

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN Y CONSISTENCIA DEL CONCRETO
ESTRUCTURAL CON ADITIVOS NATURALES EN TRUJILLO

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA CIVIL

Autor:

Ingrid Melissa Cueva Culque

Asesor

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2021



DEDICATORIA

A Dios por acompañarme en todo este trayecto con fortaleza y fe para alcanzar los objetivos y metas que me trace al inicio de mi carrera universitaria. También, a mi madre por su paciencia y dedicación en cada momento de dificultad, siempre dispuesta a resolver cualquier duda y por el apoyo para poder culminar esta hermosa carrera profesional. Por último, a mis hermanas, por ser la razón de sentirme tan orgullosa de culminar mi meta trazada.

Cueva Culque, Ingrid Melissa

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco a Dios por su protección, misericordia y sabiduría estuvo siempre conmigo a lo largo de este camino lleno de obstáculos y dificultades. A mi madre María Culque Flores y hermanas por brindarme todo su apoyo y ser mi soporte para cumplir cada una de mis metas y ser una fuente de inspiración en nuestra vida profesional y sobre todo darnos esa motivación de seguir adelante en cada trayecto de nuestra vida.

A mi asesor, el Ing. Alberto Vásquez Diaz, por su orientación durante el proceso de elaboración de esta investigación

Finalmente, también agradecemos a cada una de las personas que nos acompañaron en nuestra vida universitaria, por su apoyo y amistad que fue muy importante para lograr esta meta, muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	12
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Antecedentes	20
1.3. Bases teóricas	25
<i>1.3.1. Concreto</i>	25
<i>1.3.2. Tipos de Concreto</i>	26
<i>1.3.3. Componentes del concreto</i>	26
<i>1.3.3.1 Cemento portland</i>	26
<i>1.3.3.2 Agregados</i>	27
<i>1.3.3.3 Agua</i>	30
<i>1.3.4 Propiedades del Concreto</i>	31
<i>1.3.4.1 En estado Fresco</i>	31
<i>1.3.4.2 En estado Endurecido</i>	36
<i>1.3.5 Aditivos</i>	44

1.3.5.1	<i>Mucilago de Nopal (Paleta de Tuna)</i>	45
1.3.5.2	<i>Aloe Vera</i>	47
1.3.5.3	<i>Fibra de coco</i>	51
1.3.5.4	<i>Cenizas del Bagazo de caña de azúcar (CBCA)</i>	55
1.4.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	59
1.5.	OBJETIVOS.....	59
1.5.1.	<i>Objetivo General</i>	59
1.5.2.	<i>Objetivo Específicos</i>	59
1.6.	Hipótesis	60
1.6.1.	Hipótesis General	60
CAPITULO II. METODOLOGÍA		61
2.1.	Tipo de investigación	61
2.2.	Diseño de Investigación	61
2.3.	Población y Muestra (Materiales, Instrumentos y métodos).....	62
2.3.1.	<i>Población</i>	62
2.3.2.	<i>Muestra</i>	62
2.3.3.	Operacionalización de variable	63
2.3.3.1.	<i>Variable:</i>	63
	<i>Resistencia a la compresión</i>	63

<i>Consistencia</i>	63
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	64
2.4.1. <i>Técnica de recolección de datos</i>	64
2.4.2. <i>Instrumento de recolección y análisis de datos</i>	64
2.5. Procedimiento	65
2.5.1 Análisis del Problema que presenta el concreto con respecto a la compresión y consistencia.	66
2.5.1.1. Recopilación de información con temas a fines	66
2.5.2. <i>Recopilación de datos</i>	66
2.5.3. <i>Descripción física o análisis formal</i>	70
2.5.4. <i>Análisis de contenido o análisis interno</i>	70
2.5.5. <i>Descripción de características</i>	71
2.5.6. <i>Descripción sustancial</i>	71
2.6. Aspectos Éticos	72
CAPITULO III: RESULTADOS	73
3.1. Análisis comparativo detallado de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos según la NTP 400.037, NTP 400.022, NTP 400.012, NTP 339.185 y la NTP 400.017.	75
3.1.1. Propiedades físicas de los agregados Finos	75
3.1.2. <i>Propiedades físicas de los agregados Gruesos</i>	77

3.2. *Análisis comparativo detallado de los resultados obtenidos sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, con aditivos naturales.* 79

3.2.1. *Resistencia a la compresión del concreto estructural con aditivos naturales.*
79

3.2.2. *Comparación de la consistencia del concreto estructural* 93

3.3. Determinar el porcentaje óptimo de cada aditivo natural más adecuado de acuerdo con la comparación costo entre el concreto convencional y concreto con aditivos naturales. 96

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES 98

4.1. Discusión..... 98

4.2. Conclusiones..... 106

4.3. Recomendaciones..... 107

REFERENCIAS 109

ANEXOS 120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Clases de Mezclas Según su Asentamiento.</i>	33
Tabla 2: <i>Tolerancia para Asentamiento o Valores Nominales</i>	34
Tabla 3: <i>Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Obra</i>	34
Tabla 4: <i>Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia</i>	42
Tabla 5: <i>Clasificación de la Resistencia a la Compresión del Concreto.</i>	43
Tabla 6: <i>Componentes químicos de la planta de Aloe Vera.</i>	50
Tabla 7: <i>Composición Química de los Principales Constituyentes de la Fibra de Coco porcentaje en masa y densidad.</i>	54
Tabla 8 : <i>Especificaciones del Bagazo de Caña de Azúcar.</i>	56
Tabla 9: <i>Composición Química del CBCA</i>	58
Tabla 10: <i>Matriz de Operacionalización de Variable.</i>	63
Tabla 11: <i>Matriz de Categoría y recolección de Datos</i>	65
Tabla 12: <i>Tipo de Estudio</i>	68
Tabla 13: <i>Tipo de Muestra</i>	68
Tabla 14: <i>Tipo de Análisis</i>	69
Tabla 15: <i>Distribución Porcentual y de Cantidad de Documentos por Año</i>	70
Tabla 16: <i>Codificación de la documentación empleada</i>	73
Tabla 17: <i>Caracterización del agregado fino</i>	76
Tabla 18: <i>Caracterización del agregado Grueso</i>	77
Tabla 19: <i>Comportamiento de la Resistencia a la compresión del Concreto con Mucilago de Nopal</i>	79
Tabla 20: <i>Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Aloe Vera</i>	80
Tabla 21: <i>Comportamiento de la Resistencia a la Compresión del concreto con Fibras de coco</i>	82
Tabla 22: <i>Comportamiento de la Resistencia a la Compresión del concreto con CBCA</i>	83
Tabla 23: <i>Cuadro Comparativo de la Resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con aditivos naturales</i>	87

Tabla 24: <i>Comparación de la resistencia a la compresión de concretos con adición de % de aditivos naturales MPa a los 7,14, 28 días</i>	91
Tabla 25: <i>Comparación de la resistencia a la compresión de concretos con adición de % de aditivos naturales MPa 28 días</i>	92
Tabla 26: <i>Comparación de la consistencia del concreto</i>	94
Tabla 27: <i>Comparación del Concreto Convencional y con aditivos Naturales</i>	96
Tabla 28: <i>Matriz de Categorías con los datos del análisis documental.</i>	121

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Medidas del cono de Abrams.</i>	35
<i>Figura 2: Proceso de llenado, varillado y forma de medición de asentamiento.</i>	35
<i>Figura 3: Mecanismos Físicos y Químicos del Deterioro del Concreto.</i>	39
<i>Figura 4: Ensayo de Resistencia a la Compresión.</i>	41
<i>Figura 5: Corte Transversal de la hoja de Aloe Vera.</i>	49
<i>Figura 6: Estructura del fruto de coco.</i>	52
<i>Figura 7: Instrumento de Recolección de datos.</i>	64
<i>Figura 8: Procedimientos de la Investigación</i>	65
<i>Figura 9: Procedimiento de Selección de la Unidad de Análisis.</i>	67
<i>Figura: 10: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Mucilago de Nopal</i>	80
<i>Figura: 11: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Aloe Vera.</i>	81
<i>Figura 12: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Fibra de Coco.</i>	83
<i>Figura 13: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con CBCA.</i>	85
<i>Figura 14: Porcentaje de Mucilago de Nopal VS. N° de investigaciones</i>	86
<i>Figura 15: Porcentaje de Aloe Vera VS. N° de investigaciones</i>	86
<i>Figura 16: Porcentaje de Cbca VS. N° de investigaciones.</i>	86
<i>Figura 17: Porcentaje de Fibras de Coco VS. N° de investigaciones</i>	86
<i>Figura 18 : Resistencias mínimas y máximas de los concretos convencionales y concretos con aditivos naturales.</i>	93
<i>Figura: 19: Comparación de la consistencia con el 1.0%, 2,0%, 5.0%, 10.00% y 15.00% de mucilago de Nopal, Aloe Vera. Fibras de coco y Cbca respecto a la muestra patrón.</i>	95
<i>Figura 20: Comparación de Costos por litros de concretos con adición de aditivos naturales.</i>	97
<i>Figura 21: Matriz de categorías validad para el Análisis documental.</i>	120
<i>Figura 22: Proporciones Usualmente utilizadas en construcciones</i>	129
<i>Figura 23: Proporciones Usualmente utilizadas en construcciones</i>	129
<i>Figura 24: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural sin adición de aditivos naturales.</i>	130

<i>Figura 25: Análisis de Costos Unitarios del Concreto con Aditivo Sikament.....</i>	<i>131</i>
<i>Figura 26: Análisis de Costos Unitarios del Concreto con adición del 2.0% de Mucilago de Nopal.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 27: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 2.0% de Aloe Vera</i>	<i>133</i>
<i>Figura 28: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 1.5% de Fibra de Coco</i>	<i>134</i>
<i>Figura 29: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 5.0 % de CBCA</i>	<i>135</i>
<i>Figura 30: Hoja Técnica del Sikament-290N.....</i>	<i>136</i>

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Trujillo, en donde se realizó un análisis comparativo del comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural adicionando diferentes porcentajes de aditivos naturales, se utilizó un diseño no experimental descriptivo transversal, se empleó la matriz de categoría para la recolección de información. Lográndose encontrar un total de 30 documentos entre tesis, artículos científicos que cumple con los parámetros a evaluar de lo cual se concluye que con el 2.0 % de mucilago de nopal, 2.0 % de Aloe Vera, 1.5% de fibra de coco y 5.0 % de Ceniza de Bagazo de caña de azúcar (CBCA) adicionadas a la mezcla de concreto se obtiene a los 28 días una resistencia a la compresión 29.20 MPa, 35.50 MPa, 21.25 Mpa y 23.70 Mpa. Con respecto a la consistencia del concreto en estado fresco se obtiene una consistencia plástica y una buena trabajabilidad en la mezcla de concreto con el 5.00% de Mucilago de Nopal, 5.00% de CBCA, 2.00% de Aloe Vera, 1.00% de Fibra de coco; a su vez presenta mínima variación con respecto a los precios en la elaboración del concreto con adición de aditivos naturales.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, consistencia, concreto estructural y aditivos naturales.

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La Cámara Colombiana de la Construcción (2016) menciona que la relevancia de la industria de la construcción sigue siendo transversal en todas las economías, pues moviliza una gran cantidad de insumos, impulsa significativamente la generación de empleos directos e indirectos, y contribuye en un porcentaje importante en la formación de capital de los países.

De acuerdo con Helene y Grochoski (2005), una selección inadecuada de materiales y prácticas de construcción deficientes dan como resultado un material poroso y permeable, originando daños estructurales, permitiendo de esta manera la entrada de agentes agresivos presentes en el medio ambiente donde las estructuras se encuentran expuestas y causan su deterioro.

Se estimó que los problemas que sufre el concreto se debieron en un 16.5 % a las deficiencias en la selección de los materiales, un 38% a errores de conformado y ejecución, como error en el vibrado del concreto, así mismo la falta de verificación que hay sobre la consistencia del concreto en estado fresco, indicador fundamental para comprobar que se tenga un concreto de buena calidad tanto de diseño como de trabajabilidad y más del 40% a errores de diseño y/o cálculo. (Borges & Castillo, 2001).

Por lo antes mencionado, esta creciente necesidad de mejorar la durabilidad del concreto y también reducir los costos de producción ha incentivado que numerosos investigadores se enfoquen en la búsqueda de materiales alternativos como residuos

agrícolas y urbanos que incorporados al concreto pueden alargar la vida útil de las estructuras. con la finalidad de reducir las cantidades de cemento y mejorar las propiedades mecánicas del concreto en su estado fresco y endurecido.

La Food and Agriculture Organization que es la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura; consideran a las fibras de coco como fibras del futuro, ya que su productividad, es mayor en +.

En México, Celis (2010) argumenta que las mezclas cuyo reemplazo con nopal incrementa las propiedades como resistencia a la compresión y resistividad eléctrica. A pesar que se agregó mayor cantidad de agua y se disminuyó la cantidad de cemento al ser sustituido por estas adiciones, En el caso de los concretos cuyos porcentajes fueron del 1 y 2% de adición de nopal, los especímenes presentaron mayores incrementos en las propiedades mencionadas, por lo que se definieron como materiales de mayor durabilidad.

En Nicaragua, Pfeiffer (2017) menciona que los aditivos orgánicos naturales son empleados en la elaboración del concreto y morteros por décadas, mejorando sus propiedades en estado fresco y endurecido. El mucilago de nopal ha sido utilizado como un agente aglutinante y modificador de viscosidad en la producción artesanal de morteros de cal y para trabajos de restauración de edificios históricos de adobe en América latina, Concluye afirmando que el efecto retardante del mucilago de nopal sobre el fraguado del cemento, es una de propiedad que puede ser aprovechada en la elaboración del concreto en climas cálidos para mantener la trabajabilidad durante un mayor tiempo.

En Veracruz, Hernández (2008) Determina el mejoramiento de las propiedades y características con este tipo de concreto y la dosificación adecuada. Así mismo concluyó que el tratamiento con fibras de bagazo de caña de azúcar evita la absorción del agua de la mezcla de concreto. Además de presentar resistencias altas en la mezcla con un contenido de fibra del 4.00% en las cuales se alcanza la misma resistencia del concreto patrón, Con el 2.00% las resistencias también aumentaron, sin embargo, no lo hicieron con el mismo incremento que la mezcla incorporando el 4.00% de FBC. Se concluye que la mezcla de concreto con menor porcentaje de adición de FBC no son suficientes para alcanzar las resistencias esperadas y solo permitió que las grietas se propagaran con mayor libertad.

En Escocia, Gram & Hans (1988), determina que la incorporación de fibras naturales y artificiales al concreto han sido destacado como solución viable tanto técnica como económica, hace mención que la alta alcalinidad de la pasta de cemento Portland, produce la degradación de la fibra natural debida al ataque químico que con el tiempo le produce el agua alcalinizada por los elementos alcalinos contenidos en el cemento. Generado por los procesos de mineralización mejorando la adherencia entre la fibra y la matriz. De esta manera, la fibra se rigidiza y fragiliza a medida que transcurre el tiempo, aunque se hace más resistente. Como consecuencia, disminuye la alta capacidad de absorción de energía producida en el compuesto inicialmente por la incorporación de las fibras. Sin embargo, la Resistencia a la Flexión y el Módulo de Elasticidad se incrementan comparativamente.

En Colombia, González (2011) realizó un estudio sobre el empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto, Concluye que la sustitución parcial de CBCA por agregado fino es factible al utilizar hasta el 15% de CBCA en reemplazo del agregado fino, ya que ayuda en la resistencia a la compresión del concreto, ayuda a la pasta del concreto sea más homogénea y ayuda a disminuir los efectos negativos que generan los desechos de CBCA en el medio ambiente.

En España, Santillán (2020), señala que las fibras naturales vegetales se pueden obtener a un bajo costo usando la mano de obra disponible en la localidad y las técnicas adecuadas para su obtención, estas fibras pueden ser naturales o procesadas para mejorar sus propiedades, en las cuales sus resultados fueron alentadores debido a que mejoraban la resistencia a la flexión y al impacto del concreto, también se reportaron algunas deficiencias respecto a la capacidad de refuerzo a largo tiempo.

En Colombia, Peña (2018), nos indica que el elemento importante que deben ser considerados en los procedimientos de control de calidad es el análisis de los ensayos del concreto. Estos permiten determinar la calidad en términos de resistencia y durabilidad de las estructuras que se construyen en base al concreto fresco. El objetivo de realizar ensayos de concreto fresco es medir la calidad del concreto desde su fase de mezclado hasta que termina en la superficie final, para garantizar, la durabilidad y la resistencia del material empleado; y por otro, que la mezcla no fragüe mientras es transportada, vertida, colocada y compactada.

El Instituto Americano del concreto (ACI) en una de sus publicaciones del comité 544, nos recomienda que el concreto reforzado con fibras naturales es adecuado para la construcción de bajo costo debido a la producción a gran escala en países de desarrollo.

En México, Cano (2017) nos menciona las propiedades que presentan la adición de extracto de nopal en las probetas de concreto fabricadas con cemento portland utilizado para construcciones modernas las cuales incrementan el comportamiento físico de los concretos en el tiempo de curado. Los descubrimientos iniciales sugieren que, es una buena opción ya que mejoran la durabilidad, incrementan su resistencia a la compresión y reducen la permeabilidad.

En muchos países se constata la resistencia que alcanza el concreto a los 28 días de ser curado, y está especificado en la mayoría de las normas, con este método se va a poder corroborar si la mezcla obtenida, puede llegar a cumplir los requerimientos específicos necesarios en el proyecto; teniendo así mayor seguridad con la mezcla utilizada en elementos estructurales como vigas y columnas, y si será eficiente durante su tiempo de servicio.

En Perú, Rodríguez (2015) señala que la aplicación de la ceniza volante no es muy utilizada, debido a la falta de difusión acerca de los beneficios que podría generar en el concreto, en países de mayor desarrollo tecnológico se viene usando como subproducto para la elaboración de cementos y concretos adicionados. La adición de las cenizas al concreto reduce su costo y mejorar las propiedades como trabajabilidad, durabilidad, densidad, impermeabilidad, resistencia al ataque químico sobre todo de sulfatos, resistencia a la compresión y tensión.

En Trujillo, Molina & Gálvez (2008) argumenta que las cenizas Volante, obtenida de la quema del carbón utilizada como combustible en la generación de energía eléctrica, es considerada como un contaminante siendo beneficioso cuando es adicionada al concreto, en cantidad pequeñas, para mejorar su resistencia, ya que el aumento del contenido de cenizas del 15 al 35% no modifica significativamente el comportamiento mecánico del material.

En Cajamarca, Jiménez (2016), nos indica que mediante un proceso de calcinación controlada el bagazo de caña de azúcar transformada a ceniza como una puzolana artificial presenta un comportamiento variado con respecto a la resistencia a compresión obteniendo resultados de resistencia a la compresión al adicionar 8.00% de ceniza de bagazo de caña de azúcar de 245.18 kg/cm^2 a los 28 días con esta adición representa un incremento de la resistencia a compresión del 16.94% en relación al concreto patrón . determinando que los concretos adicionados con ceniza de bagazo de caña de azúcar como puzolana artificial registran resistencias mayores a las del concreto convencional, evidenciándose el rango más adecuado entre 8.0% y 10.0%

En Lima, Huayllpuma (2020) compara la resistencia a la compresión, flexión y tracción de un concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo diferentes porcentajes con 6.00 %, 8.00% y 10.00% de las cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) del peso del cemento portland, determinando que al sustituir las cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) el cemento portland aumenta la resistencia favorablemente superando la resistencia del concreto patrón.

Carbajal y Valverde (2015) indican que el 2% del mucilago de tuna en relación al curado de agua de mar y agua residual llega a incrementar en un 5.3% de la resistencia a la compresión de concreto patrón, ambos curados con agua potable.

En Perú, Primo (2014) determina que el curado del concreto con Aloe vera ha tenido mejoras en la resistencia, en comparación con el curado con aditivos comerciales como Sika y Chema y la mejora de “la resistencia a la compresión en un 21% respecto a la muestra base al adicionar el 2% de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus-indica) en peso cemento”.

El uso de la fibra de coco en el Perú no es muy significativa, porque se desconoce de las propiedades físico - mecánicas que esta presenta, ya que después del consumo de este fruto es desechado; en cambio en muchos países han ido investigando sobre los beneficios que traen consigo al aplicarla en la mezcla del concreto; porque su uso significa una gran ventaja para la población de bajos recursos y reduce la contaminación del medio ambiente; por tratarse de un material compuesto por celulosa y leño que posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto a las bacterias y al agua, su resistencia y durabilidad lo hace un material adecuado para la construcción.

El propósito de esta investigación es realizar un análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural al adicionar diferentes porcentajes de aditivos naturales como el mucilago de nopal, Aloe Vera, Fibras de estopa de coco y Cenizas de bagazo de caña de azúcar mediante resultados de investigaciones ya realizadas para poder tener un enfoque más certero sobre los beneficios que aporta estos aditivos naturales a las propiedades del concreto, lo cual daría paso a

nuevos métodos de investigación sobre construcción sostenible de elementos estructurales, teniendo resultados positivos al adicionar pequeños porcentajes de estos aditivos naturales a un concreto convencional, pueden ser una alternativa en la construcción de infraestructura y vivienda de un costo muy bajo y accesible para la mayoría de las poblaciones, pues la población necesita construcciones que sean económicas, resistentes y durables.

1.2. Antecedentes

a. Antecedentes Internacionales

Espinoza (2015) evaluó el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar en adiciones de 2.5%, 5.0%, 8.0% de fibras con respecto al peso del agregado grueso, para lo cual desarrolló una investigación explicativa, con un diseño de investigación experimental, con una muestra de 90 probetas de concreto. La investigación llegó a los siguientes resultados el porcentaje aceptable es del 2.5% de fibra con respecto al volumen en tanto en resistencia a la compresión como en la resistencia a la tracción. Se llegó a concluir que la incorporación de un mayor porcentaje de fibra aumenta la resistencia a la compresión.

Este estudio nos aporta que la concentración de fibra de bagazo de caña de azúcar mejora las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, la cual se puede utilizar en actividades de construcción civil, nos menciona que los productos naturales orgánicos si pueden ir de la mano con la mejora de la calidad del concreto.

Paricaguán (2016) evaluó el comportamiento del concreto la cual es reforzada con fibras de coco y fibras de bagazo de caña de azúcar. Se estudió un concreto con las proporciones de fibra (2.5%, 5%, 10%) para las edades 7, 14, 28, 60, 128 días, el total de muestras conformados por 129 unidades experimentales por cada proporción, el tamaño de fibra fue impregnados con polimetilmetacrilato (PMMA), como parte de la elaboración del concreto. Del resultado obtenido nos indican que al 0% de fibra de coco adquirió la resistencia de compresión (40 MPa) y su módulo de rotura (4.5 MPa), por el otro lado el 2.5% de fibra de coco alcanzó la resistencia de compresión (39.5 MPa) y el módulo de rotura (4.8 MPa). Del mismo modo se comparó el de fibra bagazo de caña de azúcar al 0% en la resistencia de compresión logro (40 MPa) y su módulo de rotura (4.5 MPa), en cuanto al de 2.5% de fibra obtuvo la resistencia a compresión (25 MPa) y su módulo de rotura (2.5 MPa) superando a la mezcla patrón, sus resultados favorece al estudio de la implementación de las fibras de coco en el concreto.

Este estudio nos aporta que la concentración de fibra de coco mejora cuantitativamente muchas propiedades, además para obtener una óptima trabajabilidad y nula segregación es importante lograr relaciones entre las materias primas por lo que no genera un mayor costo ya que su incidencia en el costo es mínima.

Rojas (2015) comparó la incidencia que tiene el hormigón y la fibra de coco para la resistencia a la compresión. Asimismo, se empleó la resistencia para las edades 7, 14, 21, 28 días a compresión del concreto 210kg/cm^2 , mediante la realización de ensayos en el laboratorio señala que al emplear 1.50 % de Fibra de coco en la mezcla del concreto alcanza un $f'c = 215.73\text{ kg/cm}^2$ debido al reforzamiento con fibras de coco mejorando la matriz reduciendo las fisuras en el concreto mejorando la tenacidad.

