



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE
(F'C=210 KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA
AL 5%, 10% Y 15%UTILIZANDO ACI 211:1”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS

TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA

TUTOR:

ING. VILLOA VERA RAÚL ANDRES Msc.

La Libertad, Ecuador

2021

UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F'C=210 KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS
TOMALÁ ALFONSO MARÍA ELOISA

TUTOR:

ING. RAÚL VILLOA VERA, MS.c

LA LIBERTAD – ECUADOR

2021

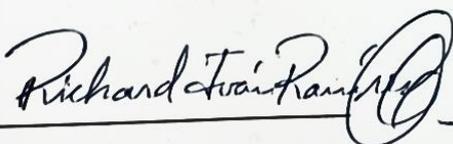
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Villao Borbor, Msc.

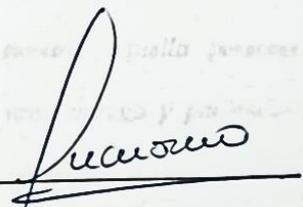
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Ing. Raúl Villao Vera Msc.

DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Richard Ramírez Palma, Mg

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, Mg.

SECRETARIA DEL TRIBUNAL

Dedicado a Dios, responsable de darme la vida y estar guiándome en mi camino en todo momento.

A mis Padres, el esfuerzo y las metas por alcanzar reflejan la dedicación y el amor que los padres invierten en sus hijos. Gracias a ellos soy quien soy, orgullosamente agradezco a Denice Yadira Panchana Bazán y Juan Carlos Salazar Vazquez, mi mayor inspiración.

A mi hermana Brigitty Salazar Panchana por su amor y apoyo incondicional, por estar a mi lado en todo este proceso.

A mi pareja, persona que estuvo animando cada decisión que tomara, aquella persona que tuvo entrega y paciencia para conmigo, a esa persona le agradezco y dedico, porque gracias a ti hoy puedo con alegría disfrutar y presentar esta tesis.

Jean Carlos Salazar Panchana

Dedico la tesis de manera especial a mis padres; por haberme forjado como la persona que soy, por todas sus oraciones realizadas con tanto amor, que sé que gracias a aquello Dios me bendice diariamente, y gracias a él estoy aquí.

A mis hermanos; por estar presentes en cada experiencia y animarme cuando lo he necesitado.

A mi abuelita; por sus consejos e inculcarme valores y principios que han hecho de mí un mejor ser humano.

A mis tíos y tías; por estar desde el primer día apoyándome y motivándome a que puedo lograr lo que me proponga.

A mis mejores amigas; por creer y confiar en mí, por estar en todo el transcurso de mi vida estudiantil.

A mi pareja; por ser mi apoyo incondicional, y estar presente en los momentos más importantes de mi vida.

María Eloisa Tomalá Alfonso

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

La Libertad, 27 de enero de 2022

Ing. Villao Vera Raúl Andrés, Msc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación para Titulación, del tema **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($F'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1”**, elaborado por los estudiantes SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS Y TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que una vez analizado en el sistema anti plagio URKUND, luego de haber cumplido los requisitos exigidos de la valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con el 1% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud.

TUTOR



Ing. Raúl Villao Vera Msc.

C.I. 0924204290

Document Information

Analyzed document	TESIS DE CAÑA BRAVA.docx (D126553175)
Submitted	2022-01-30T18:09:00.0000000
Submitted by	Rvillao
Submitter email	rvillao@upse.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	rvillao.upse@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto- Fetched: 2020-11-15T21:19:13.4000000	 1
SA	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA / Tesis. Balon Wilmer y Suárez Sivori.docx Document Tesis. Balon Wilmer y Suárez Sivori.docx (D98246072) Submitted by: wilmer.balonfloreano@upse.edu.ec Receiver: lmoreno.upse@analysis.orkund.com	 3

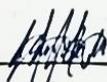
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **JEAN CARLOS SALAZAR PANCHANA** y **MARÍA ELOISA TOMALÁ ALFONSO**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F'C=210 KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1” no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente.

LOS AUTORES

f. 

Jean Salazar Panchana

C.I. 2450844119

f. 

María Tómalá Alfonso

C.I. 0927512061

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Raúl Villao Vera Msc.

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo, “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($F'C=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1”, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, elaborado por el Sr. SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS y la Srta. TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Raúl Villao Vera Msc.

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

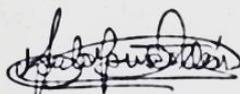
Yo, Magister Mariela Kathalina Alfonso Villón, certifico: Que he revisado la ortografía y la redacción del trabajo de titulación "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE F'C= 210 KG/CM² Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1", elaborado por: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS Y TOMALÁ ALFONSO MARÍA ELOISA, previo a la obtención del título de: INGENIERO CIVIL.

Por tal motivo he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura.
- La acentuación es precisa.
- Se utiliza los signos de puntuación de manera acertada.
- No incurre en errores en la utilización de las letras.
- La aplicación de la sinonimia es correcta.
- Se maneja conocimiento y precisión de la morfosintaxis.

Por expuesto y en uso de mis derechos como Magister en Docencia y Educación, recomiendo la VALIDEZ ORTOGRAFICA de su tesis y dejo a vuestra consideración el certificado de rigor para los efectos legales correspondientes.

Atentamente,



Lic. Mariela Alfonso Villón

C.I. 0919792408

E-mail: cutemariel06@gmail.com

Registro SENESCYT: 6043188403

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestra gratitud a Dios en primer lugar, que gracias a sus bendiciones que siempre llenan nuestras vidas, nos encontramos el día de hoy aquí, a toda nuestra familia en general por estar presentes en todo momento y apoyarnos en cada paso que decidimos dar.

Agradecemos profundamente a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a toda la Facultad de Ingeniería Civil, a nuestros docentes cuyos invaluable conocimientos nos han permitido crecer como profesional día a día, gracias a cada uno de ustedes por su amistad, paciencia, dedicación y apoyo incondicional.

También agradecemos a la Ing. Lucrecia Moreno por darnos el acceso al laboratorio Ingeotop para realizar nuestros ensayos correspondientes y al laboratorista Rogger Magallanes por haber estado en todo momento para prestarnos su ayuda en el laboratorio.

Finalmente, nos gustaría expresar nuestros más sinceros agradecimientos al Ing. Raúl Villao, nuestro colaborador clave durante todo el proceso, nuestro tutor de tesis quien con su guía, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Jean Carlos Salazar Panchana y María Eloísa Tomalá Alfonso

TABLA DE CONTENIDO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	V
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	VII
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	VIII
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA	IX
AGRADECIMIENTOS.....	X
TABLA DE CONTENIDO	XI
LISTA DE TABLAS.....	XV
LISTA DE FIGURAS.....	XVII
LISTA DE ANEXOS	XVIII
RESUMEN	XX
ABSTRACT	XXI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	4
1.1 Antecedentes históricos.....	4
1.2 Planteamiento del problema	6
1.3 Formulación del problema	8
1.4 Justificación.....	9
1.5 Objetivos	10
1.5.1 <i>Objetivo General</i>	10
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i>	10
1.6 Hipótesis.....	10
1.7 Variables.....	10
1.7.1 <i>Variable independiente</i>	10

1.7.2 <i>Variable dependiente</i>	11
1.8 Metodología	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1 El hormigón como material de construcción.....	12
2.1.1 <i>Hormigón reforzado</i>	13
2.2 Composición del hormigón	14
2.3 Clasificación y propiedades del hormigón	19
2.3.1 <i>Propiedades del hormigón fresco</i>	19
2.3.2 <i>Propiedades del hormigón endurecido</i>	20
2.3.3 <i>Propiedades del hormigón de alta resistencia</i>	21
2.3.4 <i>Propiedades del hormigón proyectado</i>	21
2.3.5 <i>Propiedades del hormigón Calcreto</i>	22
2.3.6 <i>Propiedades del hormigón permeable</i>	23
2.4 Sistema estructural del hormigón	24
2.5 Resistencia a la compresión del concreto	25
2.5.1 <i>Realización de la prueba de Resistencia a la compresión del concreto de forma industrial</i>	26
2.6 Caña brava.....	29
2.6.1 <i>Ventajas y desventajas de la caña brava como material de construcción</i> 31	
2.6.2 <i>El hormigón y la caña brava</i>	32
2.6.3 <i>Vida útil del El hormigón y la caña brava dentro de la industria de la construcción</i>	33
2.6.4 <i>Hormigón reforzado con fibras naturales</i>	36
2.6.5 <i>Tipos de Fibras</i>	36
2.6.6 <i>Mineralización de la fibra</i>	37
2.6.7 <i>Caña Brava en construcción</i>	38

2.6.8. <i>Caña Brava en arquitectura vernácula</i>	38
2.6.9. <i>Caña Brava en arquitectura de soporte</i>	39
2.6.10. <i>Caña brava en arquitectura puntual</i>	39
2.7 Características de la caña brava.....	40
2.7.1. <i>Diámetro</i>	40
2.7.2. <i>Contenido de humedad</i>	40
2.7.3 <i>Módulo de elasticidad.</i>	41
2.7.4 <i>Porcentaje de absorción de la fibra de caña brava.</i>	42
2.7 Normas ACI 211.1	42
2.8 ASTM C1116/C1116M-10a.....	43
CAPITULO III: PROPIEDADES DEL AGREGADO.....	44
3.1 Generalidades	44
3.2 Caracterización de los materiales	44
3.2.1 <i>Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso norma NTE INEN 696 (ASTM C-136)</i>	46
3.2.2 <i>Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado Fino Norma NTE INEN 856.</i>	50
3.2.3 <i>Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado grueso norma NTE INEN 857</i>	52
3.2.4 <i>Determinación del peso volumétrico norma NTE INEN-858.</i>	54
3.2.5 <i>Determinación del contenido de humedad según Norma NTE INEN 862.55</i>	
3.2.6 <i>Curado y secado de la fibra de caña brava</i>	56
CAPITULO IV: DISEÑO EXPERIMENTAL	57
4.1 Pasos para el diseño.....	57
4.1.1 <i>Diseño</i>	57
4.1.2 <i>Revenimiento</i>	57

4.1.3	Tamaño máximo del agregado grueso	58
4.1.4	Cálculo del Agua de mezclado	58
4.1.5	Ajuste de variante de agua	58
4.1.6	Relación Agua - Cemento (a/c)	58
4.1.7	Cálculo del contenido de concreto portland	59
4.1.8	Peso de agregado grueso	60
4.1.9	Volumen de Agregado fino	61
4.1.10	Humedad y cantidad de agua efectiva.....	61
4.1.11	Determinación de Resistencia	62
4.1.12	Diseños para 1 m ³	63
4.2	Fabricación de probetas.....	64
4.3	Ensayo en las muestras de hormigón	65
4.3.1	Asentamiento mediante el cono de Abrams	65
4.3.2	Determinación de la resistencia a la compresión	66
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		68
5.1	Análisis de la consistencia del hormigón	68
5.2	Análisis de la resistencia a la compresión	68
5.3	Análisis de precios unitarios.....	72
5.4	Conclusiones	74
5.5	Recomendaciones.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		76
ANEXOS.....		81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	<i>Tipos de mezclas de concreto</i>	12
Tabla 2	<i>Propiedades físicas y mecánicas del cemento</i>	16
Tabla 3	<i>Empleo de energía a ser utilizados dentro de la construcción</i>	32
Tabla 4	<i>Módulo de Elasticidad de la madera, bambú y caña brava</i>	41
Tabla 5	<i>Requisitos de gradación del agregado fino</i>	45
Tabla 6	<i>Requisitos de gradación del agregado grueso</i>	46
Tabla 7	<i>Resultado del módulo de finura de los agregados</i>	49
Tabla 8	<i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción</i>	51
Tabla 9	<i>Masa mínima de la muestra de ensayo según norma NTE INEN 857</i>	52
Tabla 10	<i>Resultados de la densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso</i>	54
Tabla 11	<i>Resultado del contenido de humedad</i>	56
Tabla 12	<i>Tipos de estructuras y su respectivo revenimiento</i>	57
Tabla 13	<i>Cantidad de agua de mezclado para distintos revenimientos % tamaños de agregados</i>	58
Tabla 14	<i>Relación Agua/Cemento para diferentes mezclas de hormigón</i>	59
Tabla 15	<i>Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto</i>	60
Tabla 16	<i>Volumen del agregado fino</i>	61
Tabla 17	<i>Valores de volúmenes corregidos</i>	62
Tabla 18	<i>Para el caso en que no se encuentre con datos de desviación estándar</i> ...	62
Tabla 19	<i>Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) (Agregado fino y Grueso de Cantera calizas Huayco)</i>	63
Tabla 20	<i>Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 5% (Agregado fino y Grueso de Cantera calizas Huayco)</i>	63
Tabla 21	<i>Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 10% (Agregado fino y Grueso de Cantera Huayco)</i>	64
Tabla 22	<i>Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 15% (Agregado fino y Grueso de Cantera Huayco)</i>	64
Tabla 23	<i>Resultado del asentamiento de las mezclas de hormigón</i>	68
Tabla 24	<i>Resultado de la resistencia a la compresión de la muestra patrón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) sin fibra</i>	69

Tabla 25 <i>Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)</i> <i>+ 5% de fibra de caña brava.</i>	69
Tabla 26 <i>Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)</i> <i>+ 10% de fibra de caña brava.</i>	70
Tabla 27 <i>Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)</i> <i>+ 15% de fibra de caña brava.</i>	71
Tabla 28 <i>Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)</i> <i>+ 15% de fibra de caña brava.</i>	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Cemento Holcim tipo GU	16
Figura 2 Caña brava	30
Figura 3 Base para clasificación de la caña	31
Figura 4 Agregado fino: Arena	45
Figura 5 Agregado grueso: Piedra $\frac{3}{4}$	45
Figura 6 Curva granulométrica del agregado fino	48
Figura 7 Curva granulométrica del agregado grueso	49
Figura 8 Ensayo granulométrico de los agregados	49
Figura 9 Ensayo de la densidad saturada superficialmente seca y absorción	51
Figura 10 Ensayo de densidad saturada superficialmente seca y absorción	54
Figura 11 Proceso de curado y secado de la fibra de caña brava.....	56
Figura 12 Llenado de las probetas de hormigón	65
Figura 13 Asentamiento del hormigón.....	66
Figura 14 Esquema de los modelos típicos de fractura.....	66
Figura 15 Ensayo de compresión de las muestras de hormigón	67
Figura 16 Curva de resistencia a la compresión de la muestra patrón ($f'c= 210$ kg/cm ²) sin fibra.....	69
Figura 17 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210$ kg/cm ²) + 5% de fibra de caña brava.	70
Figura 18 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210$ kg/cm ²) + 10% de fibra de caña brava.	71
Figura 19 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210$ kg/cm ²) + 15% de fibra de caña brava.	71
Figura 20 Curvas comparativas de la resistencia a la compresión de las mezclas.....	72
Figura 21 Curvas comparativas de la resistencia a la compresión de las mezclas.....	73

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Ensayo granulométrico del agregado fino.....	81
Anexo 2 Ensayo granulométrico del agregado grueso.....	82
Anexo 3 Peso volumétrico suelto y densidad saturada superficialmente seca del agregado fino.....	83
Anexo 4 Porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado fino.....	84
Anexo 5 Peso volumétrico suelto y densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso	85
Anexo 6 Porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado grueso	86
Anexo 7 Diseño de la mezcla patrón 1 (Hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)	87
Anexo 8 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 5\%$ de fibra de caña brava)	88
Anexo 9 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10\%$ de fibra de caña brava).....	89
Anexo 10 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 15\%$ de fibra de caña brava).....	90
Anexo 11 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$)	91
Anexo 12 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 5\%$ de fibra de caña brava).....	92
Anexo 13 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 10\%$ de fibra de caña brava	93
Anexo 14 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 15\%$ de fibra de caña brava	94
Anexo 15 Comparación de la resistencia a la compresión de las mezclas de hormigón	95
Anexo 16 Análisis de varianza a los 7 días de rotura	96
Anexo 17 Análisis de varianza a los 14 días de rotura	97
Anexo 18 Análisis de varianza a los 21 días de rotura	98
Anexo 19 Análisis de varianza a los 28 días de rotura	99
Anexo 20 Análisis de precio unitario hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	100

Anexo 21 Análisis de precio unitario hormigón $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ más 5% fibra de caña brava.....	101
Anexo 22 Análisis de precio unitario hormigón $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ más 10% fibra de caña brava.....	102
Anexo 23 Análisis de precio unitario hormigón $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$ más 15% fibra de caña brava.....	103

RESUMEN

TITULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% UTILIZANDO ACI 211:1”

Autores: Salazar Panchana Jean Carlos

Tomalá Alfonso María Eloísa

Tutor: Ing. Villao Vera Raúl Andrés M.SC.

El presente trabajo es un aporte experimental investigativo, en donde se realiza la comparación de un hormigón convencional de $f'c= 210$ kg/cm², con otra mezcla de hormigón adicionando diferentes porcentajes de fibra de caña brava, como una alternativa sostenible de recursos naturales, se analiza las características de los agregados para las dosificaciones respectivas cumpliendo con las normativas ASTM, la fibra de caña brava atravesó por un proceso de curado y secado antes de la inclusión en la mezcla, con los datos obtenidos en laboratorio se procede al diseño de la mezcla para 1 m³, elaborando 32 especímenes cuyas dimensiones son de (15x30) cm para realizar el respectivo ensayo a la compresión a las edad de 7, 14, 21, y 28 días. Con los datos obtenidos se compara los resultados a compresión para verificar si la inclusión de la fibra de caña brava nos permite llegar a una resistencia mayor.

Palabras claves: Caña brava, inclusión, especímenes, compresión.

ABSTRACT

TITLE: “COMPARATIVE ANALYSIS OF RESISTANCE TO COMPRESSION OF CONCRETE, USING CONCRETE OF ($f'c=210$ KG/CM²) AND A DESIGN OF CAÑA BRAVA FIBERS AT 5%, 10% AND 15% USING ACI 211:1”

Authors: Salazar Panchana Jean Carlos

Tomalá Alfonso María Eloísa

Academic Advisor: Ing. Villao Vera Raúl Andrés M.SC

The present work is an experimental investigative contribution, where the comparison of a conventional concrete of $f'c = 210$ kg/cm² with another concrete mix is made, adding different percentages of wild cane fiber, as a sustainable alternative of natural resources, the characteristics of the aggregates are analyzed for the respective dosages, complying with the ASTM regulations, the wild cane fiber went through a curing and drying process before being included in the mixture, with the data obtained in the laboratory, the design of the mixture for 1 m³, preparing 32 specimens whose dimensions are (15x30) cm to carry out the respective compression test at the ages of 7, 14, 21, and 28 days. With the data obtained, the compression results are compared to verify if the inclusion of the caña brava fiber allows us to achieve greater resistance.

Keywords: wild cane, inclusion, specimens, compression

INTRODUCCIÓN

Definir al hormigón o concreto, como material de construcción, no es tarea fácil, aunque lo parezca, debido a que diferentes autores describen diversos componentes para la elaboración del mismo. Gagg (2014), lo conceptualiza como una serie de sedimentos finos, unidos con cemento, el cual cumple la función de ser un aglutinante, ya que este se fortalece con el añadido de agua, grava y arena, terminando así la formación de este producto. Este ha sido utilizado a lo largo de la historia para la construcción de diferentes estructuras, como lo son: presas, muelles, edificios, puentes, entre otros. No se debe confundir con el cemento, el cual es un error muy común en nuestra sociedad, ya que el primero es un polvo que se mezcla con otros materiales para su uso, mientras que el hormigón es el material obtenido en esta mezcla.

Al principio posee una morfología líquida, lo cual lo hace manipulable para adoptar la forma que se desee, con el pasar de las horas, por medio del proceso de hidratación, este logra endurecerse, obteniendo un estado completamente sólido. Si se utiliza 180 Litros de agua, 400kg de cemento, 900kg de piedra y arena, se puede obtener un metro cúbico de hormigón común. Aunque esta regla es aceptada por algunos autores, otros como Orozco (2018), rechazan las cantidades de materiales expuestas anteriormente, sin embargo, a pesar de esta crítica, el autor no muestra una lista de material específica para rebatir la fórmula anterior.

A pesar de lo antes descrito, en cuanto a la frecuencia de su uso, se ha reportado fallas en lo relacionado con la implementación o curación de este material, ya sea por falta de conocimientos por parte del personal obrero al momento de levantar las estructuras, un clima desfavorable, materiales para la elaboración del concreto de baja

calidad, o incluso una estrategia de trabajo inadecuada, lo cual trae como consecuencia un hormigón en pésimo estado o un deterioro del mismo a pasos acelerados (Moreno, et al., 2021).

Una de las formas de poder evitar estos problemas, es por medio de una correcta elaboración del hormigón, el cual posee diversas dosificaciones, donde el de tipo F'C=210 KG/CM², es uno de lo más resistentes en la actualidad. Una de las formas de determinar la calidad de este, es por medio de su resistencia a la compresión, determinando a esta metodología como una gran ventaja desde el punto de vista de su funcionamiento (Quintero, et al., 2011).

La resistencia a la compresión se define como la habilidad mecánica principal del hormigón, comprendiéndose en conceptualización de esfuerzo, en unidades de kg/cm². Variables tales como el tamaño máximo del agregado, la temperatura, edad del concreto, velocidad de carga, se utilizan para evaluar la resistencia a la compresión del mismo (Quintero, et al., 2011). En estructuras que utilizan muros bajo una fuerza de compresión inadecuada, ocurren anomalías en cuanto a la tensión de esfuerzo, ocasionando cargas no esperadas en sitios laterales, lo cual compromete la vida útil de dicha estructura. Moreno et al (2016) expusieron que no existe una fórmula exacta para determinar la resistencia a tensión del hormigón de forma directa, lo cual recae en la utilización de métodos indirectos para la obtención de esta variable. Tales como: La tensión por flexión y por compresión.

Ahora bien, como cambiaría las características del concreto antes mencionado.

Si se añadiera a su diseño, fibras de caña brava al 5%, 10% y 15%, utilizando el método ACI (Instituto americano del hormigón) 211:1. Donde la resistencia de compresión podría mejorar, obteniendo beneficios para la sociedad, al ofrecer un material aún más fuerte y duradero de lo que ya es, de por sí el hormigón. Sin embargo,

esto aún se está por comprobar, siendo esta una gran motivación al realizar este proyecto, ya que al observar los resultados que un análisis comparativo pueda dar, entre estos 2 tipos de materiales, se podrá llegar a una conclusión para un correcto uso del hormigón como material de construcción.

CAPÍTULO I:

GENERALIDADES

1.1 Antecedentes históricos.

Para entender los orígenes del hormigón, se debe tener claro que este no posee un origen como tal, sino un periodo de evolución, resaltando que los materiales que conforman su composición, cambian de acuerdo a los avances tecnológicos, que tienen lugar en diferentes periodos de la historia de la civilización. Se poseen precedentes del uso de cemento a base de hueso machacado, piedra caliza y yeso quemado, donde posteriormente se le podría agregar agua y arena, con el propósito de cambiar el resultado final que este otorgaba. Con los avances científicos, estos materiales han sido modificados, hasta obtener el hormigón moderno. Uno de los registros más antiguos de la utilización de un tipo de hormigón, datan de 13000 años A.C., en el oriente de nuestro planeta. Allí la utilización de piedra caliza calcinada, untada repetitivamente con arcilla triturada, daban como resultado una capa protectora dura, que confieran a sus estructuras arquitectónicas una mejor resistencia (Gromicko, et al., 2016).

