



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ADICIÓN DE LA FIBRA DE
TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) EN CEMENTO PORTLAND
TIPO I PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES DE
FIBROCEMENTO**

TESIS

PRESENTADA POR:

DEISY ROCIO RAMOS APAZA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ADICIÓN
DE LA FIBRA DE TOTORA (Schoenoplect
us californicus) EN CEMENTO PORT**

AUTOR

DEISY ROCIO RAMOS APAZA

RECUENTO DE PALABRAS

16229 Words

RECUENTO DE CARACTERES

85762 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

111 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

11.2MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 25, 2023 10:53 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 25, 2023 10:54 AM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

UNA PUNO
REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Firmado digitalmente por MIRANDA
ZEA Norberto Silvio FAU
20145496170 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 25.04.2023 18:54:36 -05:00



DEDICATORIA

A mis queridos padres, Lizandro Ramos y Digna Apaza por todo su cariño, apoyo, comprensión y paciencia a lo largo de mi vida que hicieron posible llegar hasta donde ahora me encuentro, a mi hermano Jesús por su paciencia, por ser mi apoyo y consejero, ustedes son mi motivación principal para salir adelante, los quiero mucho.

Deisy Rocío Ramos Apaza



AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quiero dar gracias a Dios por guiar siempre mi camino, por darme fuerza para seguir adelante y por conservarme con salud.

A la Universidad Nacional del Altiplano, a mi querida Facultad de Ingeniería Química, a mis docentes, al D.Sc. Norberto Miranda, D.Sc. Teófilo Donaires, M.Sc. Salomón Tito, M.Sc. Jorge Aruwanca, M.Sc. Alfredo Lujano, D.Sc. German Quille por sus conocimientos compartidos hacia mi persona, consejos y motivación para el desarrollo de esta investigación.

Quiero agradecer a la Facultad de Ingeniería Agronómica, por facilitarme el uso de sus laboratorios durante el desarrollo de esta tesis.

A Geocontrol total E.I.R.L, por darme la confianza de poder hacer el uso de sus instalaciones para poder ejecutar esta presente investigación, al Ing. Raúl Miranda y a su equipo de profesionales.

Deisy Rocio Ramos Apaza



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN 13

ABSTRACT..... 14

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS 16

1.1.1. Objetivo general 16

1.1.2. Objetivos específicos 16

1.2. JUSTIFICACIÓN 16

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FIBRAS VEGETALES..... 19

2.1.1. Definición 19

2.1.2. Clasificación general de las fibras 19

2.1.3. Composición química de las fibras 20

2.2. TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) 24

2.2.1. Definición 24

2.2.2. Partes de la totora..... 25

2.2.3. Estimación de la producción de la totora..... 25

2.2.4. Importancia y usos de la totora 26



2.3. PULPA CELULÓSICA	27
2.3.1. Procesos de obtención de pulpa	28
2.4. CEMENTO PORTLAND	31
2.4.1. Compuestos químicos que conforman el cemento Portland	31
2.4.2. Clasificación del cemento Portland	32
2.5. FIBROCEMENTO	33
2.5.1. Clasificaciones de los productos de fibrocemento y áreas de aplicación .	34
2.5.2. Elaboración de fibrocemento	35
2.5.3. Clasificación de los paneles de fibrocemento	36
2.5.4. Aplicaciones de los paneles de fibrocemento	37
2.5.5. Ensayos	38
2.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	41

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. OBJETO DE ESTUDIO	47
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	47
3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	48
3.3.1. Metodología para obtener fibra de totora mediante el proceso de pulpaje químico al sulfato tipo Kraft.	49
3.3.2. Metodología para determinar el porcentaje de adición de fibra de totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>) y componentes para la elaboración de paneles de fibrocemento	53
3.3.3. Metodología para determinar propiedades físicas y mecánicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora	54
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	56



3.4.1. Variables y niveles del diseño estadístico..... 56

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. OBTENCIÓN DE FIBRA DE TOTORA MEDIANTE EL PROCESO DE PULPAJE QUÍMICO AL SULFATO TIPO KRAFT..... 59

4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADICIÓN DE FIBRA DE TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) Y COMPONENTES PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES DE FIBROCEMENTO 61

4.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS PANELES DE FIBROCEMENTO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TOTORA..... 62

4.3.1. Determinación de las propiedades físicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora..... 62

4.3.2. Determinación de las propiedades mecánicas de los paneles de fibrocemento con fibra celulósica de totora..... 67

4.3.3. Requisitos de aceptación..... 71

4.3.4. Análisis estadístico de resistencia a la flexión de los paneles de fibrocemento 73

V. CONCLUSIONES..... 78

VI. RECOMENDACIONES 79

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 80

ANEXOS..... 83

Área : Tecnología de materiales

Tema : Elaboración de paneles de fibrocemento

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 05 de mayo de 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Componentes químicos de las fibras	21
Figura 2	Estructura de las microfibrillas de celulosa.....	22
Figura 3	Estructura química de la hemicelulosa	23
Figura 4	Estructura química de la lignina	24
Figura 5	Totorales del Titicaca – Puno	26
Figura 6	Fabricación de paneles de fibrocemento	36
Figura 7	Esquema de la máquina de resistencia a la flexión	40
Figura 8	Ubicación de la zona de recolección de totora	47
Figura 9	Diagrama de flujo de la investigación	49
Figura 10	Reducción de tamaño de la totora	50
Figura 11	Matraces Kjeldahl previo al proceso de cocción.....	51
Figura 12	Equipo micro Kjeldahl para digestión de la totora.....	51
Figura 13	Fibra de totora después de cocción y remanente del proceso de cocción... 51	
Figura 14	Fibra lavada y fibra seca.....	52
Figura 15	Molienda de la fibra de totora seca.....	52
Figura 16	Materiales sólidos para la obtención de la mezcla para elaborar el fibrocemento.....	53
Figura 17	Vertido y compactación de los paneles de fibrocemento	54
Figura 18	Curado en agua de los paneles de fibrocemento	54
Figura 19	Dimensiones de panel de fibrocemento y especímenes de panel	55
Figura 20	Equipo de ensayo de resistencia a la flexión	55
Figura 21	Especímenes de ensayo de resistencia a la flexión.....	56
Figura 22	Análisis gráfico de caracterización química de totora y fibra de totora tratada	60



Figura 23	Gráfica de dispersión de densidad vs tamaño de partícula.....	64
Figura 24	Gráfica de dispersión de densidad vs espesor de panel.....	65
Figura 25	Gráfica de dispersión de densidad vs adición de fibra	66
Figura 26	Gráfica de dispersión - resistencia a la flexión vs tamaño de partícula.....	69
Figura 27	Gráfica de dispersión de resistencia a la flexión vs espesor.....	70
Figura 28	Gráfica de dispersión de resistencia a la flexión vs adición de fibra.....	71
Figura 29	Diagrama de Pareto estandarizada para resistencia a la flexión.....	76
Figura 30	Diagrama de superficie de respuesta estimada.....	77



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Clasificación de la totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>).....	24
Tabla 2	Partes de la totora.....	25
Tabla 3	Composición química del cemento Portland	32
Tabla 4	Productos de fibrocemento y áreas de aplicación	34
Tabla 5	Requisitos de ensayo según la NTP ISO 8336:2017	37
Tabla 6	Aplicaciones de los paneles de fibrocemento	38
Tabla 7	Identificación de las variables y niveles de diseño para la investigación	56
Tabla 8	Variable de respuesta de investigación	57
Tabla 9	Matriz de diseño estadístico.....	57
Tabla 10	Composición química de totora y fibra de totora tratada.....	59
Tabla 11	Adiciones de los componentes para elaborar los paneles de fibrocemento .	61
Tabla 12	Densidad aparente para cada espécimen obtenido.....	63
Tabla 13	Densidad aparente del fibrocemento con adición de fibra de totora.....	63
Tabla 14	Permeabilidad del fibrocemento con adición de fibra de totora	67
Tabla 15	Propiedad de resistencia a la flexión (MPa) para los especímenes de fibrocemento con adición de fibra de totora	68
Tabla 16	Resistencia de flexión promedio por cada panel del fibrocemento con adición de fibra de totora	69
Tabla 17	Clasificación de los paneles de fibrocemento – NTP 8336:2017	72
Tabla 18	Variables y niveles del diseño experimental.....	73
Tabla 19	Variable de respuesta del diseño experimental	73
Tabla 20	Resultados obtenidos de la interacción de las variables de proceso y variable de respuesta.....	74
Tabla 21	Análisis de varianza para la resistencia a la flexión	74



Tabla 22 Optimización de los valores de niveles de los factores de la investigación. 75



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

FCB	: Fiber Cement Board (Panel de Fibrocemento)
NTP	: Norma Técnica Peruana
ISO	: Internacional Organization for Standardization
Na₂S	: Sulfuro de Sodio
NaOH	: Hidróxido de Sodio
CaCl₂	: Cloruro de Calcio
MPa	: Megapascal
m.s.n.m	: Metros sobre el nivel del mar
ONU	: Organización de las Naciones Unidas
C3S	: Silicato tricálcico
C2S	: Silicato dicálcico
C3A	: Aluminato tricálcico
C4AF	: Aluminato ferrita tricálcica
TP	: Tamaño de partícula
ASTM C150	: Standard Specification for Portland Cement
ERA	: Enfermedades relacionadas con el amianto
F'_c	: Resistencia del concreto
EIRL	: Empresas Individual de Responsabilidad Limitada
CBR	: California Bearing Ratio



RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-Puno; la totora tiene un alto contenido fibroso celulósico, a la celulosa le asocia la propiedad de buena resistencia a los materiales. Se abordaron los siguientes objetivos: obtener fibra de totora mediante el proceso de pulpaje químico al sulfato tipo Kraft; determinar el porcentaje de adición de fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) y componentes para elaborar los paneles de fibrocemento; determinar las propiedades físicas y mecánicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora. En la metodología, se utilizó el procesamiento químico tipo Kraft para obtener fibras celulósicas de totora; se utilizó el proceso Hatschek para determinar el porcentaje de adición de fibra de totora tratada y componentes para la elaboración de paneles de fibrocemento; en base a la NTP ISO 8336:2017 se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de cada panel. Los resultados fueron los siguientes: se obtuvo fibra de totora con el proceso tipo Kraft, logrando un incremento del contenido de celulosa del 31 % inicial a 53 %; se determinó las proporciones de adición de fibra de 1 y 3 % y relación agua/cemento de 1 /2,5; finalmente en cuanto a las propiedades físicas y mecánicas, se obtuvieron menores densidades con 3 % de adición de fibra de totora, todos los paneles de fibrocemento obtenidos fueron impermeables al agua y se obtuvo una alta resistencia de 18 MPa con adición del 3 % de fibra de totora y espesor de panel de 0,6 cm. Se concluye que, al tratar la totora se obtiene es un componente eficaz para la elaboración de paneles de fibrocemento, debido a que le confiere al material buenas propiedades de densidad, permeabilidad y resistencia a la flexión.

Palabras clave: Celulosa, fibrocemento, permeabilidad, pulpaje Kraft, resistencia a la flexión.