Este estudio nos aporta que los concretos elaborados con fibras de coco son una alternativa para la construcción por ser ecológicos, livianas en comparación con los concretos convencionales.

b. ANTECEDENTES NACIONALES

Vela & Yovera (2016) determinaron las propiedades mecánicas de concretos convencionales en estado fresco y en estado endurecido incorporando fibra de estopa de coco considerando el tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ". Se elaboró cuatro tipos de diseños de mezclas de concreto convencional de resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 . Se realizó ensayos de compresión, tensión y flexión a las edades de 7, 14, 28 días, con longitud de fibra de 2 y 5 cm y dosificación de 0.5%, 1.5% con relación al volumen del concreto. Para la ejecución del proyecto tomaron como población 270 cilindros de concreto. Se concluyó que los resultados óptimos con estopa de coco 0.5% y longitud 5cm, la resistencia a compresión del concreto 210 kg/cm^2 es 250.3 kg/cm^2 y en cuanto a la resistencia 280 kg/cm^2 es 326 kg/cm^2 , en cuanto a los resultados óptimos con estopa de coco 0.5% y longitud 5cm, de la resistencia a tracción del concreto 210 kg/cm^2 en cuanto a la resistencia 280 kg/cm^2 .

Este estudio aportó un análisis sobre la influencia de la fibra de estopa de coco, diseño de mezcla en la obtención de concreto con las características deseadas. Además de determinar que al agregar mayor porcentaje de fibra en estado fresco el concreto se hace menos trabajable y en estado endurecido el concreto aumenta su resistencia en compresión y tracción.

Ponce & Oboya (2019) determinaron el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto, donde se elaboró 144 probetas de 10 cm x 20 cm para el ensayo de resistencia a la compresión bajo los parámetros de la Norma E.060 ensayadas a los 7,14 y 28 días de curado, para ensayos de permeabilidad se elaboraron 8 probetas de 15 cm x 30 cm de según la Norma Española: UNE - EN 12390 -8. De acuerdo con los resultados obtenidos se determinó que el mucilago de cactus aumenta la resistencia a la compresión en 1.32% a la muestra patrón, tiene una consistencia fluida mayor a 5'' y en cuanto a la permeabilidad con el 1% de mucilago tiene mayor permeabilidad y con el 2% de aditivo la permeabilidad es menor. Se concluye que el mucilago de cactus *echinopsis panachoi* influye de manera positiva con el 2% de mucilago aumentando la resistencia a la compresión, consistencia en 25% y en la permeabilidad lo hace impermeable con respecto a la muestra patrón.

Esta investigación brinda información sobre el empleo del mucilago de nopal, este aditivo con porcentajes altos no es una buena alternativa para mejorar las propiedades del concreto, además, que presenta beneficios en la que se debe aprovechar los recursos renovables, son menos costosos y que requieren menor energía.

Aburto et al. (2018) elaboraron un diseño de mezcla para un concreto 210 kg/cm^2 según ACI 211, el uso de aloe vera fue en porcentajes del 0-6% respecto al total de concreto, estas pruebas realizadas estuvieron bajo las normas del ASTM C39, C1 701, C403 y C143, y una Norma Española – Norma Europea (UNE -EN 1925). Como resultado se obtuvo que el contenido de agua del gel aloe vera fue del 98%, el mejor uso de la planta se logró con el 2%, el asentamiento disminuyó linealmente, el fraguado inicial favoreció casi el doble y aprox. 7.6 veces más para el fraguado final. La resistencia a la compresión alcanzó 355 kg/cm^2 la permeabilidad disminuyó al 47.9% en términos de tasa de infiltración con 0.039

pulg/hora. Se llegó a la conclusión que el porcentaje se optimizó al 2% de aloe vera, el asentamiento cumplió con el diseño de mezcla este parámetro decreció linealmente, la resistencia a la compresión a los 28 días de curado alcanzó a 355 kg/cm^2 con el 2% de aloe vera, la infiltración disminuyó al 47.9%.

Esta investigación sirvió de aporte para el análisis de la resistencia a la compresión de especímenes de cilindros de concreto y la influencia del aloe vera en dicha propiedad mecánica, se afirmó que a mayor curado mayor resistencia a la compresión, asimismo, los productos naturales orgánicos si pueden ir de la mano con la mejora de la calidad del concreto.

Quintero (2006) evaluó el comportamiento de un concreto de 210 kg/cm^2 adicionando 0.5% y 1.5% de fibra de estopa de coco sobre la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm^2 , a los 7,14 y 28 días de curado, resistencia a la flexión y tracción obteniendo resultados considerables. El proceso de curado de probetas se realizó bajo la norma ASTM C31 y la resistencia a la compresión por ASTM C39, AASHTO T22 Y NTP 339.034 y por último para el diseño de mezcla el método ACI 211. Por lo tanto, los resultados obtenidos del agregado grueso y fino cumplen con las especificaciones de la NTP 400.012, es decir, que la granulometría está dentro de los límites establecido. Se concluye que la presencia de fibras de coco al 1.5% logra disminuir las deformaciones y a la vez aumenta la tenacidad del concreto, tratando de consolidar el núcleo de la muestra adhiriendo todas sus partes a través de las fibras.

Esta investigación brinda información sobre el empleo de la fibra de coco, es una alternativa para mejorar las propiedades del concreto, además que presenta beneficios en la que se debe aprovechar los recursos renovables, son menos costosos y que requieren menos energía

Beraún (2017) determinó la resistencia a compresión en el concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$, con relación al peso del cemento, Se elaboró 120 especímenes de concreto para ensayarlos a las edades de 7, 14, 28 días. Asimismo, se realizó una comparación del concreto patrón y el concreto conformado de fibra de cocos nocifera con las siguientes proporciones 0.5%, 1%, 1.5% y una longitud de 15cm, estas pruebas realizadas estuvieron bajo las normas del ASTM C39, C701. Del resultado obtenido nos indica que la trabajabilidad disminuye una variación de 12.45% a diferencia del concreto patrón. En cuanto a la resistencia promedio a compresión a los 28 días del concreto 280kg/cm^2 con cada porcentaje obtuvo el 304.31kg/cm^2 , 292.44kg/cm^2 , 274.31kg/cm^2 , con una variación de 17.83%.

Este estudio nos aporta nuevas alternativas en cuanto a las fibras vegetales empleados como aditivos naturales que puedan ser usados para mejorar el peso unitario y del otro lado el concreto endurecido conformado por la resistencia a compresión.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (Norma E.060, 2015).

El concreto u hormigón es un material que está constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta. La pasta está constituida por agua y cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento dando lugar al endurecimiento (Porrero, Ramos, Grases & Velazco, 2014).

1.3.2. Tipos de Concreto

- Concreto estructural: Todo concreto utilizado con propósito estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado.
- Concreto armado o reforzado: Concreto estructural sin armadura de refuerzo con no menos de la cantidad mínima de acero preesforzado.
- Concreto simple: Concreto estructural sin armadura de refuerzo o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado.
- Concreto de Peso Normal: Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m^3 .
- Concreto ciclópeo: Es el concreto simple en cuya masa se incorporan piedras grandes.
- Concreto de Cascote: Es el constituido por cemento, agregado fino, cascote de ladrillo y agua.
- Concreto premezclado: Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

1.3.3. Componentes del concreto

1.3.3.1 Cemento portland

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados juntamente con el Clinker. (Norma E060, 2015).

Clasificación

Se fabrica el cemento portland regulado de acuerdo con la norma ASTM C150:

- Tipo I. Es el cemento para uso general
- Tipo II: Es el cemento destinado a obras de concreto donde se requiere un moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Es el cemento de alta resistencia temprana, se obtiene una resistencia en 3 días similar a la desarrollada en 28 días por cemento tipo I o tipo II.
- Tipo IV: Es el cemento con un bajo calor de hidratación, es usado en grandes obras de concreto en la cual se requiere que no haya dilataciones en la etapa de fraguado.
- Tipo V. Es el cemento con alta resistencia a los sulfatos, se usa en obras que se encuentren expuestas a ataques concentrados de sulfatos y álcalis.

1.3.3.2 Agregados

Se definen los agregados como elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Ocupan alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes de total luego la calidad de estos tiene una importancia primordial en el producto final.

La denominación de inertes es relativa, porque si bien no intervienen directamente en las reacciones químicas entre el cemento y el agua, para producir el aglomerante o pasta de cemento, sus características afectan notablemente el producto resultante, siendo en algunos casos tan importantes como el cemento para el logro de ciertas propiedades particulares de resistencia, conductibilidad, durabilidad, etc. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito, basalto, cuarzo, o combinaciones de ellos, y sus

características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades de concreto (Pasquel, 1992).

A. Agregado fino

Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa por el tamiz de 3/8'' y queda retenido en el tamiz N°200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas (Rivva, 2000).

B. Agregado grueso

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso proveniente de la disgregación y abrasión natural de materiales pétreos. Se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada, o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas (Rivva, 2000, p.17).

Caracterización de Agregados Grueso – Fino

Para la caracterización de los agregados se realizará los siguientes ensayos:

a. Análisis Granulométrico (NTP 400.012)

El objetivo de este ensayo es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo, también es posible hacer una clasificación según AASHTO o SUCS.

- **Módulo de Finura**

El módulo de finura es un factor que permite tener una idea de tan fino o grueso es cierto material que será estudiado.

- **Tamaño Máximo**

Este es el menor tamaño de abertura del tamiz que se permite el paso de todo el material que se analiza y representa el tamaño máximo.

- **Tamaño Máximo Nominal**

El tamaño máximo nominal es el mayor tamaño del tamiz que este listado en la norma. El tamaño máximo y el tamaño máximo nominal se determinan generalmente del agregado grueso.

b. Contenido de Humedad (NTP 339.185)

Este ensayo determina la cantidad de agua superficial que pueden retener los agregados y este ensayo es una característica muy importante porque contribuye al incremento del agua de la mezcla en el concreto.

c. Peso Unitario Suelto (NTP 400.017)

En este ensayo se establece la relación peso/volumen, este valor permite transformar pesos en volúmenes y viceversa cuando se trabaja con agregados.

d. Peso Unitario Compactado (NTP 400.017)

Este proceso es similar al del Peso Unitario Suelto, con la diferencia que es el material es compactado en capas dentro del molde. El valor del peso unitario compactado sirve para el diseño de la mezcla empleando el método ACI.

e. Peso Específico (NTP 400.022)

Es la relación que hay entre el peso de un cierto volumen de los sólidos a una determinada temperatura y el peso del mismo volumen de agua destilada, a la misma temperatura.

f. Absorción (NTP 400.022)

La absorción sirve para calcular la masa de un agregado que varía debido al agua absorbida entre los poros de las partículas, cuando este ha estado en contacto con el agua lo suficiente para poder satisfacer la absorción máxima.

1.3.3.3 Agua

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable (Norma E.060, 2015).

Se podrán utilizar aguas no potables solo si:

- A. Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.

- B. La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- C. Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la NTP 334.051 (Norma E.060, 2015).
- D. El “agua de amasado”, cumple una doble función en hormigón, por un lado, participa en la reacción de hidratación del cemento, y por otro concede al hormigón el grado de trabajabilidad necesaria para una correcta puesta en obra. La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario para conferirle a la pasta la trabajabilidad requerida, según las condiciones en obra, ya que el agua en exceso se evapora y crea de poros capilares que disminuyen su resistencia (Quiroz & Salamanca, 2006).
- E. El “agua de curado”, es la más importante durante la etapa del fraguado y el primer endurecimiento. Tiene por objeto evitar la desecación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la retracción prematura (Quiroz & Salamanca, 2006).

1.3.4 Propiedades del Concreto

Las principales propiedades del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad según el Instituto Mexicano de cemento y concreto” (IMCYC, 2004).

1.3.4.1 En estado Fresco

a) Trabajabilidad

Un método indirecto para determinar la manejabilidad de una mezcla, consiste en medir su consistencia o fluidez por medio del ensayo de “asentamiento o cono slump” (NTP 339.035-1999). Es una prueba que se usa comúnmente en las construcciones de todo el mundo; la prueba que se usa comúnmente en las construcciones de todo el mundo; la prueba no mide la trabajabilidad del concreto, sino que determina la consistencia o fluidez de la mezcla; es muy útil para detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones determinadas. (Rivera, 2015).

Esta propiedad está influenciada principalmente por el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa; por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de las circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos $\frac{1}{4}$ ” sobre el agregado grueso (Pasquel, 1992).

b) Consistencia (NTP 339.035)

Se denomina consistencia a la mayor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica (Torre, 2004).

La consistencia depende del agua de amasado, Tamaño máximo del agregado, Granulometría, Forma de los agregados influye mucho el método según el asentamiento.

El método de determinación empleado es conocido como el Método del cono de Abrams, o método de slump, y define la consistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o en mm, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactado en un molde metálico de dimensiones definidas.

Tabla 1: *Clases de Mezclas Según su Asentamiento.*

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	vibración ligera, varillado
Fluida	> 5"	Muy Trabajable	Varillado

Nota: Adaptado de la Noma Técnica Peruana 339.204,2016.

Consistencia Seca, mezcla que en su composición posee un exceso de agregados o un escaso contenido de agua en relación a los demás componentes.

Consistencia Plástica, mezcla preparada para que fluya fácilmente y se adapte a un encofrado sin agregarse.

Consistencia Fluida, mezcla preparada con una elevada proporción de agua, lo que se nota por su fluidez dentro de los encofrados.

Cuando las especificaciones del asentamiento no se indican como requisito máximo la NTP 339.114. – Concreto Premezclado, señala algunas tolerancias.

Tabla 2: *Tolerancia para Asentamiento o Valores Nominales*

TOLERANCIA PARA ASENTAMIENTO NOMINAL	
Asentamientos especificados (cm)	Tolerancia (cm)
0 -5	± 1,3
5-10	± 2,5
> 10	± 3.8

Nota: Adaptado de la NTP 339.114, 201

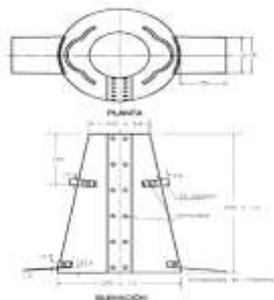
Tabla 3: *Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Obra*

Nota: Adaptado del ACI 211 del American Concrete Institute, 1998

Tipos de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"

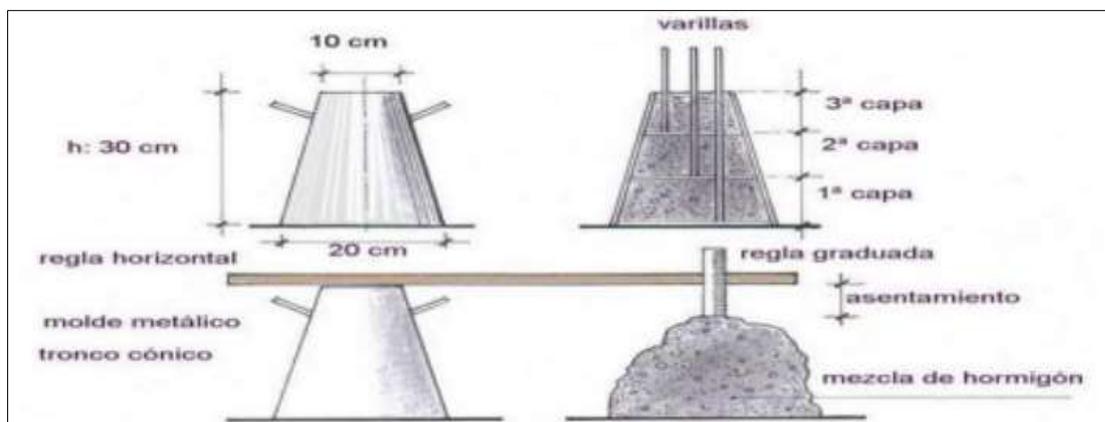
Es importante mencionar que la trabajabilidad es la propiedad que permite un manejo simple de mezclado, colocación y compactación homogénea, cuyos elementos no se deben separar durante el transporte y el manejo del mismo.

Figura 1: *Medidas del cono de Abrams.*



Nota: Adaptado del Manual de Materiales de Construcción, 2018.

Figura 2: *Proceso de llenado, varillado y forma de medición de asentamiento.*



Nota: Adaptado del Ministerio de Transporte y comunicaciones E705, 2016.

c) **Segregación**

Es la separación de sus componentes una vez amasado provocando que la mezcla del concreto fresco presente una distribución de sus partículas no uniformes.

Las diferencias de densidades entre los componentes del concreto provocan una tendencia natural a que las partículas más pesadas desciendan, pero en general, la densidad de la pasta con los agregados finos es solo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales) lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso quede suspendido e inmerso en la matriz (Pasquel, 1992).

d) Exudación

Es la elevación de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie, generalmente debido a la sedimentación de las partículas sólidas.

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto. La exudación se produce inevitablemente en el concreto, pues es una propiedad inherente a su estructura, luego lo importante es evaluarla y controlada en cuanto a los efectos negativos que pudiera tener (Pasquel, 1992).

1.3.4.2 En estado Endurecido

a. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de endurecer sus propiedades en el tiempo aun en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural, por ende, se define como concreto durable a aquel que puede resistir en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales está sometido (Rivva, 2014).

El código de diseño ACI define la durabilidad del concreto de cemento portland como “la capacidad para resistir la acción de la meteorización, los ataques químicos, la abrasión, o cualquier otro proceso que produzca deterioro del concreto”.

Tradicionalmente se asoció la durabilidad a las características resistentes del concreto y particularmente a su resistencia en compresión, pero las experiencias prácticas y el avance de la investigación en este campo han demostrado que es solo uno de los aspectos involucrados, pero no el único ni el suficiente para obtener un concreto durable.

El problema de la durabilidad es sumamente complejo, en la medida en que cada situación de exposición y condición de servicio ameritan una especificación particular tanto para los materiales y diseño de mezcla, como para los aditivos, la técnica de producción y el proceso constructivo, por lo que es usual que en este campo 75 las generalizaciones resulten nefastas. Bryant Mather, uno de los pioneros en la investigación en la tecnología del concreto y en el área de la durabilidad indica en uno de sus trabajos: “Está demostrado científicamente que las estructuras de concreto se comportan inadecuadamente debido a que las especificaciones técnicas fueron deficientes o que éstas fueron correctas, pero no se siguieron en la obra”. No se debe copiar o “adaptar” especificaciones técnicas locales y foráneas para proyectos y situaciones que muestren similitudes aparentes, pero que, sin embargo, desde el punto de vista de la tecnología del Concreto y la durabilidad, se requiere una evaluación y criterios particulares.

Entre las diferentes causas de fallos en la durabilidad de las estructuras de edificación de hormigón se encuentran los defectos de la ejecución (51%), proyecto (37%), materiales (4.5%) y el uso de mantenimiento (7.5%) (López, 2017).

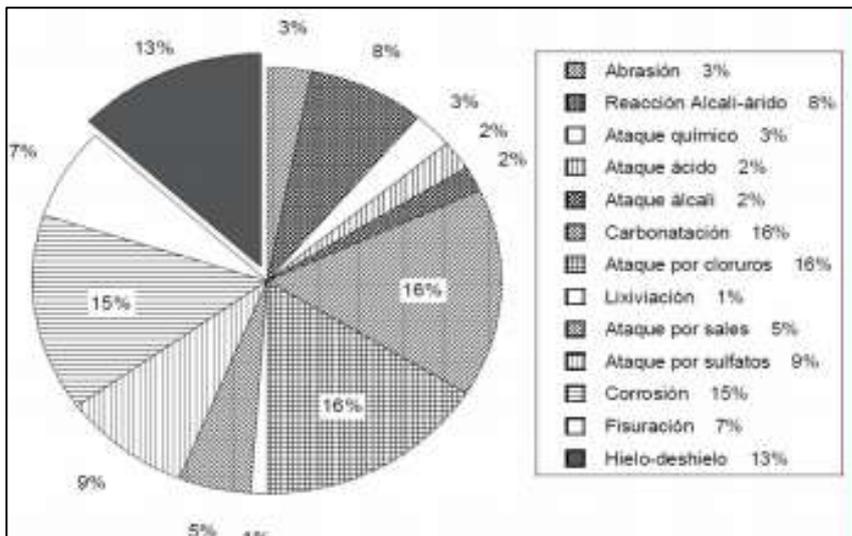
Factores que afectan la durabilidad del concreto

Son diversos los factores que conducen la durabilidad del concreto, o como diría Páez (2009) “tales como el diseño y el cálculo de la estructura, los materiales empleados, las prácticas constructivas (mano de obra calificada) y los procesos de protección y curado que se desarrollan en las diferentes etapas o procesos de consecución del proyecto”; esta se puede determinar por agentes externos y agentes internos o propios de concreto. Los agentes externos son aquellos provenientes del medio en el cual se encuentre el elemento, que implican el ingreso de fluidos agresivos que se encuentran en su ambiente circundante, seguido de procesos físicos o químicos que atacan provocando una perturbación de su estructura y superficie, con frecuencia 76 aportando al desarrollo de fuerzas expansivas y de interrupción. Los agentes de tipos internos o propios del concreto provocan un daño algo similar, influido principalmente por cambios de humedad, mal diseño o fabricación de las mezclas.

Claramente, la capacidad del concreto para limitar estos procesos influye en la durabilidad y el grado de deterioro de él. Los factores que afectan la durabilidad del concreto son aquellos que producen el deterioro o degradación de este. Según Basheer, Chidiact y Long, (1996), la revisión de más de 400 artículos publicados en los años noventa sobre el deterioro del hormigón, indica que los mecanismos físicos y químicos de deterioro del hormigón, De

acuerdo con esta clasificación, el 13% de los casos estudiados corresponde a problemas de durabilidad debido a ciclos de hielo-deshielo.

Figura 3: Mecanismos Físicos y Químicos del Deterioro del Concreto.



Nota: Adaptado de "Evaluación del deterioro del concreto con contenidos variables de aire incorporado y fibras de polipropileno sometido a congelamiento a edades tempranas" por Basheer, 1996.

En este gráfico se describe las principales causas que provocan el deterioro del concreto. No se consideran factores que afecten la durabilidad de las armaduras embebidas en el concreto, ya que esta investigación no comprende concretos armados, por lo que no se realizará un análisis de ellos.

b. Resistencia a la compresión

“La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un hormigón. Su determinación se efectúa mediante el ensayo de probetas, según métodos estandarizados” (Quiroz & Salamanca, 2006).

La resistencia a la compresión del concreto generalmente se cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días (Torre, 2004).

En túneles es bastante frecuente utilizar la resistencia a los 7 días o menos, mientras en presas se suele utilizar como referencia la resistencia a los 56 días o más; la resistencia del concreto se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30cm de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementadas relativamente rápidas (Torre, 2004).

La resistencia es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Un factor indirecto, pero no por eso menos importante es la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto (Pasquel, 1992).

Pasquel (1998-1999) establece en el Reglamento ACI-318 - 95 y en el Reglamento Nacional de Construcciones se define a “F’C” como la “Resistencia en compresión especificada para el concreto” Evaluada en obra como el valor del esfuerzo obtenido de promediar el ensayo de dos probetas cilíndricas estándar de 6” de diámetro por 12” de altura, obtenidas, curadas

y ensayadas a 28 días de edad bajo condiciones controladas que están definidas por las normas ASTM correspondientes.

Figura 4: *Ensayo de Resistencia a la Compresión.*



Nota: Adaptado de “Control de Calidad del Concreto”, 2017.

También cabe señalar que la normativa ACI 318.08 establece: Un ensayo de resistencia corresponde al promedio de tres probetas de 10 cm (100 mm) de diámetro y 20 cm (200 mm) de altura, ensayados a los 28 días. Donde el diámetro del cilindro debe ser por lo menos tres veces mayor que el TMN del agregado. Para el ensayo de resistencia en compresión, en la NTP 339.034 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, establece las tolerancias de tiempo para realizar la rotura de la probeta (Tabla 4), la velocidad de carga, factor de corrección y tipos de falla. Los cilindros de ensayo de cada edad serán fracturados dentro del tiempo permisible de las tolerancias prescritas en la siguiente tabla.