Ya para el 6500 A.C., los beduinos y nabateos, utilizaban un tipo de hormigón, a base de cal hidráulica. Otras civilizaciones como los egipcios, en el año 3000 A.C., implementaron el uso de paja mezclada con barro para la producción de ladrillos, valiéndose de cal y morteros de yeso en la edificación de pirámides, con datos exuberantes como las 500000 toneladas de mortero para el levantamiento de la pirámide de giza. Por otro lado, en la muralla china, se llevaron a cabo pruebas con espectómetro, determinando que la mezcla utilizada en la construcción de dicha maravilla del mundo, se empleó el uso de arroz con un grado de cocción alto, añadiéndole una propiedad gelatinosa (Sparavigna, A., 2011).

Uno de los primeros vuelcos en las civilizaciones antiguas, fue el uso de la puzolana en el ámbito de la ingeniería, por parte de los romanos, en el 600 A.C., la cual es está constituida por aluminio silicio; que, al mezclarse con cal, se obtenía una materia semi sólida de características parecidas al cemento. Por lo cual se realizaba la acumulación de piedras en dirección vertical, para luego ser rellenas por la mezcla antes descrita, en la construcción de sus estructuras, denotando que el uso del ladrillo, era casi inexistente para esta época (Gromicko, et al., 2016).

Luego de la caída de los romanos, transcurrió un periodo donde el uso del hormigón fue decreciendo, e incluso se debate la desaparición de conocimientos importantes en técnicas de implementación de este material. Para el año 700 D.C., en lo que es actualmente el Reino Unido, existen evidencias de la utilización de un hormigón a base de piedra caliza y cal quemada. Esto sirvió de ejemplo a los normandos (vikings), quienes utilizaron este material como relleno en sus muros. En realidad, el uso del hormigón en la edad media es muy escaso, ya que el poco conocimiento para la realización correcta del mismo, ocasionaba rupturas en las estructuras construidas con este tipo de material; problemas en la cocción de la cal, déficit de tobas volcánicas y mano de obra ineficiente, son algunas de las causas que contribuyeron a la merma de la producción de esta mezcla (Escuela de Ingeniería Técnica Civil, 2007).

En la edad media y renacentista, el hormigón desapareció de la palestra de la ingeniería y arquitectura. No fue hasta el siglo XVIII, donde en la ciudad de Leeds, se determinó la construcción de un faro, que no fueran hechos de troncos, ya que se habían realizado de esta forma anteriormente y las condiciones climáticas de la orilla arrasaban con el mismo. John Smeaton fue encomendado para la elaboración de esta

obra, el cual implemento el uso de un mortero con piedra caliza, resultando un faro resistente a las olas y vientos. Donde los cimientos del faro, continúan en la actualidad en Plymouth, desafiando las condiciones climáticas luego de 200 años (Escuela de Ingeniería Técnica Civil, 2007).

Como último eslabón histórico que nos gua hasta la composición del hormigón que poseemos actualmente, debemos remontarnos hasta 1885 D.C, donde en la ciudad de Portland, se empezó una serie de investigaciones para el desarrollo de un hormigón resistente, moldeable, y con una correcta capacidad de endurecimiento para la construcción de mega estructuras. Para esto se empezó a utilizar de nuevo la implementación de hornos verticales u horizontales, con un cilindro giratorio con el propósito de controlar la temperatura al momento del mezclado. Esto permitió la edificación de estructuras como; El Castillo Ward, La 25 Rue Franklin de Paris, el puente del Risorgimiento en Roma, y La Ópera de Sydney. Otro ejemplo importante es la presa Hoover, la cual en 1935 se construyó utilizando 3,250,000 yardas de hormigón. Casualmente esto se logró 20 años después de la estandarización de la fórmula estándar del cemento (Gromicko, et al., 2016).

1.2 Planteamiento del problema

La población mundial cada día va aumentando, a pesar de que los índices de mortalidad tuvieron también un pico al alza, (debido a lo vivido en los últimos meses por causa de la pandemia), la curvatura de natalidad no merma. Por lo cual cada día se necesitan más hogares, lugares de trabajo, sitios de recreación, y cualquier otro sitio que posea características de estructuras para albergar a la población en general. Siendo el hormigón parte fundamental en la construcción de dichos proyectos. Sin embargo,

la calidad de las mismas esta segmentada por todo el mundo, siendo Europa y Estado Unidos, los lugares con mejor infraestructura en nuestra actualidad. Mientras, por el contrario, países tercermundistas, como lo son algunos de nuestra América Latina, otros situados en Asia y África, no poseen infraestructura de calidad; ya sea por una materia prima deficiente, mano obrera no calificada, o inclusive, obras no concluidas por corrupción a nivel de entidades públicas. Incluso a pesar de haber entes reguladores para las construcciones de estructuras, la calidad de las mismas es diversa, con obras de muy buena calidad, y otras deficientes (Tangarife, et al., 2019).

En el Ecuador, existe como ente regulador, la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC), la cual ofrece incluso un diseño sismo resistente para las nuevas edificaciones (NEC, 2010). Sin embargo, la realidad dentro del país es otra, ya que, por diversos motivos, que se han mencionado en párrafos anteriores, no se garantiza que tanto la construcción de nuevas edificaciones, como la curación de antiguas estructuras, cumplan con lo estipulado dentro del NEC, lo cual trae como consecuencia una fragilidad en la mayor parte de la metrópolis. A esto se le suma los cambios de clima bruscos, por la biodiversidad que posee el país, afectando a las obras, en gran medida por la humedad circulante que ronda tanto en las zonas costeras, como en zonas de la cordillera andina (Suarez, 2021).

He aquí donde entra en juego, el buscar un método que mejore la resistencia, y vida útil del hormigón producido en el Ecuador, aumentado así la calidad de vida de la población en general, el cual es la Resistencia a la Compresión del hormigón, que evalúa la capacidad mecánica de este frente a una situación determinada. Alrededor de los 7 a 28 días, se puede medir la resistencia mecánica del hormigón, con el propósito de obtener información en el comportamiento del mismo, aunque en algunos

países es normativa realizar esta medición, pasando a un segundo plano la recaudación informativa (Orozco, 2018).

Sin embargo, en algunos casos, se ha podido observar que, a pesar de la medición de esta variable, los resultados no son los esperados al momento de la finalización de una obra, por lo que diversos autores han propuesto el uso de materiales que refuercen la resistencia a la compresión, causada por la velocidad que acompaña a la fuerza que ejerce la presión al hormigón. El añadido de metales en forma de varillas a la estructura donde es vaciado el hormigón ha permitido la sostenibilidad de estructuras como puentes, vigas para edificios, rieles para medios de transporte o cargas. En el trabajo presentado por Reyes et al (2010), se tuvo como objetivo la combinación de Limalla Fina al concreto, donde la resistencia a la compresión aumento en un 48%, respecto a las mezclas convencionales del hormigón, con un añadido adecuado del 4% de la lamilla.

Por tal motivo, en la presente investigación, se desea comparar la resistencia a la compresión del concreto, utilizando un hormigón de ($f'c=210$ kg/cm²) y un diseño de fibras de caña brava al 5%, 10% y 15% promedio del ACI (INSTITUTO AMERICANO DEL HORMIGÓN) 211:1. Determinando si el material antes descrito, puede impulsar las capacidades del hormigón común, mejorando su resistencia a la compresión.

1.3 Formulación del problema

¿De qué forma influye un diseño de fibras de caña brava al 5%, 10% y 15%, en la resistencia a la compresión del hormigón?

1.4 Justificación

Como se ha demostrado en otras investigaciones, el uso de materiales añadidos en la fórmula usual del hormigón, resulta en la mayoría de los casos, en una mejora específica de sus características, lo cual ha permitido un paso en alto en el escalón hacia la excelencia de la ingeniería civil. Un claro caso de esto es lo reportado por Reyes et al (2010), los cuales encontraron una mejoría en la resistencia a la compresión del concreto con materiales añadidos en el hormigón. Por tal motivo, la presente investigación toma estos antecedentes con el propósito de observar si el agregado de fibras de caña brava en sus diferentes porcentajes podría mejorar la resistencia del hormigón, dando como resultado, una mejoría dentro del ámbito de la construcción ecuatoriana.

Por eso es muy importante implementar nuevos diseños de hormigón con añadidos, en este caso con la fibra de caña brava que también sería una alternativa sostenible de recursos naturales, y podemos encontrarla en abundancia en la costa ecuatoriana, además estos diseños traerían consigo una mejoría en la calidad de vida de la población en general, ya que se obtendría mejores infraestructuras en sitios de recreación, hogares, hotelería, centros de salud, puentes, vías, entre otras estructuras que utilizan al hormigón como material de construcción. Desde el punto de vista académico, toda la comunidad de las ramas de ingeniería civil, arquitectura, entre otros, se beneficiarán al encontrar otras alternativas, al momento de la elaboración previa de sus futuros proyectos. De acuerdo a los objetivos previamente planteados para la construcción de estructuras u obras civiles, si la resistencia es uno de ellos, los resultados de esta investigación podrían servir como antecedentes para la planificación en la elaboración de estos ya mencionados.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Analizar de forma comparativa la resistencia a la compresión del concreto, utilizando hormigón de ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y un diseño de fibras de caña brava al 5%, 10% y 15%.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Realizar diversas dosificaciones de hormigón, con porcentajes diversos de fibras de caña brava (5%, 10% y 15%).
- Efectuar evaluaciones de resistencia a la compresión en un periodo de 7 días, entre ambos tipos de hormigón, registrando los valores de la rotura.
- Ejecutar un análisis de los resultados obtenidos, con el propósito de dar a conocer cuál sería la mejor dosificación añadiéndole fibras de caña brava.
- Comparar valores de precios del m³ de un hormigón convencional, y hormigón con añadidos de fibra de caña brava.

1.6 Hipótesis

¿Un diseño de fibras de caña brava al 5%, 10% y 15%, incide en la resistencia a la compresión del hormigón?

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente.

Hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, fibra de caña brava al 5%, 10% y 15% utilizando ACI 211:1.

1.7.2 Variable dependiente.

Análisis comparativo de las resistencias a la compresión del concreto.

1.8 Metodología

La presente investigación se planteó analizar de forma comparativa, 2 diseños diferentes de hormigón, por lo cual se prevé:

-Recolección de datos, estatutos, e investigaciones, relacionados a la observación paralela previa, junto a la diversa información expuesta, referente a los agregados finos y gruesos que forman parte de la mezcla del diseño del hormigón, describiendo a su vez las diferencias entre los porcentajes de fibra de caña.

-Diseño del hormigón con un $f'c=210$ kg/cm² y otra mezcla de fibra de caña brava al 5%, 10% y 15%.

-La realización del análisis de la resistencia a la compresión de ambos tipos de hormigón antes descritos.

-Descripción de los resultados obtenidos y su aplicación en la ingeniería civil.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 El hormigón como material de construcción

La humanidad a través del tiempo a utilizado el hormigón como eje fundamental en la construcción de sus proyectos en ingeniería, modificando la dosificación de esta, con el propósito de obtener una mezcla mejor para el logro de sus objetivos. En la actualidad la formulación estándar del concreto consta de piedras, cemento, grava, arena y agua, donde durante la mezcla de estos, el cemento interactúa con el agua, hidratándolo, el cual, por medio de la temperatura y el tiempo, obtendrá su consistencia sólida característica. Gagg (2014), nos muestra diferentes tipos de mezclas que se pueden realizar para la elaboración del hormigón, las cuales se describen en la tabla 1.

Tabla 1 *Tipos de mezclas de concreto*

	Cemento (%)	Agua (%)	Aire (%)	Agregados Finos (%)	Agregados gruesos (%)
Mezcla 1	15	18	8	28	31
Mezcla 2	7	14	4	24	51
Mezcla 3	15	21	3	30	31
Mezcla 4	7	16	½	25-1/2	51

Nota: Tabla tomada de Gagg, C. (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis.

En la tabla antes expuesta, se puede observar un ítem, este no se mencionó con anterioridad, como parte fundamental en la elaboración del hormigón, el cual es el aire.

Y es que el término “aire incorporado”, fue implementado por primera vez en 1930, y fue un gran avance en la historia reciente de la construcción. Donde, el aire se

incorpora de forma controlada durante la mezcla del material antes mencionado. Debido a esto, el aire se coloca también como elemento cuantificable dentro de la elaboración del hormigón (Gokce, 2004).

Gracias al hormigón podemos gozar de cimientos de hormigón en puentes, carreteras, edificios, bloques y tejas pre fabricados, sujetadores o postes de electricidad, embalses siderúrgicos, vías para ferrocarriles, carreteras, hogares, entre otras maravillas de la ingeniería antigua y moderna. Esto nos lleva a la reflexión de que nuestro mundo está rodeado de este material, que ha sido indispensable en la historia humana. Todas estas estructuras mencionadas anteriormente, perseveran en el tiempo por diversas características, donde la relación entre “la resistencia y edad del hormigón”, es una de ellas, evaluada por medio de la fuerza se expresa en mega pascales (MPa). Esta fuerza puede ser evaluada por medio de la relación de agua/cemento, situaciones climáticas, tiempo de realización de este, entre otras variables. Una de las notas reportadas es que la resistencia del hormigón aumenta si la relación agua/cemento decrece (Gagg, 2014).

2.1.1 Hormigón reforzado.

Es un material compuesto en el que la tracción y la ductilidad del concreto, se pueden mejorar incluyendo refuerzos con el propósito de aumentar la calidad en este tipo de concreto. Este actualmente puede poseer acero, polímeros, e incluso barras de acero, con el propósito de aumentar su fuerza relativa, su tensión de tracción, adherencia del hormigón sin importar el pH, humedad y otros factores. Este tipo de hormigón fue reportado por primera vez en 1721, en Rusia, para la construcción de la torre inclinada de Nevyansk. François Coignet, utilizó el hormigón armado con hierro como técnica para la construcción de estructuras de edificios. En 1853, Coignet

construyó la primera estructura de hormigón armado con hierro, una casa de cuatro pisos en 72 rue Charles Michels en los suburbios de París. Las descripciones de Coignet del refuerzo del hormigón sugieren que no se realizó para aumentar la resistencia del hormigón, sino para evitar que los muros de la construcción monolítica se derrumbaran. El edificio Phipps en Brooklyn se transforma como un testimonio de su técnica. En 1854, el constructor inglés William B. Wilkinson reforzó el techo y los pisos de concreto de la casa de dos pisos que estaba construyendo. Su posicionamiento del refuerzo demostró que, a diferencia de sus predecesores, tenía conocimiento de los esfuerzos de tracción (Department of Civil Engineering, 2015).

Las características de este tipo de hormigón se pueden resumir en 3 puntos; La dilatación térmica, que es similar al acero, esto permite disminuir tensiones internas dentro de la estructura. La segunda tiene que ver con la pasta de cemento endurecida en el hormigón, se puede adaptar al acero para reforzar la resistencia del mismo, ya que la tensión que recae sobre este, se trasmite alrededor de la estructura. Por último, está el ambiente alcalino por el Hidroxilo de Sodio, lo cual forma una película pasiva en la superficie del acero. Este pH alcalino puede oscilar entre los 8,5 al 12,5 (Department of Civil Engineering, 2015).

2.2 Composición del hormigón

- Cemento: Utilizando una mezcla de arcilla y caliza calcinada molida, a una temperatura de 1350 grados centígrados, se puede obtener el cemento como material de construcción, donde el resultado de esta trituración de materiales se conoce como Clinker; constituido por silicato tricálcico, aluminio tricálcico y ferritoaluminato tetracálcico. Pueden existir 2 tipos de cementos, uno no hidráulico y otro hidráulico. El no hidráulico no actúa utilizando el agua como agente aglutinante, reaccionando

mejor con el dióxido de carbono del aire, mientras que, el hidráulico, es el más común, popular y utilizado dentro de las obras de ingeniería, un ejemplo de estos, es el cemento portland (Rogers, 2018).

Este cemento hidráulico fragua con el agua, hidratando los minerales, solidificándose y endureciéndose. Desmintiendo así, la creencia popular de que el cemento endurece por el secado, sino que este endurece por su calidad de hidratación, recomendando una temperatura del curado de entre 5°C a 30°C. Donde los factores que podrían afectar el resultado final de la mezcla del cemento son; la baja humedad, los problemas eólicos y las altas temperaturas (Sovereign, 2018)

Otros tipos de cementos menos conocidos son:

- Tipo GU: Uso General
- Tipo HE: Alta resistencia inicial.
- Tipo MS: Moderada Resistencia de sulfatos.
- Tipo Hs: Alta resistencia de sulfatos

Los materiales principales para la elaboración del cemento se pueden extraer de canteras, minas, u otros sitios, donde se puede encontrar hierro yeso, caliza, arcilla, arena, entre otros, los cuales luego de ser extraídos, se reducen en su tamaño para ser llevados a molinos. Luego de obtener el resultado final, este deberá almacenarse en sacos, en parrillas o tablas de madera, donde se podrá apilar por 1 mes hileras de 14 sacos, y si se desea que este dure más tiempo, podrían distribuirse en hileras de 7 sacos, que durarían más de 2 meses, utilizándose primero, los que se elaboran con más antigüedad, con el propósito de llevar un control correcto de la calidad del mismo. En algunos casos, se ha reportado el uso del cemento que posee más de 2 meses de

elaborado, pero con la condición de que se realicen pruebas químicas a este, para determinar el estado del mismo (Norma Técnica Peruana de Cementos, 2013).

En la tabla 2 podemos observar las propiedades física y mecánicas del cemento.

Tabla 2 *Propiedades físicas y mecánicas del cemento*

Propiedades	Resultados
Masa específica	3,12
Superficie específica	4,743
Tiempo de fraguado	110
Expansión de volumen	3
Resistencia a la compresión a los 3 días (MPa)	44.40

Nota: Tabla tomada de Soto, I. (2018). Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement.

Figura 1 **Cemento Holcim tipo GU**



Nota: Cemento utilizado en la elaboración de las mezclas de hormigón

- Agua: El contenido del agua en el hormigón, permite que este desarrolle una fuerza de compresión adecuada, sin embargo, esto está relacionado con varios factores, como lo son: la textura, tamaño y forma de los materiales agregados, junto a la capacidad de la mezcla en la absorción de aire. Algunos autores han descrito que puede haber un aumento de la fuerza de 10 a 25 kg, si se agrega 2 kg de agua por mililitros, incrementaría el asentamiento del concreto en 1 pulgada.

Uno de los conceptos relacionados con este material es la “Ley de Abrams”, el cual es aplicable dentro de la ingeniería civil, estableciendo que la cantidad de agua y cemento, esta inversamente relacionado con la resistencia del concreto. Mientras aumenta el contenido del agua, disminuye la resistencia del hormigón (Punmia, 2003).

- Agregados: Se denomina agregados a granos gruesos medianos, que se usan en la construcción, tales como arena, grava, piedra triturada, escoria, concreto reciclado y otros. Para la dosificación en el desarrollo del hormigón, los agregados poseen 2 cualidades que aseguran el éxito de una mezcla final (por su puesto, de acuerdo a los objetivos que se hallan planteado, previo a su mezcla). Estas cualidades son:

- La clasificación que puedan tener los diversos tipos de agregados. Un ejemplo de estas son las Rocas Ígneas, las cuales son el resultado de la fusión parcial en sedimentos de bajo de la tierra, con ayuda de la formación y expulsión del magma en sitios con actividad volcánica. Otro tipo son las Rocas Sedimentarias, donde por medio de la deposición de sedimentos debido al agua, viento o hielo, logran formarse procesos geológicos dando como resultado estos tipos de agregados. Las Piedras Metamórficas son otra

clasificación de agregados, el cual es el resultado de una anomalía térmica, deformando así la estructura de masas tectónicas y por ende las rocas que pertenecen a esta masa (Rodolfo, 2019).

- La naturaleza de las partículas (forma, porosidad, textura superficial).

Con el propósito de lograr una mezcla ahorrativa, la clasificación influye en la cantidad de concreto hecho, el moldeado de la mezcla y su distribución en el espacio de trabajo, algo objetivamente observable, pero a veces pasado por alto. Ahora, ¿cuánto es la cantidad de agregados que se podría añadir a una mezcla? El tamaño máximo de agregado grueso no debe exceder una quinta parte de la dimensión más estrecha entre los lados de formas ni las tres cuartas partes del espacio libre entre los individuos barras o alambres de refuerzo, haces de barras o elementos de pretensado tendones o conductos. También es una buena práctica limitar el agregado tamaño a no más de las tres cuartas partes del espacio libre entre refuerzo y las formas. Para losas no armadas sobre suelo, el tamaño máximo no debe exceder un tercio del espesor de losa. Se pueden usar tamaños más pequeños cuando haya disponibilidad o consideración económica lo requieran (Nelson, 2008).

Existen diversos tipos de agregados tales como; Agregados Naturales; las cuales son aristas redondas y de superficie lisa o rugosa, para reforzar la mezcla del concreto. También se encuentran los Agregados Artificiales; estos poseen una morfología de tipo de ángulo, cuando se utiliza se puede apreciar un hormigón de difícil manejo, pero con mejor adhesión al manejo de la pasta del cemento. Y por último están los Agregados Reciclados, donde se utilizan los resultados de devastaciones de antiguos edificios o pavimentos; estas características porosas y con

mayor absorción de agua, muy a pesar de que puedan poseer muchos años de deterioro, se considera una buena alternativa en la rama de la construcción (Troyano, 2019).

2.3 Clasificación y propiedades del hormigón

2.3.1 Propiedades del hormigón fresco.

El producto resultante de la mezcla de los componentes del hormigón que será utilizado de forma inmediata al amasado, se conoce como hormigón fresco. Donde sus reacciones químicas empiezan a fraguar desde el primer momento en que se agregan los materiales, definirán el tipo de endurecido final del material. Este hormigón fresco posee características heterogéneas sólidas, líquidas y gaseosas, que estarán correctamente distribuidas, de acuerdo al amasado.

Las propiedades del hormigón en este estado son:

Consistencia; donde prima la habilidad de deformación de este, midiéndose en centímetros. La segunda característica es la Docilidad, esta tiene congruencia con la propiedad anterior, esta permite colocar la mezcla en lugares difíciles de pensar.

Siguiendo con el hilo, la Homogeneidad, permite distribuir la masa de forma equitativa de acuerdo a los objetivos planteados. La cuarta propiedad es la Masa específica, es la relación entre la masa del hormigón fresco y el volumen que esta ocupa. Se mide en kg/m^3 . Por último, está el Tiempo abierto; que es un intervalo de tiempo entre el amasado y el principio del fraguado, manipulando el hormigón sin merma de sus características (Soto, 2018).