ABSTRACT

The present investigation was developed in the soil and water laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the UNA-Puno; the totora has a high cellulosic fibrous content, with cellulose it associates the property of good resistance to materials. The following objectives were addressed: obtain reed fiber through the Kraft type sulfate chemical pulping process; determine the percentage of addition of reed fiber (*Schoenoplectus californicus*) and components to make fiber cement panels; determine the physical and mechanical properties of fiber cement panels with the addition of totora fiber. In the methodology, Kraft-type chemical processing was used to obtain cellulosic fibers from totora; The Hatschek process was used to determine the percentage of addition of treated reed fiber and components for the manufacture of fiber cement panels; based on NTP ISO 8336:2017, the physical and mechanical properties of each panel were determined. The results were the following: reed fiber was obtained with the Kraft-type process, achieving an increase in the cellulose content from the initial 31% to 53%; the fiber addition proportions of 1 and 3 % and the water/cement ratio of 1 /2,5 were determined; finally, in terms of physical and mechanical properties, lower densities were obtained with 3% addition of reed fiber, all the fiber cement panels obtained were impermeable to water and a high resistance of 18 MPa was obtained with the addition of 3% fiber of totora and a panel thickness of 0,6 cm. It is concluded that, when treating the cattail, it is obtained as an effective component for the manufacture of fiber cement panels, because it gives the material good properties of density, permeability and resistance to flexion.

Keywords: Cellulose, fiber cement, permeability, Kraft Pulp, flexural strength.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Changsha (China) se ha levantado un edificio de 57 pisos en solo 19 días utilizando fibrocemento para gran parte de los muros; según los expertos, una vivienda construida con fibrocemento puede llegar a durar más de cincuenta años si hubiese algún desperfecto, se reemplaza la placa (ContentLab, 2019).

Antiguamente el fibrocemento era compuesto con fibras de refuerzo de asbesto, el cual resultó ser el componente que le daba una alta resistencia al fibrocemento y de tal modo se empezó a emplear en el levantamiento de edificios y similares, posteriormente se detectó al asbesto como cancerígeno y es así que dejó de ser empleado para la elaboración del fibrocemento (Esquinas, 2019).

El fibrocemento en la actualidad tiene como uno de sus componentes fibra de refuerzo (celulósica, sintética o de vidrio), en cuanto a sus propiedades, el fibrocemento es un material ligero, resistente a cambios de temperatura, impermeable y de fácil aplicación (Esquinas, 2019).

La totora es un recurso natural que posee diferentes aplicaciones, en Puno el uso más importante que se le da es para la construcción de viviendas, la totora tiene un alto contenido de fibra, fibra que dentro de su composición química estructural se encuentra a la celulosa, lignina, hemicelulosa y microfibrillas, de todos ellos la celulosa es el componente principal, el cuál gracias a su capacidad de enlace con otros componentes le otorga altas capacidades de resistencia a los materiales (Fengel & Wegener, 1984).

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo evaluar el efecto de adición de la fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) en el cemento portland tipo I para elaborar paneles de fibrocemento, primeramente se obtuvo fibra de totora mediante el



proceso de pulpaje químico al sulfato tipo Kraft, posteriormente se elaboraron los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) y finalmente se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de adición de la fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) en cemento portland tipo I para la elaboración de paneles de fibrocemento.

1.1.2. Objetivos específicos

- Obtener fibra de totora mediante el proceso de pulpaje químico al sulfato tipo Kraft.
- Determinar el porcentaje de adición de fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) y componentes para la elaboración de paneles de fibrocemento.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Justificación ambiental

Parte de los objetivos de desarrollo sostenible, se fundamentan en la utilización de materiales regionales, reciclables o renovales que sean provenientes de residuos de tipo agroindustrial para ser utilizados en la industria, innovación e infraestructura (ONU, 2018).

El descenso de temperatura perjudica la producción de la totora en el Lago Titicaca, afectando al tiempo de maduración ya que la totora llega a secarse en periodos más cortos, produciendo menos semillas presentando así una floración débil (Rodríguez et al., 2013). Las personas aledañas a la zona, en los meses de junio a setiembre con la



finalidad de que pueda crecer totora verde eliminan dicho material quemándolo, afectando al medio ambiente y contribuyendo al efecto invernadero. El presente proyecto busca darle un uso a la totora en la obtención de fibras como adición para la elaboración de fibrocemento a fin de evitar que se siga quemando la totora y se le pueda dar un uso adicional.

Justificación social

En el Perú, actualmente el coste de los materiales de construcción, el deterioro de los materiales con las condiciones del clima y el transcurrir de los días, son algunas de las situaciones que se viene presentando en nuestro país, y que viene afectando a las personas que quieren construir un nuevo espacio o remodelar una vivienda, es por ello que se propone al fibrocemento como un material de excelentes propiedades y de coste accesible.

Según Esquinas (2019), el fibrocemento tiene múltiples aplicaciones destinadas al revestimiento, aislamiento e impermeabilización de áreas, cobertizos, tuberías, etc., el material es de fácil aplicación, trabajabilidad y versatilidad.

Justificación científica

En 2009 en una investigación desarrollada en España, se determinaron algunas características clinicoepidemiológicas de poblaciones afectadas por afecciones relacionadas con el amianto (ERA) el 91 % de la población afectada había vivido o trabajado dentro o fuera de un ambiente de fabricación de productos de fibrocemento, presentaron enfermedades como carcinomas broncopulmonares y mesoteliomas peritoneales enfermedades que desarrollaron en su lugar de trabajo, mientras que otra parte de afectados tenían mesoteliomas pleurales a consecuencia de su exposición (Tarrés et al., 2009).



En la actualidad se usan fibras de refuerzo como fibras sintéticas, fibras de celulosa, fibras orgánicas e inorgánicas o fibras de vidrio, es por ello que, se propone a la fibra de totora como fibra celulósica con la finalidad de ser usado para la elaboración de materiales como paneles de fibrocemento obteniendo un producto con buenas propiedades tanto físicas y mecánicas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. FIBRAS VEGETALES

2.1.1. Definición

Las fibras vegetales son células fibrosas que agrupan a diversas especies botánicas, tejidos, células y órganos, estas fibras se pueden obtener de algunas partes estructurales de las plantas tal como de las semillas, tallos, fruto y hojas (Jardín Botánico Atlántico de Gijón, 2009).

Para Costa & Orriols (2012) la fibra es una de las principales materias primas para la elaboración y/o producción de diversos productos y materiales los cuales son gran importancia en muchos países a nivel mundial. Se mencionan como fibras a aquellas partículas holgadas cuya longitud es mucho mayor al diámetro.

2.1.2. Clasificación general de las fibras

Como afirma Arroyo (2003) existen diferentes tipos de fibras; a continuación, se presenta una selección general a cerca de las fibras dado su origen y naturaleza:

A. Fibras naturales

Las fibras naturales pueden clasificarse en fibras orgánicas e inorgánicas.

- Inorgánicas

Como parte de las fibras naturales inorgánicas sobresalen las fibras de asbesto por el potencial daño a la salud, a continuación, se ejemplifican algunas fibras inorgánicas:

- Silicatos: Amianto, Attapulgita, Sepiolita, Wollastonita
- Óxidos / hidróxidos: Brucita, Pyrolusita, Rutilo
- Carbonatos y sulfatos: Calcita, Anhidrita, Barita

- Orgánicas



Dentro de las fibras naturales orgánicas se encuentran fibras de origen:

- Animal: lana, pelo, seda, etc.
- Vegetal: algodón, el lino, esparto, etc.

B. Fibras manufacturadas

Estas fibras manufacturadas son producidas por la mano del hombre teniendo como base materia orgánica y/o inorgánica.

- Fibras minerales artificiales (FMA)

Estas fibras son producidas con base de materia inorgánica, que debido al volumen de fabricación y consumo son catalogadas de gran importancia, son conocidas como fibras minerales artificiales (FMA o MMMF que proviene de denominación inglesa de man-made mineral fibres).

Las FMA con estructura vítrea (amorfa) o cristalina que más se conocen son:

- Vítreas: fibras y lanas de vidrio, fibras cerámicas refractarias, sílice, lana de escoria o roca.
 - Cristalinas: titanato de potasio, carburo de silicio, etc.
- Orgánicas

Se encuentran las fibras artificiales, son aquellas fibras en las que la materia prima puede ser natural pero el proceso de obtención es manufacturado y sintéticas donde los componentes utilizados son químicos:

- Artificiales: origen animal como la caseína y de origen vegetal como polímeros de celulosa.
- Sintéticas: fibras acrílicas o el nylon.

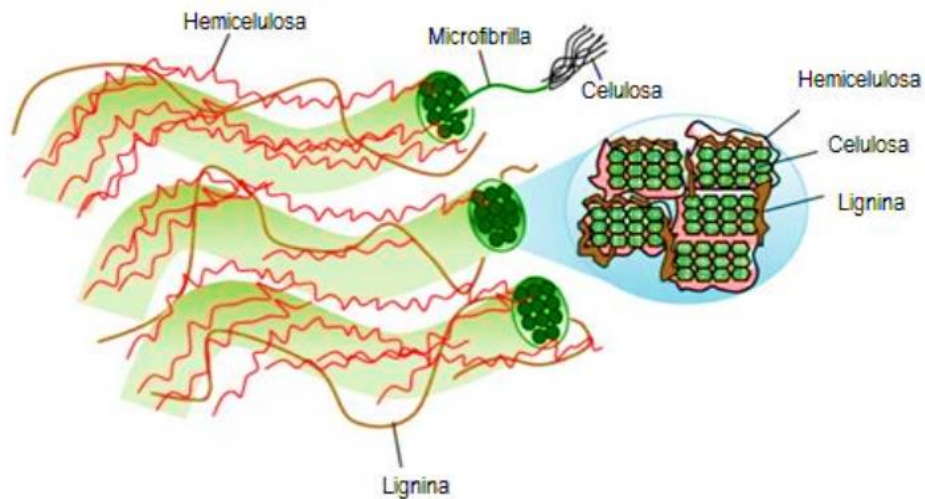
2.1.3. Composición química de las fibras

Las fibras tienen composición química principalmente por celulosa, lignina, hemicelulosa, microfibrillas, ello tiene variación según el tipo de especie a tratar, de los

componentes mencionados, la celulosa es un polisacárido insoluble, otro componente es la lignina que tienen la función principal de aglomerar a las fibras y de asegurar la protección de humedad y algunos agentes atmosféricos, por último se tiene a la hemicelulosa que difiere de la celulosa ya que tiene en su composición azúcares, los cuales forman cadenas más cortas y que forma intersticios en la estructura de la pared celular es la hemicelulosa (Fengel & Wegener, 1984).

Figura 1

Componentes químicos de las fibras



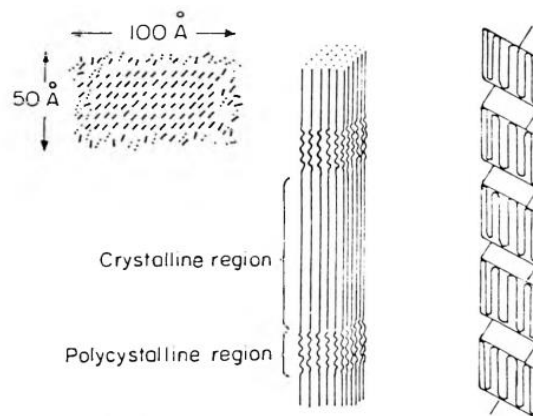
Nota: Componentes químicos presentes en las fibras. Tomado de “*Materials for Biofuels*”, por A. Ragauskas, 2013, World Scientific Publishing Company.

a) Celulosa

Según Harvey & Charles (1983) y Escaso et al. (2010) la celulosa es una molécula de tipo lineal, constituida por unidades de glucosa no ramificada que se entrelazan por medio de puentes de hidrógeno.