Tabla 4: *Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0.5h$ o 2.1%
3 d	$\pm 2h$ o 2.8%
7 d	$\pm 6h$ o 3.6%
28 d	$\pm 20h$ o 3.0%
90 d	$\pm 48h$ o 2.2%

Nota: Adaptado de la Norma Técnica Peruana 339.034, 2016

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.060, la resistencia mínima del concreto estructural no debe ser inferior a 17 MPa. Según el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto la resistencia a la compresión se clasifica de la siguiente manera.

Tabla 5: Clasificación de la Resistencia a la Compresión del Concreto.

TIPO	USOS	BENEFICIOS	INFORMACIÓN TÉCNICA
Baja Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Losas aligeradas • Elementos de concreto sin requisitos estructurales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo • Propiedades elementales 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión < 150 kg/cm².
Resistencia Moderada	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones de tipo habitacional de pequeña altura • Edificaciones sencillas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión entre 150 y 250 kg/cm².
Resistencia Normal	<ul style="list-style-type: none"> • Todo tipo de estructuras de concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad • Disponibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión entre 250 y 420 kg/cm².
Muy Alta Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Columnas de edificios muy altos. • Secciones de puentes con claros muy largos. • Elementos presforzados. • Disminución en los espesores de los elementos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor área aprovechable en plantas bajas de edificios altos. • Elementos presforzados más ligeros. • Elementos más esbeltos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta cohesividad en estado fresco. • Altos revenimientos. • Baja permeabilidad. • Mayor protección al acero de refuerzo. • Resistencia a la compresión entre 400 y 800 kg/cm².
Alta Resistencia Temprana	<ul style="list-style-type: none"> • Pisos • Pavimentos • Elementos prefabricados • Construcción en clima frío • Minimizar tiempo en construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada resistencia temprana. • Mayor avance de obra • Optimización del uso de cimbra • Disminución de costos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para resistencias superiores a los 300 kg/cm² se requiere analizar el diseño del elemento.

Nota: Adaptado del “Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionando con extracto de sábila” por Risco, 2017.

c. Permeabilidad

La permeabilidad del concreto se refiere a la cantidad de penetración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material endurecido en un determinado tiempo y así ser el resultado de la composición de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación y evaporación del agua de mezcla, la temperatura del concreto, y la formación de grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado (Vélez, 2010, p.173).

1.3.5 Aditivos

El CI 212 define como: “un material distinto del agua, agregados y cemento, que se usa como ingrediente de concretos y morteros el cual se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”

Su empleo puede radicar por razones de economía o por mejorar puntualmente alguna propiedad del concreto tanto en estado fresco o endurecido, por ejemplo: reducir el calor de hidratación, aumentar la resistencia inicial o final, etc. (Torre,2004).

“Los aditivos reductores de agua y retardadores de fraguado mejoran la resistencia a la compresión” (Quiroz & Salamanca, 2006).

1.3.5.1 Mucilago de Nopal (Paleta de Tuna)

“EL mucilago es una sustancia vegetal viscosa, coagulable al alcohol también, es una solución acuosa espesa de una goma o dextrina utilizada para suspender sustancias insolubles y aumenta la viscosidad. Los mucilagos son análogos, por sus composición y propiedades a las gomas, dan con el agua soluciones viscosas o se hinchan en ellas para formar una pseudo disolución gelatinosa. Proceden de la degradación de la celulosa, calosa, lignina de las materias pépticas; este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones (Abraján, 2008).

Clases de Mucilagos

Los mucilagos de las plantas superiores se clasifican en dos grandes grupos: mucílagos neutros y mucílagos ácidos (Matsurbio et al, 2006).

Los mucílagos neutros reciben esta denominación debido a que su estructura química corresponde a polímeros heterogéneos que incorporan en su estructura un porcentaje variable de otras cosas. Y los mucilagos ácidos reciben esta denominación porque en su estructura, aunque en muchas ocasiones no se conoce a su totalidad, figuran derivados ácidos de osas, dentro de estos mucilagos hay diversos grupos como son: a) mucilagos de plantas pertenecientes a la familia plantaginácea; b) mucilagos de plantas pertenecientes a la familia malvácea y c) mucilagos de plantas pertenecientes a la familia linácea. (Huanca, 2017).

Composición química de los mucilagos

La composición química del mucilago de los cladodios de *Opuntia ficus-indica* es una mezcla compleja de polisacáridos, de los cuales al menos el 50% se encuentra en forma de pectina. Cinco son los monosacáridos constituyentes del polímero entre ellos se tiene: L-arabinosa, D-galactosa, D-xilosa, L-ramnosa y ácido D-galacturónico, este último compuesto presenta el 23.4 % del total de los azúcares presentes (León, 2010).

El mucilago de las pencas de *Opuntia ficus-indica* este compuesto por 24,6 – 42,0% de arabinosa, 21-40.1% de galactosa, 7.0 – 12.7% de ácido galacturónico, 7.0-13.1% de ramnosa, 22.0-22.2% de xilosa (Boletín electrónico latinoamericano y del caribe, 2005).

Uso de los mucilagos

El mucilago de nopal se considera muy importante para la industria de los alimentos debido a sus propiedades de viscosidad (Sáenz et al., 2006). Tiene la capacidad de formar redes moleculares y retener fuertemente grandes cantidades de agua, así como de modificar propiedades como la viscosidad, elasticidad, textura, retención de agua, además que es buen gelificante, espesante y emulsificante. (Brambilla, 2007).

Uso del mucilago en la construcción

El mucilago de nopal mejora las características físicas de las pastas de cemento y morteros, por ejemplo, en pastas de cemento, disminuye la permeabilidad y aumenta la resistencia a la compresión. Se ha encontrado que adiciones de nopal y sábila deshidratada en concentraciones pequeñas pueden funcionar como acelerantes de fraguado de pastas de

cemento y que disminuye la trabajabilidad de morteros base cemento (disminuye la fluidez), es decir, para que la fluidez de estos morteros con adiciones sea igual a los morteros sin adición se tendría que aumentar la cantidad de agua en la mezcla; esto podría aumentar la porosidad de los morteros y, en consecuencia, disminuir su resistencia a la compresión (Bulnes, 2018).

El mucilago de nopal es de gran interés para la investigación ya que tiene un uso tradicional en América Latina, específicamente en México. Se ha utilizado en la restauración de edificios históricos como una mezcla que impide el transporte de humedad en el interior de los morteros de cal (Cardenas,1998).

La plasticidad y resistencia del cemento también se incrementa cuando se mezcla con mucilago de nopal, debido a la formación de complejos con $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Se ha demostrado que aumenta los tiempos de fraguado, así como disminuir la velocidad de hidratación de los materiales a base de cemento en el estado endurecido. La medida indirecta de la hidratación del cemento por resistencia a la compresión en el concreto tiene proporcionado una indicación concluyente de la mejora de la hidratación cuando se agrega mucilago de nopal (Ramírez, 2012).

1.3.5.2 Aloe Vera

En el antiguo Egipto se utilizó en la fitoterapia como crema antifúngica y antioxidante. La sábila, así denominado y descrito por Linneo, y el aloe barabadensis descrito por Miller, así como el aloe vulgaris de Lamarck, son una misma y única planta. Aloe Vera es una especie de planta suculenta que pertenece a la familia botánica y puede alcanzar más de 20cm de

altura (solo el tallo), sin contar el largo de las hojas terminadas, alcanza una altura de 50 a 70 cm (Ferraro, 2009).

El Aloe Vera pertenece a una familia de más de 200 especies llamado Aloeneae de la familia liliaceae originaria de África pero que crecen en Europa y América ya sea por dispersión natural, o porque fueron introducidos por las múltiples ventajas y actualmente están siendo objeto de cultivo comercial. Del género Aloe se han descrito aproximadamente 320 especies, entre las cuales se destaca la sábila (Aloe vera). En México las especies cultivadas más frecuentes son: Aloe Vera y Aloe Ferox (Peña, 2018, p.21)

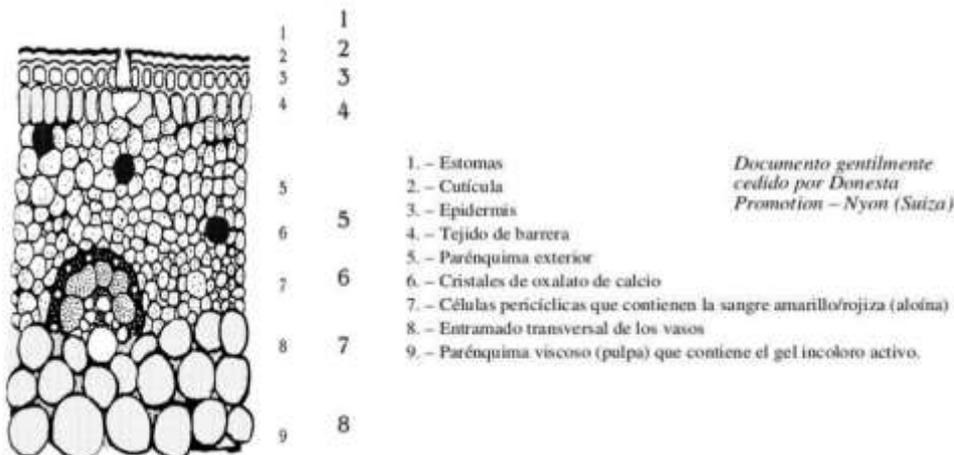
El Aloe Vera es una planta resistente a la sequía (resiste más de 7 años sin agua, verde en forma de lanza, jugoso basal. Cada planta tiene normalmente 12 a 16 horas de peso hasta 1.5 kg cuando están maduros y con dientes de sierra a lo largo de sus márgenes (Ahlawat & Khatkar, 2011).

Estructura y composición química

La corteza representa aproximadamente del 20 al 30% del peso de toda la planta y dicha estructura es de color verde azulado, dependiendo de diversos factores tales como: el lugar, clima o nutrición de la planta. El parénquima, conocido comúnmente como pulpa o gel se localiza en la parte central de la hoja y representa el 65 al 80% del peso total de la planta (Domínguez, Arzate & Chanona, 2012).

Químicamente el Aloe Vera se caracteriza por la presencia de constituyentes fenólicos que son generalmente clasificados en dos principales grupos: las cromonas como la aloencina y las antraquinonas (libres y glicosiladas) como la barbaloina, isobarbaloina y la aloenodina, estos compuestos se encuentran en la capa interna de las células epidermales. La aloína es el principal componente del acíbar, que la planta secreta como defensa para alejar a posibles depredadores por su olor y sabor desagradable. (Domínguez, Arzate & Chanona, 2012)

Figura 5: Corte Transversal de la hoja de Aloe Vera.



Nota: Adaptado de “El Gel de Aloe Vera: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria alimentaria, 2012.

Las hojas de aloe vera secretan dos exudados, uno es producido por las células pericíclicas bajo la epidermis cutinizada de las hojas y es un jugo de color amarillo rojizo, también llamado látex. El otro exudado es producido por las células tubulares de pared delgada en la zona central interna (parénquima) de la hoja y es un gel transparente, resbaladizo llamado aloe vera (Manvitha, 2014).

La especie del género Aloe contiene una mezcla glucósidos llamados Aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta. El contenido de aloína en la planta puede variar según la especie, la región y la época de recolección. El principal constituyente de la Aloína es la barbaloina, un glucósido amarillo pálido soluble en agua. Otros constituyentes son la emodina isobarbaloina, betabarbaloina y resinas. (Medel & Ortiz, 2006, p.21).

Tabla 6: *Componentes químicos de la planta de Aloe Vera.*

Composición	Compuestos
Antraquinonas	Acido aloético, antranol, acido cinámico, barbaloina, ácido crisofánico, emodina, aloe-emodin, estér de ácido cinámico isobarbaloina, antraceno, resistanol.
Vitaminas	Ácido fólico, vitamina B1, Colina, Vitamina B2, vitamina E, Betacaroteno.
Minerales	Calcio, Magnesio, potasio, zinc, sodio, cobre, hierro, manganeso, fosforo, cromo.
Carbohidratos	Celulosa, galactosa, glucosa, xilosa, arabinosa, aldopentosa, , fructosa,
Enzimas	Amilasa, carboxipeptidasa, lipasa, catalasa, oxidasa, fosfatasa alcalina, ciclooxigenasa, superóxido dismutasa.
Lípidos y compuestos Orgánicos	Esteroides, ácido salicílico, sorbato de potasio, triglicéridos, lignina, ácido úrico, saponinas, giberelina.
Aminoácidos	Alanina, acido aspártico, acido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, treonina, valina.

Nota: Adaptado de “Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con extracto de sábila, 2016.

Uso en la construcción

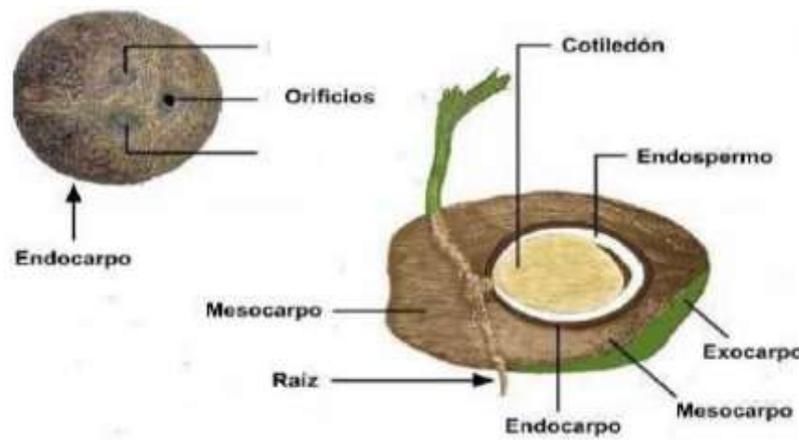
El uso tradicional que tiene la sábila (Aloe Vera) y sus derivados, además del valor que tiene como uso medicinal, se suma su aplicación en rubros tan ajenos a los anteriores, como es en el rubro de la construcción por sus propiedades como incorporador de aire, como infiltradores de suelo entre otros. En México existe una larga historia acerca del uso del mucilago de sábila en combinación con cal: aumenta sus propiedades adhesivas y mejora su repelencia al agua (Torres et al., 2010, p.12).

1.3.5.3 Fibra de coco

La fibra de coco es proveniente de la superficie exterior de la cáscara de la fruta conocida como mesocarpio, los diámetros promedios de las fibras son aproximadamente de un milímetro. Esta fibra se clasifica en tres tipos de longitudes, la larga, fina (fibra de hilos y esteras), tosca (fibra de cerda), corta (fibra de colchones). La composición del fruto: mesocarpio 35%, endocarpio 12%, endoscopio 28%, agua 25%. (Vela y Yovera, 2014, p.30).

Es considerado al desperdicio que no se ha utilizado de manera óptima. El coco tiene el potencial de ser utilizado como refuerzo de material de hormigón para la construcción del campo de la ingeniería civil. Debido a las propiedades de ductilidad de las fibras de coco serán útiles especialmente para materiales de construcción en la infraestructura de construcción.

Figura 6: Estructura del fruto de coco.



Nota: Adaptado de “Comportamiento al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en la construcción” por Duarte (2012).

La fibra de coco es de origen natural ya que es obtenida del fruto de palmera de coco. El coco es un fruto cubierto de fibras que va desde los 20 a 30 cm de longitud con forma ovoide y puede llegar a pesar 2.5 kg. La fibra de coco tiene alto contenido de lignina, pero bajo contenido de celulosa, lo cual da como resultado fibras resistentes, fuertes y muy duraderas y poseen baja conductividad, resistencia a la humedad y a las bacterias (Navarro, 2005).

La composición del coco es un 35% de cascara de fibra, coco o hueso en un 12%, albumen o carne en un 28% y agua en un 25%. Los porcentajes varían muy poco debido a que son dependientes del tamaño o estado de maduración del coco. La fibra de coco es un material con un aroma propio a su nombre, se caracteriza por tener un color café después de secarse, además de poseer variedad de longitudes, en promedio tiene una longitud comprendida entre

15 y 25 cm. La fibra de coco pertenece a la familia de las fibras duras como el sisal y el henequén.

El 50% de su composición está formada de celulosa en relación de otros vegetales que contienen mayor porcentaje como el sisal que posee 65% de celulosa (Navarro, 2005).

La capacidad de refuerzo de una fibra de coco depende del grado en que los esfuerzos puedan ser transferidos desde la matriz, grado que a su vez está regido por las características intrínsecas de la fibra, como: resistencia a la tensión más resistente que la matriz, capacidad de resistir deformaciones muy superiores a la deformación en que la matriz se agrieta, módulo de elasticidad alto para aumentar el esfuerzo que soporten en un elemento bajo de carga, siempre y cuando las fibras y la matriz se conserven totalmente adheridas, adherencia adecuada con la pasta de cemento; relación de Poisson menor que la matriz para aumentar fricción de adherencia y relación longitud/ diámetro adecuado para que conserve su capacidad de absorción de esfuerzos (Quintero, 2006).

La fibra de coco pertenece a la familia de las fibras duras como henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño que posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua. Su resistencia y durabilidad lo hace un material adecuado para el mercado de la construcción para usarlo como material de aislamiento térmico y acústico (Novoa, 2005).

La fibra de coco se puede definir de forma cilíndrica, pared delgada, extremos redondos, tiene pequeños vasos sementados y largos, vasos anulares en espiral. Presenta un alto contenido de lignina, bajo porcentaje de celulosa y pentosanos y un elevado porcentaje de cenizas (Novoa, 2005).

La composición química promedio de la estopa de coco (fibra de coco), resultados del estudio elaborado en el valle de Tecoman, por el Departamento de Madera, Celulosa y papel. Universidad de Guadalajara (Novoa, 2005).

Tabla 7: *Composición Química de los Principales Constituyentes de la Fibra de Coco porcentaje en masa y densidad.*

% Celulosa	% Lignina	% Hemicelulosa	Densidad (kg/cm³)	Referencia
35-60	20-48	15-28	1117-1165	(Agopyan, 2005)
68,9	32,2	16,8	1100-1300	(Asasutjarit et al., 2007)
36-43	41-45	0.15-0.25	-	(Bismark et al., 2001)
43	45	0,3	1150	(Bledzki et al., 1996)
36-43	20-45	0,15-0,20	1200	(Dos Santos, 2006)
53	40.8	-	1177	(Silva, 2002)
32-43	40-45	-	1150	(Silva et al., 2000)

Nota: Adaptado de “Comportamiento al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en la construcción” por Duarte (2012).

Uso de la fibra de coco en la construcción

La fibra de coco es utilizada en la ingeniería y la arquitectura en el revestimiento, mampostería, ayuda a mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

1.3.5.4 Cenizas del Bagazo de caña de azúcar (CBCA)

La caña de azúcar ha sido uno de los productos de mayor importancia para el desarrollo comercial del continente americano y europeo. El azúcar se consume en todo el mundo, puesto que es una de las principales fuentes de calorías en las dietas de todos los países. Lo cual genera que del desperdicio se origina el bagazo de caña. La composición de la ceniza varía según la edad de la caña, tipo de suelo y la cantidad de fertilizantes que se utiliza para el cultivo de la planta (Araujo, 2019).

La cantidad de ceniza en el bagazo depende del tipo del suelo que como material extraño se haya recogido durante la cosecha y del clima, sobre el rendimiento de la caña ya que ambos factores tienen un efecto significativo sobre la producción. El contenido de ceniza de bagazo se considera moderado, en condiciones de poca lluvia son entre el 2% y el 4% del bagazo total. Un contenido superior al 5% en épocas de lluvia puede elevarse de manera considerable llegando a reportar valores extremos del 12 al 15% (Sandoval, 2014).

El bagazo de caña es el subproducto de los desechos de la fabricación del azúcar, se utiliza como combustible que sirve para calentar las calderas y así obtener el azúcar, además, usa como fuente de energía, por cada tonelada de caña se produce alrededor de 264kg de bagazo (con el 50% de humedad), que se puede utilizar para la producción de energía eléctrica y calórica por medio de la cogeneración (SENER/BID/GTZ, 2006).

A nivel mundial se realizaron investigaciones en diferentes países como en la India, Brasil y Cuba demostraron la posibilidad de utilizar la ceniza de bagazo de caña de azúcar como un compuesto que se le agrega al cemento Portland, con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y químicas del concreto, sustituyendo en un determinado porcentaje, el contenido de cemento con ceniza de bagazo de caña de azúcar en morteros y en concretos sin afectar su resistencia (Cadena, 2014).

Según el INEI (2013), en el Perú se produjo 10992,240 toneladas de caña de azúcar aproximadamente 25.4% es bagazo; en la actualidad este residuo es considerado un desperdicio y solamente es aprovechado como fertilizante.

Tabla 8 : *Especificaciones del Bagazo de Caña de Azúcar.*

Especificaciones	Bagazo
Continuo/Disperso	Disperso
Orientación	Aleatoria
Matriz	Cemento
Longitud (mm)	26
Diámetro promedio (mm)	0,24
Gravedad Especifica (g/cm ³)	1.25
Absorción de humedad (%)	78,5
Contenido de Humedad (%)	12.1

Resistencia ultima (MPa)	196.4
Módulo de Elasticidad (GPa)	16.9
Resistencia a la adherencia (MPa)	0.84

Nota: Adaptado de “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y Bagazo de Caña de Azúcar para su uso en Construcción” por Paricaguan ,2015.

Características de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar

La composición química del CBCA tiene alto contenido de materiales puzolánicos como el dióxido de silicio (SiO_2) y otros óxidos que producen la actividad puzolánica, lo que permiten utilizarlo como material cementante para estabilización de suelos o en morteros (Terrones, 2018).

Las puzolanas son materiales sin capacidad de actividad hidráulica por si solos, por esto se debe mezclar con activadores alcalinos para generar compuestos con propiedades aglomerantes dando origen a cementantes hidráulicos como es la cal (Salazar, 2011). Por otro lado, hay estudios que indican que el cemento o cal y la CBCA, pueden modificar las propiedades mecánicas y mejorar otras como la penetración de la humedad hacia los concretos, además en el caso de suelos susceptibles a fallas estos mismos activados con materiales químicos forman geo polímeros que añaden resistencia al suelo (Hernández, 2011).

Composición Química

La composición de la ceniza varía de acuerdo al tiempo, el suelo, el tipo y cantidad de fertilizante utilizado en la producción. La cantidad de ceniza de bagazo de caña depende de las condiciones climatológicas (Hernández, 2011).

Tabla 9: *Composición Química del CBCA*

NOMBRE	FORMA ABREVIADA	PORCENTAJE (%)
Sílice	SiO ₂	56.4%
Óxido Férrico	FeO ₂ + Al ₂ O ₃	5.15%
Óxido de Calcio + óxido de Magnesio	CaO + MgO	9.08%

Nota: Adaptado de “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y Bagazo de Caña de Azúcar para su uso en Construcción” por Paricaguan ,2015.

Uso en la construcción

La utilización de las cenizas de bagazo de caña de azúcar (CBCA) en el rubro de la construcción está cobrando cada vez más fuerza, ya que promete ser un subproducto industrial capaz de reemplazar parcialmente al cemento y de esta manera contribuye en la disminución de gases de efecto invernadero (CO₂) que se generan en la producción industrial del cemento, además de los beneficios tanto económicos como medioambientales (Agencia Iberoamericana para la difusión de la Ciencia y la Tecnología (DICYT), 2014).

Según la DICYT, la CBCA presenta en su composición química el óxido de silicio capaz de reaccionar con otros compuestos y hacer que mejoren las propiedades mecánicas y la durabilidad del concreto, además refiere que es útil para la estabilización de bloques de suelo compactados, ya que aumenta las propiedades de resistencia y durabilidad.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En cuánto difiere la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural con aditivos naturales en Trujillo?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General

Realizar el análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural con aditivos naturales.