2.3.2 Propiedades del hormigón endurecido.

La cualidad del hormigón endurecido lo obtiene comenzando el fraguado. Este está constituido por el árido, la pasta de cemento endurecida y los poros abiertos que son resultado de la evaporación del agua, junto al aire ocluido. Siendo el anhelo de todo personal que trabaja dentro del área de la construcción, es obtener un resultado final de acuerdo a lo planteado previo al diseño de la obra, y que este a su vez, posea una duración extensa dentro del tiempo.

Las propiedades del hormigón endurecido son:

Comencemos con la densidad, el cual es la relación de la masa del hormigón y el espacio que este ocupa, obteniendo un promedio medible de 2300-2500 kg/m³. La siguiente es la Compacidad; siendo esta la propiedad más difícil de definir, ya que trata de explicar que un hormigón de alta compacidad es la mejor protección contra el acceso de sustancias perjudiciales. La Permeabilidad es la siguiente en la lista, donde los gases y líquidos juegan un papel importante dentro del hormigón, siendo un buen ejemplo la relación entre el agua agregada y el cemento, en donde, si la relación es mayor, la probabilidad de agrietamientos es mayor (Escuela de Ingeniería Técnica Civil, 2017).

La cuarta propiedad es la resistencia, está relacionada con la capacidad de este material a mantenerse íntegro, cuando sufre momentos de compresión, tracción y desgaste. Como hemos hablado en párrafos anteriores, la resistencia a la compresión se mide en Mpa (Megapascales), donde en condiciones normales pueden alcanzar una medición máxima de 50Mpa, y en hormigones de alta resistencia 100Mpa. La Dureza, más allá de ser una propiedad, puede ser catalogada como un ítem, ya que esta se

modifica con el paso del tiempo, donde por un proceso llamado carbonatación, se va deteriorando poco a poco. Por último, tenemos la Retracción, donde la evaporación del agua con el que se creó la mezcla juega un rol progresivo en la disminución de la superficie del concreto (Norma ecuatoriana de la construcción – NEC, 2014).

2.3.3 Propiedades del hormigón de alta resistencia

Esta se fábrica disminuyendo la relación agua/cemento, agregando a menudo silicio, para evitar que cristales de hidroxicalcio se formen de manera libre en el núcleo del cemento, llegando a alcanzar un mínimo de 40Mpa, esto asegura no solo una excelente resistencia, sino también una permanencia amplia en el tiempo. Sin embargo, esta mezcla se vuelve menos estable para ser moldeada al momento de trabajar con ella, siendo la utilización de otros materiales junto a la composición, un poco difícil de manejar, como lo son los casos reportados de barras de refuerzos en concreto de este tipo, las cuales no han dado resultados deseados, por diversas razones (Sovereign, 2018).

2.3.4 Propiedades del hormigón proyectado.

Venancio (2020), define a este tipo de hormigón como aquel que es secretado por medio de una manguera neumática industrial, a través de una alta presión, con el propósito de obtener una adherencia compactada del mismo, sobre las superficies que desea ser colocado. Puede ser lanzado de forma manual o robótica. Este posee un recorrido reciente dentro de nuestra historia, siendo en el año 1907, la utilización de este método por primera vez, utilizando una máquina creada por Carl Ethan Akeley, en los Estados Unidos de América. El término Shotcrete, es empleado en 1966, luego

5 años más tarde empezaron a utilizar fibras a gran escala para mejorar la aplicación de este.

Este puede ser empleado por vía seca, premezclado el cemento y sus agregados, utilizando el agua bajo presión en la punta de la manguera, regulando la cantidad de agua por medio de un lanzador, siendo en algunos casos para las personas principiantes un difícil control en la manipulación de este tipo de hormigón. Por otro lado, la vía húmeda, mezcla el agua, con el cemento y agregados de forma unitaria, dando como resultado un mejor control en la manipulación de este, acelerando la obtención del hormigón en forma líquida. Dentro de las principales aplicaciones se encuentra su uso dentro de la minería, túneles, piscinas y reservorios. El hormigón proyectado no necesita vibración, porque lo que se requiere es una alta velocidad de lanzamiento; otra característica es la baja relación agua/cemento y el tamaño máximo recomendado de agregados serían de 9,5mm de circunferencia o altura (Venancio, 2020).

2.3.5 Propiedades del hormigón Calcreto

La principal diferencia atribuible a este hormigón, es la sustitución del cemento por cal. Esta ha sido utilizada desde hace siglos atrás remontándose al imperio romano, se creía que los edificios construidos con este material, poseían una mejor resistencia a movimientos tectónicos. Este posee diversos beneficios ambientales, tales como: la cal se somete a temperaturas más bajas que el cemento, minimizando el gasto de energía en un 20%, sumado a su capacidad de mejor relación con la carbonatación.

También es mucho más flexible al momento de ser mezclado con materiales reciclados, como piedras, ladrillos, madera. Algunos autores incluso, han descrito beneficios para la salud, como su capacidad de ser “higroscópico”, es decir, que busca el agua, extrayendo la humedad incluso del ambiente externo, controlando la condensación y evitando el crecimiento del moho en las estructuras creadas, lo cual disminuye la presencia de alergias o el asma (The Institution of Structural Engineers, 2012).

2.3.6 Propiedades del hormigón permeable.

El hormigón permeable tiene la cualidad de ser catalogado como altamente poroso, utilizado en el proceso del alisado, consintiendo que el agua por medio de la precipitación y otras fuentes pasen directamente, reduciendo así los problemas de fluidez de este líquido de un sitio y permitiendo la recarga de aguas subterráneas. Para la construcción carretera, este utiliza agregados gruesos, suprimiendo el uso de los agregados finos, de esta forma, con la pasta formada del concreto cubrir los agregados para permitir que el agua viaje a través de las losas de concreto donde este fue vaciado. Este se usa de forma regular en estacionamientos, calles residenciales, pasarelas, áreas de tráfico ligero, invernaderos, entre otros sitios donde se necesite que el agua fluya de manera regular sin que esta se estanque (Chopra, 2012).

Este hormigón permeable se utilizó por primera vez en el siglo XIX en territorio europeo, con el propósito de servir como revestimiento al pavimento urbano y que interconectaba las carreteras entre provincias. Este ganó mucha fama, ya que era económico al reducir la cantidad de cemento necesitada para la fabricación del mismo.

Países del Reino Unido, son los que más utilizan este tipo de concreto dentro de sus edificaciones, aunque algunos autores dicen que la popularidad del mismo, se debe a

que en 1920 ocurrió una escasez del cemento debido a las secuelas de la primera guerra mundial (Chopra, 2012).

2.4 Sistema estructural del hormigón

Este se define como la habilidad de soportar cargas por medio de elementos del armado del concreto, evitando una deformación de las estructuras construidas, trasmutando así las fuerzas de un sector a otro, lo cual sirve para perder la estabilidad de dichas estructuras. Uno de los elementos antes mencionados son las columnas, permitiendo estas que se mantenga el soporte en la fuerza de compresión, donde la geometría juega un rol fundamental en la sedimentación de cada obra (Troyano, 2019).

Reyes (2020), menciona otro elemento, como lo son los diagramas de interacción, debido a que estos permiten analizar la resistencia de los elementos como son las columnas y muros que reciben la fuerza de las cargas axiales P y momentos M , en distintas combinaciones de carga. El siguiente elemento vendría a ser la Viga, que tiene una función parecida, y esta es la distribución de cargas entre las columnas, sobre todo jugando un rol fundamental en los eventos sísmicos, debido a la rigidez y resistencia.

Algo a diferenciar de las columnas de otros elementos, es el termino Modo de Vibración, este hace alusión a parámetros esenciales de una estructura, que no necesariamente dependa de las acciones a las que se encuentre sometida cada columna, pero sí de la masa y rigidez de los elementos que determine una estructura. Dicha estructura contendrá varios modos de vibración y sus debidas frecuencias como los distintos grados de libertad que esta obtendrá.

2.5 Resistencia a la compresión del concreto

Es la habilidad del hormigón a oponerse a la acción del aplastamiento, observándose habitualmente en los materiales que son empleados para la construcción de todo tipo de estructuras. Una de las fuentes de información referente a este tema, son los realizados en los cilindros de concreto, los cuales aportan información de las propiedades mecánicas del material y de su comportamiento de forma detallada ante cargas estáticas o cargas que ascienden gradualmente en el tiempo. Este término también, se observa en cargas dinámicas, sobre todo en situaciones de movimientos tectónicos, donde se ha comprobado que, obteniendo los datos de la resistencia a la compresión, se pueden evitar desastres urbanos por eventos naturales como lo son los terremotos. Sin embargo, algunos autores manifiestan que, a pesar de tener todos los cálculos para prevenir dichos eventos, no se puede tener el conocimiento total de cómo se comportaría el concreto ante fuerzas sísmicas partiendo de cómo se comporta ante cargas estáticas (Hernández, 2018).

La resistencia a la compresión evalúa la calidad del hormigón de una forma sencilla, rápida, eficaz y es empleada con frecuencia en los cálculos para el diseño de las estructuras. El fenómeno de la contracción del concreto también provoca esfuerzos de tensión en este material, por lo general los elementos constructivos están sujetos a restricciones físicas que impiden la reducción de sus dimensiones. Ejemplos de esto son la contracción por cambio de temperatura, y la contracción asociada al secado y endurecimiento del concreto. En términos generales es difícil obtener la resistencia a tensión del concreto en forma directa, por lo que se determina por métodos indirectos, como son las pruebas de tensión por compresión y de tensión por flexión. Los resultados de la primera se utilizan para determinar el agrietamiento por cortante,

mientras que los de la segunda, para el agrietamiento por flexión. Se ha observado que la variabilidad de los resultados es mayor en la prueba de tensión por flexión (Moreno et al, 2016).

2.5.1 Realización de la prueba de Resistencia a la compresión del concreto de forma industrial.

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de hormigón suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada del proyecto. Una vez más nombramos a los cilindros de concretos, como el material adecuado para realizar las pruebas de resistencia a la compresión; estos deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm), aunque estas medidas pueden ser modificadas, de acuerdo a los objetivos que se presenten.

El diámetro del cilindro utilizado debe ser como mínimo tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso que se emplee en el concreto. La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en megapascuales (MPa) en unidades SI, y Kg/cm³.

El registro de la masa de la probeta antes de cabecearla constituye una valiosa información en caso de desacuerdos. Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente los cilindros se cabecean con los morteros de azufre o con almohadillas de neopreno. El cabeceo de azufre se debería aplicar como mínimo dos

horas antes y preferiblemente un día antes de la prueba (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2006).

El diámetro del cilindro se debe medir en dos sitios en ángulos rectos entre sí a media altura de la probeta y deben promediarse para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro. Los extremos de las probetas no deben presentar desviación con respecto a la perpendicularidad del eje del cilindro en más 0.5% y los extremos deben hallarse planos dentro de un margen de 0.002 pulgadas (0.05 mm). La resistencia del concreto se calcula dividiendo la máxima carga soportada por la probeta para producir la fractura, entre el área promedio de la sección. ASTM C 39, presenta los factores de corrección en caso de que la razón: longitud del diámetro del cilindro, se halle entre 1.75 y 1.00, lo cual es poco común. Se someten a prueba por lo menos dos cilindros de la misma edad y se reporta la resistencia promedio como el resultado de la prueba (Moreno et al, 2016).

El técnico que efectúe la prueba debe anotar la fecha en que se recibieron las probetas en el laboratorio, la fecha de la prueba, la identificación de la probeta, el diámetro del cilindro, la edad de los cilindros de prueba, la máxima carga aplicada, el tipo de fractura y todo defecto que presenten los cilindros o su cabeceo. Si se mide, la masa de los cilindros también deberá quedar registrada. Los resultados de las pruebas realizadas en diferentes laboratorios para la misma muestra de concreto no deberán diferir en más de 13% aproximadamente del promedio de los dos resultados de las pruebas. Si uno o dos de los conjuntos de cilindros se truenan a una resistencia menor, esta evalúa si los cilindros presentan problemas obvios y retenga los cilindros sometidos a ensaye para examinarlos posteriormente. A menudo, la causa de una

prueba malograda puede verse fácilmente en el cilindro, bien inmediatamente o mediante examen petrográfico. Si se desechan o botan estos cilindros se puede perder una oportunidad fácil de corregir el problema. En algunos casos se elaboran cilindros adicionales de reserva y se pueden probar si un cilindro de un conjunto se truenca a una resistencia menor (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2006).

El contenido del cemento es el primero que nombraremos en esta lista, ya que el cemento es el material más activo de la mezcla de concreto, por lo tanto, sus características y sobre todo su contenido (proporción) dentro de la mezcla tienen una gran influencia en lo que vendría siendo la resistencia del hormigón a cualquier edad. A mayor contenido de cemento se puede obtener una mayor resistencia y a menor contenido la resistencia del concreto va a ser menor. El segundo factor sería la relación entre el agua y el cemento, donde en el año de 1918 Duff Abrams formuló la conocida “Ley de Abrams”, según la cual, para los mismos materiales y condiciones de ensayo, la resistencia del concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Este es el factor más importante en la resistencia del hormigón: Relación agua-cemento = A/C , donde:

A= Contenido de agua en la mezcla en kg

C= Contenido de cemento en la mezcla en kg

De acuerdo con la expresión anterior, existen dos formas de que la relación agua-cemento aumente y por tanto la resistencia del hormigón disminuya: aumentando la cantidad de agua de la mezcla o disminuyendo la cantidad de cemento. Esto es muy importante tenerlo en cuenta, ya que en la práctica se puede alterar la relación agua-cemento por adiciones de agua después de mezclado el concreto con el fin de restablecer asentamiento o aumentar el tiempo de manejabilidad, lo cual va en

detrimento de la resistencia del hormigón y por tanto esta práctica debe evitarse para garantizar la resistencia para la cual el concreto fue diseñado. La influencia en los agregados es el tercer factor mencionado en este trabajo, ya que la distribución de estos juega un papel importante en la resistencia del hormigón, donde si esta es continua permite la máxima capacidad del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, lo que se traduce en una mayor resistencia (Osorio, 2020). Otra forma de evaluar la resistencia a la compresión es calcular dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.

2.6 Caña brava

La caña brava de nombre científico *ANGUSTIFOLIA KUNTH*, botánicamente clasificada como *Banbuseae*; cuenta con un tallo de forma cilíndrica con segmentaciones llamados nudos que permiten mayor rigidez, flexibilidad y resistencia; puede alcanzar una altura de 30 metros, con un espesor de 1 a 2.5 cm y un diámetro de 11 a 20 cm.

De acuerdo a Barberán, hace más de 9,000 años, la especie denominada como *guadua angustifolia* aparece en tierras latinoamericanas como materia prima en países como Ecuador, Panamá y Colombia. Su distribución a lo largo de tierras andinas y costeñas permitió que evolucione y se desarrollen sistemas de ingeniería en la construcción de puentes, viviendas, herramientas de protección y equipos.

La temperatura idónea para su desarrollo es de 7°C a 30°C, con altas tasas de intercambio de Dióxido de Carbono, lo cual algunos autores creen que permite la rigidez y dureza que característica a esta planta (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, 2017). Ver figura 2

Figura 2 *Caña brava*



Nota: imagen representativa de la caña brava, tomada de (Yuso, 2011)

Este es un material muy utilizado dentro del Ecuador, para ser empleado a través de diversas etapas, como son:

La cosecha: Algunos autores argumentan que, entre los meses de enero y febrero, es el mejor momento para la cosecha de esta planta, si se va a utilizar para la construcción, con la condición de que estas cañas posean un periodo de cultivo de 2 años. Generalmente se utilizan herramientas como son: las hachas, machetes, cuerdas para atar la caña y tijeras de podar. La cosecha se suele realizar a mano, necesitando emplear a 3 personas para el arrancado y amarrado de estas plantas.

Limpieza y Clasificación: Se limpian las hojas, nudos y ramas, con mucha atención a no dañar el tronco de la caña, comprobando la habilidad de flexión de la caña y el tamaño de la punta. Se suele utilizar las hoces y guantes para el proceso de limpieza y resguardar las manos. Para la clasificación, estas plantas se deben subdividir en 5 tamaños, comenzando por el mayor hasta el menor. En la figura 3 podemos apreciar una base de clasificación para la caña.

Figura 3 Base para clasificación de la caña



Módulos y Columnas: Estos son 2 conceptos que van de la mano; los módulos son el núcleo de las columnas, y se forman de un número de cañas determinando (que pueden ser 7), con el propósito de formar un grupo de cañas a la cual se le denomina módulo, que servirán para ser empleadas dentro de la construcción. Ahora las Columnas, son el resultado de agregar cañas individuales a los módulos, con el propósito de llegar al diámetro y la longitud deseado para cumplir con los objetivos en la construcción de las obras. Para finalizar, el montaje de la estructura, los cimientos, y el cubrir, son los procesos finales para la utilización de la caña brava dentro de la construcción (Cory, 2007).

2.6.1 Ventajas y desventajas de la caña brava como material de construcción

Este es un material ligero, fuerte, de muy buena rigidez y resistente, que debido a estas cualidades las estructuras elaboradas con caña, son muy resistente, reportándose dentro de la literatura, que otra ventaja es su capacidad de resistir antes los sismos, debido a su disipación de energía y bajo peso en cuanto a su materia. Otra

cualidad es que se necesita menos energía en la utilización de la caña dentro de la construcción, que las de otros materiales tradicionales (Ordoñez, 2013).

Tabla 3 *Empleo de energía a ser utilizados dentro de la construcción*

Materiales	Energía por Esfuerzo
Concreto	240 MJ/m ³ por N/mm ²
Acero	1500 MJ/m ³ por N/mm ²
Madera	80 MJ/m ³ por N/mm ²

Nota: tabla tomada de Ordoñez, V. (2013). Manual para la construcción sustentable con bambú.

Debido a que este es un material natural, la caña requiere en algunos casos de preservadores, como suele suceder con la madera, con el propósito de que agentes como el hongo o insectos, no influyan en su deterioro. Siendo esta, la primera desventaja que podemos mencionar al utilizar a la caña dentro de la construcción. La segunda desventaja es su capacidad de ser inflamable, y puede poner en peligro de destrucción toda una estructura construida en base de caña brava. Al ser un material natural su producción en masa no es controlable ni medible; cada tallo de bambú posee características físicas de dimensión y composiciones diferentes, siendo algunos más altos y otros más pequeños (Ordoñez, 2013).

2.6.2 El hormigón y la caña brava

En los ensayos de resistencia a la tracción, la caña supera a la mayoría de los otros materiales, acero incluido. Esto se logra a través de la fuerza de su estructura tubular, evolucionada durante milenios para resistir la fuerza del viento en su hábitat natural. También esta estructura ligera facilita la cosecha y el transporte. Debido a su

ciclo de crecimiento rápido y la variedad de áreas en las que es capaz de crecer, el bambú también es muy barato. Este rápido crecimiento permite la absorción de grandes cantidades de CO₂, lo que significa que su cultivo como material de construcción ayudaría a reducir además la velocidad del cambio climático (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, 2017).

A pesar de todas estas ventajas, todavía hay trabajo por hacer para superar sus limitaciones. La contracción y expansión es una de ellas, causada tanto por los cambios de temperatura como por la absorción de agua. También la hierba es susceptible a la debilidad estructural causada por hongos y simple biodegradación. Irónicamente, muchos de los países que se beneficiarían del bambú como sistema de reforzamiento también carecen de los recursos para desarrollarlo como una alternativa viable al acero, del actualmente dependen (Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, 2017).

2.6.3 Vida útil del El hormigón y la caña brava dentro de la industria de la construcción

Alrededor de más 750.000 personas han fallecido por movimientos tectónicos alrededor del mundo, esto ocurrió por un derrumbe de estructuras de concreto, como causa principal del fallecimiento durante eventos de terremotos. En el Ecuador, luego de un sismo que afectó entre el 60% y 70% del sector inmobiliario en los cantones manabitas y de Esmeraldas, se debate la necesidad de construir edificaciones con materiales resistentes a eventos telúricos. Solo para tener una idea de los daños, el 26% de los edificios en Tarqui tienen que ser demolidos, debido a su antigüedad y poca resistencia a los terremotos. Aquí es donde entra el juego la utilización de materiales

poco comunes dentro de la ingeniería, para evitar eventos de muertes por derrumbe en estructuras de concreto, siendo la caña brava, uno de estos materiales recomendados, por sí solo o como material combinado dentro del hormigón. La Escuela Superior Politécnica del Ejército (ESPE), recomienda la utilización de caña brava para reforzar las estructuras que solo se basan en el hormigón como material principal. Esto es debido a su flexibilidad a diferencia de las estructuras hechas con madera exclusivamente (Telégrafo, 2022).

Un estudio realizado en Durán, dentro de las comunidades que residen en la cooperativa 5 de junio, tuvo como objetivo evaluar el periodo de vida de las residencias hechas con caña brava como material de construcción, siendo el promedio de duración de estas de entre 20 a 30 años de edad. Estos datos fueron corroborados por la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (Telégrafo, 2016).

Esto trae concordancia con lo expuesto por diversas compañías especializadas en la recolección, producción y construcción con caña brava, donde, por ejemplo, los “Hermanos Seas”, exponen una duración de 35 años de edad, con una correcta inmunización.

Esto nos demuestra una amplia diferencia con el bambú, donde puede poseer una vida útil de más de 100 años, haciendo esta acotación, la mayoría de personas, suelen creer que la caña brava y el bambú son el mismo material, pues no lo es, a pesar de que si posean algunas similitudes.

Con respecto al concreto, México, es una de los países pioneros en el estudio de este material, donde las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y

Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (NTCC, RCDF), describen que la vida útil del hormigón es de alrededor de 50 a 120 años de edad. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el uso de otros materiales acompañados del hormigón, como lo son: el hierro, madera, loza, granito, podrían aumentar o disminuir la vida útil del concreto, tomando como ejemplo, el óxido que se pueda desarrollar en la unión del concreto con metales, o la aparición de mohos, por la unión del concreto con la madera que es sometida a largos periodos de humedad (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2019).

Ahora bien, en cuanto a la duración, ¿Qué sucede si se combina ambos materiales para la construcción (caña brava y hormigón)? La respuesta es subjetiva, se puede pensar que la caña brava en este ámbito debe estar estandarizada, lo cual no es así, debido a que esta planta varía en morfología, de acuerdo a las partes del mundo y terreno donde es cosechada, sumado a diversas formas de preparar mezclas de hormigón, con diferentes porcentajes de materiales agregados. Sin embargo, en países subdesarrollados de Asia Occidental, utilizan un promedio de entre 40 a 45 años, contrario al pensamiento popular, que cree que la caña podría reforzar la vida útil del concreto. Pero estos datos deben ser considerados con lupa, ya que no son reportados por medio de investigaciones, sino por medio de recolección de datos tipo diario, a manera de registro (Flores, 2021).

Una de las causas por las cuales puede que la combinación de ambos materiales no dure más de medio siglo, puede ser explicada por lo expuesto por Merino (2015), quien reporto una mineralización del tipo alta sulfatación, en materiales que contenían la caña brava combinada con el concreto. Esto se podría deber a reacción químicas

como lo puede ser la reacción de Millard, debido a los carbohidratos que posee la caña dentro de su estructura bioquímica. Tomando en cuenta que los carbohidratos se pueden transformar en alcoholes, los cuales pueden ser esterificados, produciendo así la sulfatación de la caña brava.