Figura 2

Estructura de las microfibrillas de celulosa



Nota: Región cristalina y policristalina en la estructura de las microfibrillas de la celulosa. Tomado de “*Sugars and chemicals from cellulose*”, por W. Harvey, R. Charles, 1983, *Reviews in Chemical Engineering*.

Los modelos de microfibrillas actuales describen regiones en las que las fibrillas están orientadas de manera paralela ordenada rodeadas por regiones menos ordenadas que contienen celulosa, hemicelulosa y lignina. Lo dicen Harvey & Charles (1983) la estructura de la celulosa es un elemento de gran importancia estructural en las plantas, debido a que le da la propiedad a las fibras de ser muy rígidas e insolubles en el agua.

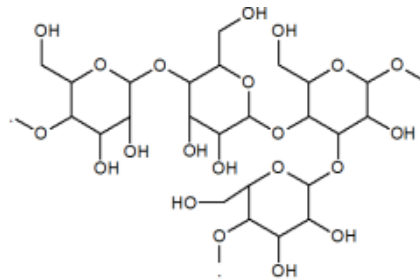
b) Hemicelulosa

La hemicelulosa en su estructura, está formada por más de un tipo de azúcar que presentan ramificaciones y sustitución es por ello que se le denomina hetero-polímero. Dentro de los azúcares presentes en la estructura se encuentra las pentosas como la xilosa, hexosas como la glucosa, las desoxihexosas, cuya principal función es la de mantener unidas a la lignina y la celulosa (Vásquez, 2013).

El contenido hemiceluloso en residuos agrícolas y de la madera oscila entre el 15 y el 25 por ciento. La despolimerización de la hemicelulosa puede efectuarse por hidrólisis ácida suave o por hidrólisis enzimática.

Figura 3

Estructura química de la hemicelulosa



Nota: Tomado de “*Chemistry, ultrastructure, reactions*”, por D. Fengel, G. Wegener, 1984, Wood, p.613.

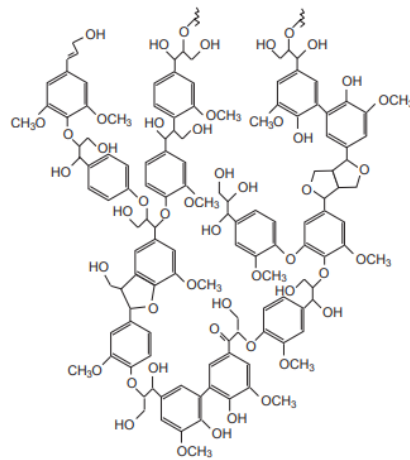
c) **Lignina**

La lignina es un polímero amorfo de tres dimensiones generalmente está formado por unidades de fenil-propano enlazada a tipos de enlaces alquil – aril - eter o enlace covalente carbono – carbono, tiene la tercera fracción mayoritaria de una biomasa lignocelulósica, la lignina tiene la importante función de adherir las fibras y brindarle protección de los agentes atmosféricos y contra la humedad del ambiente (Fiechter, 1983).

A diferencia de la celulosa, la lignina a consecuencia de las diversas modificaciones que tolera y experimenta a través de diferentes tratamientos, la propensión de formar agregados que en la gran mayoría son disolventes es complicado determinar su peso molecular (García et al., 1984).

Figura 4

Estructura química de la lignina



Nota: Tomado de “*Chemistry, ultrastructure, reactions*”, por D. Fengel, G. Wegener, 1984, Wood, p.613.

2.2. TOTORA (*Schoenoplectus californicus*)

2.2.1. Definición

La totora (*Schoenoplectus californicus*) es una especie del reino vegetal que según su formación y desarrollo tiene un substrato de fondo llamado también tallo subterráneo, tiene la otra parte de su tallo fuera del agua, se le denomina tallo aéreo que alcanza de dos a cuatro metros de altura, esta especie tiene en su interior un tejido de textura esponjosa que contiene aire el cual ayuda a que la totora flote en el agua (Juma & Ormaza, 2009).

Tabla 1

Clasificación de la totora (*Schoenoplectus californicus*)

Reino	
Familia	<i>Cyperaceae</i>
Género	<i>Schoenoplectus</i>
Especie	<i>Schoenoplectus californicus</i>




Nota: Adaptado de “*La Totora, la planta sagrada de los Urus*”, por A. Zambrana, 2016, FUNPROEIB Andes, al CENU, ILCU y NOU.

2.2.2. Partes de la totora

La totora tiene raíces adventicias también llamadas raíces aéreas tiene la característica de ser fibrosa y de no desarrollar hilos, forman tipos de penachos muy delgados y entrelazados, los cuales actúan de anclaje a la totora dentro de la tierra donde se aposenta, la tierra o suelo por lo general es fangosa, limosa o arcillosa (Juma & Ormaza, 2009).

Tabla 2

Partes de la totora

Descripción	Imagen
El fruto de la totora se llama aqueno, tiene apariencia oscura y forma convexa, tiene los bordes ovalados y filamentos en la parte basal (setas)	
Las flores se aposentan en las antelas o ramificaciones de la totora que se encuentran en los extremos de los tallos.	
El Junco, son tallos muy rígidos, de coloración verde y de forma triangular (presenta tres caras) y los bordes ligeramente lobulados.	

Nota: Adaptado de “Reino Vegetal - *Schoenoplectus californicus*”, por V. Habiaga, 2012, Biblioteca Plan Ceibal.

2.2.3. Estimación de la producción de la totora

La Reserva Nacional del Titicaca estima cerca de 1,9 toneladas por año de producción de totorales, los cuales llegan a su madurez física dentro de un periodo de tiempo de 6 a 9 meses, transcurrido el periodo la totora tiende a secarse y posteriormente colmatarse; del total de producción de totorales la población no llega a hacer uso del

recurso ni del 5 %, como consecuencia, la población local quema los totorales a fin de que vuelvan a crecer y así dar de alimento a su ganado (Arze, 1983).

Figura 5

Totorales del Titicaca – Puno



2.2.4. Importancia y usos de la totora

- Es importante para la purificación del agua, principalmente cuando el agua tiene contaminantes, ya que la totora absorbe impurezas dejando el agua libre de ellas; las raíces se encargan de proteger del desgaste el suelo de las orillas recordando también que entre los totorales se forman diferentes variedades de plantas (Zambrana, 2016).
- Ayuda a preservar la vida de peces y aves, las raíces y los tallos de la totora posibilita que se puedan reproducir; los peces por ejemplo ponen sus huevos entre las raíces de la totora y cuando llega el momento de nacer las crías permanecen entre la totora con el fin de la sobrevivencia y que estén libre de peligros, no obstante, las aves también se cobijan en los totorales y al igual que los peces le brindan un lar a sus crías (Zambrana, 2016).
- Las islas flotantes son el resultado de un trabajo minucioso a base de totora, para su realización se usan los tallos de la totora y para que se sumerja dentro del agua por lo general atan piedras, ello impide que el viento haga caer la totora, y de a



pocos va creciendo y dando así a la formación de una isla. En la zona de Chulluni viven familias que viven a las cercanías de las islas, ellos se turnan y arreglan sus islas que con el transcurrir del tiempo se deterioran a causa del sol, el viento o las heladas (Zambrana, 2016).

- Según Zambrana (2016) la totora tiene aplicación medicinal, algunos de ellos son los siguientes:
 - Previene el agrandamiento de la tiroides (bocio) y los dolores de estómago.
 - La raíz de totora se suele utilizar para úlceras bucales (aftas).
 - La ceniza de la totora tiene propiedades astringentes y ayuda a la cicatrización de las heridas.
- En el Perú, las islas de los urus son conocidas debido a que estas se quedan flotando en el Lago Titicaca y las personas aledañas al lago viven en ellas; como parte de la atracción turística se elaboran y expenden artesanías hechas con tela, hilo y especialmente artesanías hechas con totora (Zambrana, 2016).
- Aunque el uso de la totora en el ámbito de aplicación de fabricación de papel no es común; en distintas comunidades de la zona se ha experimentado su elaboración a partir de la pulpa de la totora; la fabricación consiste en la mezcla de pegamento y pulpa para posteriormente elaborar capas delgadas de papel (Zambrana, 2016).

2.3. PULPA CELULÓSICA

Para la obtención de la pulpa celulósica es necesario el uso de fibra del cual se separa la celulosa y hemicelulosa de la lignina, este proceso de separación se logra haciendo uso de métodos químicos, mecánicos o combinación de ambos (Smook, 1990).

Para Bajpai (2018) la pulpa consiste en madera u otros materiales fibrosos (trapos usados o reciclados, papel de desecho y paja) que se descomponen por acción física y/o



química, de tal manera que las pequeñas fibrillas logran liberarse y pueden dispersarse en el agua y reformar así en una red.

2.3.1. Procesos de obtención de pulpa

Según Austin (1988) los procesos utilizados para obtener pulpa tienen un mismo objetivo de liberar la celulosa que está rodeada por la lignina, al disolverse la lignina se liberan las celulosas y hemicelulosas, es así que se puede incrementar un mayor rendimiento en las fibras. Existen diferentes procesos y variaciones que se pueden utilizar para obtener pulpa, algunos de estos procedimientos funcionan mucho mejor con materias blandas que con materias duras, ello va a depender de la materia a utilizar.

Existen dos principales categorías para la obtención de pasta: pulpa mecánica, y pulpa química; estos están en orden de aumentar la energía mecánica que se requiere para poder liberarse las fibras y así disminuir la dependencia de la acción química. Mientras más químicos estén involucrados en el proceso, el rendimiento tenderá a disminuir y el contenido de lignina debido a la acción química se degrada y posteriormente se solubilizan los componentes de la madera, mayoritariamente la lignina y parte de las hemicelulosas (Bajpai, 2018).

A. Pulpa mecánica

La pulpa mecánica es producida usando solo desgaste mecánico, quiere decir que no se utilizan productos químicos (excepto agua o vapor). Dentro de este proceso se tiene como materia maderas blandas no resinosas de colores claros y algunas maderas duras. El proceso tiene un rendimiento aproximado del 90 % - 98 %, debido a que la lignina se retiene en la pulpa y así se obtienen buenos rendimientos. Las pulpas mecánicas se caracterizan por su gran volumen, alta rigidez, bajo costo y baja resistencia debido a que los enlaces puente de hidrógeno son interferidos por la lignina entre las fibras haciendo que la pulpa se torne amarillenta debido a la exposición al aire y la luz; este proceso de



pulpado mecánico consume mucha electricidad y representan la mayor parte del consumo de energía del proceso (Bajpai, 2018).