1.5.2. Objetivo Específicos

O.E.1. Realizar el análisis comparativo detallado de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos según la NTP 400.037, NTP 400.022, NTP 400.012, NTP 339.185 y la NTP 400.017

O.E.2. Realizar el análisis comparativo de los resultados obtenidos sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia concreto estructural, con aditivos naturales en Trujillo.

O.E.3. Determinar el porcentaje de cada aditivo natural más adecuado de acuerdo con la comparación costo entre el concreto convencional y concreto con aditivo naturales en Trujillo.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La adición de aditivos naturales en el concreto, mejorará las propiedades de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito

Investigación aplicada, porque tiene como finalidad dar solución a un problema específico centrándose en la aplicación de los conocimientos ya existentes de la investigación básica, como su mismo nombre lo indica se refiere a las fuentes de carácter documental, tales como fuentes bibliográficas.

2.2. Diseño de Investigación

2.2.1. Según el grado de uso de las variables: Investigación No Experimental

Según el diseño es de tipo no experimental descriptivo porque no existe manipulación de manera deliberada las variables independientes. Además, es transversal ya que se recolectan datos con la finalidad de describir las variables y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

2.2.2. Según el nivel de profundidad: Investigación Descriptiva

Esta investigación por su nivel es “descriptiva”, puesto que se hará una evaluación por medio de análisis, registros donde se interpretará toda la información recolectada. Seguido a ello tiene como objetivo principal comparar la incidencia de las modalidades de una o más variables en una población, por lo cual es comparativo.

2.3. Población y Muestra (Materiales, Instrumentos y métodos)

2.3.1. Población

La población destinada para esta investigación, será todo el conjunto de investigaciones recopiladas a nivel nacional e internacional considerando diferentes fechas de su publicación hacia el presente año 2022 las cuales deben estar relacionadas en cuanto a la resistencia a la compresión y consistencia de concreto estructural con aditivos naturales, para luego realizar el análisis comparativo.

2.3.2. Muestra

El tipo de muestreo para esta investigación es no probabilístico por conveniencia, ya que se describirán y analizarán los resultados de nuestras variables como la resistencia a la compresión y consistencia del concreto de diferentes autores de las investigaciones recopiladas las cuales está conformada por 30 trabajos entre tesis, artículos, revistas.

Los criterios que se tuvo en consideración para realizar esta investigación fueron que los artículos no pasen 10 años de antigüedad, estos estudios seleccionados abarquen el contexto de investigación y variables de estudio, también estén en el mismo idioma y tener presentaciones originales y por último que los artículos se encuentren en bases confiables como son Scielo, Redalyc, Google Académico, etc.

2.3.3. Operacionalización de variable

2.3.3.1. Variable:

Resistencia a la compresión

Consistencia

Tabla 10: *Matriz de Operacionalización de Variable.*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Variable 1. Resistencia a la Compresión	La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (Rivva, 2013).	Se mide a través de un análisis descriptivo-comparativo a través de recopilación de datos de temas a fin, de diferentes ensayos de resistencia a la compresión.	Recopilación de temas relacionados a la resistencia a la compresión Comportamiento del concreto en cuanto a la resistencia a la compresión. Comparación de los resultados de diferentes investigaciones	Recopilar información de la Resistencia a la Compresión. Análisis de la forma en que aumenta la resistencia a la compresión.	Como y cuanto aumentó la resistencia a la compresión del concreto. Valor proporcional del aumento de resistencia. Análisis de las probetas con aditivos y sin aditivos basado en la recopilación de información.
Variable 2. Consistencia	La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de esta, esto se entiende que cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la fluidez (Rivva, 2013).	Se ha buscado información en revistas indexadas como Scielo, Redalyc acerca del ensayo de consistencia que consiste en caracterizar el comportamiento del concreto fresco, y así manteniendo una mezcla homogénea.	Recopilación de temas relacionados a la Consistencia. Comportamiento del concreto en cuanto a la consistencia. Comparación de los resultados de diferentes investigaciones	Recopilar información de la Resistencia a la Compresión. Análisis de la forma en que aumenta la resistencia a la compresión.	Comportamiento de la consistencia del concreto del concreto. Análisis de las probetas con aditivos y sin aditivos basado en la recopilación de información.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos

a) Análisis Documental

Esta técnica nos permitirá recopilar información bibliográfica con la finalidad de adquirir conocimientos que nos servirán de base para poder analizar como el comportamiento de la resistencia a la compresión, consistencia y su influencia en el concreto estructural, así mismo, servirá de apoyo para la justificación de la investigación, como también para tener una base de apoyo al momento de sustentar el analisis de datos y discusión de resultados.

En esta investigación se tendrá que analizar y examinar una formidable cantidad de información entre tesis, artículos científicos y revistas, normas, relacionados con el tema que se está investigando, los cuales sirven de guía en la investigación.

2.4.2. Instrumento de recolección y análisis de datos

Se utilizará las hojas de matriz de categorías (Ver anexo N° 01), la cual nos permitirá describir la situación de interés además de clasificar la información de manera apropiada, los cuales serán validados por el Ing. Alberto Rubén Vásquez Diaz experto en la materia. Se emplearán cuadros, gráficos estadísticos que serán procesados mediante el software Microsoft Excel.

Figura 7: *Instrumento de Recolección de datos.*

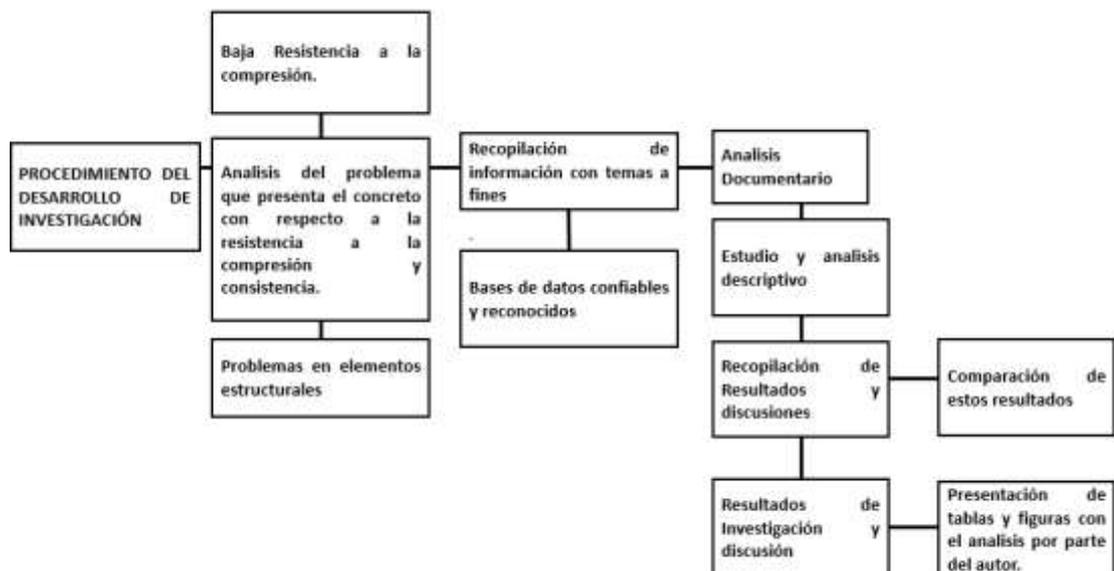


Tabla 11: *Matriz de Categoría y recolección de Datos*

VARIABLE	RECOLECCIÓN DE DATOS		
	Probetas	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión.	Análisis comparativo de los resultados de los ensayos con probetas con aditivos naturales basándonos en temas a fines relacionados.	Revisión Documental.	Matriz de categoría.
Consistencia.	Análisis comparativo de los resultados de los ensayos con probetas con aditivos naturales basándonos en temas a fines relacionados.	Revisión Documental	Matriz de categoría.

2.5. Procedimiento

Figura 8: *Procedimientos de la Investigación*



2.5.1 Análisis del Problema que presenta el concreto con respecto a la compresión y consistencia.

En esta etapa con ayuda de información en cuanto a la resistencia a la compresión y consistencia del concreto se podrá verificar el problema que tiene el concreto estructural para luego realizar el análisis comparativo sobre el comportamiento de las propiedades con adición de aditivos naturales para poder dar inicio con la investigación.

2.5.1. Recopilación de información con temas a fines

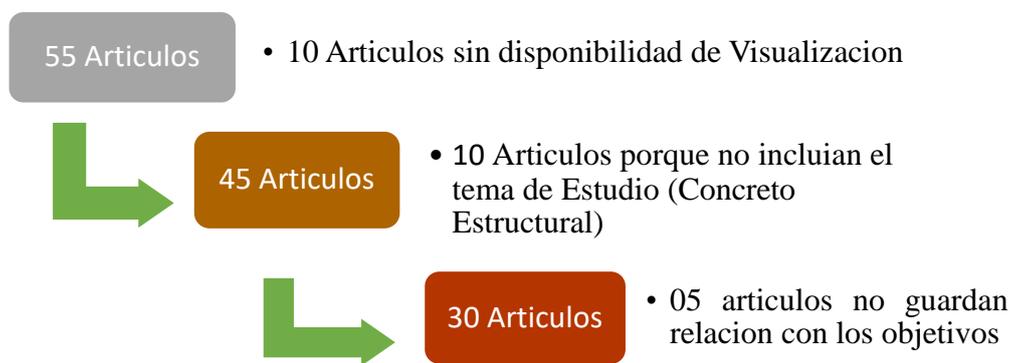
En este punto de la investigación dará inicio a la recopilación de temas relacionados con el tema a realizar en cuanto a uso de aditivos naturales para aumentar la resistencia a la compresión y mejorar la consistencia del concretos del concreto estructural verificando en que los elementos estructurales pueden llegar a mejorarse, para ello se usara bases de datos reconocidos y confiables de búsqueda como por ejemplo, Google Académico, Scielo, Science Direct, Dialnet; los cuales nos presentaran libros, revistas científicas, tesis, etc. para lo que se usará las normas apa al momento de extraer la información necesaria evitando cometer delito alguno y respetando al autor de dichas investigaciones.

2.5.2. Recopilación de datos

Para lograr la comparación e identificación de cuan favorable resulta los aditivos naturales en la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, se identificaron 55 entre artículos científicos y tesis, de los cuales no se tuvo acceso de visualización en 10, por lo que fueron descartados. Luego, de 45 restantes se eliminaron 10, pues no incluían el tema de estudio (concreto estructural).

Asimismo, se descartó 5 artículos más, debido a que el objetivo no estaba relacionado con la investigación. Finalmente, la unidad de análisis quedó conformada por 30 artículos científicos, tal como se muestra en la figura 9.

Figura 9: *Procedimiento de Selección de la Unidad de Análisis.*



De los 30 artículos analizados 28 de ellos se enfocan en la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, el 64.29% es un análisis específico de la mejora en las propiedades mecánicas del concreto estructural, mientras que, el 14.28% son propuestas realizadas para la mejora de las propiedades mecánicas del concreto estructural. En la Tabla 12, se muestra propuesta y sus análisis de las propiedades de acuerdo con el análisis de cada investigación.

Tabla 12: *Tipo de Estudio*

PROPUESTA	ANÁLISIS
4	18
14.28%	64.29%

De la muestra tomada en cada una de las publicaciones, se tiene que el 70% utiliza una muestra física en la organización en la que realizó el estudio; mientras que, el 30% toma como muestra las referencias bibliográficas que se tiene a disposición. En la tabla 13, se muestra la muestra física y la muestra Bibliográfica.

Tabla 13: *Tipo de Muestra*

MUESTRA FÍSICA	MUESTRA BIBLIOGRÁFICA
25	5
83.33%	16.67%

Asimismo, se determinó el método de análisis de las 30 publicaciones, con la finalidad de tener un correcto análisis documental, encontrándose en total 09 métodos, los cuales fueron tal como se muestran en la tabla 14. Es importante mencionar que en algunos casos se usó más de un método, por ello se genera repetición. No obstante, el método más usado fue la revisión bibliográfica, representando el 30%; seguido de la Revisión Documental, con un 18%. En la tabla 13, se muestra la presentación y el tipo de método de análisis.

Tabla 14: *Tipo de Análisis*

MÉTODO	CANTIDAD	%
Entrevista	2	6%
Estudio De Caso	1	3%
Aplicación	5	18%
Observación	1	3%
Procesamiento De Documentos	3	10%
Revisión Bibliográfica	9	30%
Revisión Documental	5	18%
Análisis Multivariante Y Correlacional	2	6%
Análisis De La Problemática	2	6%
Total	09	Métodos

A continuación, elaboraremos el diagrama de Parapeto en función de los porcentajes acumulados que se presentan en la siguiente tabla 15. Esto con el propósito de identificar con mayor precisión en que años se distribuyen la mayor cantidad de documentos seleccionados, tener un orden establecido y un fácil manejo de la información para un correcto análisis de datos.

Tabla 15: *Distribución Porcentual y de Cantidad de Documentos por Año*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
2015	2	6.66	6.66	6.66
2016	3	10.00	10.00	16.66
2017	3	10.00	10.00	26.66
2018	8	26.68	26.68	53.34
2019	9	30.00	30.00	76.67
2020	5	16.66	16.66	100.00
	30	100	100	

2.5.3. Descripción física o análisis formal:

Para la descripción física se requerirán de la descripción bibliográfica del documento, los cuales verificarán su veracidad; esto partiendo de la muestra de estudio, de la cual se elaborará un registro que debe contener información mínima, en todos los casos no se describirá lo mismo ya que esto dependerá del tipo de fuente documental, lo cual parte de un contenido general.

2.5.4. Análisis de contenido o análisis interno:

Para realizar un análisis de contenido objetivo y válido. Se hará un análisis interno a cada una de las documentaciones de donde se describirá e interpretará cada procedimiento y resultados con la finalidad de evaluar los indicadores del estudio, permitiéndonos a realizar matrices de categorías, los cuales deben contener un consolidado comparativo de la información que se haya analizado. Se realiza teniendo en cuenta la siguiente subdivisión.

2.5.5. Descripción de características:

Se debe realizar la descripción determinando índices y seleccionando términos que nos representen el contenido de la documentación, para obtener un registro ordenado de la muestra.

2.5.6. Descripción sustancial:

Es de gran utilidad porque nos permite analizar el contenido de los documentos, se elaborarán distintos resúmenes de cada documentación, los cuales se describen a continuación:

Indicativo: Se debe describir el tipo de documento indicando los principales temas, es decir los ensayos de las propiedades mecánicas del concreto estructural realizados para determinar los indicadores planteados.

Informativo: Se utilizará cuando exista la necesidad de facilitar la máxima información posible ya sea cualitativa o cuantitativa, ya que es la más adecuada para describir trabajos experimentales.

Selectivo: se empleará cuando se necesite solamente destacar una parte de la documentación analizada.

Estructurado: El resumen estructurado se realizará cuando se utilizan datos de revistas, artículos científicos.

Resumen de conclusiones: Se utilizará cuando se necesite dar una conclusión de la documentación analizada.

2.6. Aspectos Éticos

Para la redacción de la tesis, se ha considerado los siguientes aspectos: tener claridad en cuanto al propósito del estudio, tener transparencia en cuanto a la información obtenida, respetar los datos obtenidos de otros autores, teniendo la estricta obligación de colocar la fuente correspondiente.

Este trabajo de investigación es original y veraz, para garantizar esto estamos respetando lo establecido por la ley N° 30276-Ley, la cual establece los parámetros en cuanto a derechos de autor.

CAPITULO III: RESULTADOS

Se han obtenido datos de diversas investigaciones en donde se realiza el análisis sobre la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural. Para realizar el estudio se optaron por 30 investigaciones. En la tabla 16 se muestra la codificación de la documentación empleada en el desarrollo de la investigación.

Tabla 16: *Codificación de la documentación empleada*

Código	Investigación	Año de Publicación
T-01	<i>“Influencia del uso de mucilago de cactus echinopsis pachanoi como aditivo natural para evaluar la resistencia a la compresión, consistencia y permeabilidad del concreto en la ciudad de Trujillo”</i>	2019
T-02	<i>Influencia de la adición de mucilago de nopal (opuntia ficus – indica) en las propiedades mecánicas del concreto</i>	2019
T-03	<i>Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 15% por mucilago de nopal.</i>	2018
T-04	<i>Efecto de la adición de extracto de paleta de tuna (opuntia ficus – indica) en la resistencia a la compresión del concreto.</i>	2015
T-05	<i>Comparación de la resistencia a compresión de un concreto $f'c=450$ kg/cm² adicionando el 4% y 6 % de mucilago de tuna y superplastificante Sika n290 al cemento.</i>	2018
T-06	<i>Uso del extracto del mucilago del cactus como aditivo y su influencia en la consistencia y en la resistencia a la compresión del concreto.</i>	2019
T-07	<i>Influencia en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c=210$kg/cm² con la adición de mucilago de tuna, Chimbote, Áncash -2017.</i>	2017
T-08	<i>Propiedades mecánicas y microestructura de concreto conteniendo mucilago de nopal como aditivo natural</i>	2018
T-09	<i>Influencia del aloe vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural.</i>	2017
T-10	<i>Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con extracto de sábila, ciudad de barranca – 2016.</i>	2017

T-11	<i>Diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando gel de aloe vera para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto 2019.</i>	2019
T-12	<i>Resistencia a la compresión de concreto sustituido al 7 % y 10 % por mucilago de aloe vera.</i>	2018
T-13	<i>Evaluación de las propiedades del concreto reforzado ($f'c=210$ kg/cm²) con fibra de caña de azúcar y desecho del fruto de coco en una edificación, puente piedra, lima 2019.</i>	2020
T-14	<i>Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm² usando fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de rioja</i>	2019
T-15	<i>Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto</i>	2016
T-16	<i>Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto.</i>	2016
T-17	<i>Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con fibra de estopa de coco.</i>	2016
T-18	<i>Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco</i>	2017
T-19	<i>Incidencia de la fibra de coco utilizando proporciones variables de 0.1%, 0.2 % y 0.3 % en las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, lima 2019</i>	2019
T-20	<i>Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción.</i>	2015
T-21	<i>Evaluación de resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando fibras de estopa de coco, lima 219.</i>	2019
T-22	<i>Evaluar la fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de tembladera -Cajamarca.</i>	2020
T-23	<i>Resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c=210$kg/cm², sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo caña de azúcar- 2018.</i>	2018
T-24	<i>Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$kg/cm² al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019.</i>	2019
T-25	<i>Estudio de la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² con ceniza de bagazo de caña de azúcar Pimentel, Chiclayo.</i>	2018
T-26	<i>Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar.</i>	2018

T-27	<i>Evaluación den las propiedades del concreto con puzolana obtenido del bagazo de caña den azúcar, Cayalti, lambayeque.2018.</i>	2018
T-28	<i>Diseño de concreto empleando cenizas de bagazo de caña de azúcar para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto 2020.</i>	2020
T-29	<i>Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar la resistencia del concreto usando los agregados de la cantera Figueroa- huanuco-2018.</i>	2019
T-30	<i>Análisis del comportamiento mecánico del concreto utilizando bagazo de la caña de azúcar $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, en la región Lambayeque.</i>	2020

Nota: En la tabla se muestran las 30 investigaciones con su respectivo código.

3.1. Análisis comparativo detallado de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos según la NTP 400.037, NTP 400.022, NTP 400.012, NTP 339.185 y la NTP 400.017.

3.1.1. Propiedades físicas de los agregados Finos

La primera propiedad que se realizó la comparación fue la propiedad física de los agregados finos y gruesos. En la tabla 17, se muestra una comparación de las propiedades físicas del agregado fino.

Tabla 17: *Caracterización del agregado fino*

Ensayo	Módulo de Finura (2.35 -3.15)	Contenido de Humedad	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción
1	2.51	0.5	1653	1812	2640	1
2	3.1	1.47	1545	1677	2464	1.49
3	2.69	0.31	1566	1769	2513	0.81
4	2.59	12.49	1607	1745	2.525	2
5	2.9	6.2	1500	1660	2650	0.96
7	2.42	0.63	1533	1609	2510	0.96
8	2.88	1.15	1538	1609	2660	1.29
9	2.5	0.5	1535	1620.4	2670	1
10	2.94	1.2	1645	1710	2660	2.46
11	2.89	3.62	1567	1664	2530	0.42
14	2.73	1.56	1517	1609	2660	1.66
16	2.95	1.35	1580	1682	2620	4.04
17	2.71	9.64	1540	1687	2410	3.9
19	2.96	0.54	1510	1820	2710	1.4
21	3.02	1.61	1531	1745	2679	1.57
22	2.96	1.67	1536	1603.8	2710	1.83
23	3.01	0.72	1619	1787.34	2740	1.94
26	2.98	5.89	1560	1787.34	2740	2.42
27	3.09	0.5	1570	1683	2556	1.358
28		1.5	1529	1666	2556	0.34
29	3.1	1.21	1539	1603	2635	1.04
30		1.73	1580	1607	2502	1.04

MIN	2.42	0.31	1500	1603	2.525	0.34
MAX	3.1	12.49	1653	1820	2740	4.04

Nota: Esta tabla muestra las comparaciones de las características físicas del agregado fino la cual es de gran importancia para un buen diseño de mezcla. Estos datos han sido corroborados con los valores establecidos en la Norma Técnica Peruana.

3.1.2. Propiedades físicas de los agregados Gruesos.

Tabla 18: *Caracterización del agregado Grueso*

Ensayo	TMN	Contenido de Humedad (%)	Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (kg/m ³)	Peso Específico (kg/m ³)	Absorción (%)
1	1/2"	0.6	1572	1700	2720	1.6
2	1/2"	0.49	1449	1526	2738	1.8
3	3/4"	0.18	1495	1650	2738	0.24
4	3/4"	0.53	1493	1585	2650	1.1
5	3/4"	0.32	1421	1540	2700	0.71
7	1/2"	0.23	1737	1602	2500	0.71
8	3/4"	0.3	1497	1601	2700	0.68
9	3/4"	0.6	1572	1700	2720	1.6
10	3/4"	0.5	1572	1540	2776	2.94
11	1/2"	0.5	1660	1700	2650	0.42

14	3/4"	1.74	1552	1601	2700	0.73
16	3/4"	3.25	1426	1515	2750	3.07
17	1/2"	3.25	1428.1	1525	2790	2.64
19	3/4"	0.2	1740	1650	2560	2.2
21	1/2"	0.29	1525	1642	2700	0.86
22	3/4"	0.37	1515	1513	2560	0.62
23	1/2"	0.18	1430.99	1545	2750	0.61
26	1"	4.17	1750	1556	2700	2.88
27	3/4"	0.3	1455	1603	2635	1.48
28	3/4"	0.5	1434	1603	2635	1.48
29	1/2"	0.15	1570	1560	2740	0.68
30	1/2"	0.41	1710	1545	2450	0.74
MIN		0.15	1421	1513	2450	0.24
MAX		4.17	1750	1700	2790	3.07

Nota: Esta tabla muestra las comparaciones de las características físicas del agregado Grueso, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma NTP 400.017, NTP 400.021 por lo cual es un indicador que es de óptima calidad del agregado.

3.2. Análisis comparativo detallado de los resultados obtenidos sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, con aditivos naturales.

