓDIGO COLECBI : SS 200812-002

RESULTADOS

MUESTRA	ENSAYO
	pH
MUCÍLAGO DE TUNA	4,81

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :  
**Proporcionadas por el Solicitante (X)**      **Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías :      **SI ( )**      **NO ( X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, 13 de agosto del 2020.  
GVR/jms

LC-MP-HRIE  
Rev. 06  
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gerente de Laboratorio  
BIOLÓGICO MICROBIOLÓGICO  
L.S.P. 326  
COLECBI S.A.C.

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752  
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

Anexo 11. Ensayo de pH del mucílago de tuna





**LASACI**

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

SOLICITANTE	KATHERINE ELIZABETH VILLACA TERRONES
TESIS	"Resistencia a la Compresión del Concreto utilizando Agua de Río Negro-Olleros-Huaraz-Incorporando 0.25 gr de Mucllago de Tuna (Opuntia ficus) para su Clarificación"
MUESTRA	MUCILAGO DE TUNA
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:** 1g/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

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

**3. METODO**

- **BASADO EN LA NORMA** : ASTM C25
- **VOLUMETRIA** : ISAO-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE



ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. 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	72.4
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	187
MgO	mg/Kg	74.4
K <sub>2</sub> O	mg/Kg	61.5
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; silíce (Si), aluminio (Al), hierro (Fe), potasio (K) y magnesio (Mg).

  
LASACI  
DIRECCIÓN  
Ing. Carlos A. Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASACI

Trujillo, 16 de Setiembre del 2020

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

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

☎ 949959632 / 933623974

Anexo 13. Análisis por Fluorescencia de rayos X del mucílago de tuna.



**DISEÑO DE MEZCLA**

SOLICITA : VILLACA TERRONES KATHERINE ELIZABETH  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO UTILIZANDO EL AGUA DEL RIO NEGRO - OLLEROS - HUARAZ  
INCORPORANDO 0.25 GRAMOS DE MUCILAGO DE TUÑA (OPUNTIA FICUS) PARA SU CLARIFICACION  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 19/07/2016

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método 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 específico ..... 3.12

B.- Agua :

- Potable de la zona.

C.-Agregado Fino :

**CANTERA : VESIQUE**

- Peso específico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1585 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1796 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.38 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 3.00

D.- Agregado grueso

**CANTERA : RUBEN**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.82
- Peso unitario suelto 1442 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.19 %
- Absorción 0.48 %





DISEÑO DE MEZCLA CON AGUA DE RIO NEGRO-HUARAZ  
(ADICION 0.25% DE MUCILAGO DE TUNA)

SOLICITA : VILLACA TERRONES KATHERINE ELIZABETH  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO UTILIZANDO EL AGUA DEL RIO NEGRO - OLLEROS - HUARAZ  
INCORPORANDO 0.25 GRAMOS DE MUCILAGO DE TUNA (OPLINTIA FICUS) PARA SU CLARIFICACION  
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
FECHA : 19/07/2016

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.12

B.- Agua :

- RIO NEGRO.

C.-Agregado Fino :

CANtera : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.71
- Peso unitario suelto 1585 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1796 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.38 %
- Absorción 0.81 %
- Módulo de fineza 3.00

D.- Agregado grueso

CANtera : MEDINA

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.82
- Peso unitario suelto 1442 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1529 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.19 %
- Absorción 0.48 %





**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

SOLICITA : VILLACA TERRONES KATHERINE ELIZABETH  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO UTILIZANDO EL AGUA DEL RIO NEGRO- OLLEROS  
 HUARAZ INCORPORANDO 0.25 GRAMOS DE MUCILAGO DE TUNA (OPUNTIA FICUS) PARA SU CLARIFICACION  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2016  
 F<sup>o</sup> C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	NÚM. (*)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	16/06/2016	23/06/2016	7	168.08	80.04
02	PATRON	-	16/06/2016	23/06/2016	7	157.68	75.09
03	PATRON	-	16/06/2016	23/06/2016	7	162.24	77.26
04	PATRON	-	16/06/2016	30/06/2016	14	187.69	89.30
05	PATRON	-	16/06/2016	30/06/2016	14	188.88	89.94
06	PATRON	-	16/06/2016	30/06/2016	14	180.23	85.82
07	PATRON	-	16/06/2016	14/07/2016	28	202.75	96.55
08	PATRON	-	16/06/2016	14/07/2016	28	210.91	100.43
09	PATRON	-	16/06/2016	14/07/2016	28	195.28	92.99

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 INGENIERÍA  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos - Ensayo de Materiales  
  
**Ing. Jorge Montañez Reyes**  
 JEFE



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EXPERIMENTAL**

SOLICITA : VILLACA TERRONES KATHERINE ELIZABETH  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO UTILIZANDO EL AGUA DEL RIO NEGRO- OLLEROS  
 HUARAZ INCORPORANDO 0.25 GRAMOS DE MUCILAGO DE TUNA (OPUNTIA FICUS) PARA SU CLARIFICACION  
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH  
 FECHA : 19/07/2016  
 F' C : 210 Kg/cm2

N°	ELEMENTO	NEUMP ( " )	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	27/06/2016	7	160.33	76.35
02	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	27/06/2016	7	169.36	80.65
03	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	27/06/2016	7	161.66	76.98
04	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	04/07/2016	14	192.54	91.69
05	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	04/07/2016	14	188.19	89.61
06	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	04/07/2016	14	185.55	88.36
07	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	18/07/2016	28	204.97	97.61
08	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	18/07/2016	28	213.75	101.79
09	EXPERIMENTAL 0.25 %	-	20/06/2016	18/07/2016	28	212.73	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 INGENIERÍA CIVIL  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  
 Ing. Jorge Montañez Reyes  
 JEFE