B. Pulpa química

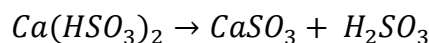
Este proceso se basa en el efecto que los productos químicos producen para separar las fibras, la pulpa química produce fibras individuales que no se cortan y de gran resistencia debido a que lo impide la lignina, que, con los enlaces de hidrógeno de las fibras se elimina en mayores proporciones. Dentro del pulpaje químico se tienen procesos realizados en medio ácido y medio básico.

Pulpaje al Sulfito (ácido)

El proceso consiste en la obtención del licor de cocción con soluciones de ácido sulfuroso (H_2SO_3) y bisulfito de calcio $Ca(HSO_3)_2$. El licor de cocción se prepara por combustión de azufre para producir SO_2 gaseoso y posterior absorción del SO_2 en una solución alcalina de $CaCO_3$. Los digestores operan a temperaturas de entre los 125 – 180°C (según la aplicación del producto), dando como rendimiento de pulpa de 40 – 60 % (Smook, 1990).

Debido a la relativa insolubilidad del calcio la cocción tradicional al sulfito ácido de calcio debe realizarse a pH alrededor de 1,5, un pH más alto originaría la formación de compuestos insolubles durante la cocción conduciendo a una situación conocida como "Precipitación en los digestores".

Para las concentraciones del licor al sulfito ácido y aplicaciones de productos químicos giran al hecho de que una molécula de bisulfito es químicamente equivalente a una molécula de ácido sulfuroso ("SO₂ libre") y sulfito de calcio ("SO₂ combinado") (Austin, 1988).

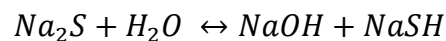




Pulpaje al sulfato (proceso tipo Kraft) (básico)

El proceso Kraft es el más importante, ya que es el proceso con el cual se tiene mejores resultados y una mayor cantidad de pulpa, resulta el proceso más adecuado logrando deslignificaciones satisfactorias y altos rendimientos (Mariani & Torres, 2004).

Este proceso involucra soluciones de hidróxido de sódico (NaOH) y sulfuro de sodio (Na₂S) llegando a formarse sulfato durante su preparación y posterior recuperación del “licor de cocción”. Pese a que se puede realizar la cocción de distintas variedades de maderas es de importancia que las soluciones que se utilicen se puedan recircular al proceso con la finalidad de reducir el problema de la contaminación hídrica y vertimiento de efluentes contaminantes.



Esta reacción es reversible y en equilibrio entre sus cuatro constituyentes; el sulfuro de sodio (Na₂S) agregado aumenta el hidróxido de sodio (NaOH) disponible y a medida que el NaOH original se consume durante la cocción la reacción anterior se verifica hacia la derecha para mantener el equilibrio (Mariani & Torres, 2004).

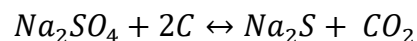
Es común realizar la pirólisis para eliminar pentosas y poliosas, el aguarrás se volatiliza y se llegan a formar sales sólidas de resinas ácidas; mientras que, la hidrólisis liberan sulfuros y mercaptanos orgánicos que son fuente principal de los olores no agradables que se asocian al proceso del método Kraft (Austin, 1988).

Cuando se hace uso de un digestor continuo, la producción de pulpa va del siguiente modo: la madera se corta, se descorteza y se cuartea a tamaños de astillas, las cuales se seleccionan sobre mallas vibratorias; las astillas entran al digestor pasando previamente por impregnación más o menos a 900 kilo pascal (kPa), donde se ajustan las condiciones de temperatura a 170°C y una hora de tiempo donde se encuentra con el licor de cocción; para detener la reacción dada, se pasa un fluido de cocción fría,



posteriormente se realiza un lavado con agua a contracorriente reduciendo la contención química de los fragmentos obtenidos. Si el proceso lo requiere, la pulpa se blanquea, algunos de los agentes usados son el ditionito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), dióxido de cloro (ClO_2) o hipoclorito (NaClO) (Austin, 1988).

El líquido residual en la cocción se le denomina licor negro, el cual contiene entre el 95 – 98 % de productos químicos de digestión. El “licor negro” de cocción concentrado, por lo general se incinera y se trata con la cal, mientras tanto en el horno de fundición, se descomponen los compuestos orgánicos remanentes, se quema el carbón y los compuestos de carácter inorgánico se fusionan, dándose la siguiente reacción:



2.4. CEMENTO PORTLAND

El cemento Portland es un producto disponible que reacciona fácilmente con el agua dando lugar a la formación de una pasta, el cemento al contacto del aire se llega a endurecer. Según Abanto (2009) el cemento es un clinker refinado molido, producto del cocimiento a temperaturas elevadas de entre 1 400 - 1 500 °C, la piedra caliza y la arcilla son los dos principales componentes materiales para la fabricación del cemento.

2.4.1. Compuestos químicos que conforman el cemento Portland

En su composición el cemento tiene una mezcla de diversos componentes, de los existentes, según Abanto (2009) cuatro son los principales, los cuales componen poco más del 90 % del peso del cemento, cada compuesto le atribuye una propiedad diferente en sus características y comportamiento.

Tabla 3*Composición química del cemento Portland*

Composición	Fórmula	Abreviación
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Aluminato ferrita tricálcica	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Nota: Adaptado de “Cemento Portland”, por F. Abanto, 2009, Tecnología del concreto, p.15-19.

Silicato tricálcico (C_3S). Se encuentra presente en el clinker, le da alta resistencia al cemento Portland, la reacción que presenta es con el agua que al contacto desprende gran cantidad de calor, y el endurecimiento de la pasta de cemento de forma simultánea es directamente proporcional.

Silicato dicálcico (C_2S). Es el promotor de darle la resistencia en su posterior a la pasta de cemento.

Aluminato tricálcico (C_3A). El yeso que se agrega como componente en el proceso se combina con el silicato dicálcico con el fin de controlar el tiempo de endurecimiento.

Aluminato ferrita tricálcica (C_4AF). Este compuesto tiene similitud al C_3A , debido a que se hidrata con demasiada facilidad y así desarrolla una resistencia baja.

2.4.2. Clasificación del cemento Portland

El cemento se clasifica en cinco tipos sus propiedades han sido normalizadas en base a las especificaciones de la norma ASTM C150.

Tipo I : El cemento tipo I es destinado para todo uso en general, donde no es necesario requerir que el cemento tenga algunas propiedades específicas.



Tipo II : Este tipo de cemento tiene como uso en obras de concreto en general y obras que están expuestas a la acción moderada de los sulfatos o donde por lo general se va a requerir de un cierto comedido calor de hidratación.

Tipo III : Es el cemento de tipo III es de alta resistencia inicial, este cemento logra desarrollar una resistencia en tres días que normalmente se desarrollaría en un tiempo de 28 días como con la aplicación de cemento de los tipos I y/o II.

Tipo IV : Este tipo de cemento tiene el requerimiento de un bajo calor de hidratación, por lo general su uso es aplicado cuando se requiere desarrollar un mínimo calor que es generado por la hidratación, es decir que desarrolla una resistencia más lenta.

Tipo V : Ante la acción a los sulfatos, este tipo de cemento le otorga una buena resistencia, ya que sus aplicaciones se dan ante estructuras con elevado contenido de álcalis y ante exposiciones al agua de mar.

2.5. FIBROCEMENTO

Según Esquinas (2019) el FCB es un material que nace a consecuencia de realizar una mezcla de cemento, fibras de refuerzo (orgánicas, sintéticas, minerales, etc.) y un silicato de calcio; el fibrocemento tiene como propiedad de ser un material impermeable que tiende a reducir los ruidos que provienen del exterior, que actúa como un aislante de temperatura, además de considerarse un material de fácil aplicación y mantenimiento.

En cuanto a la producción tradicional antigua del FCB, la composición era constituida por el asbesto (amianto) como fibra de refuerzo, eran conformadas por ciertos minerales que tratados previamente daba paso a las llamadas fibras flexibles, cuando el fibrocemento dio como resultado ser muy resistente a la combustión comenzaron a ser empleadas para la construcción de edificios y de otra índole similar hasta que llegó un momento en el cual se detectaron enfermedades altamente riesgosas como el cáncer y




llego a convertirse en un material peligroso para la salud y dejo de ser empleado para la elaboración de los FCB (Esquinas, 2019).

2.5.1. Clasificaciones de los productos de fibrocemento y áreas de aplicación

Los materiales de fibrocemento tienen diversas formas y tamaños ello depende de la aplicación y uso que se le quiere asignar, dentro de las principales aplicaciones se tiene láminas de fibrocemento corrugado y tableros.

Tabla 4

Productos de fibrocemento y áreas de aplicación

Producto de fibrocemento	Área de aplicación
Lamina plana – tablero – panel 	Las láminas planas de fibrocemento tienen aplicación en muros interiores y exteriores, como base de piso y aplicaciones en techos industriales.
Lamina corrugada 	Las láminas de fibrocemento de tipo corrugada son aplicables en Techos domésticos, Techos de tipo industrial.
Tuberías 	Dentro de la producción de fibrocemento, se tienen túneles, caminos bajos y puentes.

Nota: Adaptado de “*Fibre Cement Product Guide*”, por BGC, 2021, ínnova.

2.5.2. Elaboración de fibrocemento

Proceso Hatschek

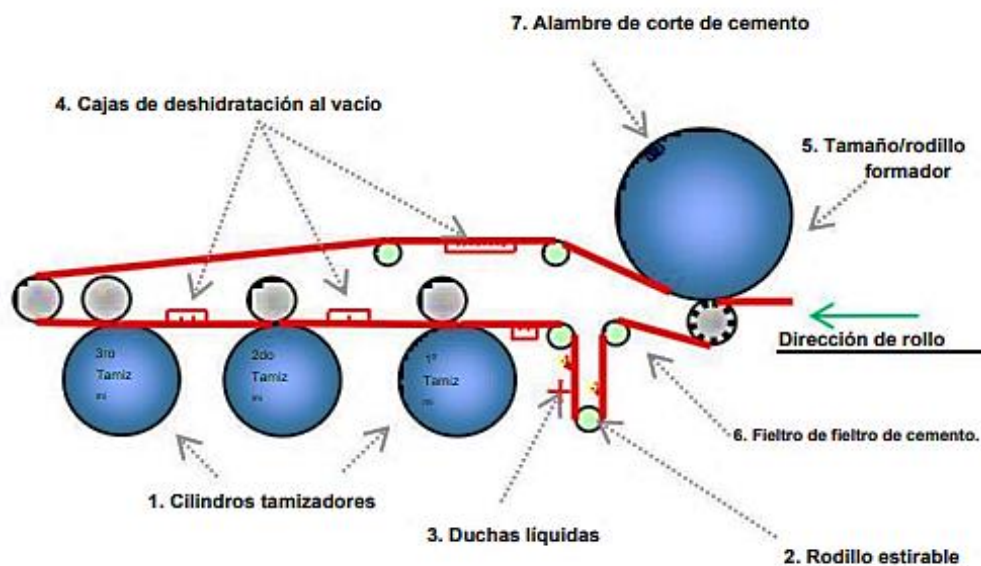
Ludwing Hatschek desarrolló el fibrocemento a finales del siglo XIX basado en procesos de la industria papelera, la materia prima utilizada para la elaboración fue el cemento de amianto, producto que se viene siendo eliminado debido a los riesgos de salud que tiene asociado al asbesto (James, 2011).