2.6.4 Hormigón reforzado con fibras naturales

El hormigón reforzado con fibra (FRC) es un hormigón compuesto de una lechada a base de cemento, cantidades apropiadas de agregados finos y gruesos, y fibras cortas añadidas que son discretas y se distribuyen al azar en toda su masa. Según la definición del ACI (American Concrete Institute), el hormigón reforzado con fibras no es más que hormigón hecho de cemento hidráulico, que contiene áridos finos y gruesos y fibras discretas discontinuas. El hormigón reforzado con fibras naturales (NCRF) requiere proporciones de mezcla especiales para contrarrestar el efecto de retardo debido al contenido de glucosa en las fibras. (ACI 544-1R, 2009, pág.)

2.6.5 Tipos de Fibras

Se puede identificar la fibra según su origen, tamaño y el uso en la construcción.

- a) Según su origen. - naturales y sintéticas.
- b) Según su tamaño. - macro fibras y micro fibras.
- c) Según el uso en la construcción. - El ACI, clasifica a las fibras de acuerdo

al uso en la construcción y los divide de la siguiente manera:

- Fibra de Acero (FA)
- Fibra de Vidrio (FV)
- Fibra Sintética (FSN)
- Fibra Natural (FN) (ACI 544-1R, 2009)

2.6.6 Mineralización de la fibra

Bentur y Akers (1989) propusieron que la fragilización de las fibras es causada por la infiltración de productos de hidratación del cemento en las fibras, Mohr et al. (2006) propusieron que la fragilización de las fibras ocurre después de una mayor adherencia del fibrocemento.

Los CRF a base de celulosa se someten a un proceso de envejecimiento que da como resultado una disminución de las propiedades mecánicas debido al debilitamiento de las fibras debido al ataque alcalino, la mineralización de las fibras debido a la migración de productos de hidratación a la luz interna de las fibras, así como al intermedio. escamas de las fibras, y debido a la alta absorción de agua Cambio de volumen de fibra debido a la tasa. ACI 549-2R presenta los hallazgos, incluidos algunos aspectos de durabilidad que explican los mecanismos de falla.

Los efectos de la composición de la matriz también se han estudiado en relación con el rendimiento a largo plazo del concreto reforzado con fibra (CRF) a base de celulosa. Toledo Filho et al. (2003) utilizaron el humo de sílice tanto como 30% y 40% de escoria como materiales de cementación suplementarios para consumir el hidróxido de calcio. Llegaron a la conclusión de que el humo de sílice significativamente mejora el rendimiento de ciclo de humectación y secado, mientras que la escoria tiene poco efecto sobre la durabilidad de la fibra de sisal en el compuesto de mortero.

ACI 544.1R identifica la investigación necesaria para comprender los mecanismos por los cuales la humedad y los ambientes agresivos alteran los

mecanismos de falla y mejoran las matrices cementicias para mejorar las propiedades de durabilidad.

2.6.7. Caña Brava en construcción

La caña brava permite en la industria de la construcción sirve como una alternativa para mecanismos y sistemas de construcciones preexistentes y modernas. La caña brava conocida también como acero vegetal, “en las construcciones disminuye la utilización del hierro y como consecuencia la disminución en la importación de éste previniendo la salida de recursos ecuatorianos hacia el extranjero; por otro lado, se limita la dependencia del mercado nacional ante la inestabilidad del precio del hierro, cuya oferta constituye un monopolio en el mercado internacional. En base a esto (Caleños & Hidrovo, 2004) determinan que se previene además la paralización de muchas obras que por ser dependientes de este insumo, sufren retrasos teniendo que enfrentar costos adicionales que son asumidos en el precio final.” Al momento de sustituir el hierro por la caña guadua, se disminuyen los costes de edificaciones, hogares, centros de comercio, etc. y se implementa un aspecto ecológico que impulsa el desarrollo sostenible de manera rudimentaria. Consecuentemente, al utilizar esta materia cerca de espacios ecológicos promueve el turismo ecológico. Por otro lado, la caña guadua también actúa como sustituto de materiales más contundentes como la madera. En el Ecuador, la caña brava se utiliza en distintas ramas de construcción. Estas se designan como arquitectura vernácula, arquitectura de soporte y arquitectura puntual.

2.6.8. Caña Brava en arquitectura vernácula

“La arquitectura vernácula es un testimonio de la cultura popular, conserva materiales y sistemas constructivos regionales de gran adecuación al medio, por lo que constituye un patrimonio enorme y de vital importancia, que debe ser protegido y conservado. Este tipo de arquitectura ha sido proyectada por los habitantes de una región o periodo histórico determinado mediante el conocimiento empírico, la experiencia de generaciones anteriores y la experimentación, basadas en el desarrollo de las construcciones tanto rural como urbana.”). Esta arquitectura por lo general se identifica como una arquitectura “primitiva” que surge a través de recursos naturales tradicionales y esenciales para distintas sociedades. La caña, en este tipo de arquitectura, se utiliza para generar estructuras de alto rendimiento y que endure

cambios climáticos (lluvias, viento, calor, e inclusive frío). Se colocan los culmos de caña para construir pisos, columnas, paredes, y techos de manera utilitaria. Usualmente las casas que se construyen en la región de la costa ecuatoriana son elevadas debido a la gran cantidad de lluvia que cae anualmente. Por lo tanto, la caña guadua, por su tamaño y resistencia se convierte en una materia esencial para construcción. (Gerstein, 2016)

2.6.9. Caña Brava en arquitectura de soporte

Si la caña guadua es utilizada en arquitectura vernácula, esta también es utilizada como mecanismos de refuerzo en lo que se denomina como la arquitectura de soporte. La arquitectura de soporte se refiere a elementos que se utilizan para sostener piezas arquitectónicas como andamios o muros de cemento. Se utiliza esta materia en áreas de construcción debido a su estructura. “Es un conjunto de elementos fuertes, flexibles y orgánicos que desempeñan una función específica y que debe cumplir con los siguientes requisitos de uso: seguridad (perdurabilidad), funcionalidad, economía y estética.” Como lo menciona el arquitecto Solórzano, la caña guadua debido a su seguridad y funcionalidad, permite que se pueda aplicar en estructuras de alta resistencia.

2.6.10. Caña brava en arquitectura puntual

La arquitectura como concepto general se basa en generar estructuras que mantengan una funcionalidad y una resistencia específica para establecer un balance necesario para cualquier tipo de estructura. Cuando se innova arquitectónicamente con caña guadua, se genera lo que se conoce como una carga estática con una clasificación puntual. Una carga estática según EcuRed son elementos que se aplican gradualmente y se consideran constantes después de aplicadas. En este caso, la caña guadua se convierte en un elemento estático debido a que es una materia que con el tiempo gradualmente cambia, sin embargo, su resistencia se mantiene. A esta materia como tal se la clasifica como puntual ya que pueden actuar como puntos de conexión y soporte para generar columnas.

En su estudio de tesis (PÉREZ, 2021) determina las siguientes caracterizaciones de la caña brava:

2.7 Características de la caña brava

La caña se caracteriza por ser una materia físicamente duradera lo cual puede ser utilizada para el beneficio de sociedades ubicadas en áreas tanto rurales como urbanas. Esta es un material que ha sido utilizada culturalmente para el beneficio estructural de diferentes sociedades. La materia como tal es físicamente duradera y de una calidad compacta que permite que esta pueda soportar peso y su tamaño permite que se creen espacios variados en amplitud; contiene la “capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, lo cual la convierte en un material ideal para construcciones sismo resistentes.” (Garzón, 2007)

2.7.1. Diámetro

Para proponer un diámetro promedio, se tomó un lote de 50 cañas bravas para realizar las mediciones respectivas con un vernier digital y mediante fórmulas estadísticas se calculó el diámetro promedio de 3cm. El diámetro promedio en mención se usará para la propuesta de diseño de losa maciza de techo con concreto (en una dirección)

Se aplicó formulas estadísticas a la columna de los valores de diámetro externo (D.E.):
Desviación estándar: 0.44 y media muestral: 3.27

$$\text{D.E. (mínimo)} = 3.27 - 0.44 = 2.83 \text{ cm}$$

$$\text{D.E. (máximo)} = 3.27 + 0.44 = 3.71 \text{ cm}$$

Se saca el promedio de los valores contenidos en el rango de 2.83 a 3.71 cm, teniendo como resultado: 3.25 cm. Redondeando el valor numérico, se concluye el diámetro externo promedio de la caña brava es 3 cm y su espesor 7 mm.

2.7.2. Contenido de humedad

Tomando como referencia la norma E.100 (Bambú) del RNE, donde nos dice que el contenido de humedad del bambú estructural debe corresponderse con el contenido de humedad de equilibrio del lugar. Utilizando un higrómetro digital se ha medido el contenido de humedad de la caña brava dando como resultado de que está por debajo del contenido de humedad de la ciudad de Chiclayo (14%)

2.7.3 Módulo de elasticidad.

Para determinar el módulo de elasticidad de la caña brava, se debe eliminar los valores de tracción producto de la calibración que ejerce cuando se realiza cada ensayo a tracción a la caña brava, estos datos se ven esbozados en el “Diagrama de Tensión – Deformación Unitaria”, dando como resultado la pendiente que se encuentra en la zona elástica lineal.

Tomando como referencia la norma E.010 (madera) del RNE, según el artículo 4.6.2 que nos habla sobre el uso del módulo de elasticidad promedio de la madera en caso de que exista una acción de conjunto garantizada, pero hemos optado por el uso del módulo de elasticidad mínimo de la caña brava para estar del lado de la seguridad.

Tomando como referencia los módulos de elasticidad de la madera y del bambú, se adjunta un cuadro comparativo de los módulos de elasticidad adicionando el de la caña brava.

Se aplicó fórmulas estadísticas a la columna de los valores de módulo de elasticidad (M.E.):

Desviación estándar: 13,196 y media muestral: 107,999

M.E. (mínimo) = $107,999 - 13,196 = 94,803 \text{ Kg/cm}^2$

M.E. (máximo) = $107,999 + 13,196 = 121,195 \text{ Kg/cm}^2$

Se saca el promedio de los valores contenidos en el rango de 94,803 a 121,195 Kg/cm^2 , teniendo como resultado: 105,611 Kg/cm^2 . Redondeando el valor promedio a 105,000 Kg/cm^2 , pero hemos tomado el valor mínimo de 95,000 Kg/cm^2 por normativa de diseño.

Tabla 4 *Módulo de Elasticidad de la madera, bambú y caña brava*

Módulo de Elasticidad de la madera, bambú y caña brava					
Módulo de Elasticidad	Materiales				
	Madera			Bambú	Caña Brava
	A	B	C		
E(mínimo)	95,000	75,000	55,000	73,000	95,000
E(promedio)	130,000	100,000	90,000	95,000	105,000

Nota: Tabla tomada de H. D. Flores Pérez, “Estudio de las características físico-mecánicas de la caña brava y propuesta de aplicación en losas de techo con concreto” Perú, 2021.

2.7.4 Porcentaje de absorción de la fibra de caña brava.

Para obtener el porcentaje de absorción primero se toma el peso de una muestra de caña brava, después se procede a llevar las fibras de caña brava al horno a 110°C durante 24 horas, luego se vuelve a tomar el peso de la muestra. De estos valores obtenemos el contenido de humedad, pérdida de peso, y porcentaje de pérdida de humedad. Posteriormente a esto, se somete la muestra a saturación durante 24 horas para poder conocer su capacidad de absorción y retención de humedad. Cuando ya estén saturadas las muestras se toman de nuevo los pesos, de ahí el siguiente paso es ponerlas nuevamente al horno a 10°C durante 24 horas, así mismo después se pesan las fibras luego de sacarlas del horno. Teniendo todos estos datos se toman en cuenta el peso inicial, el peso final y se calcula la pérdida de peso, obteniendo así el peso absorción en agua y porcentaje de absorción humedad.

2.7 Normas ACI 211.1

Estas se podrían definir cómo practicas estándar para seleccionar el proporcionamiento del hormigón de peso normal, peso pesado y peso masivo. La norma que rige los diseños de mezclas de concreto es la A.C.I 211.1 que, a su vez, está basada en la norma ASTM C33, donde se hace referencia a las especificaciones granulométricas. Previo a diseñar la mezcla, se debe tener estadísticas al tipo de obra que se desea construir. Estos datos pueden ser:

La elección del asentamiento, donde en una media de 2cm puede ser adecuado para un tipo de concreto muy seco, o de 10 a 15cm para un concreto húmedo, esto es en trabajo donde la colocación del concreto sea difícil, tales como, revestimiento de túneles. Otra sería la elección del tamaño máximo nominal, es otro dato donde el mínimo de este tamaño podría ser 6cm y el máximo serían 75cm. El contenido de aire y la cantidad de agua también deben evaluarse dentro de los parámetros del ACI 211.1.

Continuando con los datos, tenemos la relación agua/cemento, que desencadenaría en la resistencia en la compresión.

Quintero, A. (2014). Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termo tasajero en la resistencia a la compresión. El Cálculo del contenido de cemento, es otro dato a considerar dentro del A.C.I 211.1, donde la fórmula es:

$$c = \frac{a}{a/c}$$

Donde:

c =cemento

a = agua

2.8 ASTM C1116/C1116M-10a

Esta especificación cubre todas las formas de hormigón reforzado con fibra, cuya composición está bien mezclada y puede ser muestreada y probada en el momento. No incluye el vertido, consolidación, curado o protección del hormigón reforzado con fibras. Cuando el muestreo y la prueba del concreto solo se pueden realizar en el punto de colocación, algunas partes de esta especificación también se aplican al concreto reforzado con fibra destinado a ser proyectado mediante el proceso de mezcla en seco. En este caso, no se aplican las secciones que tratan sobre equipos de dosificación, equipos de mezclado, mezclado y transporte, procesabilidad y medición del contenido de aire. Esta especificación no cubre el concreto reforzado con fibra de vidrio de sección delgada fabricado por el proceso de rociado bajo la jurisdicción del Subcomité C27.40 de ASTM.

CAPITULO III: PROPIEDADES DEL AGREGADO

3.1 Generalidades

Este capítulo se analiza las propiedades de los componentes utilizados en la producción de los modelos de hormigón, la muestra patrón será comparada con la dosificación que contiene caña brava en diferentes porcentajes para ver si es óptimo y favorable para mejorar la resistencia a la compresión.

A continuación, se presenta los ensayos realizados a los materiales, delimitados en las normativas vigentes para verificar si los materiales puedan utilizarse de manera segura dentro de la mezcla.

3.2 Caracterización de los materiales

Se conoce al agregado como el conjunto de partículas de origen natural o artificial de diferente gradación utilizados en la fabricación del hormigón o para otros usos, que a su vez también constituyen la mayor parte del volumen y peso de la mezcla del hormigón.

Para la elaboración del hormigón se utilizó arena negra, piedra $\frac{3}{4}$ como agregado grueso, ver figura 4 y 5, procedente de la cantera Huayco, este material es utilizado para la muestra patrón, también para la dosificación con la sustitución de caña brava, y se procedió a obtener la fibra de caña con las siguientes dimensiones: altura promedio 6cm, ancho promedio 1.5mm y largo promedio 1.5mm. El agregado fino y grueso deben cumplir con los parámetros establecidos en la norma ASTM C 33, que se muestra en la tabla 5 y 6.

Figura 4 Agregado fino: Arena



Nota: Agregado fino utilizado en las mezclas de hormigón

Figura 5 Agregado grueso: Piedra $\frac{3}{4}$



Nota: Agregado grueso utilizado en las mezclas de hormigón

Tabla 5 Requisitos de gradación del agregado fino

Tamiz		Especificaciones ASTM	
Nº	Mm	Límite inferior	Limite Superior
3/8	9,53	100	100
Nº4	4,75	95	100
Nº8	2,36	80	100
Nº16	1,18	50	85
Nº30	0,60	25	60
Nº50	0,30	10	30
Nº100	0,15	2	10
FONDO	0,00	0	0

Nota: Especificaciones técnicas de agregado fino según norma ASTM C-33

Tabla 6 *Requisitos de gradación del agregado grueso*

Tamiz		Especificaciones ASTM			
Nº	Mm	¾	1	1 ½	2
2 ½	63,50	2	50,80		
1 ½	38,10				
1	25,40	100			
¾	19,05	90 – 100		35 a 70	
½	12,70		25 a 60		10 a 30
3/8	9,53	20 a 55		10 a 30	
Nº 4	4,75	0 - 10	0 a 10	0 a 5	0 a 5
Nº 8	2,36	0 - 5	0 a 5		
FONDO	1,18				
				100	
				100	95 a 100
			100	95 a 100	
			95 a 100		35 a 70

Nota: Especificación técnica del agregado grueso según norma ASATM C-33

3.2.1 Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso norma NTE INEN 696 (ASTM C-136)

El ensayo de granulometría consiste en escoger una cantidad de muestra y pasarla por diferentes tamices, ubicadas de forma decreciente, este ensayo nos permite obtener resultados para nuestro diseño y obtener el módulo de finura que será una constante en nuestro agregado fino.

Equipo:

- Balanza con buena exactitud y soporte
- Serie de tamices que cumpla con la norma ASTM C696
- Brocha y cepillo de alambre
- Horno con temperatura constante de $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$

Cantidad de Muestra

La cantidad de muestra para el ensayo será de 300 gr como mínimo después del secado al horno.

Procedimiento

- Secar la muestra en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Pesar en la balanza la cantidad de muestra a ensayarse.
- Seleccionar los tamices necesarios dependiendo del agregado a utilizarse.
- Granulometría de agregado fino compete a los tamices (3/8, N⁰4, N⁰8, N⁰16, N⁰30, N⁰50, N⁰100, N⁰200).
- Granulometría de agregado grueso compete a los tamices (2, 1, 1.5, 1/2, 3/8, N⁰4)
- En una superficie plana se procede a extender el agregado fino para elegir por medio de un cuarteo la muestra respectiva.
- Los tamices son ubicados de manea ascendente para el paso del material granular.
- Se utiliza un agitador manual para que no quede residuos en los tamices.
- Luego de eso se ubica en diferentes recipientes el porcentaje de pasante para pesar el agregado.

Cálculos

% Retenido

$$R = \frac{P_P}{P_T} \times 100$$

Dónde:

R = Porcentaje parcial retenido en el tamiz n, %

P_P = Peso parcial retenido en el tamiz n, gr

P_T = Peso total de la muestra, gr

Módulo de Finura

$$MF = \frac{\sum R}{100}$$

Dónde:

MF= Modulo de finura.

$\sum R$ = Suma de los porcentajes acumulados retenidos en los tamices utilizados.

Resultados

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 7, en donde se puede observar el módulo de finura del árido fino y grueso, además de las curvas granulométricas que se muestran en la figura 6 y 7.

Figura 6 Curva granulométrica del agregado fino

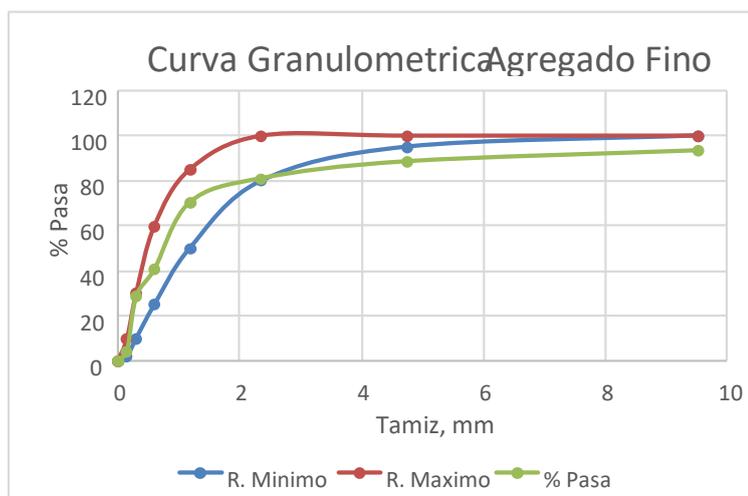


Figura 7 Curva granulométrica del agregado grueso

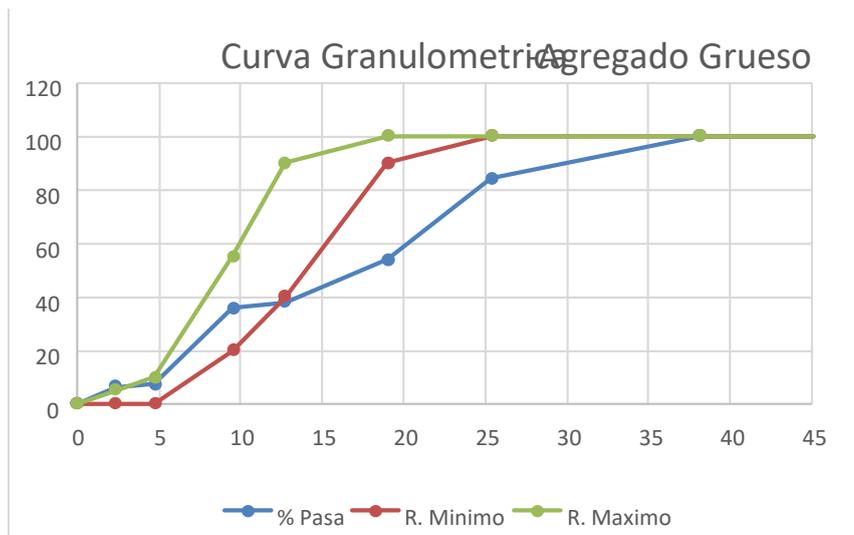


Tabla 7 Resultado del módulo de finura de los agregados

Ítems	Módulo de Finura
Arena	2,93
Piedra $\frac{3}{4}$	3,75

Nota: módulo de finura del agregado fino y grueso

Figura 8 Ensayo granulométrico de los agregados



3.2.2 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado Fino Norma NTE INEN 856.

Este ensayo nos permite obtener la densidad saturada superficialmente y la absorción del agregado fino, que es un valor importante dentro del diseño de hormigón utilizado para calcular el volumen de agregado fino de la mezcla, también se puede calcular el vacío entre partículas y la humedad del material para realizar la corrección del agua. El valor de absorción se puede leer después de la inmersión del agregado en agua.