3.2.1. Resistencia a la compresión del concreto estructural con aditivos naturales.

Tabla 19: *Comportamiento de la Resistencia a la compresión del Concreto con Mucilago de Nopal*

COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO CON MUCILAGO DE NOPAL				
N° INVESTIGACIÓN	MAYOR TIEMPO DE CURADO	% DE MUCILAGO DE NOPAL	RESISTENCIA A LA COMPRESION	COMPORTAMIENTO
T-01	28 días	0%	281.33 kg/cm ² – 28.13Mpa	Aumentó el 3.91%
		0.50%	292.33kg/cm ² – 29.23 Mpa	
T-02	28 días	0%	188.85 kg/cm ² - 18.85Mpa	Aumentó el 10.96%
		1.00%	209.55 kg/cm ² – 20.95 Mpa	
T-03	28 días	0%	122.85 kg/cm ² - 12.28 Mpa	Disminuyó el 43.44%
		15%	69.49 kg/cm ² – 6.94 Mpa	
T-04	28 días	0%	179.37 kg/cm ² –17.93 Mpa	Disminuyó el 13.87%
		5.00%	157.52 kg/cm ² –15.75 Mpa	
T-05	28 días	0%	172.59 kg/cm ² –17.25 Mpa	Disminuyó el 11.30 %
		5.00%	153.08 kg/cm ² –15.30 Mpa	
T-06	28 días	0%	212.63 kg/cm ² – 21.26Mpa	Aumentó el 4.70%
		0.50%	222.57 kg/cm ² – 22.25Mpa	
T-07	28 días	0%	210.05 kg/cm ² – 21.05Mpa	Aumentó el 4.11 %
		1.00%	219.05 kg/cm ² – 21.90Mpa	
T-08	28 días	0%	210.0 kg/cm ² – 21.00Mpa	Aumentó el 39.05%
		2%	292.00 kg/cm ² – 29.20Mpa	

Nota: Esta Tabla muestra una comparación del comportamiento de la resistencia a la compresión entre el concreto con adición de Mucilago de Nopal y el concreto patrón.

153.08 kg/cm² –15.30 Mpa

Figura 10: *Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Mucilago de Nopal*

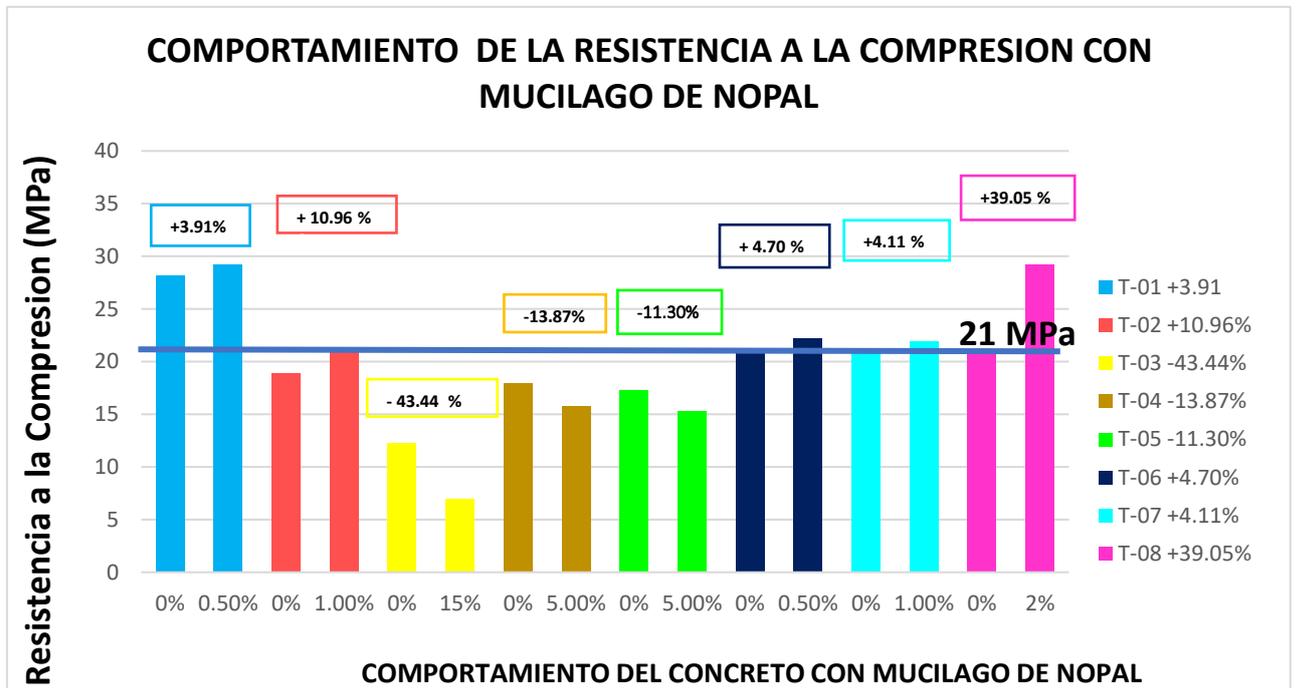


Tabla 20: *Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Aloe Vera*

COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO CON ALOE VERA				
N° INVESTIGACIÓN	MAYOR TIEMPO DE CURADO	% DE ALOE VERA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	COMPORTAMIENTO
T-09	28 días	0%	254.70 kg/cm ² – 25.47 Mpa	Aumentó el 12.37%
		1.00%	286.20 kg/cm ² – 28.62 Mpa	
T-09	28 días	0%	251.00 kg/cm ² – 25.10 Mpa	Aumentó el 39.84%
		2.00%	355.00 kg/cm ² – 35.50 Mpa	
T-09	28 días	0%	251.00 kg/cm ² – 25.10 Mpa	Disminuyó el 7.57%
		5.00%	232.00 kg/cm ² – 23.20 Mpa	
T-10	28 días	0%	242.80 kg/cm ² - 24.28 Mpa	Aumentó el 5.85%
		1%	257.00 kg/cm ² – 25.70 Mpa	
T-11	28 días	0%	242.80 kg/cm ² –24.28 Mpa	Aumentó el 5.27%
		1%	255.60 kg/cm ² –25.56 Mpa	
T-11	28 días	0%	242.80 kg/cm ² –24.28 Mpa	Aumentó el 9.27%
		2%	265.30 kg/cm ² –26.53 Mpa	
T-11	28 días	0%	255.50 kg/cm ² –25.55 Mpa	Disminuyó el 4.97%
		3%	242.80 kg/cm ² –24.28 Mpa	
T-11	28 días	0%	257.00 kg/cm ² –25.70 Mpa	Disminuyó el 1.98%
		5%	251.90 kg/cm ² –25.19 Mpa	

T-12	28 días	0%	251.00 kg/cm ² –25.10 Mpa	Aumentó el 29.48%
		2%	325.00 kg/cm ² –32.5 Mpa	

Figura: 11: *Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Aloe Vera.*

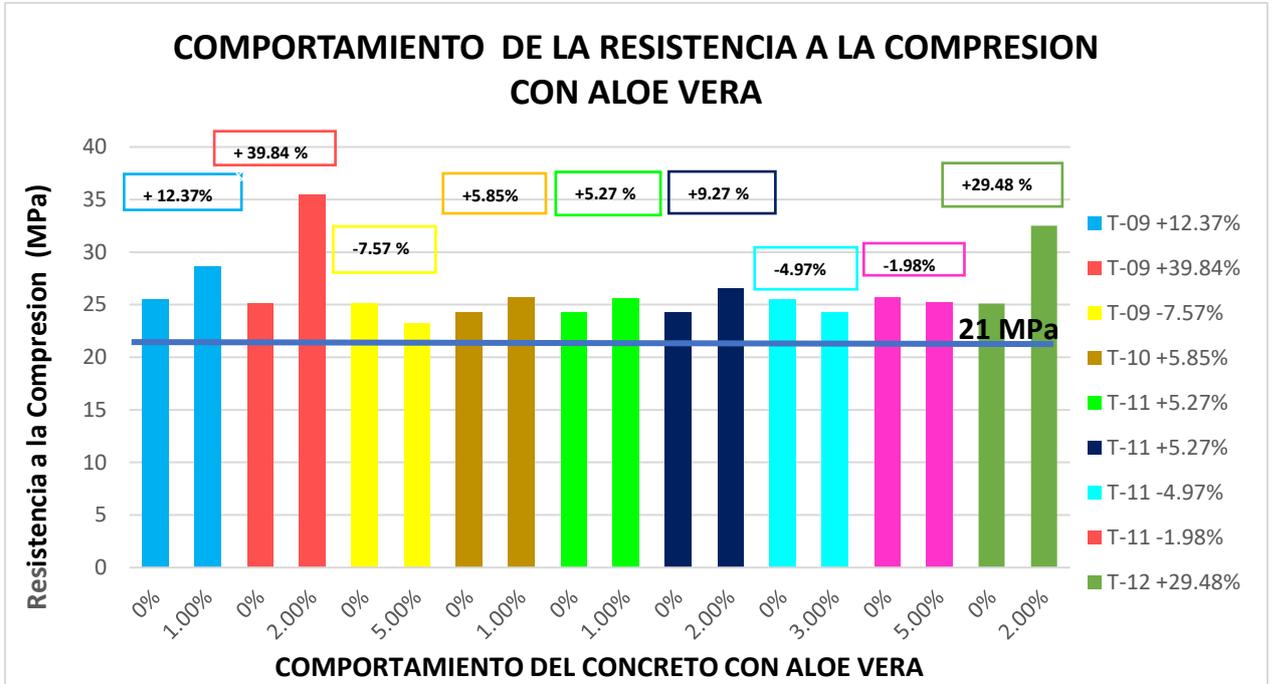


Tabla 21: *Comportamiento de la Resistencia a la Compresión del concreto con Fibras de coco*

COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO CON FIBRAS DE COCO					
N° INVESTIGACIÓN	MAYOR TIEMPO DE CURADO	% DE FIBRAS	RESISTENCIA A LA COMPRESION	LA	COMPORTAMIENTO
T-13	28 días	0%	250.23 kg/cm ² – 25.02Mpa		Disminuyó el 17.82%
		1.00%	205.64 kg/cm ² – 20.56Mpa		
T-13	28 días	0%	250.23 kg/cm ² - 25.02 Mpa		Disminuyó el 17.83%
		3.00%	205.64 kg/cm ² – 20.56 Mpa		
T-15	28 días	0%	176.90 kg/cm ² - 17.69 Mpa		Aumentó el 20.35%
		0.5%	212.90 kg/cm ² – 21.29 Mpa		
T-16	28 días	0%	160.87 kg/cm ² –16.08 Mpa		Aumentó el 32.15%
		1.50%	212.50 kg/cm ² –21.25 Mpa		
T-16	28 días	0%	212.09 kg/cm ² –21.20 Mpa		Disminuyó el 34.48 %
		2.00%	138.90 kg/cm ² –13.89 Mpa		
T-17	28 días	0%	211.10 kg/cm ² – 21.10Mpa		Aumentó el 9.95%
		1.50%	232.00 kg/cm ² – 23.20Mpa		
T-18	28 días	0%	170.10 kg/cm ² – 17.01 Mpa		Aumentó el 31.09 %
		1.50%	223.00 kg/cm ² – 22.30 Mpa		
T-18	28 días	0%	223.00 kg/cm ² – 22.30Mpa		Disminuyó el 7.67%
		3%	205.90 kg/cm ² – 20.59 Mpa		
T-21	28 días	0%	213.90 kg/cm ² – 21.39Mpa		Aumentó el 17.58%
		1%	251.50 kg/cm ² – 25.15 Mpa		
T-21	28 días	0%	213.90 kg/cm ² – 21.39Mpa		Aumentó el 14.12%
		1.5%	244.16 kg/cm ² – 24.41 Mpa		
T-21	28 días	0%	228.00 kg/cm ² – 22.80 Mpa		Disminuyó el 6.18 %
		3%	213.90 kg/cm ² – 21.39Mpa		

Figura 12: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con Fibra de Coco.

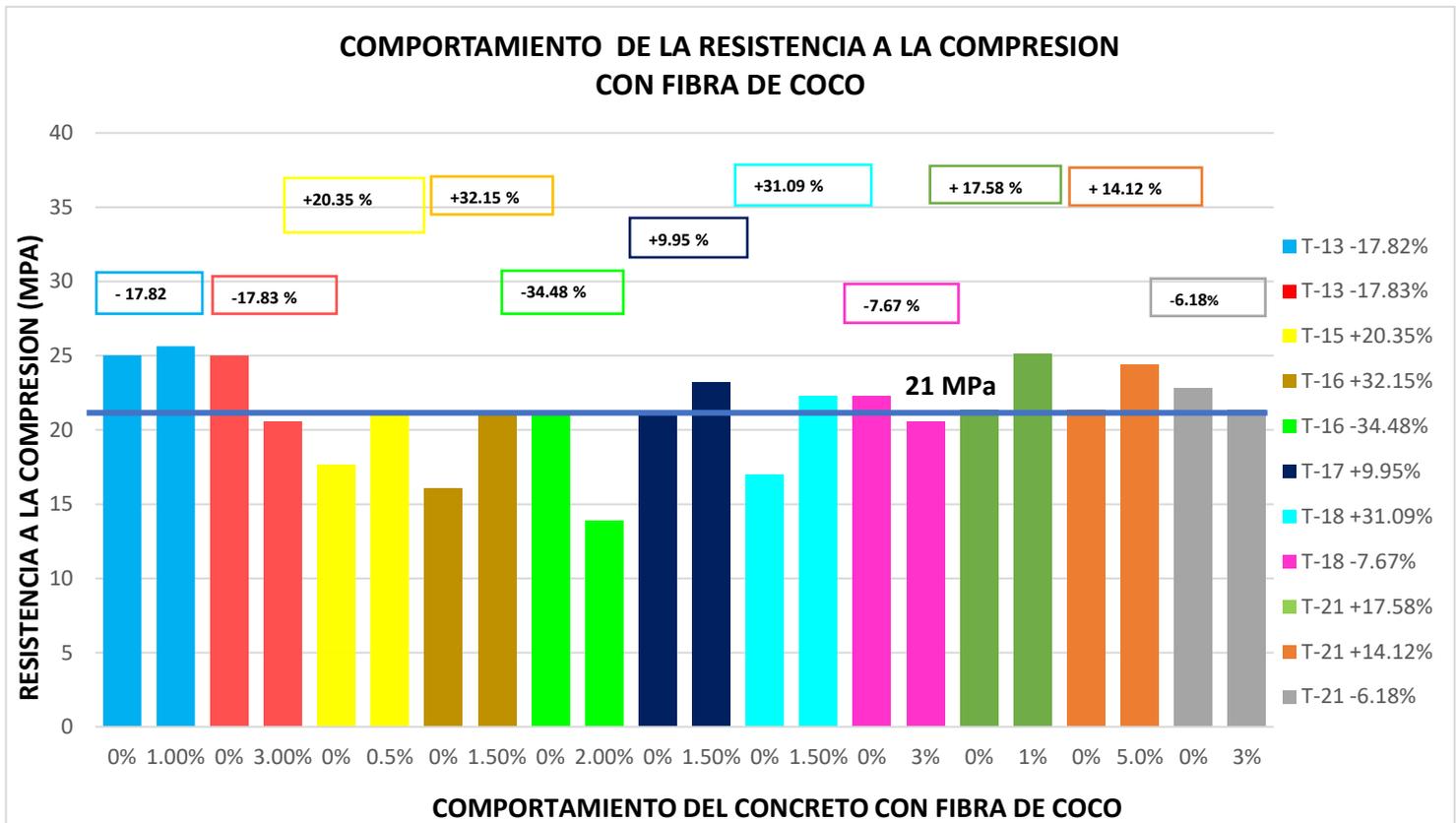


Tabla 22: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión del concreto con CBCA

**COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN EL CONCRETO CON
CBCA**

N° INVESTIGACIÓN	MAYOR TIEMPO DE CURADO	% DE CBCA	RESISTENCIA A LA COMPRESION	COMPORTAMIENTO
T-22	28 días	0%	210.00 kg/cm ² – 21.00 Mpa	Disminuyó el 5.24%
		2.00%	199.00 kg/cm ² – 19.90 Mpa	
T-22	28 días	0%	175.25 kg/cm ² – 17.52Mpa	Aumentó el 19.86%
		5.00%	210.00 kg/cm ² – 21.00 Mpa	
T-24	28 días	0%	213.86 kg/cm ² - 21.38 Mpa	Aumentó el 5.34%
		5.00%	214.70 kg/cm ² – 21.47 Mpa	
T-25	28 días	0%	211.30 kg/cm ² - 21.13 Mpa	Aumentó el 7.43%
		5%	227.0kg/cm ² – 22.70 Mpa	
T-26	28 días	0%	213.72 kg/cm ² - 21.37 Mpa	Aumentó el 7.72%
		0.5%	230.28 kg/cm ² – 23.02 Mpa	
T-26	28 días	0%	213.53 kg/cm ² –21.35Mpa	Disminuyó el 28.43%
		3.00%	152.86kg/cm ² –15.28 Mpa	
T-27	28 días	0%	162.30 kg/cm ² –16.23 Mpa	Aumentó el 29.70 %
		5.00%	210.50 kg/cm ² –21.05Mpa	
T-28	28 días	0%	211.30 kg/cm ² – 21.13Mpa	Aumentó el 12.16%
		5.00%	237 kg/cm ² – 23.70Mpa	
T-29	28 días	0%	325.31 kg/cm ² – 32.53Mpa	Aumentó el 7.99%
		5.00%	351.31 kg/cm ² – 35.13Mpa	
T-30	28 días	0%	247.90 kg/cm ² – 24.79Mpa	Disminuyó el 18.89%
		2%	201.05 kg/cm ² – 20.10Mpa	

Figura 13: Comportamiento de la Resistencia a la Compresión con CBCA.

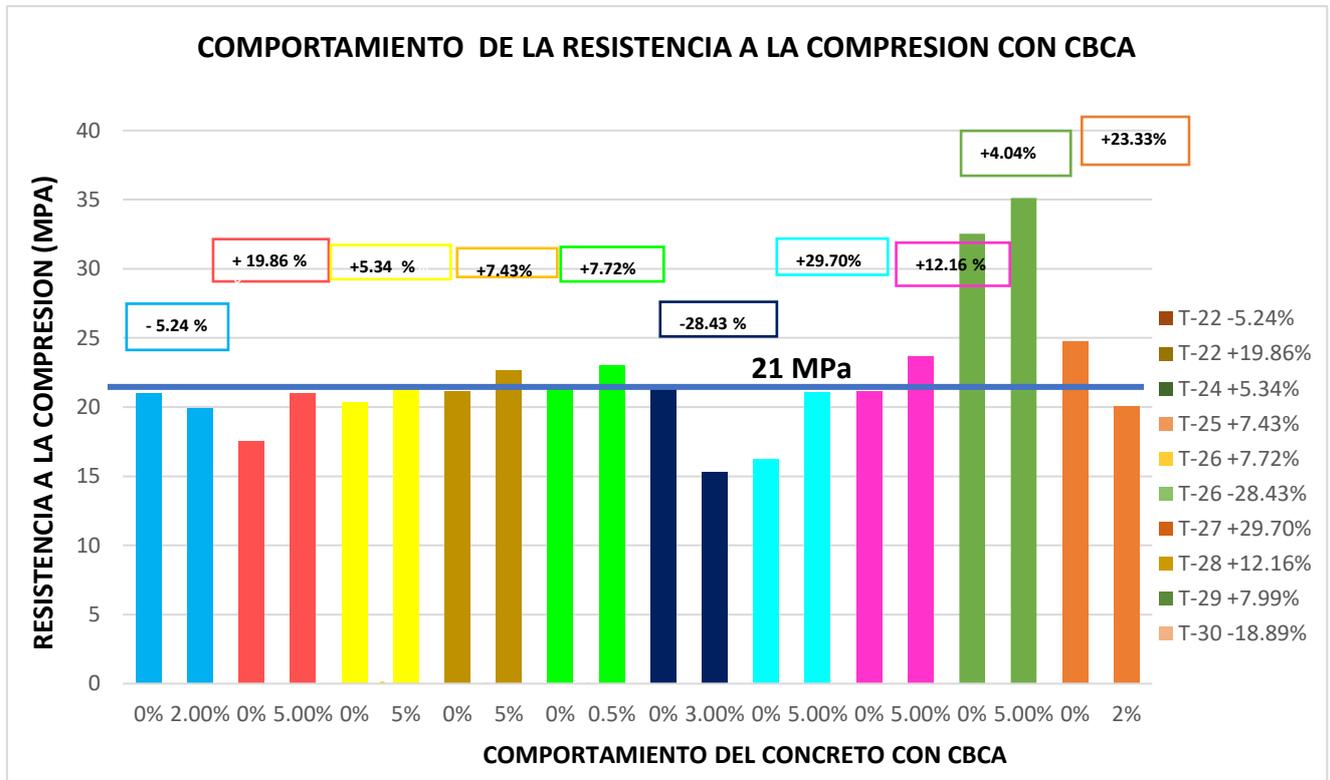


Figura 14: *Porcentaje de Mucilago de Nopal VS. N° de investigaciones*

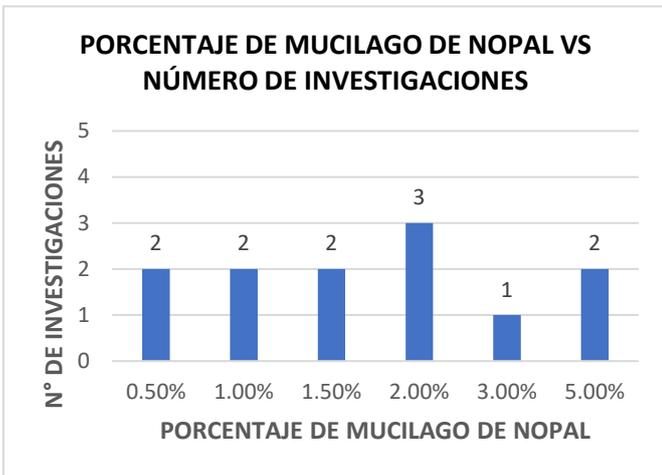


Figura 15: *Porcentaje de Aloe Vera VS. N° de investigaciones*



Figura 17: *Porcentaje de Fibras de Coco VS. N° de investigaciones*

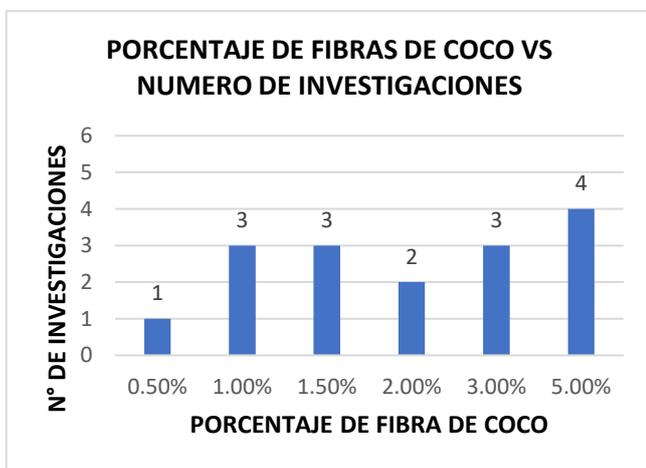


Figura 16: *Porcentaje de Cbca VS. N° de investigaciones*

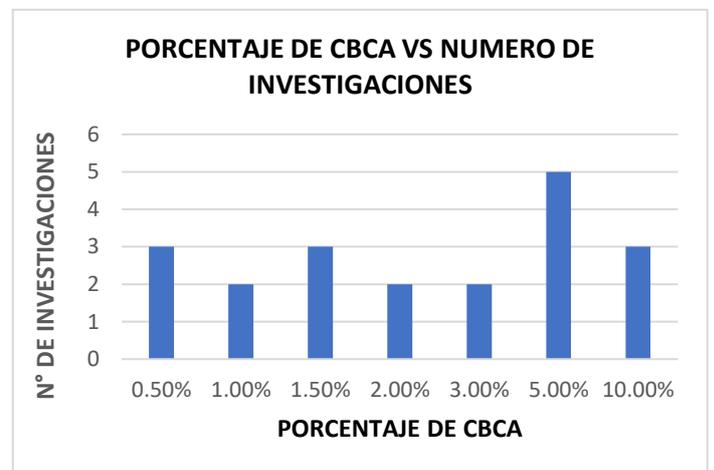


Tabla 23: Cuadro Comparativo de la Resistencia a la compresión del concreto patrón y el concreto con aditivos naturales