De acuerdo a la NTP-ISO 8336:2017 las materias utilizadas para la elaboración de paneles de fibrocemento consisten principalmente en cemento, un material que al contacto con el agua posee la propiedad de juntar otros materiales el cual está formado principalmente por silicatos de calcio y materiales calcáreos dados por refuerzo de fibras orgánicas o inorgánicas tales como: fibra de celulosa, fibra orgánica sintética o inorgánica y fibra de vidrio.

En la figura 6, se puede visualizar la máquina de Hatschek el cuál se utiliza para la elaboración de láminas planas y corrugadas de fibrocemento en base a una mezcla acuosa de fibra, cemento y entre otros agregados, los cuales al ser introducidos y aplicar el vacío en tamices de tipo cilíndrico y al darse la rotación de este cilindro, se recoge en un fieltro denominado “fieltro de fibrocemento” una capa de los materiales secos, mientras tanto, la parte mayoritaria pasa por medio de una malla producido por el efecto del vacío que se ha aplicado, logrando retirar el excedente de agua (Jarabo, 2013).

Figura 6

Fabricación de paneles de fibrocemento



Nota: La figura muestra el proceso de fabricación de fibrocemento en el proceso Hatschek. Tomado de “*Effect of fibre diameter, at a specified web weight and mechanical bonding on parameters and characteristics of fibre cement felts*”, por P. James, 2011, School of Fashion & Textiles, RMIT University.

El rodillo de tamaño conocido como rodillo formador acumula capas de cemento hasta lograr el espesor requerido modelándolo, una vez que el rodillo de tamaño logra que el producto tenga el espesor requerido y un alambre cortado separa la hoja a la longitud requerida para finalmente dejarlo a curado, se toma aproximadamente diez horas este proceso de curado, en el cual se hace uso de calor, vapor y presión con el fin de fijar las láminas (James, 2011).

2.5.3. Clasificación de los paneles de fibrocemento

Según la NTP-ISO 8336 (2017), los paneles de fibrocemento se clasifican en tres categorías de acuerdo a su aplicación:

Categoría A: Los paneles tipo A son elaboradas para aplicaciones externas en las que puedan estar sometidas de forma directa al sol, nieve o lluvia.

Categoría B: Los paneles tipo B están hechas para ser aplicadas en zonas donde pueden ser sometidas al calor, la humedad e inclusive heladas eventuales.

Categoría C: Los paneles tipo C están destinadas a aplicaciones internas, como paredes, interiores, pisos, baldosas y contrapisos, que pueden estar expuestas al calor y humedad, pero no a las heladas.

La NTP establece que los paneles de fibrocemento deben cumplir los siguientes criterios requeridos de acuerdo a su categoría y clase.

Tabla 5

Requisitos de ensayo según la NTP ISO 8336:2017

Densidad	Resistencia a la flexión		
	Categoría A	Categoría B	Categoría C
<i>Clase 1</i>	4 MPa	4 MPa	4 MPa
<i>Clase 2</i>	7 MPa	7 MPa	7 MPa
<i>Clase 3</i>	13 MPa	13 MPa	10 MPa
<i>Clase 4</i>	18 MPa	18 MPa	16 MPa
<i>Clase 5</i>	24 MPa	24 MPa	22 MPa

Nota: La tabla muestra los requisitos de aceptación de los paneles de fibrocemento en función de la resistencia a la flexión. Tomado de “*Planchas planas de fibrocemento: requisitos del producto y métodos de ensayo*”, por NTP-ISO 8336, 2017.

2.5.4. Aplicaciones de los paneles de fibrocemento

El fibrocemento como producto tiene diversas aplicaciones; en la tabla 6, se muestran algunas de las aplicaciones y el grado de categoría que tienen según la NTP ISO 8336:2017.

Tabla 6

Aplicaciones de los paneles de fibrocemento

APLICACIONES	CATEGORÍA
Fachadas	A
Revestimiento traslapado (tablones) o revestimiento	A
Apoyo a la fachada del azulejo	A
Subsuelo (externa)	A
Plafones (aleros de revestimiento)	B
Respaldo externo para render o revestimiento	B
Capa base rígida para techos o paredes	B
Moldaje o encofrado	B
Apoyo a la pared interna o baldosas para pisos	C
Revestimientos de techos	C
Sustrato de interiores para acabados de paredes de pintura o papel tapiz	C
Subsuelo (interior)	C

Nota: Tomado de “*Planchas planas de fibrocemento: Requisitos del producto y métodos de ensayo*”, por NTP-ISO 8336, 2017.

2.5.5. Ensayos

Los paneles de fibrocemento deben de cumplir con los requisitos de desempeño físico o mecánico, ello de acuerdo a la categoría y clase de fibrocemento.

Ensayos de aceptación

El objetivo de estos ensayos es determinar si el producto cumple con las especificaciones de la NTP aplicada a paneles de fibrocemento, dentro de estos ensayos se encuentran:

- Caracterización de las dimensiones: longitud, ancho y espesor
- Medición de densidad
- Medición de características mecánicas: resistencia a la flexión



Ensayos tipo

Son ensayos que refieren la aprobación de un producto nuevo y/o un cambio fundamental en la formulación y/o metodología de elaboración, en donde los efectos no se pueden predecir sobre la base de una experiencia formada. Dentro de los ensayos tipo se encuentra los siguientes:

- Resistencia a la flexión (obligatorio)
- Permeabilidad al agua (obligatorio)

Caracterización de las dimensiones

Consiste en la inspección realizada al panel de fibrocemento, donde se miden sus dimensiones haciendo uso de una regla metálica de aproximación a 0,1 mm se debe de tomar tres medidas de cada dimensión, una en la parte central y otras a 50 mm de aproximación.

Densidad aparente

Para determinar la densidad aparente, se determina el volumen de una muestra saturada por inmersión en agua, seguidamente se seca en un horno y se obtiene el peso.

Para muestra que tiene un espesor \leq a 20 mm se sumergirán en agua durante al menos 24 horas; mientras que, para muestras que tienen un espesor \geq a 20 mm se sumergirán en agua durante al menos 48 horas (NTP-ISO 8336, 2017).

Permeabilidad al agua

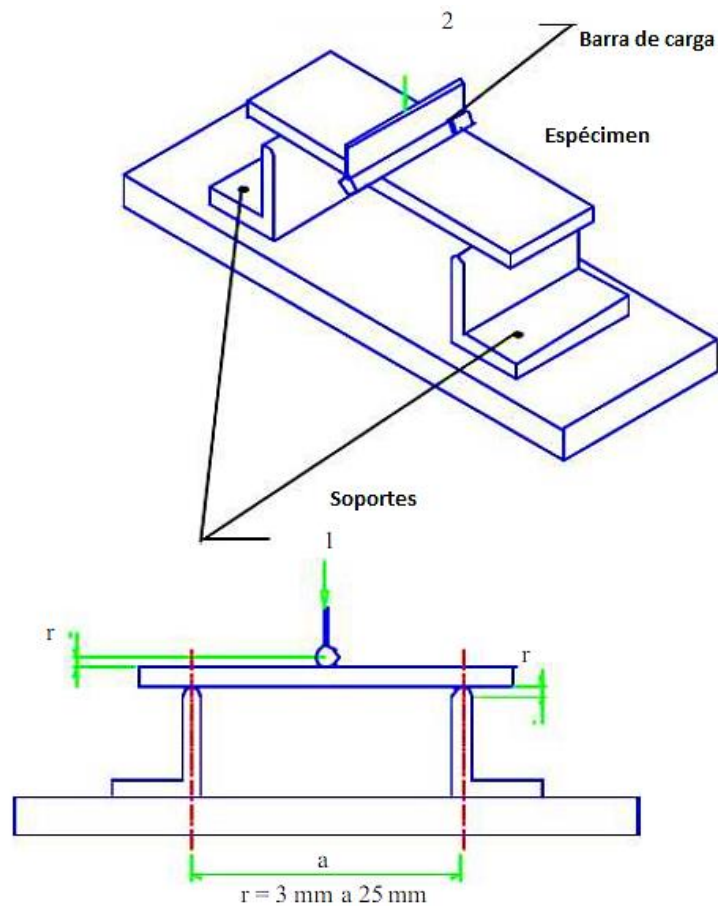
Para determinar la permeabilidad al agua, se coloca y sella el marco en la cara superior del panel y se ubica de modo que la cara del panel sea horizontal, se llena el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha y posterior a 24 horas se examina la cara inferior del panel para determinar la presencia de gotas de agua (NTP-ISO 8336, 2017).

Resistencia a la flexión (Módulo de rotura – MOR)

Se obtiene cinco especímenes del panel de fibrocemento, para realizar el ensayo se utiliza una máquina de ensayo de flexión con dos soportes de tipo horizontal paralelos uno fijo y uno móvil con la finalidad de que se pueda permitir la alineación con el espécimen, los soportes deben de tener un radio de 3 mm (mínimo) a 25 mm (máximo) tal como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Esquema de la máquina de resistencia a la flexión



Nota: Tomado de “Planchas planas de fibrocemento: requisitos del producto y métodos de ensayo”, por NTP-ISO 8336, 2017.



2.6. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Copara & Asin (2022) evaluaron el grado de aptitud de la fibra “*Apeiba membranacea Spruce ex Benth*” en la elaboración de FCB. Los autores realizaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones, tratamientos de 100 % cemento, y otros con adiciones de 20 %, 30 %, 40 % y 50 % de adición de fibra. Realizaron ensayos de absorción de agua, humedad, densidad, resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. Respecto a los resultados obtenidos, se obtuvo una humedad menor con 20 % de adición de fibra de 19,37 %, en cuanto a la densidad, se obtuvo una densidad menor de $0,50 \text{ g.cm}^{-3}$ con un 50 % de adición, en cuanto a las propiedades mecánicas del FCB se obtuvieron una mayor compresión y mayor en resistencia de flexión con un 40 % de adición de fibra con promedios de 5,48 % y $125,02 \text{ kg.cm}^{-2}$ respectivamente.

Palomino (2022) en su trabajo investigativo llevo a cabo el estudio de las propiedades de paneles de fibrocemento FCB asignándole refuerzo con fibras de Ichu, para la fabricación de paneles utilizó como matriz cemento Portland, caliza al 12 %, y proporciones de 6 %, 9 % y 12 % de fibra de Ichu expresado en peso, para su elaboración utilizó el método Hatschek, Las muestras fueron sometidas a condiciones húmedo-seco y hielo-deshielo, a temperaturas de $-20 \pm 4^\circ\text{C}$ por un periodo de tres horas y posteriormente se le descongeló a temperatura ambiente. En cuanto a las propiedades físicas, obtuvo un material de alta porosidad con adiciones de 9 y 12 % de fibra de ichu, en cuanto a las propiedades mecánicas, con un 9 y 12 % de fibra apreció una mayor ductibilidad, en cuanto a la tenacidad se observa mejores resultados con una adición de 9 y 12 % de fibra, el porcentaje más óptimo fue del 9 % obteniendo una resistencia de 11,56 MPa, logrando así buenas propiedades mecánicas del fibrocemento.