Equipos

- Balanza con buena exactitud
- Picnómetro
- Matraz: frasco de Le Chatelier
- Cono truncado
- Compactador para ensayo de humedad superficial
- Horno con temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Procedimiento

- La muestra de agregado se sumerge en agua por 24 horas \pm 4 horas hasta que tenga una superficie porosa.
- Se retira la muestra del agua y se la seca para después determinar su masa.
- La muestra se coloca en un molde para obtenerle el volumen por medio del método gravitacional.
- Se coloca al horno con temperatura constante hasta el secado de la muestra.
- En la siguiente fórmula se calcula la densidad saturada con los valores obtenidos en el proceso anterior.

$$G_{sss} = \frac{S_1}{0,9975 (R_2 - R_1)}$$

S1=Masa de la muestra superficialmente seca

R1=lectura inicial del nivel de agua en el matraz

R2=Lectura final del nivel de agua en el matraz

$$\text{Absorción} = \left(\frac{S - A}{A} \right) \times 100$$

Dónde:

S=Masa de la muestra de agregado fino superficialmente seca

A=Masa de la muestra seca al horno

Resultados

Los resultados se muestran en la tabla 9

Tabla 8 *Resultados de la densidad saturada superficialmente seca y absorción*

Ítems	D.S.S. S	Unidad	Absorción	Unidad
Agregado Fino	2,48	gr/cm ³	2,19	%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Ensayo de la densidad saturada superficialmente seca y absorción



3.2.3 Densidad Saturada Superficialmente Seca y Absorción del Agregado grueso norma NTE INEN 857

La aplicación de este método nos ayuda a la determinación de la densidad, que es un valor que dentro del código ACI 211.1 solicita la determinación de la densidad saturada superficialmente y la absorción del agregado grueso, no se debe tomar en cuenta el vacío de las partículas.

La densidad saturada sirve para calcular el volumen del agregado grueso de la mezcla de hormigón, los valores de absorción nos permiten realizar la corrección de agua este valor es leído luego de sumergir el agregado seco en agua por un periodo controlado de tiempo. Ver tabla 9.

Tabla 9 Masa mínima de la muestra de ensayo según norma NTE INEN 857

Tamaño nominal del árido (mm)	Masa mínima de la muestra para el ensayo (kg)
12,5 o menor	2
19	3
25	4
38	5
50	8
63	12
75	18
90	25
100	40
125	75

Equipo:

- Balanza con buena exactitud
- Canasta de alambre con abertura de 3,35 con capacidad de 4 litros
- Tanque de agua hermético
- Tamices
- Horno con temperatura constante

Procedimiento:

- Tomas la cantidad de muestra a ensayar
- La muestra se sumerge por 24 horas \pm 4 horas hasta que tenga una superficie porosa
- Se retira la muestra del agua y se seca superficialmente para determinar su masa.
- Se coloca al horno la muestra hasta su secado

Por medio de la siguiente formula se calcula:

$$G_{SSS} = \frac{B}{(B-C)}$$

B= Masa en aire de la muestra saturada superficialmente seca

C= Masa aparente en agua de la muestra saturada

Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10

Tabla 10 Resultados de la densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso

Ítems	D.S.S. S	Unidad	Absorción	Unidad
Agregado Grueso	2,38	gr/cm ³	1,87	%

Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Ensayo de densidad saturada superficialmente seca y absorción



3.2.4 Determinación del peso volumétrico norma NTE INEN-858

Procedimiento:

- Tomando en cuenta las especificaciones de la norma NTE INEN 695 se procede a elegir la dimensión de la muestra.
- El material debe de estar en estado seco para evitar que segregue
- Se reduce la muestra dependiendo del molde a utilizar
- La norma nos indica que se debe de utilizar un cucharón a una altura no mayor a 50 mm por encima del borde superior hasta la tercera parte del molde y compactar 25 veces con una varilla

- Luego se determina la masa del agregado y el molde

Fórmula:

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

Datos:

M= Masa unitaria

G=Masa del agregado + masa del molde

T= masa del molde

V=volumen del molde

3.2.5 Determinación del contenido de humedad según Norma NTE INEN 862.

Este ensayo nos permite obtener el porcentaje de humedad que se evapora en el agregado y podemos calcular la humedad de las partículas, este método es preciso y nos ayuda a realizar la corrección del agua de la mezcla, importante para que el hormigón no se vea afectado por su resistencia. Los resultados se muestran en la tabla 11.

Equipos:

- Balanza con precisión de 0,01%
- Horno con temperatura constante
- Recipiente de muestra que no sea afectado por el calor

Muestreo:

El muestreo debe estar basado en la norma NTE INEN 695

Tabla 11 Resultado del contenido de humedad

Contenido total de humedad		
Ítems	Valor	Unidad
Arena	2,57	%

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Curado y secado de la fibra de caña brava

Para poder curar la fibra de caña brava, a esta se la sumerge en agua saturada con cal por 72 horas, una vez cumplido este tiempo, se procede a retirarla del agua para ser expuesta a su secado al sol por 72 horas, se realiza de forma continua este procedimiento y nos da un total de 6 días el curado y secado de la fibra de caña brava, se puede observar en la figura 11.

Figura 11 Proceso de curado y secado de la fibra de caña brava



Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: DISEÑO EXPERIMENTAL

4.1 Pasos para el diseño

4.1.1 Diseño

La norma ACI (INSTITUTO AMERICANO DEL HORMIGÓN) 211 desarrolló un procedimiento de diseño de mezclas bastante simple, que se fundamenta en las tablas realizadas en los diferentes ensayos de los agregados, y esto nos permitirá formar la dosificación correcta para nuestro hormigón.

4.1.2 Revenimiento

La selección del revenimiento se debe a la tabla 12, que nos permite analizar la servicialidad del diseño, en este caso se va a realizar un hormigón para columnas proporcionándonos este factor (Revenimiento máximo 10 cm-mínimo 2,5).

Tabla 12 *Tipos de estructuras y su respectivo revenimiento*

Consistencia para distintos tipos de construcciones				
Tipo de construcción	Asentamiento en el Cono de Abrams			
	Máximo	Mínimo	Recomendado	
Muros armados de cimentación y zapatas.	7,5	2,5	5	
Zapatas, cajones de cimentación y muros de subestructura sencillos.	7,5	2,5	5	
Vigas y muros reforzados	10	2,5	6,25	
Columnas para edificios	10	2,5	6,25	
Pavimentos y losas	7,5	2,5	5	
Concreto masivo	5	2,5	3,75	

Nota: Tabla tomada de la norma ACI 211

4.1.3 Tamaño máximo del agregado grueso

El tamaño máximo del agregado grueso se obtuvo del ensayo de granulometría, en el cual se pudo obtener como máximo a 3/4" (19mm).

4.1.4 Cálculo del Agua de mezclado

Para poder hallar la cantidad de agua que se debe de utilizar para la mezcla, revisar tabla 13.

Tabla 13 Cantidad de agua de mezclado para distintos revenimientos % tamaños de agregados

Tamaño máximo del agregado grueso (mm)								
Revenimiento (cm)	9,5	12,5	19	25	38	50	75	150
Hormigón sin aire incluido ltrs/m ³								
2.5 – 5	207	199	190	179	166	154	130	113
7.5 – 10	228	216	205	193	181	169	145	124
14-17.5	243	228	216	202	190	178	160	-
% de aire aproximado	3,0 0,2	2,5	2,0	0,5	0,3		1,0	

Nota. Tabla tomada de la norma ACI 211.

4.1.5 Ajuste de variante de agua

La cantidad de agua para la mezcla debe de realizarse un ajuste de la siguiente manera:

$$\text{Vol. de agua corregido} = \left(\frac{W\% \text{ grueso} + W\% \text{ fino}}{100} + 1 \right) * \text{Volumen de agua tabulado}$$

4.1.6 Relación Agua - Cemento (a/c)

La relación agua/cemento pertenece a los límites más relevantes de la tecnología del hormigón. De esta interacción va a depender la resistencia y durabilidad

del diseño, sin embargo, para la obtención de la relación de agua-cemento, primero se debería de conocer la resistencia a la compresión que se desea llegar, revisar tabla 14.

Tabla 14 Relación Agua/Cemento para diferentes mezclas de hormigón

Kg/cm²	Sin aire incorporado	Sin aire incorporado
450	0,38	-----
400	0,42	-----
350	0,47	0,39
300	0,54	0,45
250	0,62	0,53
200	0,70	0,61
150	0,80	0,71

Nota: Tabla tomada de la norma ACI 211

4.1.7 Cálculo del contenido de concreto portland

Para obtener el costo del cemento portland GU, que debemos utilizar para el diseño, se debería realizar una fácil operación matemática, que consistirá en la división el contenido de agua con la relación agua-cemento.

$$C = \frac{A}{A/C}$$

Dónde:

C= Cantidad de cemento por m³ de hormigón.

A= Cantidad de agua seleccionada de la tabla 10.

A/C= Relación agua cemento a utilizar de la tabla 14.

Uno de los factores a tener en cuenta es el peso del saco de cemento en cada presentación, el cemento a utilizar tiene un peso de 50 Kg, se procede a dividir el factor cemento para el peso del mismo obteniendo el número de sacos a utilizar en nuestra dosificación para un metro cúbico.

$$\# \text{ de sacos de cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso de saco de cemento}}$$

4.1.8 Peso de agregado grueso

Al obtener el peso del agregado grueso primero hay que seleccionar el valor del volumen de agregado grueso (VAG) por volumen unitario de concreto según el tamaño máximo del agregado (mm) y el módulo de finura de la arena de la tabla 15. Luego se multiplica el volumen del agregado grueso con el peso volumétrico varillado (PVV).

$$\text{Peso de agregado grueso} = \text{VAG} * \text{PVV}$$

Tabla 15 Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto

Tamaño de agregado, mm	Volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8")	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
19 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.60
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2")	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72

Nota. Tabla tomada de la norma ACI 211.

4.1.9 Volumen de Agregado fino

Para el cálculo del volumen del agregado fino utilizamos el método de volumen absoluto, restamos el volumen unitario (1m^3 de hormigón) con el volumen de los materiales conocidos como son: agua, aire, cemento y agregado grueso, revisar tabla

16.

Tabla 16 Volumen del agregado fino

Materiales	W (kg)	D (kg/m³)	V (m³)
Agua	205,00	1000,00	0,21
Cemento	341,67	2950,00	0,12
Grava	854,86	2098,64	0,35
Aire			0,02
Suma de valores			0,70

Nota. Tabla tomada de la norma ACI 211.

- Volumen absoluto de agregado fino = $1\text{m}^3 - 0,70\text{m}^3 = 0,30\text{m}^3$
- Peso del Agregado fino = $0,30 * 2475,25 = 743,98\text{ kg}$

4.1.10 Humedad y cantidad de agua efectiva

Los agregados tienen un porcentaje de humedad y absorción muy importante, por ende, se realiza la corrección para equilibrar los volúmenes de los agregados.

- Humedad superficial de Agregado grueso: $1,87 - 3,61 = -1,74\%$
- Humedad superficial de Agregado fino: $2,19 - 2,57 = -0,38\%$

Para calcular la humedad superficial de los agregados, ejecutamos una resta entre la humedad menor y el porcentaje de absorción de los agregados. Se procede a obtener la humedad que contribuyen los agregados realizando la siguiente operación:

- Agregado grueso: $854,86 * (-1,74/100) = -14,87\text{ lt/m}^3$
- Agregado fino: $743,98 * (-0,38/100) = -2,82\text{ lt/m}^3$

- Total de agua que aportan los agregados = $-17,69 \text{ lt/m}^3$

Cantidad de agua efectiva.

La cantidad de agua efectiva se debe calcular restando el valor total de agua que aportan los agregados con el valor tomado de la tabla 9. En la tabla 17 se puede observar los valores corregidos.

- Agua efectiva: $205 - 17,69 = 187,31 \text{ lt/m}^3$

Tabla 17 *Valores de volúmenes corregidos*

Materiales	W (kg)	D (kg/m³)	V (m³)
Cemento	356,33	1000,00	0,12
Grava	907,03	2950,00	0,37
Arena	778,83	2098,64	0,30
Agua	195,38	2590,67	0,19
Aire			0,02
Suma de valores			1,00

Nota. Los valores corresponden a un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

4.1.11 Determinación de Resistencia

Considerando que la norma ACI 211 sugiere los valores extras que se deben sumar para obtener la resistencia promedio, verificar los valores en la tabla 18 para Kg/cm^2 , cabe recalcar que esta tabla a utilizar no contiene los datos de la desviación estándar.

Tabla 18 *Para el caso en que no se encuentre con datos de desviación estándar*

F'c	F'cr
Menos de 210	$F'c + 70$
210 a 350	$F'c + 84$
Sobre 350	$F'c + 98$

Nota. Tabla tomada de ACI 211.

En este caso se realizó cuatro dosificaciones con la resistencia a la compresión de 210 Kg/cm² agregando un porcentaje de 5, 10,15 %.

4.1.12 Diseños para 1 m³

De acuerdo a la norma ACI 211, la proporción del agregado grueso no debe de exceder el 60% y el 40% del agregado fino del volumen de los agregados. Evaluar si al aumentar el porcentaje de caña brava es factible para mejorar la resistencia del hormigón, para incluir la caña brava se deber restar a la arena el valor del agregado de fibra a la dosificación que en este caso es del 5%,10% y 15% respectivamente.

Tabla 19 Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{kg/cm}^2$) (Agregado fino y Grueso de Cantera calizas Huayco)

Diseño de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{ kg/cm}^2$)			
Material	Peso (kg)	Densidad (kg/m³)	Volumen (m³)
Aire			0,02
Agua	205	1000	0,20
Cemento	341.67	2950	0,12
Arena	743.98	2475,25	0,30
Grava	854.86	2383,79	0,36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 5% (Agregado fino y Grueso de Cantera calizas Huayco)

Diseño de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 5%				
Material	Unidad	Peso (kg)	Densidad (kg/m³)	Volumen (m³)
Aire				0,02
Agua		205	1000	0,20
Cemento		341.67	2950	0,12
Arena		630.79	2475,25	0,25
Grava		878.76	2383,79	0,36
Fibra de caña		33.50	670	0,05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 10% (Agregado fino y Grueso de Cantera Huayco)

Diseño de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 10%			
Material	Unidad	Peso (kg)	Densidad (kg/m³)
			Volumen (m³)
Aire			0,02
Agua		205	1000
Cemento		341.67	2950
Arena		507.03	2475,25
Grava		878.66	2383,79
Fibra de Caña		67.00	670

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 Resultado de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 15% (Agregado fino y Grueso de Cantera Huayco)

Diseño de Mezcla Patrón 1 ($f'c = 210\text{ kg/cm}^2$) + Fibra de Caña 15%			
Material	Unidad	Peso (kg)	Densidad (kg/m³)
			Volumen (m³)
Aire			0,02
Agua		205	1000
Cemento		341.67	2950
Arena		383.26	2475,25
Grava		878.67	2383,79
Fibra de Caña		100.5	670

Fuente: Elaboración propia

4.2 Fabricación de probetas

Según la norma NTE INEN 1576 nos indica que las dimensiones para los cilindros metálicos son de 15cm de diámetro y 30 cm de altura, para utilizar los moldes deben ser limpiados y engrasados antes de la ubicación del hormigón, en el momento del llegado mediante la utilización de una varilla metálica se realiza por capa 25 golpes dividiendo su altura en tres secciones por igual. Ver figura 11

El curado consiste en sumergirlo en una piscina para que el hormigón alcance su resistencia máxima, luego del curado se procede a romper los días establecidos por el tesista.

Figura 12 Llenado de las probetas de hormigón



Fuente: Elaboración propia

4.3 Ensayo en las muestras de hormigón

4.3.1 Asentamiento mediante el cono de Abrams

Según la norma NTE INEN 1578, se procede luego de la fabricación del hormigón a realizar la prueba de revenimiento utilizando un cono cuyas dimensiones son: 200 mm de diámetro en su base mayor y 100 mm de diámetro en su base menor con una altura de 300 mm, se coloca mezcla dentro del cono truncado y se rellena por capas dándole 25 golpes a cada una de ella antes de los dos minutos se levanta con cuidado el cono, se procede a medir la distancia entre el cono y la muestra de hormigón que sería el asentamiento. Ver figura 12

Figura 13 Asentamiento del hormigón



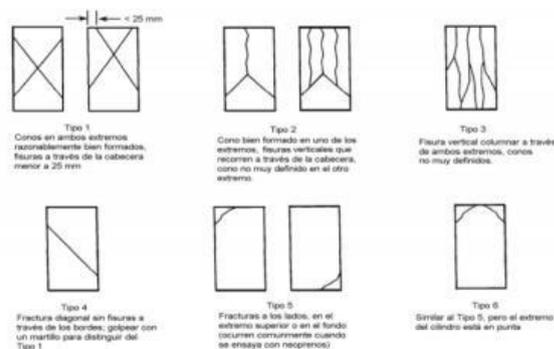
Nota: Ensayo de cono de Abrams de las muestras de hormigón

4.3.2. Determinación de la resistencia a la compresión

Este ensayo está basado en la norma NTE INEN 1573 y ASTM C-39, con esta norma se evalúa la resistencia a compresión del hormigón, el método consiste en aplicar una carga constante de 0,24 MPa a los cilindros a la edad de 7, 14, 21 y 28 días.

Al momento que falla el cilindro se debe de clasificar según su fractura las cuales se indica en la figura 13

Figura 14 Esquema de los modelos típicos de fractura



Fuente: NTE INEN 1573-2010

Luego de haber realizado el ensayo a cilindros con fibra de caña brava y de hormigón convencional donde se pudo apreciar que predomina la fractura tipo 5. Ver figura 14

Figura 15 Ensayo de compresión de las muestras de hormigón



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Análisis de la consistencia del hormigón

Se determinó la consistencia del hormigón de la mezcla patrón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y de las muestras con adición del 5 %, 10% y 15% de fibra de caña brava.

Tabla 23 Resultado del asentamiento de las mezclas de hormigón

Cono de Abrams		
Ítems	Asentamiento	Unidad
Muestra patrón	90	Mm
Muestra patrón+5%	90	Mm
Muestra patrón+10%	90	Mm
Muestra patrón+15%	90	Mm

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos adquiridos en la tabla 23 se puede observar que el asentamiento de la muestra patrón sin fibra alcanzo los 90 mm al igual que las mezclas con adición del 5%, 10% y 15% de fibra de caña brava. Este ensayo nos da a entender que la adición de la fibra no afecta a la consistencia de las mezclas de hormigón.

5.2 Análisis de la resistencia a la compresión

Se determinó mediante el ensayo a la compresión las resistencias obtenidas a las edades de 7, 14, 21 y 28 días de la muestra patrón y de las mezclas con adición del

5%, 10% y 15% de fibra de caña brava, como se puede observar en las tablas 24, 25, 26 y 27, con sus respectivas curvas de resistencia mostradas en las siguientes graficas: 15, 16, 17, 18 y 19.

Tabla 24 Resultado de la resistencia a la compresión de la muestra patrón ($f'c= 210$ kg/cm²) sin fibra

Porcentaje de fibra de caña brava	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	7días	14 días	21 días	28 días
0%	124,81	183,80	198,94	239,82

Figura 16 Curva de resistencia a la compresión de la muestra patrón ($f'c= 210$ kg/cm²) sin fibra.

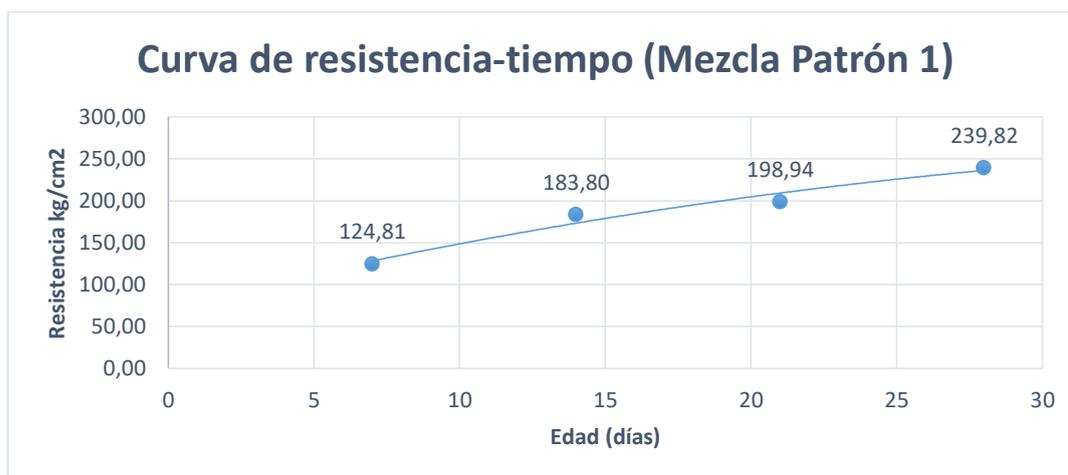


Tabla 25 Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c= 210$ kg/cm²) + 5% de fibra de caña brava.

Porcentaje de fibra de caña brava	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	7días	14 días	21 días	28 días
5%	125,72	185,99	200,21	242,69

Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 5% de fibra de caña brava.

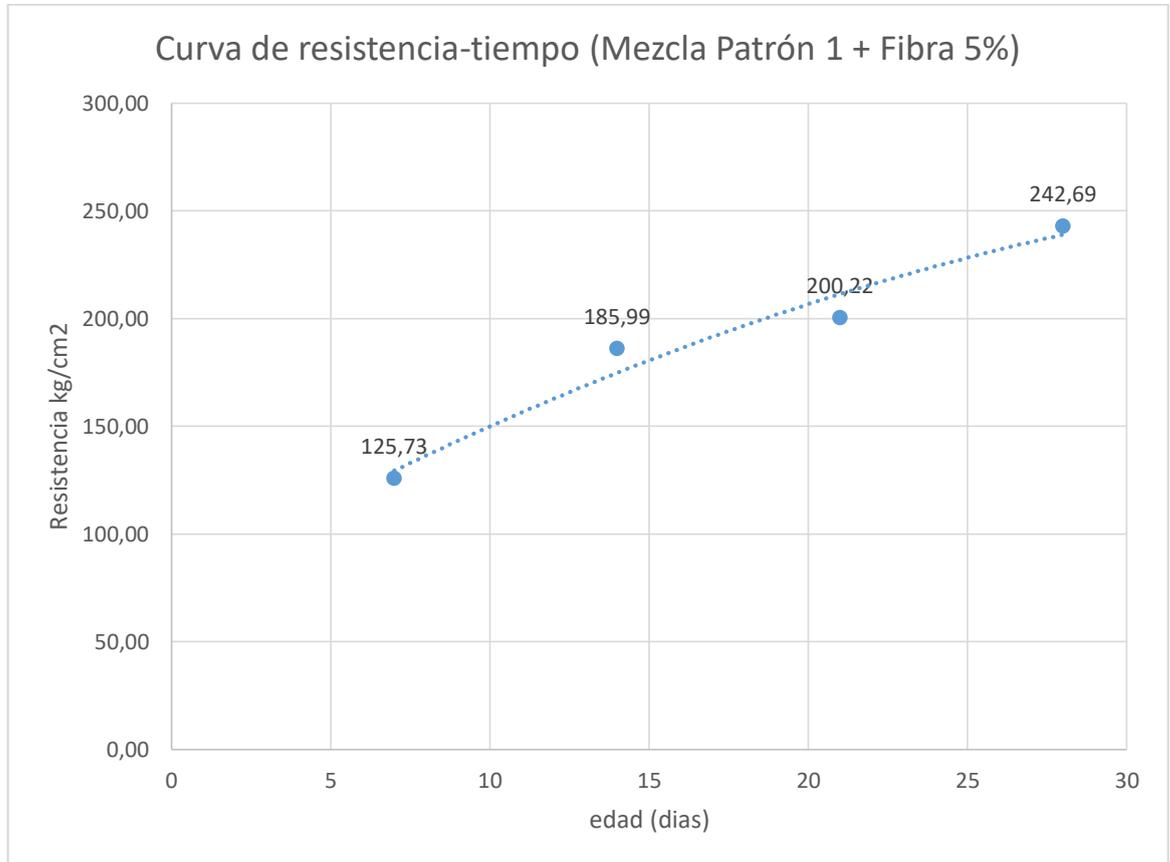


Tabla 26 Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 10% de fibra de caña brava.