CUADRO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PATRON Y EL CONCRETO CON ADITIVOS NATURALES												
CODIGO	% DE ADITIVO	MATERIAL PREDOSIFICANTE	7 DIAS DE CURADO MUESTRA PATRON	7 DIAS DE CURADO	14 DIAS DE CURADO MUESTRA PATRON	14 DIAS DE CURADO	28 DIAS DE CURADO MUESTRA PATRON	28 DIAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESION MAXIMA ALCANZADA A LOS 28 DIAS (Kg/cm2)	13.65 kg/cm2 ≥ 65%	15.75 Kg/cm2 ≥ 75%	210 kg/cm2 ≥ 100%
T1 MUCILAGO DE NOPAL	0.50%	MUCILAGO DE NOPAL	21.6	21.8	-	-	28.13	29.23	29.23	x	-	x
T1 MUCILAGO DE NOPAL	1.00%	MUCILAGO DE NOPAL	21.6	22.4	-	-	18.85	20.9	20.9	x	-	x
T1 MUCILAGO DE NOPAL	15.00%	MUCILAGO DE NOPAL	21.6	19.48	-	-	20.95	6.94	18.7	x	-	NO
T4 MUCILAGO DE NOPAL	5.00%	MUCILAGO DE NOPAL	12.4	13.1	16.7	17.8	17.93	15.75	16.4	NO	x	
T5 MUCILAGO DE NOPAL	5.00%	MUCILAGO DE NOPAL	16.95	13.24	19.78	14.6	15.75	17.25	15.8	NO	x	
T6 MUCILAGO DE NOPAL	5.00%	MUCILAGO DE NOPAL	12.4	12.4	16.7	18.8	15.3	17.3	17.3	NO	x	

T6 MUCILAGO DE NOPAL	0.50%	MUCILAGO DE NOPAL	13.88	16.35	14.45	17.04	21.26	22.25	22.25	x	x	x
T7 MUCILAGO DE NOPAL	1.00%	MUCILAGO DE NOPAL	13.59	17.75	18.98	19.82	21.05	21.90	21.90	x	x	x
T78 MUCILAGO DE NOPAL	1.50%	MUCILAGO DE NOPAL	13.59	13.4	18.98	21.79	21.01	24.79	24.79	x	x	x
T8 MUCILAGO DE NOPAL	2.00%	MUCILAGO DE NOPAL	13.59	22.6	18.98	25.00	21.00	29.20	29.20	x	x	x
T9 ALOE VERA	1.00%	ALOE VERA	-	-	-	-	25.47	28.62	28.62	-	-	x
T9 ALOE VERA	2.00%	ALOE VERA	-	-	-	-	25.1	35.5	35.5	-	-	x
T9 ALOE VERA	5.00%	ALOE VERA	-	-	-	-	25.1	23.2	23.2	-	-	x
T10 ALOE VERA	1.00%	ALOE VERA	24.041	60.47	-	-	24.28	25.7	25.7	NO	-	x
T11 ALOE VERA	1.00%	ALOE VERA	15.49	16.07	-	-	24.28	25.56	25.56	x	-	x
T 11 ALOE VERA	2.00%	ALOE VERA	15.49	16.94	-	-	24.28	26.53	26.53	x	-	x
T11 ALOE VERA	3.00%	ALOE VERA	15.49	16.89	-	-	25.70	25.19	25.19	x	-	x
T11 ALOE VERA	5.00%	ALOE VERA	15.49	16.59	-	-	25.7	25.19	25.19	x	-	x

T12 ALOE VERA	2.00%	ALOE VERA					25.10	32.5	32.5			x
T13 FIBRA DE COCO	1.00%	FIBRA DE COCO	15.58	12.07	-	-	25.02	20.56	21.47	NO	-	x
T13 FIBRA DE COCO	3.00%	FIBRA DE COCO	15.58	12.15	-	-	25.02	20.56	20.56	NO	-	NO
T15 FIBRA DE COCO	0.50%	FIBRA DE COCO	14.7	14.7	16.8	17.6	17.69	21.29	20.1	x	x	NO
T16 FIBRA DE COCO	1.50%	FIBRA DE COCO	14.7	10.8	16.8	13.0	16.08	21.25	16.0	NO	NO	NO
T 16 FIBRA DE COCO	2.00%	FIBRA DE COCO	14.7	9.9	16.8	11.3	21.2	13.8	13.8	NO	NO	NO
T17 FIBRA DE COCO	1.50%	FIBRA DE COCO	15.0	15.7	16.6	18.1	17.01	22.30	23.2	x	x	x
T 18 FIBRA DE COCO	1.50%	FIBRA DE COCO	15.1	15.3	16.7	17.1	22.3	17.1	17.1	x	x	NO
T18 FIBRA DE COCO	3.00%	FIBRA DE COCO	15.1	15.4	16.7	16.9	22.3	20.5	20.5	x	x	NO
T 21: FIBRA DE COCO	1.00%	FIBRA DE COCO	13.3	19.1	19.1	20.7	21.39	25.15	25.1	x	x	x
T30 CBCA	1.00%	CBCA	15.0	15.6	16.0	17.8	21.3	21.6	21.6	x	x	x
T30 CBCA	1.00%	CBCA	15.0	15.6	16.0	17.8	21.3	21.6	21.6	x	x	x
T 21 FIBRA DE COCO	1.50%	FIBRA DE COCO	13.3	17.5	19.1	20.6	23.1	24.4	24.4	x	x	x
T 30 CBCA	1.50%	CBCA	15.0	16.9	16.0	18.4	21.3	21.7	21.7	x	x	x

T21 FIBRA DE COCO	3.00%	FIBRA DE COCO	13.3	16.0	19.1	20.4	23.1	23.8	23.8	x	x	x
T 22 CBCA	2.00%	CBCA	13.6	11.7	16.2	16.6	21.0	21.9	21.9	NO	x	x
T22 CBCA	5.00%	CBCA	13.6	11.4	16.2	13.4	21.0	17.5	17.5	NO	NO	NO
T24 CBCA	5.00%	CBCA	14.8	14.8	18.4	18.2	21.3	21.4	21.4	x	x	x
T26 CBCA	0.50%	CBCA	13.9	12.5	19.0	19.8	21.3	23.0	20.9	NO	NO	x
T26 CBCA	3.00%	CBCA	13.9	2.7	19.0	4.8	21.3	5.3	5.3	NO	NO	NO
T30 CBCA	3.00%	CBCA	25.6	12.6	29.3	15.7	32.5	20.3	20.3	NO	x	NO
T27 CBCA	5.00%	CBCA				-	21.0	16.2	16.2		-	NO
T28 CBCA	5.00%	CBCA	16.0	16.9	18.9	20.4	21.1	23.7	23.7	x	x	x
T28 CBCA	10.00%	ALOE VERA					21.08	22.0	22.0			x

Nota: Esta tabla muestra las comparaciones de la resistencia a la compresión para el concreto patrón y el concreto con adición de 0.50, 1.00, 1.50, 3.00, 5.00 Y 10.00 % de aditivos naturales a los 07, 14 y 28 días de curado.

Del cuadro analizado se evaluó los máximos valores de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos naturales y del concreto convencional, y se obtiene en la Tabla 24, un cuadro comparativo donde se verifica el cumplimiento de la resistencia a la compresión a los 07, 14 y 28 días de curado según normativa y se evidencia que los concretos con aditivos naturales presenta mejores resistencias a la compresión en relación al concreto patrón.

Tabla 24: *Comparación de la resistencia a la compresión de concretos con adición de % de aditivos naturales MPa a los 7,14, 28 días*

ADITIVO NATURAL	MAX f'c a los 7 días de curado.	MIN SEGUN NTP 339.0.34	MAX f'c a los 14 días de curado.	MIN SEGUN NTP 339.0.34	MAX f'c a los 28 días de curado.	MIN SEGUN NTP 339.0.34
CONCRETO % DEMUCILAGO DE NOPAL	22.6	13.65	25.00	15.75	29.20	21.0
CONCRETO + %ALOE VERA	16.94	13.65		15.75	35.50	21.0
CONCRETO + FIBRAS DE COCO	19.1	13.65	20.7	15.75	21.25	21.0
CONCRETO + CBCA	16.91	13.65	20.4	15.75	23.70	21.0

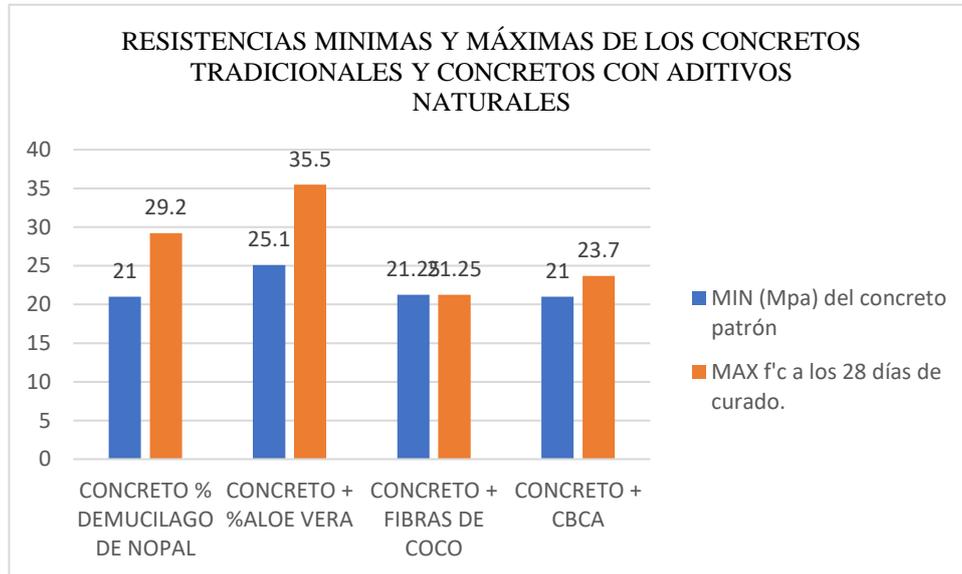
Del cuadro analizado se evaluó los máximos valores de la resistencia a la compresión del concreto con aditivos naturales y del concreto convencional, y se obtiene en la Tabla 25, un cuadro comparativo donde se verifica el cumplimiento de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, cumpliendo los parámetros de la normativa y se evidencia que los concretos con adición de aditivos naturales presenta mejores resistencias a la compresión en relación al concreto patrón.

Tabla 25: Comparación de la resistencia a la compresión de concretos con adición de % de aditivos naturales MPa 28 días

ADITIVO NATURAL	MIN (Mpa) del concreto patrón	MAX f'c a los 28 días de curado.	MIN SEGUN NTP 339.0.34
CONCRETO % DEMUCILAGO DE NOPAL	21.00	29.20	21.0
CONCRETO + %ALOE VERA	25.10	35.50	21.0
CONCRETO + FIBRAS DE COCO	21.25	21.25	21.0
CONCRETO + CBCA	21.00	23.70	21.0

Asimismo, en la Figura 18, se muestra las diferencias entre los concretos en los mínimos y máximos valores de su resistencia que alcanzaron. Los resultados indican que para la resistencia máxima el concreto con 2.0% de Mucilago de Nopal es mejor con una diferencia considerable. Se puede determinar que la máxima compresión es de 29.20 MPa la cual fue alcanzada por el concreto con 2.0% de Aloe Vera resultando un 19.86 % mayor que el resultado obtenido por el concreto con Mucilago de Nopal, ambas resistencias máximas cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica peruana 339.034.

Figura 18 : Resistencias mínimas y máximas de los concretos convencionales y concretos con aditivos naturales



3.2.2. Comparación de la consistencia del concreto estructural

La Tercera propiedad que se realizó fue la comparación de la consistencia de cada tesis analizada. En la tabla 18, se muestra los valores mínimos y máximos de la consistencia entre el concreto patrón y el concreto con adición de aditivos naturales.

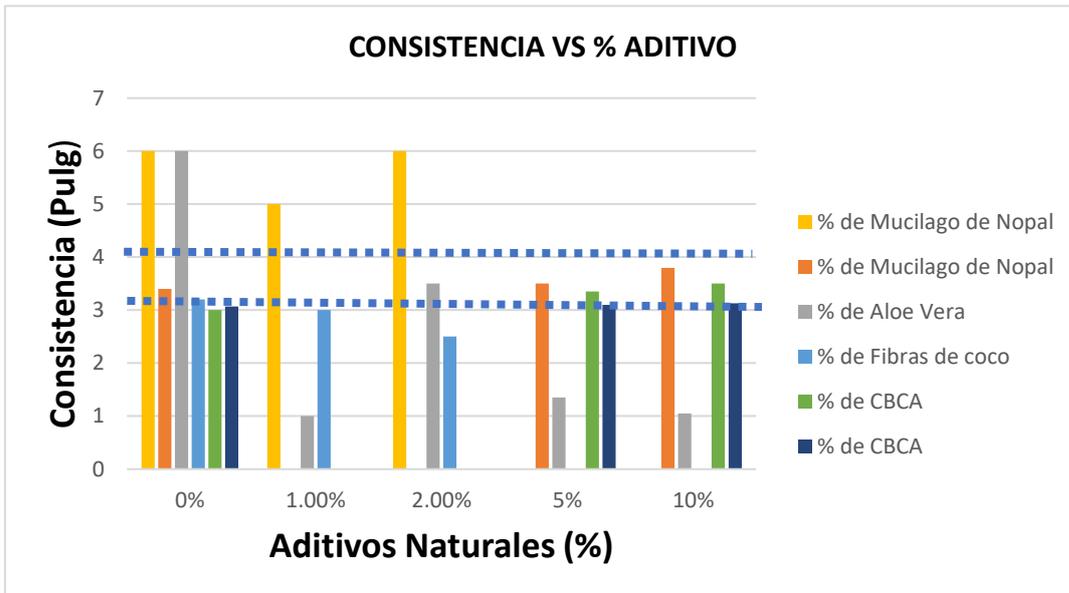
Tabla 26: *Comparación de la consistencia del concreto*

CONSISTENCIA										
ADITIVOS NATURALES	0%	1.00%	2.00%	5%	10%	15%	MAXIMO (3")	MINIMO (1")	TRABAJABILIDAD	RESISTENCIA DEL CONCRETO
% de Mucilago de Nopal	6	5.00	6.00				5.8	5	POCA	Húmeda
% de Mucilago de Nopal	3.4			3.5	3.8		3.8	3.8	BUENA	Plástica
% de Aloe Vera	6.8	1.0	3.5	1.35	1.05		2.5	1.05	POCA	Seca
% de Aloe Vera		1		1.1			1.1	1.1	POCA	Seca
% de Fibras de coco	3.2		3	2.5			3.00	2.5	BUENA	Plástica
% de CBCA		3		3.5	3.35	3.75	3.75	3.35	BUENA	plástica
% de CBCA	3.07			3.1	3.13	3.17	3.17	3.1	BUENA	buena

Nota: En esta tabla se muestra los diferentes tipos de asentamientos del concreto con aditivos naturales.

Asimismo, en la Figura 19, se muestra los mínimos y máximos valores de consistencia entre el concreto estructural y el concreto con aditivos naturales. Los resultados indican que el comportamiento con 5.00 % y 10.00 % de Cbca y 5.00 % de Mucilago de Nopal incorporados a la mezcla tendió a ser más fluido y más trabajable para incrementos de los porcentajes, mostrando valores con una tendencia lineal creciente. Se puede determinar que el máximo revenimiento de la mezcla es de 6.0" y se obtuvo con 2.00 % de mucilago de Nopal.

Figura: 19: Comparación de la consistencia con el 1.0%, 2.0%, 5.0%, 10.00% y 15.00% de mucilago de Nopal, Aloe Vera. Fibras de coco y Cbca respecto a la muestra patrón.



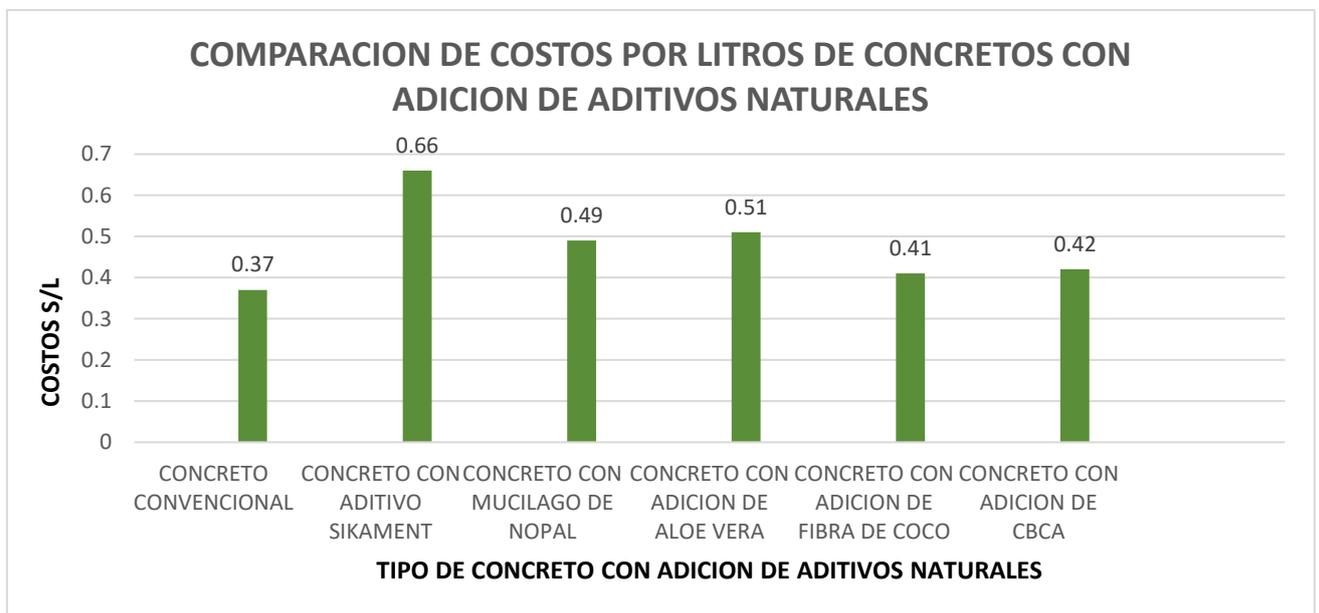
3.3. Determinar el porcentaje óptimo de cada aditivo natural más adecuado de acuerdo con la comparación costo entre el concreto convencional y concreto con aditivos naturales.

Tabla 27: Comparación del Concreto Convencional y con aditivos Naturales

TIPO DE CONCRETO	USO	BENEFICIO	COSTO (S/ I)
Concreto Convencional	Concreto Estructural	Presenta buena trabajabilidad, durabilidad, impermeabilidad y resistencia.	0.37
Concreto con aditivo Sikament- 290n (1.4 % cemento)	Concreto Estructural	Aumento de las resistencias mecánicas Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier Temperatura Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.	0.66
Concreto con adición de 2% de mucilago de nopal	Combinación en las estructuras de Concreto Estructural	Mejoran en la Resistencia, Consistencia e Impermeabilidad del concreto, aportando beneficios de carácter social, económico y ambiental.	0.49
Concreto con adición de 2% de Aloe Vera	Combinación en las estructuras de Concreto Estructural	Mejora la permeabilidad en términos de infiltración, absorción capilar, mejora la resistencia a la compresión.	0.51
Concreto con adición de 1.5 % de Fibra de coco	Combinación en las estructuras de Concreto Estructural	Mejoran resistencias, durabilidad, impermeabilidad, densidad, absorción y desgaste, disminuye fisuración	0.40

Concreto con adición de 5% de CBCA Combinación en las Mayores resistencias a la compresión, consistencia, 0.41
estructuras de Concreto durabilidad, resistencia a la flexión y beneficio
Estructural económico.

Figura 20: Comparación de Costos por litros de concretos con adición de aditivos naturales.



En el análisis comparativo realizado a cada tesis de concreto con adición de mucilago de nopal, Aloe Vera, Fibras de coco, CBCA, nos indica que el concreto convencional es el más económico.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los resultados obtenidos a través del análisis comparativo de las 30 investigaciones recopiladas, afirman la hipótesis planteada al inicio de esta investigación estableciendo que la adición de aditivos naturales mejorará las propiedades del concreto estructural presentando en su mayoría un 70% de los resultados analizados positivos; sin embargo todo el tamaño de la muestra no fue referido al aumento de la resistencia a la compresión del concreto por lo que fue una limitación para esta investigación.

De la tabla 16 se presenta las codificaciones para las investigaciones recopiladas para así evitar posibles confusiones al momento de realizar el análisis comparativo en relación a la resistencia a la compresión y consistencia en el concreto con el uso de aditivos naturales.

4.1.1. Análisis comparativo detallado de las propiedades físicas de los agregados finos y gruesos según la NTP 400.037, NTP 400.022, NTP 400.012, NTP 339.185 y la NTP 400.017

En la tabla 17 y 18 se compara los valores de las propiedades físicas de los agregados como el módulo de finura que según la Normativa NTP 400.037 los valores debe estar entre el rango de 2.3 y 3.1, el contenido de humedad nos dice la NTP 339.185 que para el agregado fino debe ser mayor de 8% y el contenido de humedad para el agregado grueso es de 4%, El Peso Unitario Compactado debe ser mayor al Peso Unitario Suelto, debido a que los agregados compactados ocupa más los vacíos que el suelto.

4.1.2. Análisis comparativo detallado de los resultados obtenidos sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, con aditivos naturales.

En la Figura 10 se observa el comportamiento de la resistencia a la compresión con Mucilago de Nopal de los resultados de la tesis número dos, cinco seis, siete y ocho tuvieron un aumento de esta propiedad mecánica en un 10.96%, 12.74%, 4.70%, 4.11% y 39.05% respectivamente; sin embargo; el resultado de la tesis número tres y cuatro presentó una disminución del 43.44% y 13.87%; lo cual indica que el uso de la adición de paleta de tuna es positivo en dosis pequeñas hasta el 2.0% pero al ir aumentando la dosis nos muestra un efecto negativo.

En la Figura 11 se observa el comportamiento de la resistencia a la compresión con Aloe Vera a comparación de los resultados de la fig. # 10 ya mencionado, esta propiedad mecánica aumenta según los resultados de la tesis número diez, once y doce en un 39.84%, 9.27% y 29.48%, sin embargo presentaron con el 5.0% de Aloe Vera una disminución de la resistencia a la compresión de 7.57%, 4.97%, y 1.98%, lo cual indica que con adición de Aloe Vera si influye de manera positiva en dosis pequeñas hasta el 2.0% ya que la resistencia a la compresión aumenta con respecto al concreto base, en el caso que se incremente el porcentaje de Aloe Vera ocurre todo lo contrario en cuanto a su resistencia a la compresión.

En la Figura 12 se muestra el comportamiento de la resistencia a la compresión con fibra de estopa de coco de los resultados de la tesis número quince, dieciséis, diecisiete, dieciocho y veintiuno presentaron un aumento de esta propiedad mecánica en un 20.35%, 32.15%, 9.95%, 31.09%, 17.58% y 14.12% respectivamente; sin embargo; el resultado con adición de 2.0%

y 3.0% presentó una disminución de 17.82%, 17.83%, 34.48%, 7.67%, 6.18%, lo cual indica que el uso de la fibra de estopa de coco con el 1.5% hacia abajo fueron favorables porque las fibras en cantidades menores actúan mejor dentro del concreto, ayudando a tener elasticidad, resistencia y durabilidad por lo que las fibras lograron mantener unida la matriz del concreto.

En la Figura 13 se observa el comportamiento de la resistencia a la compresión con ceniza de bagazo de caña de azúcar a comparación de los resultados de la Figura #12 ya mencionada, esta propiedad mecánica disminuye según los resultados de las investigaciones analizadas que emplean el 2.0%, 3.0% en un 5.24%, 28.43% y 18.89% respectivamente; sin embargo; también presentan un aumento según los resultados obtenidos de la tesis número veintidós, veinticuatro, veinticinco, veintiséis, veintisiete, veintiocho, veintinueve con un 19.86%, 5.34%, 7.43%, 7.72%, 29.70%, 12.16% y 7.99% según corresponda, lo cual indica que el uso de CBCA en el concreto tiene buena reacción frente a la resistencia a la compresión, debido a que la ceniza está compuesto por un alto contenido de materiales puzolánicos como el dióxido de silicio capaz de reaccionar con otros compuestos.