Giron et al. (2021) determinaron el efecto de la sustitución del agregado fino con la ceniza de la hoja de eucalipto para determinar las propiedades de resistencia a la



compresión que es el esfuerzo máximo de compresión en el concreto igual a $f'c = 210 \text{ kg.cm}^{-2}$. Realizaron probetas patrón del mismo modo probetas con sustitución del agregado fino y con la ceniza de la hoja de eucalipto con 5 %, 10 % y 15 %, los autores analizaron el efecto de resistencia a la compresión con periodos de tiempo de 7, 14 y 28 días de curado, posteriormente realizaron pruebas para la determinación de propiedades físicas del mortero. Obtuvieron una resistencia a la compresión mayor que al concreto patrón con 15 % de sustitución de ceniza de hojas de eucalipto con curado de 14 días, y el ensayo de fluidez superó la muestra patrón.

Patiño (2021) realizó un estudio de evaluación del comportamiento de la adición de envases de tipo tetrabrik, fibras de polietileno y aluminio aplicado para la elaboración del fibrocemento. Elaboró cuatro paneles de fibrocemento tres con adiciones de 8 % de fibra por totalidad de mezcla y una placa sin adiciones, de cada placa se derivó 26 probetas para realizar ensayos de flexión, compresión y conductividad térmica. El autor llegó a la conclusión de que el fraguado fue relativamente rápido debido en un tiempo de 24 horas con las fibras empleadas, a partir de las pruebas realizadas, obtuvo resultados de resistencia a la flexión de $18,01 \text{ kg.cm}^{-2}$ con adición de tetrabrik, $12,32 \text{ kg.cm}^{-2}$ con adición de aluminio y $9,2 \text{ kg.cm}^{-2}$ con adición de polietileno, obtuvo una resistencia a la compresión mayor utilizando tetrabrik y en cuanto a la conductividad térmica obtuvo una mayor conductividad con adición de polietileno de $0,481 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

Ramos (2020) investigó la incidencia de adición de Ichu y Nylon a fin de lograr mejoras en las propiedades de resistencia a la tracción y resistencia a la flexión, esto se logró adicionando diferentes longitudes, de 2 y 5 cm para el Ichu, y para el nylon de 6 y 9 cm, una vez analizados los resultados, el autor realizó la comparación con un concreto patrón sin fibras, y posterior se adicionaron por separado las fibras de Ichu y fibras de Nylon en porcentajes de 0,5 %, 1 %, 2 % y 3 %. Para obtener la mezcla, usó agregado de



½”, y cemento Portland tipo I. El autor concluyó que al usar ambas fibras en dosis de 1 % de nylon y 0,5 % de Ichu, logrando mejorar las propiedades mecánicas como: resistencia a tracción, flexión y ductilidad.

Pablo (2018) evaluó el mejoramiento de las propiedades del concreto adicionando fibras de polietileno las cuales fueron obtenidas a partir del reciclaje de botellas plásticas, elaboró un patrón de resistencia de diseño de 280 kg.cm^{-2} . Utilizó 36 muestras de concreto de $f'c=175 \text{ kg.cm}^{-2}$, las cuales dividió en concreto patrón con 9 unidades, y 9 unidades y con sustitución de ceniza al 2 %, 3 % y 5 %, todas y cada una de ellas sometidas a compresión a los 7, 14 y 28 días, este criterio de ensayo se basó en la NTP 339.034, obteniendo probetas cilíndricas a compresión y a flexión. Concluyó que las fibras de polietileno influyeron positivamente en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto, a proporciones de 0,0 Kg, 0,5 Kg, 1,0 Kg, 1,50 Kg y 2,0 Kg por cada metro cúbico, logró aumentar el módulo de rotura del concreto en un 114 % en relación al concreto patrón.

Beraún (2017) en su proyecto estudió la influencia de incorporar en diferentes porcentajes de adición de fibra vegetal de *coco nocifera*, realizó ensayos comparativos entre un concreto patrón, y ensayos con adiciones de fibra al 0,5 %, 1 % y 1,5 %, en peso con respecto al cemento. La muestra con fue diseñada para $f'c= 280 \text{ kg.cm}^{-2}$, el autor evaluó la resistencia a la compresión y peso unitario. Concluyó, que la trabajabilidad del concreto disminuye al adicionarle 1,5 % de la fibra de *coco nocifera*, en cuanto a la compresión con adiciones del 0,5 %, 1,0 % y 1,5 % de fibra de coco, longitud promedio de 15 cm y 28 días de curado logró resistencias promedio de $f'c= 304,31 \text{ kg.cm}^{-2}$, $f'c= 292,44 \text{ kg.cm}^{-2}$ y $f'c= 274,31 \text{ kg.cm}^{-2}$ respectivamente; observó que, a mayor porcentaje de adición de la fibra, la compresión disminuyó con respecto al concreto sin adición.



Durán & Leiva (2017) presentaron una propuesta de mezclar concreto con adición de la fibra de caña de azúcar para lograr una mejora en sus propiedades de principio estructural; realizaron 3 mezclas previo diseño de una muestra patrón con resistencia de $f'c=201 \text{ kg.cm}^{-2}$, las muestras fueron ensayadas cada 3, 7 y 21 días de fraguado, a los 3 días de fraguado cumplió con el 50 % de la resistencia diseñada de, a los 7 días de fraguado se cumplió con el 70 % y a los 21 días sobrepaso la resistencia para la que fue diseñada y su proyección con 28 días de fraguado obtuvieron una resistencia de 318 kg.cm^{-2} . En cuanto a la muestra con 4 % de fibra de caña de azúcar y 7 días de fraguado obtuvo resistencias de $70,85 \text{ kg.cm}^{-2}$ lo que corresponde al 33,74% de la resistencia diseñada, con 6 % de fibra de caña de azúcar y tres días, una de fraguado obtuvo resistencia de $16,9 \text{ kg.cm}^{-2}$, mientras que, a los 7 días logró una resistencia superior de 63,02 % con respecto a los 3 días. Concluyeron que se disminuyó el agrietamiento por esfuerzos, mejora la flexibilidad, resistencia y transmisión de cargas con 4 % de adición de fibra de la caña de azúcar.

Hincapié (2017) al realizar su trabajo de investigación estudió una metodología de obtención de nanosílice y para determinar su efecto de adición en placas de fibrocemento. Para la evaluación, utilizó diferentes porcentajes de adición de 0, 3, 5 y 7 % de adición de nanosílice y del mismo modo adiciones de 0, 3, 5 y 7 % de microsílice a partir de la cascarilla de arroz. El autor obtuvo los siguientes resultados en cuanto a la resistencia a la flexión los cuales variaron de 12,15 MPa, 14,16 MPa y 12,75 MPa lo que significa un aumento de 2,53 % 12,226 % y 4,91 % con adiciones de 3, 5 y 7 % respectivamente a diferencia de un fibrocemento sin adiciones obteniendo 11,82 MPa de resistencia, lo que significan que con adición de nanopartículas se obtienen mejores resultados con adición de 5 %, en cuanto a las micropartículas obtuvo resistencias de 12,12 MPa, 13,27 MPa y 12,40 MPa lo que significa un 2,79 %, 19,80 % y 7,86 % de



aumento respectivamente obteniendo un mejor resultado con 5 % de adición de micropartículas, del módulo de elasticidad se infiere que hay una mejora de resistencias con *microsilice* o *nanosilice*, en comparación de placas sin adición.

Gamarra (2016) realizó un estudio para evaluar el grado de apto de las fibras de mesocarpio de la palma aceitera para la elaboración de paneles de FCB. El autor evaluó fibra adicionada con porcentajes de 3 %, 6 % y 9 %, para obtener paneles de 35 cm de lado y 1 cm de espesor. El autor concluyó que las fibras de mesocarpio son favorables en la fabricación de paneles de FCB, en cuanto a sus propiedades mecánicas tales como la resistencia a la flexión los resultados que obtuvo fueron de 46,19 kg.cm⁻² con un 3 % de adición de fibra, 29,41 kg.cm⁻² con un 6 % de adición de fibra, 31,30 kg.cm⁻² con un 9 % de adición de fibra, se puede afirmar que los valores tienden a incrementar a un bajo porcentaje de fibra, así mismo que con el mesocarpio de palma se obtienen paneles de alta densidad.

Jarabo (2013) evaluó el efecto de adición de sepiolita y el uso de los residuos del tipo agrícola como alternativa de obtención de fibras celulósicas a través de la modificación en las formulaciones de fibrocemento, optimizó las dosis de sepiola fijando la dosis de floculante en 100 mg por kg, ya que ésta es la que se emplea en el proceso Hatschek, en el cual utilizó dos sepiolitas (sepiolita A y B) a dosis de 0 %, 1 %, 1,25 % y 1,5 %. Añadiendo 1,25 % de sepiolita A obtuvo un tamaño medio al final de la etapa de evolución en los flóculos, en cuanto la sepiolita B no se obtuvo disparidad en el tamaño de cuerda con las 0 %, 1 %, 1,25 % y 1,5 %, de adición de sepiolita. El autor concluyó que al emplear sepiolita se reduce el efecto retardante de la poliacrilamida aumentando la productividad de fabricación de fibrocemento, y que las fuentes de fibras de celulosa obtenidas de cañamiza y de maíz presentan similitudes morfológicas.



González et al. (2007) evaluaron la utilización de rastrojos de trigo en el desarrollo de fibrocemento destinado para un uso similar al que tienen actualmente los tableros de fibrocemento tradicionales, los autores utilizaron un pulpeo químico obteniendo un 37,24 % de fibras celulósicas, para la fabricación de las probetas de fibrocemento ocuparon cemento tipo Portland Puzolánico. Utilizaron fibras de trigo, cemento y agua para la obtención de fibrocemento el cual se vertió en un molde para elaborar probetas de 7,2 cm de largo y 3 cm de ancho, concluyeron que con 10 % de fibra obtuvieron un valor máximo de resistencia a la flexión, se obtuvo una resistencia de flexión más alta con probetas de sólo cemento (agua y cemento) y no hubo influencia en las variaciones de densidad del compuesto.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. OBJETO DE ESTUDIO

Paneles de fibrocemento (FCB) elaborados con cemento Portland tipo I y adiciones de fibra celulósica de totora (*Schoenoplectus californicus*), la totora fue recolectada de los alrededores de la bahía del Lago Titicaca por el sector de los Urus Chulluni, con coordenadas geográficas UTM: E: 393759,964; N: 8250519,059 y una altitud de 3 858,29 m.s.n.m

Figura 8

Ubicación de la zona de recolección de totora



3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

a) Material experimental

Material orgánico de Totora (*Schoenoplectus californicus*), NaOH, Na₂S,
Cemento Portland tipo I, CaCl₂

b) Instrumentos de laboratorio

- Vasos de precipitado (50 mL - 100 mL)
- Probetas graduadas (10 mL - 50 mL - 100 mL)