Porcentaje de fibra de caña brava	Resistencia a la compresión			
	7 días	14 días	21 días	28 días
10%	126,69	190,47	203,68	244,91

Fuente: Elaboración propia

Figura 18 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 10% de fibra de caña brava.

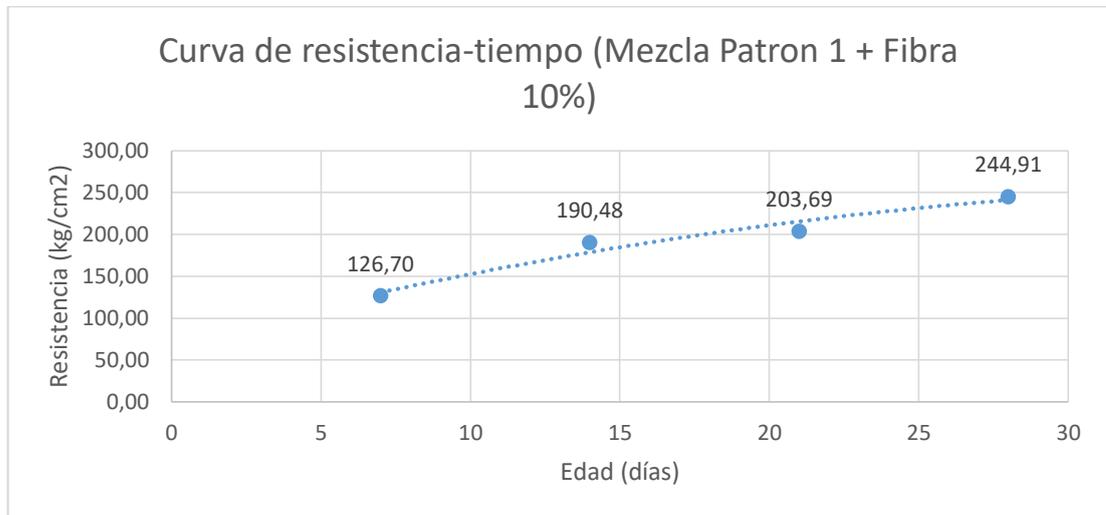


Tabla 27 Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 15% de fibra de caña brava.

Porcentaje de fibra de caña brava	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
15%	129,45	195,17	210,67	247,88

Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Curva de resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 15% de fibra de caña brava.

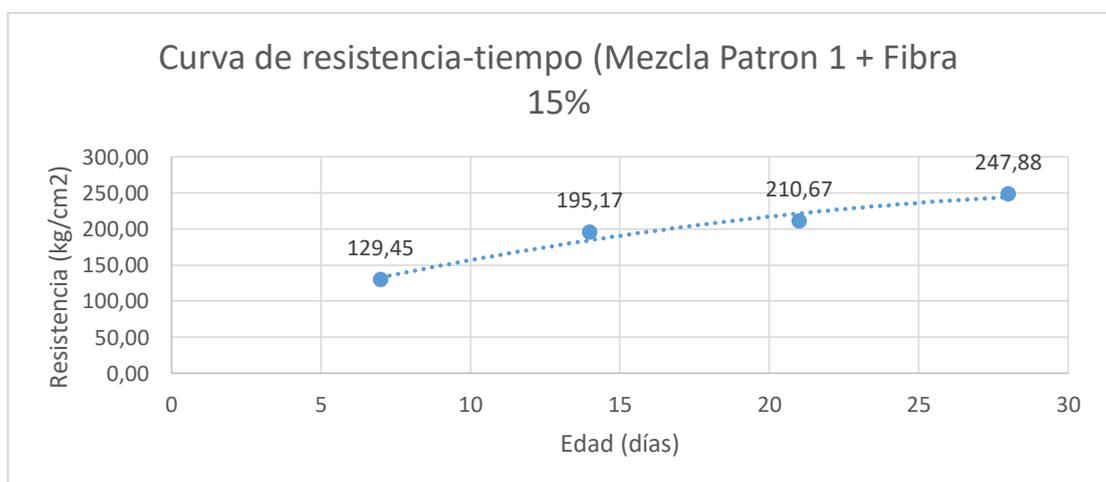
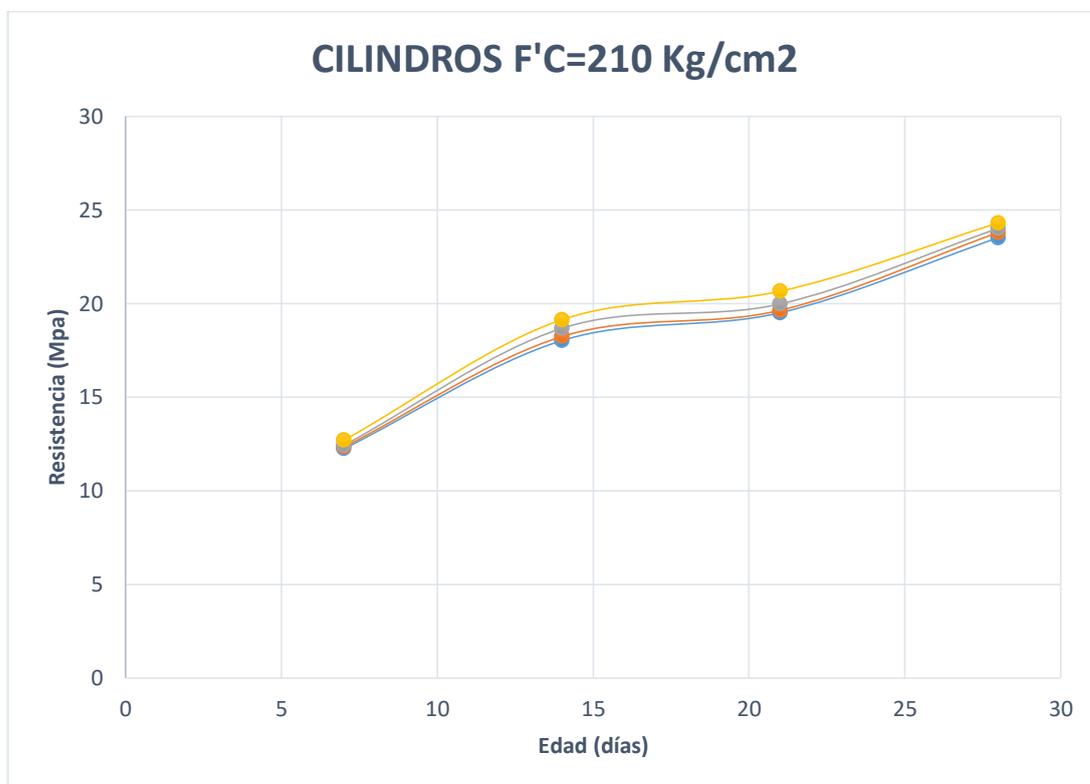


Figura 20 Curvas comparativas de la resistencia a la compresión de las mezclas.



5.3 Análisis de precios unitarios

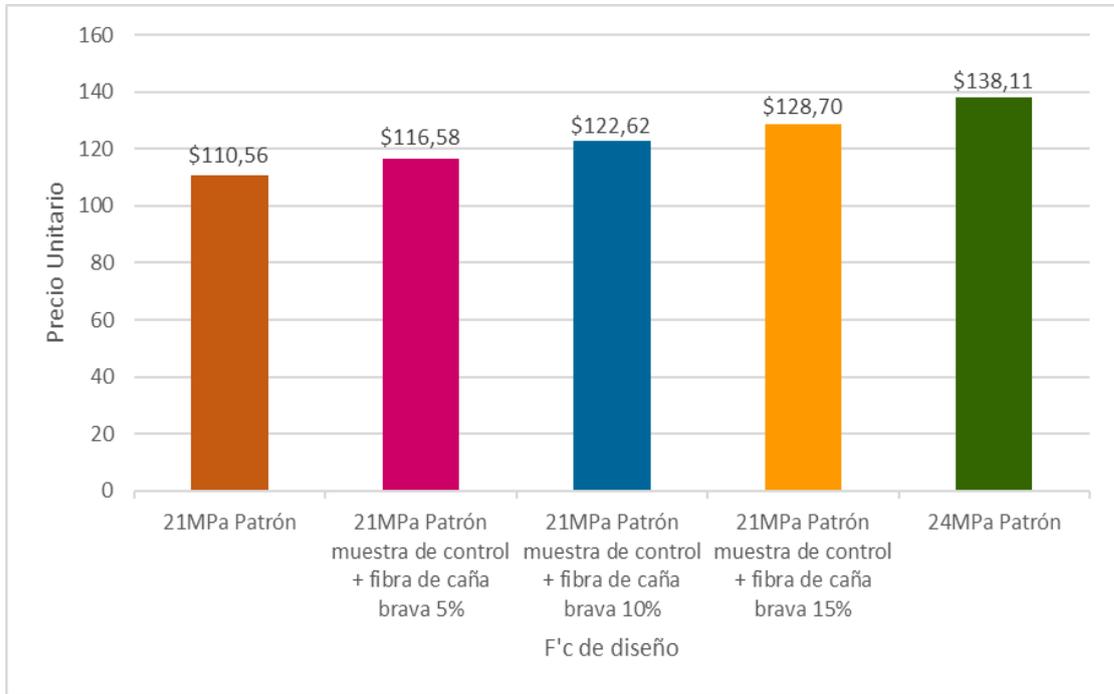
Se detalla la comparación de precios unitarios con sus respectivas resistencias de rotura, se pueden observar de manera detallada en los anexos del 16 al 19.

Tabla 28 Resultado de la resistencia a la compresión del hormigón ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 15% de fibra de caña brava.

Fc de diseño	Precio Unitario x m ³	Fc de rotura
21 MPa Patron	110,51	239,82
21 MPa Muestra de control + caña brava 5%	116,24	242,69
21 MPa Patron	110,51	239,82
21 MPa Muestra de control + caña brava 10%	122,30	244,91
21 MPa Patron	110,51	239,82
21 MPa Muestra de control + caña brava 15%	128,40	247,87
24 MPA PATRON	137,75	255,69

Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Curvas comparativas de la resistencia a la compresión de las mezclas.



Nota. La imagen representa los precios unitarios de cada uno de los diseños.

5.4 Conclusiones

- Luego de realizar los respectivos ensayos al agregado grueso y fino proveniente de la cantera Huayco dieron como resultado: módulo de finura de 2,93, además de un porcentaje de absorción de 2,19 en agregado fino y 1,87 en agregado grueso; estos datos adquiridos son óptimos para el diseño de las mezclas de hormigón.
- De acuerdo a los datos adquiridos se puede observar que el asentamiento de la muestra patrón sin fibra alcanzo los 90 mm al igual que las mezclas con adición del 5%, 10% y 15% de fibra de caña brava. Este ensayo da a entender que la adición de la fibra no afecta a la consistencia de las mezclas de hormigón.
- Debido a la realización del análisis técnico comparativo a compresión de la muestra patrón con las dosificaciones que tienen un porcentaje de fibra de caña, se puede concluir que la muestra con adición del 15% obtuvo una resistencia de 247,88 Kg/cm² a los 28 días siendo esta la mayor de las dosificaciones.
- Respecto a precios y valores, se pudo concluir que el costo del m³ de una resistencia de hormigón convencional ($f'c=210\text{kg/cm}^2$) es menor que el de hormigón con añadido de caña brava.

5.5 Recomendaciones

- Investigar diferentes métodos de curado y secado de la caña brava para mejorar las propiedades.
- Al incluir la fibra natural durante el proceso de mezclado se debe asegurar que la fibra se esparza por toda la mezcla.
- Buscar alternativas de curado del hormigón debido a que, al estar expuesto en agua durante dicho proceso, las fibras naturales absorben el agua y su masa pierde la firmeza, provocando que las propiedades del material varíen.
- Se sugiere investigar mezclas de hormigón con mayor contenido de fibra natural para verificar si aumentara la resistencia a la compresión de las mezclas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chopra, M. (2012). Compressive Strength of Pervious Concrete Pavements. Florida Department of Transportation. Estados Unidos de Norte America.

Cory, J. (2007). Técnicas de construcción con cañas. Los Molinos del Rio Agua, Almeria.

Department of Civil Engineering (2015). History of Concrete Building Construction. CIVL 1101 – History of Concrete. University of Memphis.

Escuela de Ingeniería Técnica Civil (2017). Tipos de hormigón y sus propiedades. Arquitectura Técnica. Disponible en: https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6203/mod_resource/content/1/Hormigon_02._Tipos_y_propiedades.pdf

Escuela de Ingeniería Técnica Civil (2007). Historia del hormigón. Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado. Arquitectura Técnica. Disponible en: https://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/6202/mod_resource/content/1/Hormigon_01._Historia.pdf

Flores, H. (2021). Estudio de las características físico-mecánicas de la caña brava y propuesta de aplicación en losas de techo con concreto. Universidad católica santo toribio de mogrovejo facultad de ingeniería. Chiclayo, Perú.

Gagg, C. (2014). Cement and concrete as an engineering material: An historic appraisal and case study analysis. *Engineering Failure Analysis*, 40 (2014) pp 114–140.

Gokce, A. Nagataki, S. Hisada, M. (2004). Freezing and thawing resistance of airetrained concrete incorporating recycled coarse aggregate: The role of air content in demolished concrete. *Cement and Concrete Research* 34; 799 – 806.

Gromicko, N. Shepard, K. (2016). "The History of Concrete". International Association of Certified Home Inspectors, Inc. Retrieved, Inter NACHI. Disponible

en: <https://www.nachi.org/history-of-concrete.htm#ixzz31V47ZuuJ> Hernández, L. (2018). Resistencia a la compresión. Research Gate.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2006). Pruebas de resistencia a la compresión del concreto. Selección coleccionable número 5.

Moreno, E., Solis, R., Varela, J., y Gomez, M. (2016). Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción. Concreto y Cemento. Investigación y desarrollo, vol. 8 núm. 1, de la pág. 35-45.

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares. (2019). Revisión intramuros de Diagnósticos de durabilidad o vida útil del concreto armado. Disponible en:

[https://www.gob.mx/inin/es/articulos/re-vision-intramuros-diagnosticos-dedurabilidad-o-vida-util-del-concreto-](https://www.gob.mx/inin/es/articulos/re-vision-intramuros-diagnosticos-dedurabilidad-o-vida-util-del-concreto-armado?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20las%20Normas%20T%C3%A9cnicas,extienda%20el%20mayor%20tiempo%20posible.)

[armado?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20las%20Normas%20T%C3%A9cnicas,extienda%20el%20mayor%20tiempo%20posible.](https://www.gob.mx/inin/es/articulos/re-vision-intramuros-diagnosticos-dedurabilidad-o-vida-util-del-concreto-armado?idiom=es#:~:text=En%20M%C3%A9xico%20las%20Normas%20T%C3%A9cnicas,extienda%20el%20mayor%20tiempo%20posible.)

Merino, H. (2015). Estudio de la relación entre las anomalías magnéticas terrestres y los tipos de alteración hidrotermales presentes en la concesión minera de “caña brava”. Escuela politécnica nacional. Quito, Ecuador.

Nelson, T.I., Bolen, P. (2008). "Construction Aggregates". Mining Engineering. 60: 25–26.

Norma ecuatoriana de la construcción – NEC (2014). Estructura del hormigón armado. Ministerio del Desarrollo Urbano y Vivienda. Disponible en: <https://online.portoviejo.gob.ec/docs/nec7.pdf>

Norma ecuatoriana de la construcción – NEC (2010). Cargas sísmicas diseño sismo resistente. Disponible en:

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>

Norma técnica peruana cementos 334.090. (2013). Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI. Calle De la Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145.

Punmia, Dr B. C.; Jain, Ashok Kumar; Jain, Arun Kr (2003). *Basic Civil Engineering*. Firewall Media. ISBN 9788170084037

Ordoñez, V. (2013). Manual para la construcción sustentable con bambú. SEMARNAT. Mexico.

Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., y Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón.

Revista Ingeniería de Construcción RIC Vol 33 N°2.

Osorio, J. (2020). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. 360enconcreto. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-ycompresion>

Quintero, L., Herrera, j., Corzo, L., y García J. (2011). Relación entre la resistencia a la compresión y la porosidad del concreto evaluada a partir de parámetros ultrasónicos. Revista ION, Bucaramanga (Colombia), 24(1): 69-76.

Quintero, A. (2014). Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión. Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Civil. Bogotá D.C

Reyes, V. (2020). Diseño de un sistema estructural para vivienda de interés social usando la metodología de paredes portantes con mortero celular. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Rodolfo, S. C. (2019). Rocas ígneas. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/381160460/Rocas-Igneas>.

Rodgers, L. (2018). "El emisor masivo de CO2 que quizás no conozcas". Noticias de la BBC. Consultado en enero de 2022. Disponible en: <https://www.bbc.com/news/science-environment-46455844>

Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. (2017). Arundo donax L. Plants of the World Online. Disponible en: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:390837-1#synonyms>

Sparavigna, A. (2011). Ancient concrete works. History and Philosophy of Physics. Disponible en: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1110/1110.5230.pdf>

Soto, I. (2018). Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement. Revista Ingeniería de Construcción Vol 33 N°3.

Sovereign. (2018). Using cement based products during winter months. sovchem.co.uk. Consultado en Enero de 2022. Disponible en:

<https://web.archive.org/web/20180529203647/https://www.sovchem.co.uk/profile/news/read/id/206/>

Suarez, R. (2021). Análisis comparativo del espectro de diseño propuestos por las normas asce 7-16 y nec-15 con los espectros de respuesta del sismo de pedernales del 16 de abril del 2016 obtenidos para las estaciones de la renac del ig-epn. Upse, Trabajo práctico de examen de grado de carácter complejo.

Tangarife, O. y Silva, C. (2019). Determinación de la resistencia a compresión del concreto (3000 psi) modificado con material de cambio de fase orgánico pcm – om18p. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Disponible en: [https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23900/1/Determinacion%20de%](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23900/1/Determinacion%20de%20la%20resistencia%20a%20compresi%20del%20concreto.pdf)

2

[0la%20resistencia%20a%20compresi%20del%20concreto.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23900/1/Determinacion%20de%20la%20resistencia%20a%20compresi%20del%20concreto.pdf)

Telégrafo. (2016). La caña guadua, un material que puede proteger vidas. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/ecuador/1/la-cana-gadua-unmaterial-que-puede-proteger-vidas>

The Institution of Structural Engineers. (2012). An Investigation Into The Feasibility Of Timber And Limecrete Composite Flooring. Escocia.

Troyano, M. (2019). Componentes del hormigón. Repositorio institucional universidad de Málaga. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/17355>.

Venacio, R. (2020). Hormigones proyectados (Shotcrete). Instituto del Cemento Portland Argentino. Disponible en: <https://web1.icpa.org.ar/wpcontent/uploads/2020/06/Webinar-SHOTCRETE-2020-06-23.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1 Ensayo granulométrico del agregado fino

 UNIVERSIDAD ESTADAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA 						
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1						
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (FC=210 KG/CM2) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA						
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO						
ENSAYO - ANALISIS GRANULOMETRICO						
TAMIZ		W PARCIAL (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACION NTE INEN 872
3/8"	9,5 mm	0.21	6.500	6.50	93.500	100
No 4	4,75 mm	0.16	4.865	11.36	88.636	95 -100
No 8	2,36 mm	0.24	7.490	18.85	81.146	80 -100
No 16	1,18 mm	0.35	10.729	29.58	70.417	50 -85
No 30	600 μm	0.96	29.667	59.25	40.750	25 -60
No 50	300 μm	0.40	12.185	71.43	28.565	10 - 30
No 100	150 μm	0.78	24.123	95.56	4.442	2 -10
FONDO	0 mm	0.14	4.442	292.54	0.000	0
TOTAL		3.24	MF	2.93		

Curva Granulometrica - Agregado Fino

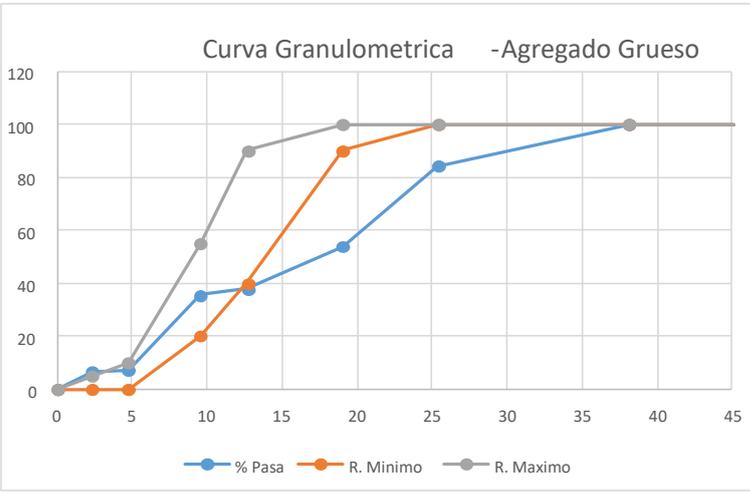
● R. Mínimo
 ● R. Máximo
 ● % Pasa

ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA	REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA
---	--

Anexo 2 Ensayo granulométrico del agregado grueso

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA 						
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1						
TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (FC=210 KG/CM ²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA						
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO						
ENSAYO - ANALISIS GRANULOMETRICO						
TAMIZ		W PARCIAL (kg)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	ESPECIFICACION NTE INEN 872
2 1/2	63,50 mm	0.000	0.000	0.000	100.000	100
2	50,80 mm	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1 1/2	38,10 mm	0.000	0.000	0.000	100.000	100
1	25,40 mm	1.713	15.81	15.811	84.189	90-100
3/4	19,05 mm	3.275	30.23	46.040	53.960	40-85
1/2	12,70 mm	1.74	16.06	62.101	37.899	10-40
3/8	9,53 mm	0.24	2.22	64.316	35.684	0-15
No 4	4,75 mm	3.082	28.45	92.764	7.236	0-5
No 8	2,36 mm	0.08	0.74	93.502	6.498	0
FONDO	0 mm	0.704	6.50	100.000		
TOTAL		10.834				

Curva Granulometrica -Agregado Grueso



ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA	REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA
---	--

Anexo 3 Peso volumétrico suelto y densidad saturada superficialmente seca del agregado fino