En la figura 14 y 15 podemos analizar y comparar que el mayor número de investigación se centran en trabajar resultados con dosificaciones de 0.5%, 1.0%, 2.0% y 5.0% tanto para mucilago de nopal, como el Aloe vera, Fibras de coco, Cbca en el concreto para ver cómo se comporta en cuanto a su resistencia a la compresión; sin embargo; también hay mayor cantidad de investigaciones que optan por trabajar con el 10% de CBCA, variando diferentes valores para las dosificaciones restantes, esto indica que estos porcentajes son los más óptimos para tener una mejor adherencia en el concreto.

En la Tabla 23 podemos analizar que los investigadores optan por trabajar dentro de los 07,14 y 28 días de curado con el uso de mucilago de nopal, Aloe Vera, Fibras de estopa de coco, Cbca, en la mezcla de concreto se verifica el cumplimiento de los parámetros que establece la Normativa NTP 339.034 como a los 07 días se debe llegar a un porcentaje mayor o igual al 65%, a los 14 días debe llegar a un porcentaje mayor o igual al 75% de la resistencia de diseño y a los 28 días de curado se debe alcanzar el 100% de la resistencia de diseño.

En la tabla 24 y 25 podemos analizar mediante los resultados los valores de la resistencia a la compresión se identificó los valores máximos el cual fue de 29.20 MPa, 28.62 Mpa, 25.10 Mpa y 23.70 Mpa en relación al concreto base a los 28 días de curado y se alcanzó estas resistencias con un concreto con adición de 2.0% de Mucilago de Nopal, 2.0% de Aloe Vera, 1.5% de Fibra de coco Y 5.0% de Cbca. Es importante mencionar que puede llegar a tener un mayor beneficio a comparación del concreto convencional patrón.

En la figura 18 se representa la resistencia del concreto patrón y la resistencia a los 28 días de curado con aditivos naturales; la cual se identifica que los aditivos naturales aportan diversos beneficios entre los que destacan el control de fisuras, la resistencia a la compresión; ya que al ser incorporados a la mezcla de concreto con aditivos naturales se puede llevar a mayores resistencias que el concreto patrón por lo que tiene un limitante ya que no permite alcanzar la variación en cuanto a la resistencia.

En la tabla 26 se representa los valores de la consistencia de acuerdo a la Norma ASTM C-143 y según el ACI 211, el rango del valor del asentamiento varia de 3 a 4" para losas y vigas identificando que el asentamiento generado por el concreto con 5.0% de adición de mucilago de Nopal es de 3.5" y el asentamiento del concreto con el 5.0% Cbca es de 3.35", también con el 2.0% de Aloe Vera y 1.0% de Fibra de estopa de Coco se obtiene un asentamiento de 3.5" y 2.5".

Generándose una relación Directamente Proporcional entre la adición de Mucilago de Nopal, Cbca y el asentamiento; explicándose mejor que a mayor adición de porcentaje de estos aditivos naturales mencionados en este párrafo, el asentamiento del concreto resulta menor.

Caso contrario ocurre con el Aloe Vera y Fibra de coco que presenta una relación Inversamente Proporcional entre la adición del aditivo Natural y el asentamiento además se aprecia que para dichos rangos de asentamiento los tipos de estructuras desde zapatas hasta concreto ciclópeo pueden ser elaborados empleando estos porcentajes de adiciones en la mezcla de concreto.

Luego de ser analizados los valores con respecto a las propiedades mecánicas como la resistencias a la compresión y consistencia donde se verificó que en todas los concreto con adición de aditivos naturales presentan mejores resultados, además de cumplir casi en su totalidad con los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana 339.035 y NTP 339.034, tal resultado concuerdan con lo que sostiene Ponce & Oboya (2016), que en su trabajo de investigación elaboró especímenes de concretos adicionando mucilago de nopal como aditivo natural para evaluar la resistencia a la compresión, el cual encontró que el 2.0% de mucilago de nopal aumenta la resistencia a la compresión en 1.32% a los 28 días de curado con respecto a la muestra patrón. y una consistencia

fluida mayor a 5''; el estudio concluye que al agregar el 2% de aditivo natural como es el mucilago de nopal la resistencia aumenta en cuanto a la resistencia patrón y una consistencia fluida para un concreto estructural.

Los resultados de análisis de la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural empleando el 2% de aloe vera guardan relación con lo que sostiene Aburto et al. (2018). en su estudio influencia del aloe vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural, el cual encontró que el mejor uso del aloe vera es el 2%, la resistencia a la compresión llego a 355 kg/cm^2 a los 28 días de curado y el asentamiento decreció linealmente, valores que nos indican que este aditivo es una buena opción a utilizar ya que mejoran las propiedades del concreto estructural con respecto al concreto patrón.

Además, es importante mencionar el comportamiento lineal que presenta la Fibra de coco, es decir a medida que aumenta el porcentaje de 1.5% del aditivo natural el asentamiento disminuye, considerándose una relación inversamente proporcional a medida que se adiciona porcentajes de aditivos se reduce el revenimiento presentando un Slump de 2" a 3". Dado que, al adicionar porcentajes de Fibras de coco, se obtiene un mayor volumen de cementantes por lo que su densidad es mucho menor a la del cemento.

Los valores hallados en las investigaciones realizadas empleando el 3% y 5% de estopa de coco la resistencia a la compresión no supera la resistencia patrón y la consistencia del concreto estructural no es trabajable, así mismo pasa con lo que sostiene Quintero & García (2016), en su estudio uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto el cual encontró que la fibra de coco aumenta la resistencia a la compresión y consistencia con el 1.5% de fibra de estopa de coco, por lo que este aditivo es recomendable porque alcanza la resistencia máxima del concreto estructural especificada en la Norma E.060

4.1.3. Determinar el porcentaje de cada aditivo natural más adecuado de acuerdo con la comparación costo entre el concreto convencional y concreto con aditivo naturales.

De la tabla 27 se observa el análisis de costos unitario en la partida de losa, utilizando un concreto convencional por m³ es de S/370.99, representando su costo menor a los que contienen concreto con adiciones de aditivos naturales.

De la tabla 28 se observa la comparación de los resultados sobre el uso, beneficio y costo (S/l) del concreto convencional y el concreto con adición de Mucilago de Nopal, Aloe Vera, Fibra de estopa de coco y Cbca, se diferencia el costo que se genera al utilizar un concreto con adición de mucilago de Nopal, Aloe Vera, Fibra de Estopa de Coco y Cbca , el primero tiene un costo de S/485.52 por m³ , el segundo diseño de concreto tiene un costo total de S/512.47 por m³, el tercer diseño de concreto con adición de fibra de coco tiene un costo de S/403.69 por m³ y Cbca su costo es de S/412.48 por m³; haciendo una diferencia de soles por m³ entre el concreto con adición química Sikament y el concreto con adición de Mucilago de Nopal de S/172.02, Aloe Vera de S/415.07, Fibras de estopa de coco S/253.85

y Cbca S/245.06, teniendo en cuenta que los dos tienen la misma función, mejorar la resistencia del concreto, resultando ser factible a nivel económico y ambiental al emplear estos aditivos naturales en la mezcla del concreto resulta

El ingeniero civil busca optimizar la durabilidad y alargar la vida útil de las estructuras de las edificaciones, esto se logra teniendo en cuenta diversos aspectos como la calidad de los materiales, diseño estructural, estudio de suelos, pero es de gran importancia con respecto a la optimización para lograr bajo costos y por último se ahorraría también en reparaciones y mantenimiento de las estructuras si se utilizaría un concreto a base de Aloe vera como adición.

Las limitaciones que se presentaron en el desarrollo de la tesis fue debido a la situación que estamos atravesando por la pandemia (COVID 19), por lo que existieron restricciones, por ende

los laboratorios de la Universidad Privada del Norte no estaban disponibles es por ello que se optó por realizar una tesis descriptiva.

Otra limitación que es importante mencionar es la revisión de múltiples artículos científicos, revistas, tesis que están relacionadas a los aditivos naturales incorporados en la mezcla del concreto; ya que muchos de ellos, no cumplían con los requisitos que exigían para ser considerados en nuestra investigación, esto es debido al año de publicación y a las variables de estudio.

4.2. Conclusiones

Se concluye que la adición de aditivos naturales, con respecto al mucilago de nopal, Aloe Vera, Fibras de estopa de coco y CBCA que son incorporados en la mezcla de concreto influye de manera positiva en la resistencia a la compresión (f'_c) en estado endurecido y en la consistencia ("") del concreto en estado fresco comparado con las probetas patrón sin aditivos.

Se realizó el análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto con adición de Mucilago de Nopal, Aloe Vera, Fibras de estopa de Coco y CBCA obteniendo un 73% de resultados de todas las investigaciones que indican aumentar esta propiedad mecánica del concreto.

Se realizó el análisis comparativo detallado de las propiedades físicas de los agregados, lo cual se verificó que los valores de las investigaciones ya realizadas cumplan con lo que estipula la normativa NTP 400.037, NTP 339.185, NTP 400.017, NTP 400.022, NTP 400.012.

Se realizó el análisis comparativo sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión, en la que se determina que el concreto con adición de Aloe Vera es superior al concreto convencional y al concreto con adición de Mucilago de Nopal, Fibra de estopa de Coco y CBCA, ya que presenta mejores resultados en cuanto a la resistencia a la compresión con 35.50 Mpa, cumpliendo con lo especificado en la norma NTP 339.034.

Se estableció el aditivo más adecuado según las propiedades mecánicas estudiadas de lo cual se concluye con dosificaciones del 2.0% de Mucilago de Nopal, 2.0% de Aloe Vera, 1.5%

de Fibra de estopa de Coco y 5.0% de Cbca el concreto aumenta en un 39.05%, 39.84%, 32.15% y 29.70% con respecto al concreto patron.

Al comparar los valores de consistencia del concreto con el 5.0% de Mucilago de Nopal, 5.0% de CBCA, 1.0% de Fibra de Coco y 2.0% de Aloe Vera se obtiene una consistencia plástica, con una buena trabajabilidad por estar dentro del rango de 3 a 4” como lo establece la Norma NTP 339.035.

Según los resultados evaluados se concluyó que el aditivo natural más adecuado en cuanto a costo beneficio es el concreto con fibra de estopa de coco con un costo de 0.41 S/l

Como conclusión general se pudo determinar que el uso de aditivos naturales en el concreto genera mayores beneficios en cuanto a sus propiedades mecánicas; ya que presenta una resistencia mayor en comparación con el concreto convencional.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de la influencia del mucilago de nopal y aloe vera en el desarrollo de la resistencia a la flexión del concreto estructural, ya que en la presente investigación se analizó la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural.

Para futuras investigaciones se recomienda realizar pruebas de durabilidad del concreto estructural.

A futuros investigadores, que deseen hacer investigaciones experimentales en cuanto al aumento de resistencia a la compresión en el concreto optar por el uso del mucilago de Nopal, Aloe Vera, Fibras de estopa de coco y CBCA, ya que según lo investigado presenta un buen comportamiento frente a esta propiedad.

A futuros investigadores, realizar estudios comparativos para tener un enfoque más acertado de cómo reacciona el concreto frente a su resistencia a la compresión y sus otras propiedades mecánicas con el uso de diversas fibras.

A futuros investigadores que deseen realizar tesis descriptivas como experimentales se recomienda seguir los aspectos éticos a lo que refiere respetar la autoridad del uso de información de diferentes investigaciones evitando el plagio de estas.

Se recomienda el uso del mucilago de nopal, Aloe Vera, Fibra de Coco, CBCA en la construcción ya que produce mejoras en la resistencia a la compresión y consistencia del concreto estructural, sumado a esto aporta beneficios de carácter social, económico y ambiental.

Se recomienda analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto estructural usando el exocarpio y gel de la paleta de tuna y la sábila para así comprobar si estos generan mejores resultados.

REFERENCIAS

- Abrajan, V. (2018). *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia, España.
- Aburto, Z., Alvarado, H., & Vásquez, I. (2018). Influencia del aloe-vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de fraguado y asentamiento en un concreto estructural. *Revista SCIENDO*, 21(2), pp.105-118. Recuperado en 14 de octubre de 2019, de <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/view/1887> (revista)
- Aceros Arequipa: Capacitándonos: Conociendo las Propiedades del Concreto (I). (2020). Recuperado de: http://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_30/conociendo-las-propiedades-del-concreto.html
- ACI 212. Aditivos para hormigones, morteros y pastas: Clasificaciones de aditivos.
- Acuña, C., & Caballero, H. (2018). *Resistencia a la Compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.

Agencia Iberoamericana para la difusión de la Ciencia y la Tecnología. (2014). Bagazo de caña, posible componente de concreto hidráulico. Recuperado de <http://www.dicyt.com/noticias/bagazo-de-cana-posible-componente-de-concreto-hidraulico>.

Ahlawat, K. & Khatkar, B. (2011). Processing, food applications and safety of aloe veraproducts: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 48(5), pp.525-533.

Apaza, D. (2018). *Durabilidad del concreto elaborado en base a la ceniza del bagazo de caña de azúcar (CBCA) con cemento portland, ante agente de agresivos*. (Tesis de Pregrado). Universidad Federico Villareal, Lima, Perú.

Araujo, J. (2019). *Resistencia a la compresión del concreto, adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, en reemplazo del agregado fino*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Bacalla, S., & Vega, M. (2019). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión $f'c=210\text{kg/cm}^2$ usando fibra natural de coco como material de construcción* (Tesis de pregrado). Universidad Católica, Nueva Cajamarca. Perú.

- Bellido, Y. (2018). *Propiedades mecánicas del concreto ligero con incorporación de virutas de mortero*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Boletín Electrónico Latinoamericano y del Caribe (2005). Apoyo a la Investigación y Desarrollo.
- Brambilla, A. (2007). *Estudio Bromatológico con las pencas de tuna*. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. (Tesis de Pregrado), Ayacucho, Perú.
- Bulnes, C. (2018). *Resistencia a la compresión de un mortero cemento-arena adicionando 10% y 20% de mucílago de nopal*. (Tesis de Pregrado). Universidad San Pedro Chimbote – Perú.
- Cadena, G. (2014). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de concretos puzolánicos para incrementar su resistencia ante ataques de sulfatos*. (Tesis de Pregrado), México. Recuperado el 25 de agosto de 2015, de <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2398/1/RI001933.PDF>
- Cámara Colombiana de la construcción. (2016). *Informe de la construcción alrededor del Mundo*. Recuperado de <https://asogras.org/wp-content/uploads/2017/11/Informe-econ%C3%B3mico-No-84.pdf>.
- Cárdenas, A. (1998). *On the possible role of Opuntia ficus-indica mucilage in lime mortar performance in the protection of historical buildings*, *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 3, 64–71.

- Castillo, S., & Rodenas, B. (2019). *Análisis de estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
- Torres, A., Celis, C., Martínez, W. & Lomelí, M. (2010). *Mejora en la durabilidad de materiales en base a cemento, utilizando adiciones deshidratadas de dos cactáceas*. Recuperado de <http://www.imt.mx/archivos/PublicacionTecnica/pt326.pdf>
- Chachi, Z. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz* (tesis de pregrado). Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma, Perú.
- Chandra, S. (1998). *Use of cactus in mortars and concrete*, *Cement and Concrete Research*, 28, 41–51.
- Contreras, K., & Peña, J. (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Contreras, K., & Peña, J. (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Domínguez, R., Arzate, I. & Chanona, J. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista mexicana de ingeniería*

química, Vol.11(1), 23-43. Recuperado en 19 de junio de 2021, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003&lng=es&tlng=es.

Evert, A. (2019). *Análisis de estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Fallas, G. G., Madrigal, C. H., García, M. P., Valenciano, I. R., Vega, L. D. R., & Guzmán, G. S. (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Revista de Tecnología en marcha*, 25(2), 80-86. Recuperado en 14 de octubre de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4835626>

Farfán, M. & Pastor, H. (2016). Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Redalyc*. Recuperado el 22 de diciembre de 2021 de: <https://www.redalyc.org/journal/5217/521758012002/html/>

Farfán, M., & Leonardo, E. (2018). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Revista Scielo*, 10,2-13. Recuperado en 20 de Octubre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432006000300002

Ferraro, G. (2009). Revisión del aloe vera (Barbadenis Miller) en la dermatología actual. *Scielo – Revista argentina de dermatología*, 90(4),00. Recuperado en 06 de junio de 2017, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-300X2009000400004&lng=es&tlng=es

- Fluxá, C. (1991). Extracción y composición química de mucílago de tuna. (Tesis de Postgrado). Universidad de Chile.
- Fredd, L., & Callata, I. (2017). *Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico IP en la zona altiplánica*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Galicia, M., & Velásquez, M. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* . (Tesis de Pregrado). Universidad Andina de Cusco, Cusco, Perú.
- Helene, P., and Groshoski, M., (2005). Evolution on the criterio of introduction of durability concepts in the singo f structures, proceedings of the Raymundo Rivera International Symposium on Durability de concrete, Monterrey, Mexico, pp. 17-50.
- Hernández, U. (2011). Comportamiento Mecánico y Físico del mortero a base del CBCA como árido en aplanado de muros". Veracruz.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v11n1/v11n1a3.pdf>
- Huanca, J. (2017). *Evaluar los parámetros durante el tratamiento térmico para obtención de mucilago de la penca de tuna (Opuntia ficus-indica)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Altiplano, Puno.
- Huarc, A. (2017). *Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y*

peso unitario de un concreto mejorado. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

INEI. (22 de Julio de 2013). Instituto Nacional de Estadística e Informática. Obtenido de Producción de caña de azúcar aumentó en 35.0%:
<http://www.pcm.gob.pe/2013/07/produccion-de-cana-de-azucar-aumento-en-35-0/>

Jaime, M., & Portocarrero, L. (2018). *Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural.* (Tesis de Pregrado). Universidad Privada de Norte, Trujillo, Perú.

León, M. (2010). *Secado por aspersion de mucilago de nopal (Opuntia ficus-indica) y su efecto en las propiedades reológicas de los polvos reconstituidos.* (Tesis de Maestría) en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de recursos naturales. Instituto Politecnico Nacional. Oaxaca (México). 121 pp.

Lizarazo, J, Salas, A, & Escobar, D. (2016). Efectos del Curado en las Propiedades de Mezclas de Concreto con Altos Contenidos de Escoria de Hierro. *Revista Scielo*. Recuperado el 18 de noviembre de 2019 de:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000200011&script=sci_arttext

Manvitha, K. & Bidya, B. (2014). *Aloe vera: a wonder plant its history, cultivation and medicinal uses.* *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*,2(5),pp.85-88.

Matheus, F. (2017). *Resistencia de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de ceniza de viruta de marera.* (Tesis de Pregrado). Universidad San Pedro, Huaraz, Perú.

- Matsubiro, B. et al. (2006). *Chemical characterization of the mucilage from fruits of Opuntia ficus-indica*. *Carbohydrate Polymer*, 63:2663-267.
- Medel, A. & Ortiz, J. (2006). *Estudio de factibilidad para el cultivo de sábila (aloe vera)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Mexico.
- MORILLAS ALCÁNTARA, M. A., & PLASENCIA ORIBE, D. W. (2017). *Características mecánicas de un concreto*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Navarro, J. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de coco*. (Tesis de pregrado). Universidad de Colima, México
- Navarro, J. (2018). *Influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar con la finalidad de mejorar la resistencia dl concreto, usando los agregados de la cantera Figueroa*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, Perú.
- Norma del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente E.060.
- Novoa, C. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de fibra de coco y cemento*. (Tesis de Maestría). Universidad de Colima, México
- Oloya, R., & Ponce, G. (2019). *Influencia del uso de mucilago de cactus echinopsis pachanoi como aditivo natural para evaluar la resistencia a la compresión, consistencia y permeabilidad del concreto*. (Tesis de Pregrado). Universidad Antenor Orrego, Trujillo.

Pasquel, E. (1992). Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Obtenido de:

https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru

Peña, J. (2018). *Resistencia a la Compresión de Mortero con Cemento Sustituido al 7% y 10% por Mucilago de Aloe Vera*. (Tesis de Pregrado). Universidad de San Pedro, Chimbote, Perú.

Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. & Velazco, G. (2014). *Manual del Concreto Estructural*. Caracas, Venezuela.

Primo, C. (2014). *Efecto de la adición del extracto de tuna (opuntia ficus-indica) en la resistencia a compresión del concreto*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Propiedades del Concreto. (2014). 1st ed. Cap.02 Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto IMCYC, pp.10-15.

Quintero García, S. L., & González Salcedo, L. (2016). Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. *Revista Redalyc*, 18.

Quiroz, C. & Salamanca, O. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de “tecnología del hormigón” (Tesis de Postgrado). Universidad mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.

Ramírez, S. (2012). Propiedades de durabilidad en hormigón y análisis microestructural en pastas de cemento con adición de mucilago de nopal como aditivo natural. Oaxaca, México

REVENIMIENTO. (2020). GOOGLE. <http://www.uca.edu.sv/mecanica-estructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoConcretoFresco/REVENIMIENTO.pdf>

Risco, E. (2017). *Comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con extracto de aloe vera*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Ancash, Ancash, Perú.

Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del Concreto*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG.

Rivva, E. (2014). *Diseño de mezclas*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG

Rivva, E. (2014). *Supervisión del concreto en obra*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG.

Robayo, R., Matthey, P, & Delvasto, S. (2013). Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero *Revista de la construcción*, 12(2), 139-151. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2013000200011>

Sáenz., et al. (2006). *Utilización Agroindustrial del Nopal*. Vol.162. Roma.

Salazar, A. (2011). *Síntesis de la tecnología del concreto. Una manera de entender a los materiales compuestos*. 3º edición.

Sandoval, T. (2014). *Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico*.

SENER/BID/GTZ, (2006). Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiésel para el transporte en México. Recuperado el 23 de agosto de 2015, de <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36898991>

Terrones, A. (2018). *Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Torre, C. A. (2004). Curso básico de tecnología del concreto. Recuperado de: https://www.academia.edu/9191423/CURSO_BASICO_DE_TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_PARA_INGENIEROS_CIVILES

Urango, S. (2015). *El uso de aditivos de origen natural a masa de concreto para la protección contra la corrosión del acero embebido*. (Tesis de Pregrado). Universidad de Cartagena, Colombia

Valderrama, C., Torres, J., & Mejía de Guitierres, Rubi. (2011). Características de desempeño de un concreto adicionado con cenizas volantes de alto nivel de inquemados. *Investigación del concreto con cenizas volantes*, 9,5-20.

Vásquez, L. (2018). *Evaluación de las propiedades del concreto de puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar*. (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Perú.

Vélez, L. (2010). Permeabilidad y porosidad en concreto. *Revista Tecnológicas*. (25),17.