- Fiolas (100 mL - 500 mL - 1000 mL)
- Crisoles de porcelana
- Piseta
- Papel filtro (Whatman) N°40
- Luna de reloj
- Matraces Kjeldahl (100 mL)
- Vernier (Insize)
- Termómetro (TP 101)

c) Equipos de laboratorio

- Estufa (Usa-precisión científic Thelco)
- Tamiz Malla W.S. Tyler #10, #45 (Standard Test Sieve)
- Moldes (triplay fenólico) 25 cm x 25 cm
- Molino manual (Corona vandersycia)
- Batidora eléctrica (kitchenaid)
- Balanza analítica (TM Electronic Scale)
- Equipo micro Kjeldahl para digestión (MIM)
- Equipo de compresión hidráulica digital (STYE – 2 000 – PYS)
- Prensa CBR Manual (PYS 145)

d) Equipos de seguridad

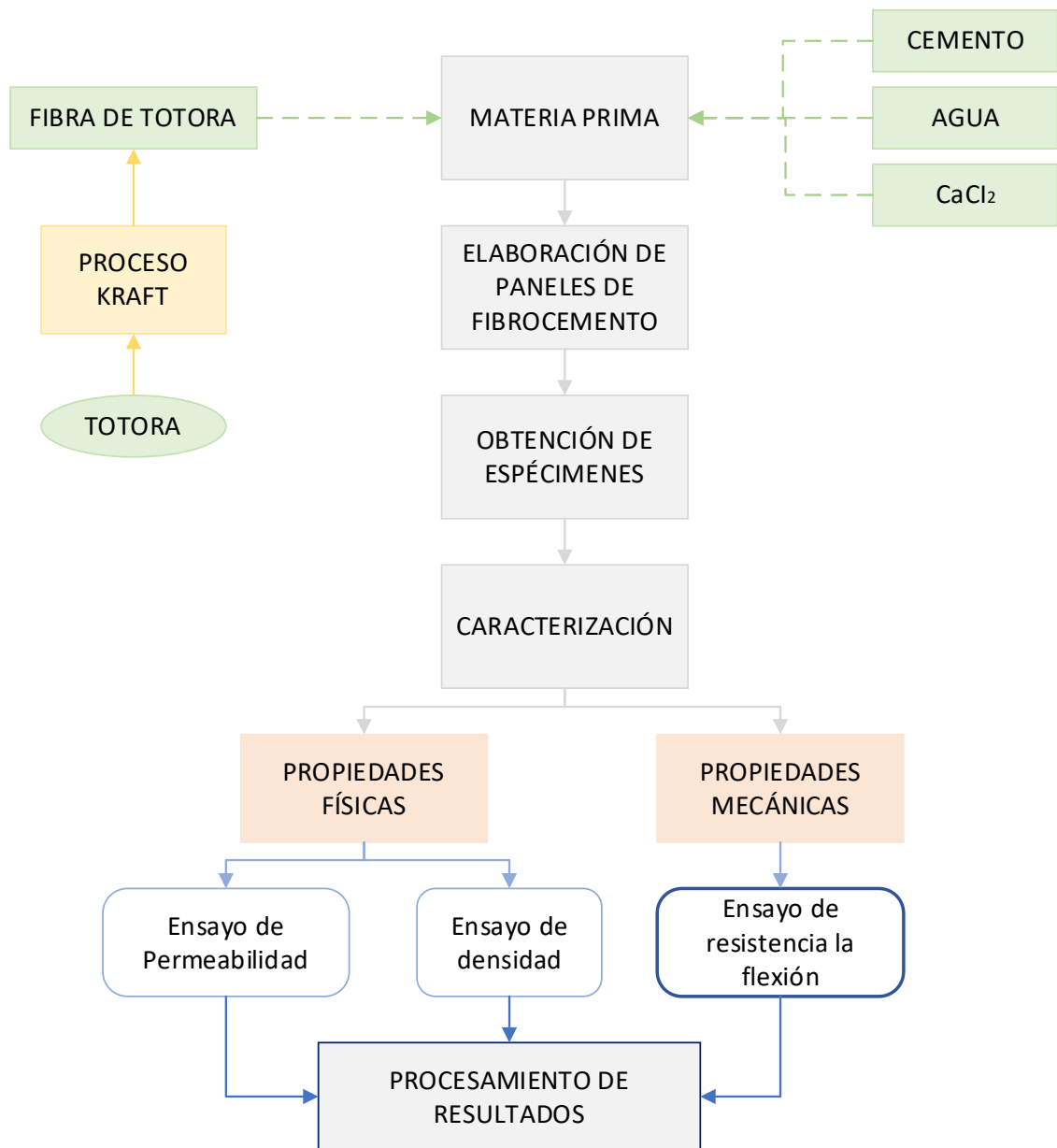
- Guantes de Nitrilo, respirador contra gases, lentes de seguridad, zapatos de seguridad, guardapolvo, chaleco de seguridad.

3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

En el presente trabajo investigativo se empleó la siguiente metodología que se resume en el siguiente diagrama de flujo, figura 9:

Figura 9

Diagrama de flujo de la investigación



3.3.1. Metodología para obtener fibra de totora mediante el proceso de pulpaje químico al sulfato tipo Kraft.

Para lograr el objetivo específico 1 se siguieron los siguientes pasos:

- La totora se recolecto de los lugares aledaños a la bahía del Lago Titicaca en el sector de los Urus Chulluni, se seleccionó totora de un tamaño mayor a 50 cm de

altura; una vez obtenida la totora, se lavó con agua y posterior a ello se le dejó secar a la intemperie por un periodo de 20 días.

- b. Para la obtención de fibras celulósicas a partir de totora se hizo aplicación del pulpaje químico tipo Kraft, se empleó reactivos químicos como el sulfuro de sodio (Na_2S) e hidróxido sódico (NaOH).
- c. Previo al proceso de cocción, se cortó la totora a tamaños de aproximadamente 1 cm, posteriormente se dejó hidratar la totora por un periodo de 60 minutos realizando movimientos envolventes entre tiempos, seguidamente se dejó secar por 24 horas a la intemperie.

Figura 10

Reducción de tamaño de la totora



- d. Para el proceso de cocción se hizo uso de un equipo micro Kjeldahl, realizándose dos digestiones por cada muestra empleada en un matraz Kjeldahl, las condiciones de cocción del proceso fueron las siguientes:

- | | |
|---------------------------------|----------|
| - Alkali activo | : 22 % |
| - Sulfidez | : 20 % |
| - Relación licor/totora | : 5/1 |
| - Temperatura máxima de cocción | : 140 °C |
| - Tiempo a temperatura máxima | : 3 min. |

Figura 11

Matraces Kjeldahl previo al proceso de cocción



Figura 12

Equipo micro Kjeldahl para digestión de la totora



- e. Terminado el tiempo de cocción, se utilizó un tamiz con la finalidad de escurrir el remanente de cocción y obtener solamente la pulpa.

Figura 13

Fibra de totora después de cocción y remanente del proceso de cocción



- f. La pulpa obtenida se lavó con agua y con el fin de reducir el contenido de humedad, se escurrió el agua por un periodo de 60 minutos y posteriormente se llevó a una

estufa a temperatura de 105°C por periodo de 48 horas con la finalidad de obtener fibras secas.

Figura 14

Fibra lavada y fibra seca



- g. Para reducir el tamaño de la fibra, la fibra seca obtenida se pulverizó en un molino de tipo manual a tamaños de mallas #10 (2,0 mm) y #45 (0,354 mm).

Figura 15

Molienda de la fibra de totora seca



- h. Una vez obtenida la fibra de totora, se llevó al laboratorio de aguas y suelos de la Universidad Nacional del Altiplano; donde se determinó la composición química (contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina) y física (humedad, densidad, cenizas) de la totora seca (sin tratar) y fibra de totora (tratada).

3.3.2. Metodología para determinar el porcentaje de adición de fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) y componentes para la elaboración de paneles de fibrocemento

Para lograr el objetivo específico 2 se siguieron los siguientes pasos:

- Se utilizaron moldes para la obtención de paneles de 25 cm de largo, 25 cm ancho y espesor variable de 0,6 cm y 1,7 cm.
- Se realizó una mezcla para obtener la pasta de fibrocemento, para ello se hizo uso de los siguientes materiales:

Cemento: Se utilizó el cemento portland tipo I de la marca RUMI.

Fibra: Se utilizó la fibra de totora tratada en porcentajes de adición de 1 y 3 %.

Mineralizante: Se utilizó CaCl_2 en 1,5 %

Agua/cemento: 1 /2,5

Para obtener la mezcla, primero se colocó la fibra de totora tamizada de acuerdo a tamaños de mallas propuestos, seguido del CaCl_2 , cemento y finalmente el agua, posteriormente se procedió a mezclar con ayuda de una batidora eléctrica.

Figura 16

Materiales sólidos para la obtención de la mezcla para elaborar el fibrocemento



- c. Una vez obtenida la mezcla, se vertió y posteriormente se dispersó alrededor del molde, se uniformizó dando ligeros golpes y se pasaron a una prensa hidráulica para compactar el panel.
- d. Compactado el panel, se dejó fraguando por un periodo de 48 horas.

Figura 17

Vertido y compactación de los paneles de fibrocemento



- e. Transcurrido el tiempo, se dejó a curado en agua por un periodo de tiempo de siete días.

Figura 18

Curado en agua de los paneles de fibrocemento



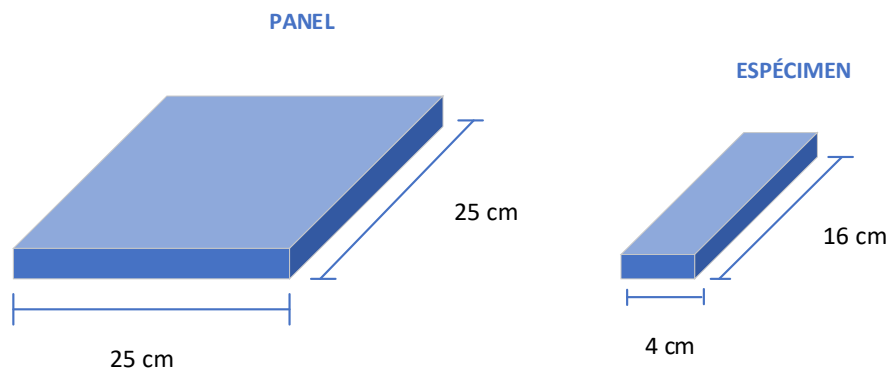
3.3.3. Metodología para determinar propiedades físicas y mecánicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora

Para lograr el objetivo específico 3 se siguieron los siguientes pasos:

- a. Para la obtención de especímenes de ensayo, se dividieron los paneles de fibrocemento con ayuda de una cortadora eléctrica a dimensiones de 16 cm de largo y 4 cm de ancho con espesores variables de 0,6 y 1,7 cm, obteniéndose 5 especímenes por cada panel de fibrocemento.

Figura 19

Dimensiones de panel de fibrocemento y especímenes de panel



- b. Una vez obtenidos los especímenes, se realizaron ensayos físicos y mecánicos evaluando propiedades como densidad, permeabilidad al agua y resistencia a la flexión, que son ensayos mínimos requeridos según la NTP-ISO 8336:2017, dichos ensayos fueron realizados en el laboratorio de suelos y concreto Geocontrol Total EIRL.