 <div style="display: inline-block; text-align: center; vertical-align: middle;"> UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA </div> 																								
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1																								
<p>TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F'c=210 KG/CM2) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA</p>																								
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO																								
ENSAYOS - ARENA																								
PESO VOLUMETRICO SUELTO																								
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td style="text-align: center;">0,002707</td> <td style="text-align: center;">m3</td> </tr> <tr> <td>P.V.S + R</td> <td style="text-align: center;">4,68</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">1,753</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL</td> <td style="text-align: center;">2,927</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>PVS</td> <td style="text-align: center;">1081,27</td> <td style="text-align: center;">kg/m3</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	VALOR	UNIDAD	VOLUMEN	0,002707	m3	P.V.S + R	4,68	Kg	RECIPIENTE	1,753	Kg	PESO DEL MATERIAL	2,927	Kg	PVS	1081,27	kg/m3						
ITEM	VALOR	UNIDAD																						
VOLUMEN	0,002707	m3																						
P.V.S + R	4,68	Kg																						
RECIPIENTE	1,753	Kg																						
PESO DEL MATERIAL	2,927	Kg																						
PVS	1081,27	kg/m3																						
DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA																								
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">500</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA INICIAL</td> <td style="text-align: center;">200</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA FINAL</td> <td style="text-align: center;">402</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W(DESALOJADO)</td> <td style="text-align: center;">202</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td style="text-align: center;">202</td> <td style="text-align: center;">cm3</td> </tr> <tr> <td>D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2,48</td> <td style="text-align: center;">gr/cm3</td> </tr> <tr> <td>D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2475,25</td> <td style="text-align: center;">Kg/m3</td> </tr> </tbody> </table>	ITEM	VALOR	UNIDAD	P.S.S.S.	500	gr	LECTURA INICIAL	200	gr	LECTURA FINAL	402	gr	W(DESALOJADO)	202	gr	VOLUMEN	202	cm3	D.S.S.S.	2,48	gr/cm3	D.S.S.S.	2475,25	Kg/m3
ITEM	VALOR	UNIDAD																						
P.S.S.S.	500	gr																						
LECTURA INICIAL	200	gr																						
LECTURA FINAL	402	gr																						
W(DESALOJADO)	202	gr																						
VOLUMEN	202	cm3																						
D.S.S.S.	2,48	gr/cm3																						
D.S.S.S.	2475,25	Kg/m3																						
<p>ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA</p>	<p>REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA</p>																							

Anexo 4 Porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado fino

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																									
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1																										
TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F’C=210 KG/CM2) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA																										
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO																										
ENSAYOS - ARENA																										
% ABSORCION																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">X2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W RECIPIENTE (gr)</td> <td style="text-align: center;">89,43</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SATURADA</td> <td style="text-align: center;">353,66</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA + R</td> <td style="text-align: center;">348</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W AGUA</td> <td style="text-align: center;">5,66</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA</td> <td style="text-align: center;">258,57</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>% ABSORCION</td> <td style="text-align: center;">2,19</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	RECIPIENTE	X2		W RECIPIENTE (gr)	89,43	gr	W ARENA SATURADA	353,66	gr	W ARENA SECA + R	348	gr	W AGUA	5,66	gr	W ARENA SECA	258,57	gr	% ABSORCION	2,19	%
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
RECIPIENTE	X2																									
W RECIPIENTE (gr)	89,43	gr																								
W ARENA SATURADA	353,66	gr																								
W ARENA SECA + R	348	gr																								
W AGUA	5,66	gr																								
W ARENA SECA	258,57	gr																								
% ABSORCION	2,19	%																								
HUMEDAD																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">X2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W RECIPIENTE (gr)</td> <td style="text-align: center;">98,51</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA + R</td> <td style="text-align: center;">598,51</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA + R</td> <td style="text-align: center;">586</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W AGUA</td> <td style="text-align: center;">12,51</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA</td> <td style="text-align: center;">487,49</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD</td> <td style="text-align: center;">2,57</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	RECIPIENTE	X2		W RECIPIENTE (gr)	98,51	gr	W ARENA + R	598,51	gr	W ARENA SECA + R	586	gr	W AGUA	12,51	gr	W ARENA SECA	487,49	gr	HUMEDAD	2,57	%
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
RECIPIENTE	X2																									
W RECIPIENTE (gr)	98,51	gr																								
W ARENA + R	598,51	gr																								
W ARENA SECA + R	586	gr																								
W AGUA	12,51	gr																								
W ARENA SECA	487,49	gr																								
HUMEDAD	2,57	%																								
ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA		REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA																								

Anexo 5 Peso volumétrico suelto y densidad saturada superficialmente seca del agregado grueso

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA FE FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																									
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1																										
TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F'C=210 KG/CM ²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA																										
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO																										
ENSAYOS - PIEDRA 3/4																										
PESO VOLUMETRICO SUELTO																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td style="text-align: center;">0,0128</td> <td style="text-align: center;">m³</td> </tr> <tr> <td>P.V.S + R</td> <td style="text-align: center;">23,97</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">7,433</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>PESO DEL MATERIAL</td> <td style="text-align: center;">16,537</td> <td style="text-align: center;">Kg</td> </tr> <tr> <td>PVS</td> <td style="text-align: center;">1291,95</td> <td style="text-align: center;">kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	VOLUMEN	0,0128	m ³	P.V.S + R	23,97	Kg	RECIPIENTE	7,433	Kg	PESO DEL MATERIAL	16,537	Kg	PVS	1291,95	kg/m ³						
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
VOLUMEN	0,0128	m ³																								
P.V.S + R	23,97	Kg																								
RECIPIENTE	7,433	Kg																								
PESO DEL MATERIAL	16,537	Kg																								
PVS	1291,95	kg/m ³																								
DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2000</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA INICIAL</td> <td style="text-align: center;">1225</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>LECTURA FINAL</td> <td style="text-align: center;">2386</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W(DESALOJADO)</td> <td style="text-align: center;">1161</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>VOLUMEN</td> <td style="text-align: center;">839</td> <td style="text-align: center;">cm³</td> </tr> <tr> <td>D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2,38</td> <td style="text-align: center;">gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>D.S.S.S.</td> <td style="text-align: center;">2383,79</td> <td style="text-align: center;">Kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	P.S.S.S.	2000	gr	LECTURA INICIAL	1225	gr	LECTURA FINAL	2386	gr	W(DESALOJADO)	1161	gr	VOLUMEN	839	cm ³	D.S.S.S.	2,38	gr/cm ³	D.S.S.S.	2383,79	Kg/m ³
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
P.S.S.S.	2000	gr																								
LECTURA INICIAL	1225	gr																								
LECTURA FINAL	2386	gr																								
W(DESALOJADO)	1161	gr																								
VOLUMEN	839	cm ³																								
D.S.S.S.	2,38	gr/cm ³																								
D.S.S.S.	2383,79	Kg/m ³																								
ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA		REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA																								

Anexo 6 Porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado grueso

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA																									
DISEÑO DE MEZCLAS DE HORMIGON SEGÚN LA NORMA 211.1																										
TESIS: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE (F _C =210 KG/CM ²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% TESISTAS: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO MARIA TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA																										
CARACTERISTICAS DEL AGREGADO GRUESO																										
ENSAYOS - PIEDRA 3/4																										
% ABSORCION																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W RECIPIENTE (gr)</td> <td style="text-align: center;">77,22</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SATURADA +</td> <td style="text-align: center;">1056</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA + R</td> <td style="text-align: center;">1038</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W AGUA</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA</td> <td style="text-align: center;">960,78</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>% ABSORCION</td> <td style="text-align: center;">1,87</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	RECIPIENTE	B		W RECIPIENTE (gr)	77,22	gr	W ARENA SATURADA +	1056	gr	W ARENA SECA + R	1038	gr	W AGUA	18	gr	W ARENA SECA	960,78	gr	% ABSORCION	1,87	%
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
RECIPIENTE	B																									
W RECIPIENTE (gr)	77,22	gr																								
W ARENA SATURADA +	1056	gr																								
W ARENA SECA + R	1038	gr																								
W AGUA	18	gr																								
W ARENA SECA	960,78	gr																								
% ABSORCION	1,87	%																								
HUMEDAD																										
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">ITEM</th> <th style="width: 30%;">VALOR</th> <th style="width: 30%;">UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RECIPIENTE</td> <td style="text-align: center;">V1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W RECIPIENTE (gr)</td> <td style="text-align: center;">140</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA + R</td> <td style="text-align: center;">800</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA + R</td> <td style="text-align: center;">777</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W AGUA</td> <td style="text-align: center;">23</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>W ARENA SECA</td> <td style="text-align: center;">637</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD</td> <td style="text-align: center;">3,61</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>			ITEM	VALOR	UNIDAD	RECIPIENTE	V1		W RECIPIENTE (gr)	140	gr	W ARENA + R	800	gr	W ARENA SECA + R	777	gr	W AGUA	23	gr	W ARENA SECA	637	gr	HUMEDAD	3,61	%
ITEM	VALOR	UNIDAD																								
RECIPIENTE	V1																									
W RECIPIENTE (gr)	140	gr																								
W ARENA + R	800	gr																								
W ARENA SECA + R	777	gr																								
W AGUA	23	gr																								
W ARENA SECA	637	gr																								
HUMEDAD	3,61	%																								
ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN CARLOS TOMALA ALFONSO MARIA ELOISA	REVISADO POR: ING. RAUL VILLAO VERA																									

Anexo 7 Diseño de la mezcla patrón 1 (Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL					
TEMA:	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15%				
MEZCLA PATRON 1 (HORMIGON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)					
ESPECIFICACIONES TECNICAS					
$f'c =$	210 Kg/cm ²	Tipo de Cemento	(GU) Uso General	Aire incorporado	
$f'cr =$	280 Kg/cm ²	Elementos de aplicación	Zapatillas lisas, columnas, vigas, losas.	NO	
Revenimiento	9	Tamaño máximo nominal del agregado		3/4"	
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		DENSIDAD DE COMPONENTES	
M. FINURA	2,93	D.S.S.S	2383,79 kg/cm ³	δ CEMENTO	2950 kg/cm ³
D.S.S.S	2475,25 kg/cm ³	P.V.V	1424 kg/m ³	δ AGUA	1000 kg/cm ³
% DE ABSORCION	2,19%	% DE ABSORCION	1,87%	δ A. FINO	2475,25 kg/cm ³
CONT.HUMEDAD	2,57%	CONT.HUMEDAD	3,61%	δ A. GRUESO	2383,79 kg/cm ³
CANTIDAD TABULADA DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON					
CANTIDAD DE AGUA (lt/m³)			CANTIDAD DE CEMENTO (kg)		
Volumen de agua tabulado	205		Cemento	341,67	
Volumen de agua corregido	m ³		RELACION A/C	0,57	
CANTIDAD DE A. GRUESO (m³)			AIRE ATRAPADO (%)		
Volumen de A. Grueso	0,142		Contenido	0,02	
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON					
DOSIFICACION			DOSIFICACION CORREGIDA		
Componente	vol(m ³)	Peso kg	Componente	vol(m ³)	Peso kg
Cemento	0,12	341,67	Cemento	0,12	341,67
Grava	0,36	854,86	Grava	0,36	869,71
Arena	0,30	743,98	Arena	0,30	746,79
Agua	0,20	205	Agua	0,19	187,34
Aire	0,020	0	Aire	0,02	0
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA MUESTRA DE HORMIGON					
DATOS DE PROBETA		U	DOSIFICACION REQUERIDA		
Vol. 8 Cilindros	0,04200	m ³	Componente	Cantidad	U
Vol Vigas	0,00000	m ³	Cemento	16,11	kg
Desperdicio 10%	0,10000	m ³	Grava	40,99	kg
Vol Total	0,04620	m ³	Arena	35,20	kg
Comentarios:			Agua	8,83	litros
			Caña Brava	0	kg
REVISADO POR : ING. RAUL VILLAO VERA			ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN TOMALA ALFONSO MARIA		

Anexo 8 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 5\%$ de fibra de caña brava)

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 					
TEMA:	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15%				
MEZCLA (HORMIGON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 5\%$)					
ESPECIFICACIONES TECNICAS					
$f'c =$	210 Kg/cm ²	Tipo de Cemento	(GU) Uso General	Aire incorporado	
$f'cr =$	280 Kg/cm ²	Elementos de aplicación	Zapatillas lisas, columnas, vigas, losas.	NO	
Revenimiento	9	Tamaño máximo nominal del agregado		3/4"	
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		DENSIDAD DE COMPONENTES	
M. FINURA	2,93	D.S.S.S	2383,79 g/cm	δ CEMENTO	2950 kg/cm ³
D.S.S.S	2475,25 kg/cm ³	P.V.V	1424 kg/m ³	δ AGUA	1000 kg/cm ³
% DE ABSORCION	2,19%	% DE ABSORCION	1,87%	δ A. FINO	2475,25 kg/cm ³
CONT.HUMEDAD	2,57%	CONT.HUMEDAD	3,61%	δ A. GRUESO	2383,79 kg/cm ³
CANTIDAD TABULADA DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON					
CANTIDAD DE AGUA (lt/m³)			CANTIDAD DE CEMENTO (kg)		
Volumen de agua tabulado	205		Cemento	341,67	
Volumen de agua corregido	m ³		RELACION A/C	0,57	
CANTIDAD DE A. GRUESO (m³)			AIRE ATRAPADO (%)		
Volumen de A. Grueso	0,142		Contenido	0,02	
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON					
DOSIFICACION			DOSIFICACION CORREGIDA		
Componente	vol(m ³)	Peso kg	Componente	vol(m ³)	Peso kg
Cemento	0,12	341,67	Cemento	0,12	341,67
Grava	0,36	878,76	Grava	0,37	894,02
Arena	0,25	630,79	Arena	0,25	633,17
Caña Brava	0,05	33,50	Caña Brava	0,050	33,50
Agua	0,20	205	Agua	0,19	187,35
Aire	0,020	0	Aire	0,02	0
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA MUESTRA DE HORMIGON					
DATOS DE PROBETA			DOSIFICACION REQUERIDA		
Vol. 8 Cilindros	0,04200	m ³	Componente	Cantidad	U
Vol Vigas	0,00000	m ³	Cemento	16,11	kg
Desperdicio 10%	0,10000	m ³	Grava	40,99	kg
Vol Total	0,04620	m ³	Arena	29,42	kg
Comentarios:			Agua	8,83	litros
			Caña Brava	1,563	kg
REVISADO POR : ING. RAUL VILLAO VERA			ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN TOMALA ALFONSO MARIA		

Anexo 9 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 10\%$ de fibra de caña brava)

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 							
TEMA:	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15%						
MEZCLA (HORMIGON $f'c 210 \text{ kg/cm}^2 + 10\%$)							
ESPECIFICACIONES TECNICAS							
$f'c =$	210 Kg/cm ²	Tipo de Cemento		(GU) Uso General	Aire incorporado		
$f'cr =$	280 Kg/cm ²	Elementos de aplicación		Zapatillas lisas, columnas, vigas, losas.	NO		
Revenimiento	9	Tamaño máximo nominal del agregado				3/4"	
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		DENSIDAD DE COMPONENTES			
M. FINURA	2,93	D.S.S.S	2383,79 kg/cm ³	δ CEMENTO	2950	kg/cm ³	
D.S.S.S	2475,25 kg/cm ³	P.V.V	1424 kg/m ³	δ AGUA	1000	kg/cm ³	
% DE ABSORCION	2,19%	% DE ABSORCION	1,87%	δ A. FINO	2475,25	kg/cm ³	
CONT.HUMEDAD	2,57%	CONT.HUMEDAD	3,61%	δ A. GRUESO	2383,79	kg/cm ³	
CANTIDAD TABULADA DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON							
CANTIDAD DE AGUA (lt/m³)			CANTIDAD DE CEMENTO (kg)				
Volumen de agua tabulado		205	Cemento		341,67		
Volumen de agua corregido		m ³	RELACION A/C		0,57		
CANTIDAD DE A. GRUESO (m³)			AIRE ATRAPADO (%)				
Volumen de A. Grueso		0,142	Contenido		0,02		
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON							
DOSIFICACION			DOSIFICACION CORREGIDA				
Componente	vol(m ³)	Peso kg	Componente	vol(m ³)	Peso kg		
Cemento	0,12	341,67	Cemento	0,12	341,67		
Grava	0,36	878,66	Grava	0,37	893,93		
Arena	0,20	507,03	Arena	0,20	508,94		
Caña Brava	0,10	67,00	Caña Brava	0,10	67,00		
Agua	0,20	205	Agua	0,19	187,82		
Aire	0,020	0	Aire	0,02	0		
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA MUESTRA DE HORMIGON							
DATOS DE PROBETA			DOSIFICACION REQUERIDA				
Vol. 8 Cilindros	0,04200	m ³	Componente	Cantidad	U		
Vol Vigas	0,00000	m ³	Cemento	16,11	kg		
Desperdicio 10%	0,10000	m ³	Grava	40,99	kg		
Vol Total	0,04620	m ³	Arena	23,65	kg		
Comentarios:			Agua	8,83	litros		
			Caña Brava	3,12	kg		
REVISADO POR : ING. RAUL VILLAO VERA			ELABORADO POR: LAZAR PANCHANA JEAN OMALA ALFONSO MARIA				

Anexo 10 Diseño de mezcla (Hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 15\%$ de fibra de caña brava)

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL 							
TEMA:	TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15%						
MEZCLA (HORMIGON $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 + 15\%$)							
ESPECIFICACIONES TECNICAS							
$f'c =$	210 Kg/cm ²	Tipo de Cemento		(GU) Uso General	Aire incorporado		
$f'cr =$	280 Kg/cm ²	Elementos de aplicación		Zapatillas lisas, columnas, vigas, losas.	NO		
Revenimiento	9	Tamaño máximo nominal del agregado				3/4"	
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		DENSIDAD DE COMPONENTES			
M. FINURA	2,93	D.S.S.S	2383,79 kg/cm ³	δ CEMENTO	2950	kg/cm ³	
D.S.S.S	2475,25 kg/cm ³	P.V.V	1424 kg/m ³	δ AGUA	1000	kg/cm ³	
% DE ABSORCION	2,19%	% DE ABSORCION	1,87%	δ A. FINO	2475,25	kg/cm ³	
CONT.HUMEDAD	2,57%	CONT.HUMEDAD	3,61%	δ A. GRUESO	2383,79	kg/cm ³	
CANTIDAD TABULADA DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON							
CANTIDAD DE AGUA (lt/m³)			CANTIDAD DE CEMENTO (kg)				
Volumen de agua tabulado		205	Cemento		341,67		
Volumen de agua corregido		m ³	RELACION A/C		0,57		
CANTIDAD DE A. GRUESO (m³)			AIRE ATRAPADO (%)				
Volumen de A. Grueso		0,142	Contenido		0,02		
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA 1m³ DE HORMIGON							
DOSIFICACION			DOSIFICACION CORREGIDA				
Componente	vol(m ³)	Peso kg	Componente	vol(m ³)	Peso kg		
Cemento	0,12	341,67	Cemento	0,12	341,67		
Grava	0,36	878,67	Grava	0,36	893,93		
Arena	0,15	383,26	Arena	0,15	384,71		
Caña Brava	0,15	100,50	Caña Brava	0,15	100,50		
Agua	0,20	205,00	Agua	0,18	188,29		
Aire	0,020	0	Aire	0,02	0		
VOLUMEN DE COMPONENTES PARA MUESTRA DE HORMIGON							
DATOS DE PROBETA		U		DOSIFICACION REQUERIDA			
Vol. 8 Cilindros	0,04200	m ³		Componente	Cantidad	U	
Vol Vigas	0,00000	m ³		Cemento	16,11	kg	
Desperdicio 10%	0,10000	m ³		Grava	40,99	kg	
Vol Total	0,04620	m ³		Arena	17,88	kg	
Comentarios:				Agua	8,83	litros	
				Caña Brava	4,68	kg	
REVISADO POR : ING. RAUL VILLAO VERA				ELABORADO POR: SALAZAR PANCHANA JEAN TOMALA ALFONSO MARIA			

Anexo 11 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra patrón
($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

TEMA:		UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL										
FECHA DE ENSAYO		DETERMINACIÓN DE LA RESITENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGON (NTE INEN 1573)										
		DISEÑO DE MEZCLA PATRON 1 (HORMIGON DE 210 kg/cm3)										
CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO GU		REVENIMIENTO (cm)		9		$f'c =$		210				
Fecha de vaciado	Diametro Cilindro (cm)			Altura (cm)	Area (cm2)	Peso (kg)	Rotura		Resistencia		Promedio (kg/cm2)	Eficiencia %
	D1	D2	Promedio				Edad (días)	Carga (KN)	Mpa	kg/cm2		
7/1/2022	15,214	15,113	15,1635	30,182	1798,97637	12,21	7	211,76	11,99	122,26203	124,81128	59,43
	15,113	15,151	15,132	30,132	1792,11358	12,22		220,59	12,49	127,36053		
	15,134	15,178	15,156	30,153	1796,52721	12,18	14	320,20	18,13	184,87161	183,800925	87,52
	15,21	15,213	15,2115	30,021	1798,124	12,11		316,49	17,92	182,73024		
	15,111	15,219	15,165	29,972	1789,18516	12,1	21	344,22	19,49	198,73953	198,94347	94,73
	15,1564	15,1748	15,1656	30,092	1794,98755	12,16		344,93	19,53	199,14741		
	15,122	15,12	15,121	30,192	1793,3998	12,34	28	416,23	23,57	240,31543	239,81845	114,20
	15,179	15,251	15,215	30,231	1808,65926	12,46		414,51	23,47	239,32147		

Edad (días)	Resistencia kg/cm2	Eficiencia %
7	124,81	59,43
14	183,80	87,52
21	198,94	94,73
28	239,82	114,20

Curva de resistencia-tiempo (Mezcla Patrón 1)

Edad (días)	Resistencia (kg/cm2)
7	124,81
14	183,80
21	198,94
28	239,82

REVISADO POR :
ING. RAUL VILLAO

ELABORADO POR:
MARIA TOMALA ALFONSO
JEAN SALAZAR PANCHANA

Anexo 12 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c = 210$ kg/cm²) + 5% de fibra de caña brava