ANEXO N°2:

Tabla 28: *Matriz de Categorías con los datos del análisis documental.*

Fecha: 05/07/2021														
Finalidad: Control de la información documental														
Ítem	Investigación	Código	Tipo de investigación	Año de publicación	País	Universidad	Autor	Instrumentos	Objetivos	Propiedades estudiadas				Nivel de relación con el tema
										Propiedades físicas de los Agregados Finos	Propiedades físicas de los Agregados Gruesos	Resistencia a la compresión (Mpa)	Asentamiento	
1	INFLUENCIA DEL USO DE MUCILAGO DE CACTUS ECHINOPSIS PACHANOI COMO ADITIVO NATURAL PARA EVALUAR LA RESISTENCIA A COMPRESION, CONSISTENCIA Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO	T-01	TESIS DE PRE GRADO	2019	PERU	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO	OLOYA PEREZ, ROOSBELD & PONCE MENDOZA, GIAN	Maquina Comprensora, Equipo para ensayo de penetración, Balanza, cuaderno de Obra, Fichas de técnicas de Observación y control de Laboratorio	Determinar la influencia del mucilago de cactus echinopsis en la resistencia a la compresión, consistencia y permeabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 en la ciudad de Trujillo.	x	x	x	x	Alto
2	INFLUENCIA DE LA ADICION DE MUCILAGO DE NOPAL EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO	T-02	TESIS DE PRE GRADO	2019	PERU	UNIVERSIDAD PERUANA UNION	INGA JULCA, THALIA GIANELLA	-	Evaluar la influencia de la adición de mucilago de nopal en las propiedades mecánicas del concreto	x	x	x	-	Medio

3	RESISTENCIA DEL CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² CON SUSTITUCION DE CEMENTO EN 15% POR CENIZA DE TUNA	T-03	TESIS DE PREGRADO	2018	PERU	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	VERA MOSTACERO, TANIA YANNINA	Datos de campo, Bolsas de conservación de muestra, Laboratorio de mecánicas de suelos y concreto, Formatos de Laboratorio	Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm ² cuando se sustituye un 15% del cemento por ceniza de tuna	x	x	x	-	Media
4	EFFECTO DE LA ADICION DE EXTRACTO DE PALETA DE TUNA (Opuntia Ficus- India) EN LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO	T-04	TESIS DE PREGRADO	2015	Cajamarca - Perú	Universidad Nacional de Cajamarca	Primo Cubas, Cristina Jhoani	Tamices para agregado fino y grueso, Balanza electrónica, trompo, maquina a compresión, molde cónico	Determinar el efecto de la adición de extracto de paleta de tuna en la resistencia a la compresión del concreto.	x	x	x	-	Medio
5	COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE UN CONCRETO ADICIONANDO EL 4% Y 6% DE MUCILAGO DE TUNA Y SUPERPLASTIFICANTE SIKA N290 AL CEMENTO	T-05	TESIS DE PREGRADO	2018	Huaraz- Perú	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	Huerto Espinoza, Willan Manuel	-	Comparar la Resistencia a compresión de un concreto adicionando el 4% y 6% de mucilago de tuna y superplastificante sika N290 al cemento	x	x	x		Medio
6	USO DEL EXTRACTO DEL MUCILAGO DEL CACTUS COMO ADITIVO Y SU INFLUENCIA EN LA CONSISTENCIA Y EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO	D-06	TESIS DE PREGRADO	2019	Lima- Perú	Universidad Nacional Federico Villarreal	Huerta Maza Max Anderson	Tamices para agregado fino y grueso, Balanza electrónica, trompo, maquina a compresión, molde cónico	Determinar la Influencia del uso como aditivo del extracto del mucilago del cactus en la consistencia y la resistencia a la compresión del concreto	x	x	x	x	Alto
7	INFLUENCIA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO $f_c=$ kg/cm ² CON LA ADICION DE MUCILAGO DE TUNA, CHIMBOTE, ANCASH - 2017	T-07	TESIS DOCTORAL	2017	Nuevo Chimbote- Perú	Universidad Cesar Vallejo	Ramos Vásquez, Jhosselyn Cristina	Tamices para agregado fino y grueso, Balanza electrónica, trompo, maquina a compresión, molde cónico	Evaluar las características físicas y las propiedades mecánicas a morteros de levantado y acabado en proporciones definidas, mediante	x	x	x	-	Medio

									ensayos normalizados por la ASTM, utilizando agregados del municipio de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz					
8	PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURA DE CONCRETO CONTENIENDO MUCILAGO DE NOPAL COMO ADITIVO NATURAL	T-08	TESIS DE PREGRADO	2018	OAXACA	Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca	Ramírez Arellanes, Samuel	-	Utilizar el mucilago de Nopal como un aditivo natural en la elaboración de concreto con el objeto de mejorar sus propiedades mecánicas y microestructurales en estado endurecido.	x	x	x	-	Medio
9	INFLUENCIA DEL ALOE VERA SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, INFILTRACION, ABSORCION CAPILAR, TIEMPO DE FRAGUADO Y ASENTAMIENTO EN UN CONCRETO ESTRUCTURAL	T-09	TESIS DE PREGRADO	2017	Trujillo - Perú	Universidad Nacional de Trujillo	Aburto Alvarado & Vásquez.	-	Determinar la influencia del porcentaje de Aloe Vera sobre la resistencia a la compresión, infiltración, absorción capilar, tiempo de Fraguado y asentamiento en un concreto estructural	x	x	x	x	Alto
10	COMPORTAMIENTO DE LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO CON EXTRACTO DE SÁBILA, CIUDAD DE BARRANCA – 2016.	T-10	TESIS DE PREGRADO	2017	Huaraz- Peru	Universidad Nacional de Ancash	Risco Bardales, Edgar Alan	-	Determinar el comportamiento de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto adicionado con extracto de sábila, ciudad de Barranca-20	x	x	x	x	Alto

11	DISEÑO DE CONCRETO F ^o C=210 KG/CM2 ADICIONANDO GEL DE ALOE VERA PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, TARAPOTO 2019.	D-11	TESIS DE PREGRADO	2019	Trujillo - Perú	Universidad Cesar Vallejo	Cárdenas Cerrón, Sonia Milagros	-	Diseñar un concreto f ^o c= 210 kg/cm2 adicionando gel de Aloe Vera, mejorará la resistencia a la compresión, Tarapoto, 2019	x	x	x	x	Alto
12	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO SUSTITUIDO AL 7 % Y 10 % POR MUCILAGO DE ALOE VERA.	D-12	TESIS DE PREGRADO	2018	Chimbote-Perú	Universidad San Pedro	Peña Delgado Juan Luis	-	Mejorar los procesos constructivos aumentando su productividad, calidad, mejorando materiales, elevando los estándares de seguridad y sostenibilidad			x	-	Bajo
13	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO REFORZADO (F ^o C=210 KG/CM2) CON FIBRA DE CAÑA DE AZÚCAR Y DESECHO DEL FRUTO DE COCO EN UNA EDIFICACIÓN, PUENTE PIEDRA, LIMA 2019.	D-13	TESIS DE PREGRADO	2020	Lima-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Tasayco Munayco, Maricielo	-	Explicar de que manera las propiedades del concreto reforzado con fibras de caña de azúcar y desecho del fruto del coco en una edificación mejoró la resistencia en una edificación en Puente Piedra, Lima 2019	x	-	-	-	Medio
14	ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN F ^o C 210 KG/CM2 USANDO FIBRA NATURAL DE COCO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA PROVINCIA DE RIOJA	D-14	TESIS DE PREGRADO	2019	Cajamarca - Perú	Universidad Católica Sedes Sapiente	Salvador Bacalla Lapiz	Encuesta- Cuestionario - software Excel y Word	Comparar la resistencia a la compresión f ^o c=210 kg/cm2 usando fibra natural de coco como aditivo al concreto, frente a un diseño tradicional en la Provincia de Rioja	x	x	x	-	Medio

15	USO DE FIBRA DE ESTOPA DE COCO PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO	D-15	Revista de Redalyc	2016	Colombia	Universidad de Ingeniería y Desarrollo	Quintero García Sandra Liliana	Guía de observación, resumen, Ficha Técnicas de las pruebas a realizar	Evaluar las propiedades físicas, químicas y mecánicas para su correcta caracterización de concreto con 0.5 y 1.5% de fibras de coco	x	x	x	-	Medio
16	INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	D-16	TESIS DE PREGRADO	2016	Santa Clara	Universidad Privada del Norte	Villanueva Monteza Nelva	-	Determinar la influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto de 210 kg/cm2	x	x	x	-	Medio
17	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO.	D-17	REVISTA	2016	Pimentel - Perú	Universidad Señor de Sipán	Vela Requejo Luis Gustavo	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco.	x	x	x	x	Alto
18	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRA DE ESTOPA DE COCO	D-18	TESIS DE PREGRADO	2017	Perú	Universidad Particular de Chiclayo	Bach. Zamora Cubas Jorge Luis & Suxe Perez, Elvis	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco.	x	x	x	-	Medio

19	INCIDENCIA DE LA FIBRA DE COCO UTILIZANDO PROPORCIONES VARIABLES DE 0.1%, 0.2 % Y 0.3 % EN LAS PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, LIMA 2019	D-19	TESIS DE PREGRADO	2019	Lima-Perú	Universidad Privada del Norte	Huaranga López, Víctor Andrés	Parámetros de ensayos (NTP), procesador de datos, equipos de medición, Instrumentos estadísticos	Determinar en qué medida la incidencia de la fibra de coco en proporciones de 0.1%, 0.2% y 0.3% mejorará la resistencia a la compresión y reducirá la permeabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	x	x	x	-	Medio
20	CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO Y FÍSICOQUÍMICO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS NATURALES DE COCO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA SU USO EN CONSTRUCCIÓN	D-20	TESIS DE DOCTORADO	2015	Venezuela	Universidad de Carabobo	Paricaguan Morales, Belén María	-	Evaluar el comportamiento mecánico del concreto reforzado mediante la sustitución de parte del agregado fino pro fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en la construcción			x	-	Bajo
21	EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM ² ADICIONANDO FIBRAS DE ESTOPA DE COCO, LIMA 219.	D-21	TESIS DE PREGRADO	2019	Lima-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Inga Estrella, Xiomara Milagros	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Evaluar las diferencias que generan la fibra de coco, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	x	x	x	-	Medio
22	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO $F'c=210$ KG/CM ² , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE AZÚCAR- 2018.	D-22	TESIS DE PREGRADO	2020	Chiclayo-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Mgtr. Benites Chero, Julio Cesar	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto incorporando fibra de estopa de coco.	x	x	x	-	Medio

23	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TRACCIÓN DEL CONCRETO F'C=210KG/CM ² , SUSTITUYENDO AL CEMENTO CON 7%, 9% Y 11% DE CENIZA DE BAGAZO CAÑA DE AZÚCAR- 2018.	D-23	TESIS DE PREGRADO	2018	Chimbote-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Quevedo Castillo Víctor	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Determinar la resistencia a la compresión y tracción del concreto f'c=210 kg/cm ² con diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la sustitución al cemento	x	x	x	-	Medio
24	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210KG/CM ² AL SUSTITUIR EL CEMENTO POR CENIZA DE CONCHA DE ABANICO Y BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CHIMBOTE, 2019.	D-24	TESIS DE PREGRADO	2019	Chimbote-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Chumioque Bedon, Katherine Elizabeth	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm ² han sustituir el cemento por concha de abanico y ceniza de bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019	x	x	x	-	Medio
25	ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 KG/CM ² CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PIMENTEL, CHICLAYO.	D-25	TESIS DE PREGRADO	2018	Chiclayo-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Carlos Rodrigo Nonque	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Diseñar concreto con material reciclado; con ceniza de bagazo de caña de azúcar, para mejorar sus propiedades mecánicas y durabilidad.	x	x	x	-	Medio
26	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210KG/CM ² CON TRES PORCENTAJES (0.5%, 1.0% Y 2.5%) DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR	D-26	TESIS DE PREGRADO	2018	Cajamarca - Perú	Universidad Privada del Norte	Mendoza Huatay Maria Lidia	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Determinar la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm ² con tres porcentajes (0.5%, 1.0%, 2.5%) de reemplazo de fibra de bagazo de caña de azúcar por peso del agregado grueso	x	x	x	-	Medio

27	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CON PUZOLANA OBTENIDO DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR, CAYALTI, LAMBAYEQUE.2018.	D-27	TESIS DE PREGRADO	2018	Perú	Universidad Señor de Sipán	Vásquez Vidaurre, Luis Alexander	Guía de Observación & formatos para cada ensayo, análisis de precios unitarios	Evaluar las propiedades del concreto de alta resistencia con puzolana obtenido del bagazo de caña de azúcar, Lambayeque 2018	x	x	x	-	Medio
28	DISEÑO DE CONCRETO EMPLEANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, TARAPOTO 2020.	D-28	TESIS DE PREGRADO	2020	Tarapoto-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Bach. Balladares Uriarte, Jerry	Ficha de Registro	Diseñar un concreto $f'c=210$ kg/cm ² empleando cenizas del bagazo de caña de azúcar (Cbca) para mejorar la resistencia a la compresión, Tarapoto, 2020	x	x	x	x	Alto
29	INFLUENCIA DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CON LA FINALIDAD DE MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO USANDO LOS AGREGADOS DE LA CANTERA FIGUEROA-HUANUCO-2018	D-29	TESIS DE PREGRADO	2019	Huánuco - Perú	Universidad Nacional Hermilio Valdizan	Chávez Navarro, Jonatan Emanuel	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Estudiar si la adición de la ceniza del bagazo de caña de azúcar a la mezcla del concreto, mejora la resistencia de la misma.	x	x	x	x	Alto
30	ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO UTILIZANDO BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR $f'c=210$ KG/CM ² , EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE.	D-30	TESIS DE PREGRADO	2020	Chiclayo-Perú	Universidad Cesar Vallejo	Manuel Iván Hernández Rosales	Guía de Observación & formatos para cada ensayo.	Evaluar el comportamiento mecánico del concreto utilizado fibras de bagazo de caña de azúcar para un concreto $f'c=210$ kg/cm ²	x	x	x	x	Alto

ANEXO N°3:

Figura 22: *Proporciones Usualmente utilizadas en construcciones*

f'c (Kg/cm ²)	a/c	Slump (pulg)	Tamaño Agregado (pulg)	Dosificación en volumen	MATERIALES POR M ³			
					Cemento (bolsas)	Arena (m ³)	Piedra (m ³)	Agua (m ³)
140	0,61	4	3/4	1 : 2,5 : 3,5	7,01	0,51	0,64	0,184
175	0,51	3	1/2	1 : 2,5 : 2,5	8,43	0,54	0,55	0,185
210	0,45	3	1/2	1 : 2 : 2	9,73	0,52	0,53	0,186
245	0,38	3	1/2	1 : 1,5 : 1,5	11,50	0,50	0,51	0,187
280	0,38	3	1/2	1 : 1 : 1,5	13,34	0,45	0,51	0,189

Nota: En esta tabla se muestra las diferentes proporciones utilizadas en construcciones, adaptado en Costos y Presupuesto de Capeco (2003)

ANEXO N°4:

Figura 23: *Proporciones Usualmente utilizadas en construcciones*

4.00	CONCRETO ARMADO							
4.01	Zapatas	m ³	25,00	0,2	2	2	8	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador transporte canaletas
4.02	Vigas de cimentación, Curado	m ³	20,00	0,2	2	2	8	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador transp. en boogie
		m ³	80,00	0,1	—	—	1	
4.03	Losas de cimentación, Curado	m ³	22,00	0,2	2	2	8	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador transp. en boogie
		m ³	88,00	0,1	—	—	1	
4.04	Muros de sostenimiento (0,20 m. o más) Curado	m ³	10,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador 1 winche
		m ³	30,00	0,1	—	—	1	
4.05	Tabiques (0,10 a 0,15 m) Curado	m ³	8,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador 2 winche
		m ³	30,00	0,1	—	—	1	
4.,06	Columnas Curado	m ³	10,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora 1vibrador 1 winche
		m ³	20,00	0,1	—	—	1	
4.07	Vigas y losas macizas Curado	m ³	20,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora (9-11p ³) 1 vibrador 1 winche
		m ³	40,00	0,1	—	—	1	
4.08	Losa aligerada	m ³	25,00	0,3	3	2	11	

Nota: En esta tabla se muestra el rendimiento empleado para un concreto estructural utilizadas en construcciones, adaptado en Costos y Presupuesto de Capeco (2003).

ANEXO N°5:

Figura 24: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural sin adición de aditivos naturales.

Costo Unitario directo: m3							370.99
Partida:	Concreto f'c=210kg/cm2						
Rendimiento:	20 m3/DIA	Unidad		m3			
20	MO	EQ:	20				
Costo Unitario directo: m3							370.99
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
03.01	Operario	Hh	1.0000	0.4000	21.95	8.78	
03.02	Oficial	Hh	1.0000	0.4000	17.59	7.04	
03.03	Peon	Hh	8.0000	3.2000	15.86	50.75	
						66.57	
Materiales							
03.04	Cemento extraforte Tipo Ico	Bol		8.6381	23.50	203.00	
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.85	70.00	59.50	
03.06	Arena Gruesa	m3		0.42	50.00	21.00	
03.07	Agua	m3		0.2259	10.00	2.26	
						285.75	
Equipos							
03.09	Herramientas manuales	% mo		3%	66.57	2.00	
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67	
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
						18.66	

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural sin adición de aditivos naturales, adaptado por Flores (2020).

ANEXO N°6:

Figura 25: Análisis de Costos Unitarios del Concreto con Aditivo Sikament

Costo Unitario directo: m3						657.54
Partida:	Concreto en losa maciza f'c=210kg/cm2					
Rendimiento:	20 m3/DIA	Unidad		m3		
12	MO	EQ:	20			
Costo Unitario directo: m3						657.54
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
03.01	Operario	Hh	2.0000	1.3333	21.95	29.27
03.02	Oficial	Hh	2.0000	1.3333	17.59	23.45
03.03	Peon	Hh	12.0000	8.0000	15.86	126.88
						179.60
Materiales						
03.04	Cemento extraforte Tipo Ico	Bol		9.1245	23.50	214.43
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.599	70.00	41.93
03.06	Arena Gruesa	m3		0.472	50.00	23.60
03.07	Agua	m3		0.199	5.00	1.00
03.08	Sikament - 290n (1.4% cemento)	Gal		1.2715	135.00	171.65
						452.60
Equipos						
03.09	Herramientas manuales	% mo		5%	173.36	8.67
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00
						25.34

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural con aditivo Sikament, adaptado por Cárdenas (2019).

ANEXO N°7:

Figura 26: *Análisis de Costos Unitarios del Concreto con adición del 2.0% de Mucilago de Nopal*

Tesis: Determinacion de la Resistencia a compresion de un concreto de Alta resistencia utilizando mucilago de nopal, San Martin-2020						
Autor: Ruiz Tacanga , Rosse Mery						
Partida: Concreto f'c=210kg/cm2						
Rendimiento:	20 m3/DIA	Unidad		m3		
20	MO	EQ:	20			
Costo Unitario directo: m3						485.52
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
03.01	Operario	Hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
03.02	Oficial	Hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
03.03	Peon	Hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
						95.07
Materiales						
03.04	Cemento extraforte Tipo Ico	Bol		12.5	23.50	293.75
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.577	70.00	40.39
03.06	Arena Gruesa	m3		0.422	50.00	21.10
03.07	Agua	m3		0.2192	10.00	2.19
03.08	Mucilago de nopal (2% total)	Kg		0.5	27.00	13.50
						370.93
Equipos						
03.09	Herramientas manuales	% mo		3%	95.07	2.85
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00
						19.52

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural con adición del 2% de Mucilago de Nopal, adaptado por Ruiz (2020).

ANEXO N°8:

Figura 27: *Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 2.0% de Aloe Vera*

Tesis:	Diseño de concreto $f_c=210$ kg/cm ² , adicionando gel de aloe Vera para mejorar la resistencia a la compresion, Tarapoto 2019"					
Autor:	Cardenas Cerón, Sonia Milagros					
Partida:	Concreto en Losa Maciza $f_c=210$ kg/cm ²					
Rendimiento:	15 m3/DIA	Unidad	m3			
	15 MO	EQ:	15	Costo Unitario directo: m3		512.47
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
03.01	Operario	Hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
03.02	Oficial	Hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
03.03	Peon	Hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
						95.07
Materiales						
03.04	Cemento extraforte Tipo Ico	Bol		8.6381	23.50	203.00
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.85	70.00	59.50
03.06	Arena Gruesa	m3		0.42	50.00	21.00
03.07	Agua	m3		0.2259	10.00	2.26
03.08	Aloe Vera (2% total)	Kg		44.85	2.50	112.13
						397.88
Equipos						
03.09	Herramientas manuales	% mo		3%	95.07	2.85
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.6667	10.00	6.67
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00
						19.52

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural con adición del 2% de Aloe Vera, adaptado por Cárdenas (2020).

ANEXO N°9:

Figura 28: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 1.5% de Fibra de Coco

Tesis:	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO REFORZADO (F'c=210 KG/CM2) CON FIBRA DE ESTOPA DE COCO EN UNA EDIFICACIÓN, PUENTE PIEDRA, LIMA 2019.					
Autor:	Huaranga Lopez Victor Andres					
Partida:	Concreto en Losa Maciza f'c=210kg/cm2					
Rendimiento:	20 m3/DIA	Unidad	m3			
	12 MO	EQ:	12	Costo Unitario directo: m3	403.69	
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
03.01	Operario	Hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
03.02	Oficial	Hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
03.03	Peon	Hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
						95.07
Materiales						
03.04	Cemento Tipo I	Bol		8.9838	23.50	211.12
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.7934	70.00	55.54
03.06	Arena Gruesa	m3		0.4452	50.00	22.26
03.07	Agua	m3		0.5500	10.00	5.50
03.08	Fibra de coco (1.5% total)	Kg		0.1616	4.00	0.65
						295.06
Equipos						
03.09	Herramientas manuales	% mo		3%	95.07	2.85
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.4000	8.00	3.20
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	18.75	7.50
						13.55

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural con adición del 1.5 % de Fibra de Coco, adaptado por Huaranga (2018).

ANEXO N°10:

Figura 29: Análisis de Costos Unitarios del Concreto Estructural con adición del 5.0 % de CBCA

Tesis:	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO ALTA RESISTENCIA CON LA INCORPORACION DE CCA Y CBCA, MOYOBAMBA 2021					
Autor:	Gonzales Rafael, James Emanuel					
Partida:	Concreto en Losa Maciza f'c=210kg/cm2					
Rendimiento:	20 m3/DIA	Unidad	m3			
	MO	EQ:	12	Costo Unitario directo: m3		412.48
Codigo	Descripcion recurso mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
03.01	Operario	Hh	2.0000	0.8000	21.95	17.56
03.02	Oficial	Hh	2.0000	0.8000	17.59	14.07
03.03	Peon	Hh	10.0000	4.0000	15.86	63.44
						95.07
Materiales						
03.04	Cemento Tipo I	Bol		9.2100	23.50	216.44
03.05	Piedra Chancada 1/2"	m3		0.7750	70.00	54.25
03.06	Arena Gruesa	m3		0.4452	50.00	22.26
03.07	Agua	m3		0.2506	10.00	2.51
03.08	CBCA (5% total)	bIs		0.5100	10.00	5.10
						300.55
Equipos						
03.09	Herramientas manuales	% mo		3%	95.07	2.85
03.10	Vibrador de concreto 3/4"-2"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00
03.11	Mezcladora de concreto 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	20.00	8.00
						16.85

Nota: En esta tabla se muestra el análisis de costos Unitarios para un concreto estructural con adición del 5.0 % de CBCA, adaptado por Gonzales (2019).

ANEXO N°11:

Figura 30: Hoja Técnica del Sikament-290N



CONSTRUYENDO CONFIANZA

HOJA TECNICA

Sikament® 290N

Aditivo Polifuncional para concreto

GENERAL	<p>Sikament® 290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada.</p> <p>Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo.</p> <p>Sikament® 290N no contiene cloruros, No es tóxico, no es Inflamable y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.</p>									
CAMPOS DE APLICACIÓN	<p>Sikament® 290N está particularmente indicado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretoras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación. ■ En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento. ■ Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad. ■ Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación. 									
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aumento de las resistencias mecánicas. ■ Terminación superficial de alta calidad. ■ Mayor adherencia a las armaduras. ■ Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura. ■ Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla. ■ Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto. ■ Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas. ■ Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras. ■ Reductor de agua. 									
DATOS BÁSICOS	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px;">■</td> <td>Aspecto</td> <td>Líquido.</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>Color</td> <td>Café oscuro.</td> </tr> </table>	■	Aspecto	Líquido.	■	Color	Café oscuro.			
■	Aspecto	Líquido.								
■	Color	Café oscuro.								
ALMACENAMIENTO	<p>Un año en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.</p>									
PRESENTACIÓN	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px;">■</td> <td>Tineta</td> <td>20 kg</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>Tambor</td> <td>200 kg</td> </tr> <tr> <td>■</td> <td>IBC</td> <td>1000 kg a Granel</td> </tr> </table>	■	Tineta	20 kg	■	Tambor	200 kg	■	IBC	1000 kg a Granel
■	Tineta	20 kg								
■	Tambor	200 kg								
■	IBC	1000 kg a Granel								