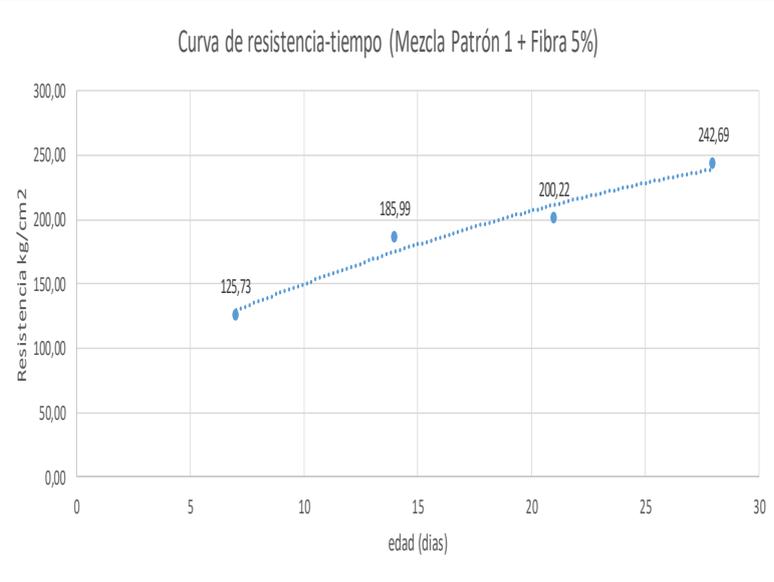
	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
TEMA:												
FECHA DE ENSAYO												
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
DISEÑO DE MEZCLA PATRÓN 1 (HORMIGÓN DE 210 kg/cm³ + 5% DE FIBRA DE CAÑA)												
CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO GU	REVENIMIENTO (cm)	f'c=										
	9	210										
Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro (cm)			Altura (cm)	Area (cm ²)	Peso (kg)	Rotura		Resistencia		Promedio (kg/cm ²)	Eficiencia (%)
	D1	D2	Promedio				Edad (días)	Carga (KN)	Mpa	kg/cm ²		
7/1/2022	15,132	15,153	15,1425	30,043	1789,37299	12,11	7	217,59	12,32	125,62704	125,72901	59,87
	15,213	15,119	15,166	29,939	1787,75466	12,08		217,94	12,34	125,83098		
	15,126	15,199	15,1625	29,95	1787,7827	12,21	14	323,03	18,29	186,50313	185,99328	88,57
	15,189	15,182	15,1855	30,04	1795,33683	12,17		321,26	18,19	185,48343		
	15,193	15,204	15,1985	29,99	1794,79676	12,09	21	347,04	19,65	200,37105	200,218095	95,34
	15,171	15,171	15,171	29,992	1791,00832	12,13		346,51	19,62	200,06514		
	15,157	15,138	15,1475	30,205	1797,79196	12,17	28	421,12	23,84	243,14251	242,691945	115,57
	15,158	15,175	15,1665	30,099	1795,44904	12,22		419,56	23,76	242,24138		

Edad (días)	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
7	125,73	59,87
14	185,99	88,57
21	200,22	95,34
28	242,69	115,57

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO

ELABORADO POR:
MARIA TOMALA ALFONSO
JEAN SALAZAR PANCHANA

Curva de resistencia-tiempo (Mezcla Patrón 1 + Fibra 5%)

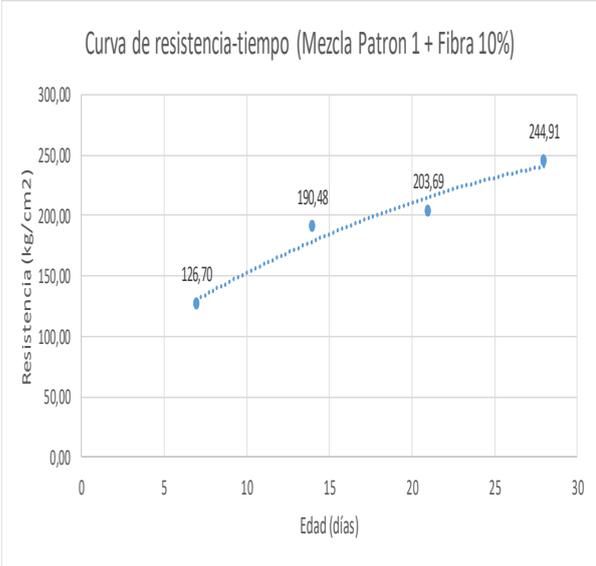


Anexo 13 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 10% de fibra de caña brava

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
TEMA:												
FECHA DE ENSAYO												
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGON (NTE INEN 1573)												
DISEÑO DE MEZCLA PATRON 1 (HORMIGON DE 210 kg/cm ³ + 10% DE FIBRA DE CAÑA)												
CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO GU	REVENIMIENTO (cm)	9										
	$f'c =$	210										
Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro (cm)			Altura (cm)	Area (cm ²)	Peso (kg)	Rotura		Resistencia		Promedio (kg/cm ²)	Eficiencia (%)
	D1	D2	Promedio				Edad (días)	Carga (KN)	Mpa	kg/cm ²		
7/1/2022	15,113	15,091	15,102	30	1781,58629	12,01	7	219,88	12,45	126,95265	126,697725	60,33
	15,213	15,032	15,1225	29,999	1784,44413	12,21		219,00	12,4	126,4428		
	15,209	15,178	15,1935	30,02	1795,51893	12,09	14	328,85	18,62	189,86814	190,47996	90,70
	15,198	15,168	15,183	29,93	1789,73476	12,13		330,97	18,74	191,09178		
	15,178	15,213	15,1955	29,953	1792,60457	12,32	21	353,05	19,99	203,83803	203,685075	96,99
	15,182	15,136	15,159	29,980	1788,77698	12,15		352,52	19,96	203,53212		
	15,164	15,113	15,1385	30,002	1786,85527	12,16	28	424,59	24,04	245,14261	244,913065	116,63
	14,981	15,107	15,044	30,065	1776,44545	12,39		423,79	24,00	244,68352		

Edad (días)	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
7	126,70	60,33
14	190,48	90,70
21	203,69	96,99
28	244,91	116,63

Curva de resistencia-tiempo (Mezcla Patron 1 + Fibra 10%)



REVISADO POR :
ING. RAUL VILLAO

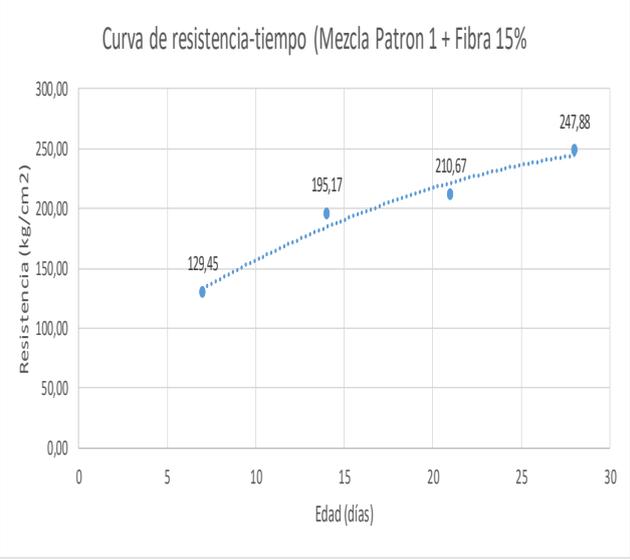
ELABORADO POR:
MARIA TOMALA ALFONSO
JEAN SALAZAR PANCHANA

Anexo 14 Determinación de la resistencia a la compresión de la muestra ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) + 15% de fibra de caña brava

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL											
TEMA:												
FECHA DE ENSAYO												
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGÓN (NTE INEN 1573)												
DISEÑO DE MEZCLA PATRON 1 (HORMIGÓN DE 210 kg/cm ³ + 15% DE FIBRA DE CAÑA)												
CEMENTO HIDRAULICO POR DESEMPEÑO GU		REVENIMIENTO (cm) 9										
		f'c= 210										
Fecha de vaciado	Diámetro Cilindro (cm)			Altura (cm)	Area (cm ²)	Peso (kg)	Rotura		Resistencia		Promedio (kg/cm ²)	Eficiencia %
	D1	D2	Promedio				Edad (días)	Carga (KN)	Mpa	kg/cm ²		
7/1/2022	15,113	15,091	15,102	30	1781,58629	12,02	7	222,36	12,59	128,38023	129,450915	61,64
	15,198	15,029	15,1135	29,999	1783,16848	12,11		226,06	12,8	130,5216		
	15,123	15,183	15,153	30,02	1789,76878	12,18	14	337,33	19,1	194,7627	195,17058	92,94
	15,289	15,161	15,225	29,93	1795,69006	12,21		338,74	19,18	195,57846		
	15,298	15,355	15,3265	29,953	1811,21237	12,16	21	365,77	20,71	211,17987	210,67002	100,32
	15,204	15,164	15,184	29,980	1792,28067	12,14		364,00	20,61	210,16017		
	15,096	15,05	15,073	30,098	1782,11915	12,15	28	428,90	24,29	247,63415	247,879491	118,04
	15,141	14,99	15,0655	29,997	1776,27462	12,14		429,75	24,33	248,124832		

Edad (días)	Resistencia kg/cm ²	Eficiencia %
7	129,45	61,64
14	195,17	92,94
21	210,67	100,32
28	247,88	118,04

Curva de resistencia-tiempo (Mezcla Patron 1 + Fibra 15%)



REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO

ELABORADO POR:
MARIA TOMALA ALFONSO
JEAN SALAZAR PANCHANA

Anexo 15 Comparación de la resistencia a la compresión de las mezclas de hormigón

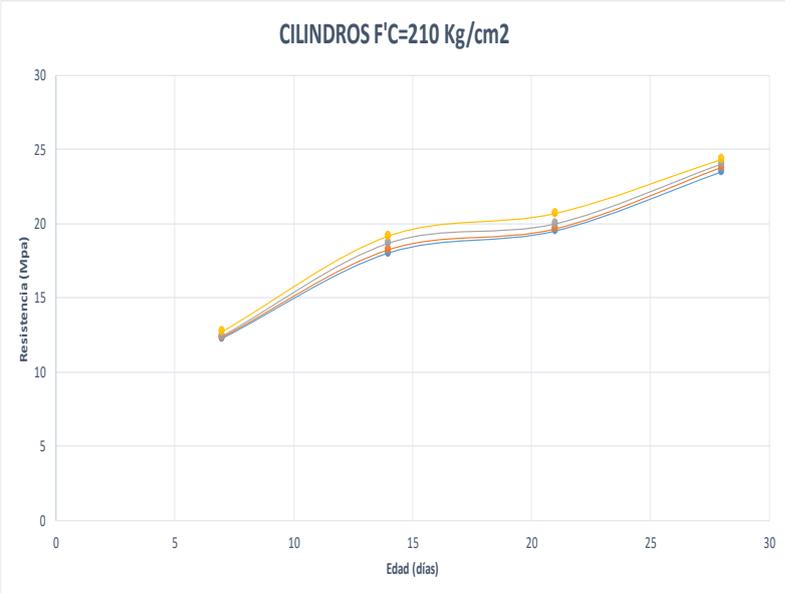


UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



TEMA:												
FECHA DE ENSAYO												
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS DE HORMIGON (NTE INEN 1573)												
COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE HORMIGON CONVENCIONAL Y HORMIGON CON FN												
PATRON 1		PATRON 1 + 5% FN			PATRON 1 + 10% FN			PATRON 1 + 15% FN				
Rotura	Carga	Resistencia		Carga	Resistencia		Carga	Resistencia		Carga	Resistencia	
Edad (días)	KN	Mpa	kg/cm2	KN	Mpa	kg/cm2	KN	Mpa	kg/cm2	KN	Mpa	kg/cm2
7	211,76	11,99	122,26203	217,59	12,32	125,62704	219,88	12,45	126,95265	222,36	12,59	128,38023
	220,59	12,49	127,36053	217,94	12,34	125,83098	219,00	12,4	126,4428	226,06	12,8	130,5216
14	320,20	18,13	184,87161	323,03	18,29	186,50313	328,85	18,62	189,86814	337,33	19,1	194,7627
	316,49	17,92	182,73024	321,26	18,19	185,48343	330,97	18,74	191,09178	338,74	19,18	195,57846
21	344,22	19,49	198,73953	347,04	19,65	200,37105	353,05	19,99	203,83803	365,77	20,71	211,17987
	344,93	19,53	199,14741	346,51	19,62	200,06514	352,52	19,96	203,53212	364,00	20,61	210,16017
28	416,23	23,57	240,31543	421,12	23,84	243,14251	424,59	24,04	245,14261	428,90	24,29	247,63415
	414,51	23,47	239,32147	419,56	23,76	242,24138	423,79	24,00	244,68352	429,75	24,33	248,124832

CILINDROS F'C=210 Kg/cm2



	PATRON 1	PATRON 1 + 5% FN	PATRON 1 + 10% FN	PATRON 1 + 15% FN
0	0	0	0	0
7	12,24	7	12,33	7
14	18,025	14	18,24	14
21	19,51	21	19,64	21
28	23,52	28	23,80	28

REVISADO POR :
ING. RAUL VILLAO

ELABORADO POR:
MARIA TOMALÁ ALFONSO
JEAN SALAZAR PANCHANA

Anexo 16 Análisis de varianza a los 7 días de rotura

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
Resistencia a los 7 días de un hormigon de 210 kg/cm2						
Porcentaje de fibra de caña	Resistencia a la Compresion(lb/pulg ²)		Total	Promedio	$\sum y_{ij}^2$	$\sum y_{i.}^2$
	1	2				
0%	11,99	12,49	24,48	12,24	143,7601	156,00
5,0%	12,32	12,34	24,66	12,33	151,7824	152,28
10%	12,45	12,40	24,85	12,43	155,0025	153,76
15,0%	12,59	12,80	25,39	12,70	158,5081	163,84

$y_{..} = 99 \quad y_{..} = 12,42$

$$SS_T = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 0,3807$$

$$SS_{\text{Tratamientos}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 0,23225$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Tratamientos}} = 0,1485$$

$$F_0 = \frac{SS_{\text{Tratamientos}} / (a-1)}{SS_E / (N-a)} = \frac{MS_{\text{Tratamientos}}}{MS_E} = 1,95496633$$

H₀ hipótesis: H₀: μ₁ = μ₂ = ... = μ₅
H₁ = μ₁ ≠ μ₂

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor P	F_{crit}
Tratamientos	0,23225	4	0,0580625	1,95496633	0,239866	5,19
Error	0,1485	5	0,0297			
Total	0,3807	9				

Anexo 17 Análisis de varianza a los 14 días de rotura

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL							
Resistencia a los 14 días de un hormigon de 210 kg/cm2							
Porcentaje de fibra de caña	Resistencia a la Compresion(lb/pulg ²)		Total	Promedio	<i>y²</i>		<i>y²_{i.}</i>
	1	2					
0%	18,13	17,92	36,05	18,03	328,6969	321,13	1299,60
5,0%	18,29	18,19	36,48	18,24	334,5241	330,88	1330,79
10%	18,62	18,74	37,36	18,68	346,7044	351,19	1395,77
15,0%	19,10	19,18	38,28	19,14	364,8100	367,87	1465,36

$\bar{y} = 18,52$

$$SS_T = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 1,5043$$

$$SS_{\text{Tratamientos}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 1,4668375$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Tratamientos}} = 0,0375$$

$$F_0 = \frac{SS_{\text{Tratamientos}} / (a-1)}{SS_E / (N-a)} = \frac{MS_{\text{Tratamientos}}}{MS_E} = 48,9598631$$

Hipotesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$

$H_1 = \mu_i \neq \mu_j$

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	<i>F₀</i>	Valor P	<i>F_{crit}</i>
Tratamientos	1,4668375	4	0,36670937	48,9598631	0,000336	5,19
Error	0,0375	5	0,00749			
Total	1,5043	9				

Anexo 18 Análisis de varianza a los 21 días de rotura

Resistencia a los 21 días de un hormigon de 210 kg/cm2		Resistencia a la Compresion(lb/pulg ²)		Total	Promedio	$\sum y_{ij}^2$	$\sum y_{i.}^2$
		1	2				
0%	19,49	19,53	39,02	19,51	379,8601	381,42	1522,56
5,0%	19,65	19,62	39,27	19,64	386,1225	384,94	1542,13
10%	19,99	19,96	39,95	19,98	399,6001	398,40	1596,00
15,0%	20,71	20,61	41,32	20,66	428,9041	424,77	1707,34

$y_{..} = 160 \quad y_{.i} = 19,95$

$$SS_T = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 1,6016$$

$$SS_{\text{Tratamientos}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 1,5949$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Tratamientos}} = 0,0067$$

$$F_0 = \frac{SS_{\text{Tratamientos}} / (a-1)}{SS_E / (N-a)} = \frac{MS_{\text{Tratamientos}}}{MS_E} = 297,55597$$

Hipotesis: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$
 $H_1 = \mu_i \neq \mu_j$

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor P	F_{crit}
Tratamientos	1,5949	4	0,398725	297,55597	0,000004	5,19
Error	0,0067	5	0,00134			
Total	1,6016	9				

Anexo 19 Análisis de varianza a los 28 días de rotura

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL						
Resistencia a los 28 días de un hormigon de 210 kg/cm2						
Porcentaje de fibra de caña	Resistencia a la Compresion(lb/pulg ²)		Total	Promedio	y_{ij}^2	$y_{i.}^2$
	1	2				
0%	23,57	23,47	47,04	23,52	555,4161	550,83
5,0%	23,84	23,76	47,60	23,80	568,5609	564,35
10%	24,04	24,00	48,04	24,02	577,9533	575,79
15,0%	24,29	24,33	48,62	24,31	589,7612	592,10

$y_{..} = 191 \quad y_{..} = 23,91$

$$SS_T = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^2 y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 0,6833$$

$$SS_{\text{Tratamientos}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^5 y_{i.}^2 - \frac{y_{..}^2}{N} = 915,4894503$$

$$SS_E = SS_T - SS_{\text{Tratamientos}} = -914,8062$$

$$F_0 = \frac{SS_{\text{Tratamientos}} / (a-1)}{SS_E / (N-a)} = \frac{MS_{\text{Tratamientos}}}{MS_E} = -1,2509336$$

H₀ por las 'a': $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_5$
 $H_1 = \mu_i \neq \mu_j$

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor P	F_{crit}
Tratamientos	915,4894503	4	228,872363	-1,2509336	#¡NUM!	5,19
Error	-914,8062	5	-182,961239			
Total	0,6833	9				

Anexo 20 Análisis de precio unitario hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL				
TEMA:				
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				
Codigo:	Muestra de control	Unidad:	m ³	
Rubro:	Hormigon simple de 21Mpa			
Fecha:	10/2/2022	Rendimiento:	0,33	
1. Maquinarias y Equipos.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Concreteira	1	5	5	1,65
Herramientas Menores(5%mo)				0,08
				1,73
2. Mano de Obra.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Peon	3	3,62	10,86	3,58
Albañil	1	3,66	3,66	1,21
Maestro	1	4,06	4,06	1,34
				6,13
3. Materiales				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Unitario
		A	B	C=AXB
Cemento	Saco	6,83	8	54,67
Arena	m ³	0,688	16	11,01
Piedra 3/4	m ³	0,662	22	14,56
Agua	m ³	0,205	1,5	0,3075
Fibra de Caña Brava	Kg	0	0	0,00
				80,54
4. Transporte				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	c=AXB
				0,00
		Costo Directo		88,40
		Costo Indirecto(25%)		22,10
		Costo Total		110,51

Anexo 21 Análisis de precio unitario hormigón $f'c=210$ kg/cm² más 5% fibra de caña brava

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL		 INGENIERÍA CIVIL UPSE		
TEMA:				
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				
Codigo:	Muestra de control	Unidad:	m ³	
Rubro:	Hormigon simple de 21Mpa	Rendimiento:	0,33	
Fecha:	10/2/2022			
1. Maquinarias y Equipos.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Concreteira	1	4,29	4,29	1,42
Herramientas Menores(5%mo)				0,07
				1,49
2. Mano de Obra.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Peon	3	3,62	10,86	3,58
Albañil	1	3,66	3,66	1,21
Maestro	1	4,06	4,06	1,34
				6,13
3. Materiales				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Unitario
		A	B	C=AXB
Cemento	Saco	6,83	8	54,64
Arena	m ³	0,688	16	11,01
Piedra 3/4	m ³	0,662	22	14,56
Agua	m ³	0,205	1,5	0,3075
Fibra de Caña Brava 5%	Kg	1,56	3,11	4,85
				85,37
4. Transporte				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	c=AXB
				0,00
			Costo Directo	92,99
			Costo Indirecto(25%)	23,25
			Costo Total	116,24

Anexo 22 Análisis de precio unitario hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ más 10% fibra de caña brava

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL				
TEMA:				
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				
Codigo:	Muestra de control	Unidad:	m ³	
Rubro:	Hormigon simple de 21Mpa			
Fecha:	10/2/2022	Rendimiento:	0,33	
1. Maquinarias y Equipos.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Concreteira	1	4,29	4,29	1,42
Herramientas Menores(5%mo)				0,07
				1,49
2. Mano de Obra.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Peon	3	3,62	10,86	3,58
Albañil	1	3,66	3,66	1,21
Maestro	1	4,06	4,06	1,34
				6,13
3. Materiales				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Unitario
		A	B	C=AXB
Cemento	Saco	6,83	8	54,64
Arena	m ³	0,688	16	11,01
Piedra 3/4	m ³	0,662	22	14,56
Agua	m ³	0,205	1,5	0,3075
Fibra de Caña Brava 10%	Kg	3,12	3,11	9,70
				90,22
4. Transporte				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	c=AXB
				0,00
Costo Directo				97,84
Costo Indirecto(25%)				24,46
Costo Total				122,30

Anexo 23 Análisis de precio unitario hormigón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ más 15% fibra de caña brava

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL				
TEMA:				
ANALISIS DE PRECIO UNITARIO				
Codigo:	Muestra de control	Unidad:	m ³	
Rubro:	Hormigon simple de 21Mpa	Rendimiento:	0,33	
Fecha:	10/2/2022			
1. Maquinarias y Equipos.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Concreteira	1	4,29	4,29	1,42
Herramientas Menores(5%mo)				0,07
				1,49
2. Mano de Obra.				
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo-Horario	Costo Unitario
	A	B	C=AXB	D=CXR
Peon	3	3,62	10,86	3,58
Albañil	1	3,66	3,66	1,21
Maestro	1	4,06	4,06	1,34
				6,13
3. Materiales				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Unitario
		A	B	C=AXB
Cemento	Saco	6,83	8	54,64
Arena	m ³	0,688	16	11,01
Piedra 3/4	m ³	0,662	22	14,56
Agua	m ³	0,205	1,5	0,3075
Fibra de Caña Brava 15%	Kg	4,69	3,11	14,59
				95,11
4. Transporte				
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo
		A	B	c=AXB
				0,00
			Costo Directo	102,72
			Costo Indirecto(25%)	25,68
			Costo Total	128,40

REPORTE FOTOGRÁFICO



UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO NTE INEN-696



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($F'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE

CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

ENSAYO DE MASA UNITARIO (PESO VOLUMETRICO) NTE INEN-858



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

ENSAYO DE DENSIDAD SATURADA Y ABSORCION NTE INEN-856



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

DENSIDAD DEL AGREGADO GRUESO



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($F'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

OBTENCIÓN DE LA FIBRA DE CAÑA BRAVA



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA**



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

MEZCLA DE HORMIGÓN SEGÚN NORMA ACI 211.1



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

ENSAYO DE CONO DE ABRAMS



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210 \text{ KG/CM}^2$) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

LLENADO Y CURADO DE PROBETAS DE HORMIGÓN



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA



TESIS: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO HORMIGÓN DE ($f'c=210$ KG/CM²) Y UN DISEÑO DE FIBRAS DE CAÑA BRAVA AL 5%, 10% Y 15% "

TESISTA: SALAZAR PANCHANA JEAN Y TOMALA ALFONSO ELOISA

TUTOR: ING. RAUL VILLAO VERA

REPORTE FOTOGRAFICO

ENSAYO DE COMPRESION DEL HORMIGÓN



ELABORADO POR:
SALAZAR PANCHANA JEAN
TOMALA ALFONSO MARIA

REVISADO POR:
ING. RAUL VILLAO VERA