Figura 20

Equipo de ensayo de resistencia a la flexión



Figura 21

Especímenes de ensayo de resistencia a la flexión



3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la determinar el número de experimentos, se llevó a cabo un diseño de tipo factorial con dos niveles y tres factores (variables) de tal modo que nos permitirá conocer el número de pruebas a realizar, la prueba experimental se ajusta a la siguiente expresión:

$$N = 2^k$$

Donde:

N = Cantidad de experimentos totales

k = Cantidad de variables

3.4.1. Variables y niveles del diseño estadístico

Tabla 7

Identificación de las variables y niveles de diseño para la investigación

VARIABLES	FACTOR	UNIDAD	NIVEL (-) INFERIOR	NIVEL (+) SUPERIOR
X_1	Tamaño de partícula	#	10	45
X_2	Espesor de panel	cm	0,6	1,7
X_3	Porcentaje de Fibra	%	1	3

Teniendo en cuenta los niveles mínimos y máximos y tres variables de diseño (porcentaje de fibra, tamaño de partícula, espesor de panel), para la presente investigación

se realizaron ocho pruebas de acuerdo al diseño experimental 2^3 para obtener la variable respuesta.

Tabla 8

Variable de respuesta de investigación

RESPUESTA	UNIDAD
Resistencia a la flexión	MPa

Matriz de diseño estadístico

Tabla 9

Matriz de diseño estadístico

N° pruebas	DISEÑO	X ₁	X ₂	X ₃
1	[1]	10	0,6	1
2	a	45	0,6	1
3	b	10	1,7	1
4	ab	45	1,7	1
5	c	10	0,6	3
6	ac	45	0,6	3
7	bc	10	1,7	3
8	abc	45	1,7	3

Modelo matemático

El modelo matemático se presenta de la siguiente manera:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3$$

Donde:

Y= Variable respuesta (resistencia a la flexión)

X₁ = Tamaño de partícula

X₂ = Espesor de panel

X₃ = Porcentaje de fibra



$b_0, b_1, b_2, b_3 =$ Coeficientes de correlación

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestra evidencia de los resultados obtenidos durante el transcurso de la investigación según los objetivos propuestos, del mismo modo se interpretan los resultados obtenidos a partir del método experimental y a los antecedentes previos a la presente investigación.

4.1. OBTENCIÓN DE FIBRA DE TOTORA MEDIANTE EL PROCESO DE PULPAJE QUÍMICO AL SULFATO TIPO KRAFT

Se obtuvo fibra de totora mediante el proceso de pulpage químico al sulfato tipo Kraft, obtenida la fibra, se realizó la caracterización física y química de la totora y fibra de totora tratada para evidenciar el incremento del contenido de celulosa en la muestra obtenida, para su análisis se envió al laboratorio de aguas y suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno.

Tabla 10

Composición química de totora y fibra de totora tratada

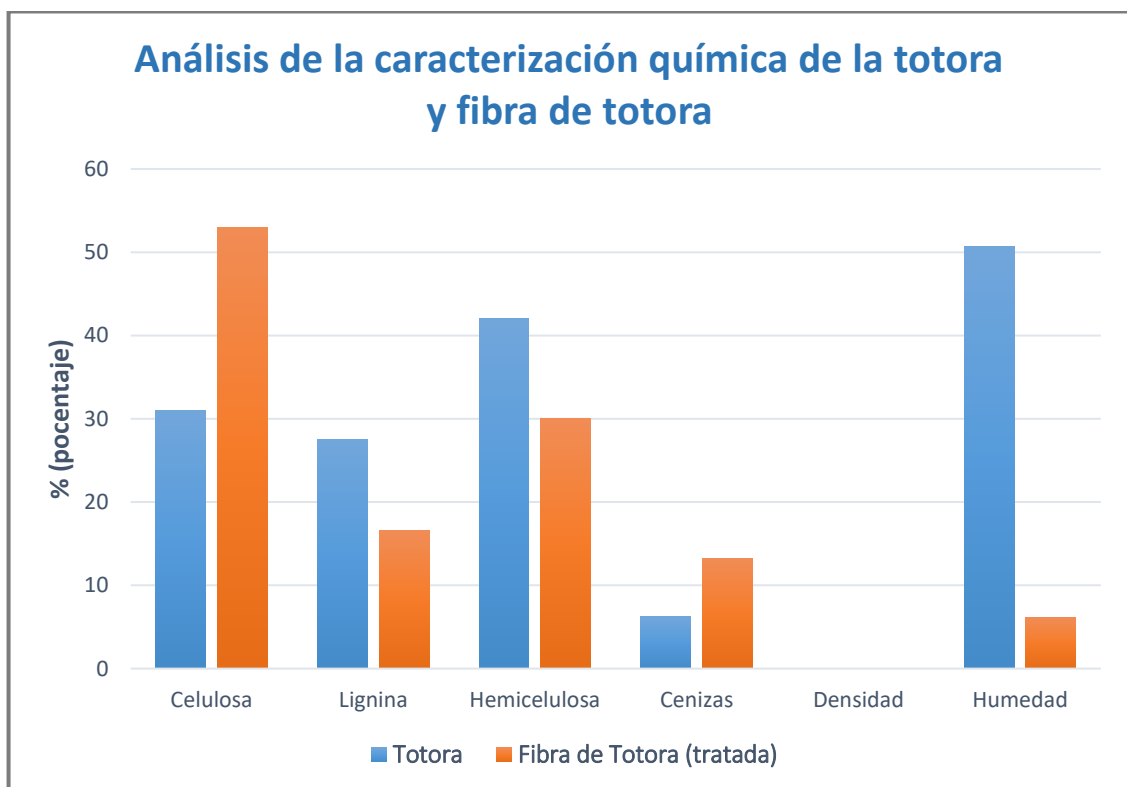
PARÁMETRO	UNIDAD	M-01	M-02
		TOTORA SIN TRATAMIENTO	FIBRA DE TOTORA TRATADA
Celulosa	%	31	53
Lignina	%	27,5	16,6
Hemicelulosa	%	42	30
Cenizas	%	6,25	13,25
Densidad	g/cm ³	0,010	0,033
Humedad	%	50,67	6,16

En la tabla 10, se puede observar la composición química de la totora sin tratamiento (M-01), los valores obtenidos fueron los siguientes: 31 % de contenido de

celulosa; lignina 27,5 %; hemicelulosa de 42 %; cenizas 6,25 %; densidad aparente de $0,010 \text{ g.cm}^{-3}$ y humedad de 50,67 %; en cuanto a la composición química de la fibra de totora tratada (M-02) se obtuvieron resultados positivos, respecto al contenido de celulosa se obtuvo un 53 % de contenido, lignina de 16,6 %; hemicelulosa de 30 %; cenizas de 13,25 %; densidad de $0,033 \text{ g.cm}^{-3}$ y humedad de 6,16 %.

Figura 22

Análisis gráfico de caracterización química de totora y fibra de totora tratada



En la figura 22, se puede observar el análisis gráfico de la caracterización química de la totora y fibra de totora tratada, según los resultados obtenidos se afirma que, a un incremento de la celulosa, el contenido de lignina disminuye, ya que al romperse sus enlaces la lignina queda disuelta en el licor de cocción.

Como dice Fengel & Wegener (1984) la celulosa tiene la capacidad de enlazarse con otros componentes otorgándole al material una buena resistencia; al hacer uso como

componente a la fibra de totora con contenido de celulosa del 53 % se obtendrá un material durable y de buena resistencia.

4.2. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ADICIÓN DE FIBRA DE TOTORA (*Schoenoplectus californicus*) Y COMPONENTES PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES DE FIBROCEMENTO

Tabla 11

Adiciones de los componentes para elaborar los paneles de fibrocemento

Panel	Fibra (g)	CaCl ₂ (g)	Cemento (g)	Agua (ml)
P-1	6,5	9,75	633,75	254
P-2	6,5	9,75	633,75	254
P-3	16,2	24,3	1579,5	632
P-4	16,2	24,3	1579,5	632
P-5	19,5	9,75	620,75	248
P-6	19,5	9,75	620,75	248
P-7	48,6	24,3	1547,1	619
P-8	48,6	24,3	1547,1	619

Nota: Para la elaboración de cada panel de fibrocemento se utilizó diferentes adiciones de sus componentes. Donde: P-1 (panel N°1)

En la tabla 11, se muestra las adiciones de los componentes para la elaboración de paneles fibrocemento tales como: fibra de totora tratada, cemento, CaCl₂ (mineralizante) y agua, cada adición se realizó en base al diseño experimental propuesto previamente. El cemento utilizado fue el cemento Portland tipo I de la marca comercial “RUMI”; las adiciones de la fibra fueron de 1 y 3 %; CaCl₂ en 1,5 %. La adición de la fibra de totora y los componentes se realizó previa experimentación, se definió el material sólido que se requeriría de acuerdo al espesor de panel, la combinación de materiales para la



elaboración de paneles de fibrocemento estuvo compuesta por material sólido de 1 620 g para espesores de 1,7 cm y 650 g para espesores de 0,6 cm de espesor y agua en una relación de agua/cemento de 0,4. Para la obtención de mezcla, se tamizó la fibra de totora de acuerdo a tamaños de mallas según el diseño experimental, a la fibra se le añadió el CaCl_2 , después se añadió el cemento y finalmente agua con las proporciones dadas para posteriormente mezclar con ayuda de una batidora eléctrica de manera que se integren todos los componentes y obtener una pasta homogénea.

Según James (2011) el proceso industrial para la fabricación de paneles de fibrocemento, utiliza un rodillo de gran tamaño para darle el espesor adecuado al panel; para la presente investigación, se utilizó una prensa hidráulica con el mismo objetivo de obtener los espesores deseados de 0,6 cm y 1,7 cm. Se hicieron pruebas previas para determinar la presión aplicada para cada panel; para espesores de 0,6 cm se aplicó una presión de 2,8 MPa y para espesores de 1,7 cm se aplicaron presión de 3,1 MPa, por un periodo de 1 minuto, tiempo adecuado para una compactación total.

4.3. DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS PANELES DE FIBROCEMENTO CON ADICIÓN DE FIBRA DE TOTORA

Los ensayos realizados tanto físicos como mecánicos fueron realizados en base a los ensayos mínimos requeridos según la NTP-ISO 8336:2017, ensayos que fueron realizados en el laboratorio de suelos y concreto Geocontrol Total EIRL.

4.3.1. Determinación de las propiedades físicas de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora

- **Determinación de la densidad de los paneles de fibrocemento**

En la tabla 12, se observan los resultados que se han obtenido con respecto a la densidad aparente de un total de 3 especímenes tomados a partir de cada panel de fibrocemento con diferentes adiciones de sus componentes.

Tabla 12

Densidad aparente para cada espécimen obtenido

Densidad (g.cm⁻³) de fibrocemento para cada espécimen de fibrocemento			
Panel	Especímen 1	Especímen 2	Especímen 3
P-1	1,512	1,62	1,594
P-2	1,507	1,894	1,961
P-3	1,576	1,58	1,588
P-4	1,568	1,914	1,846
P-5	1,473	1,584	1,601
P-6	1,431	1,508	1,515
P-7	1,464	1,492	1,494
P-8	1,539	1,59	1,593

Nota: Cada espécimen fue tomado del panel de fibrocemento.

Tabla 13

Densidad aparente del fibrocemento con adición de fibra de totora

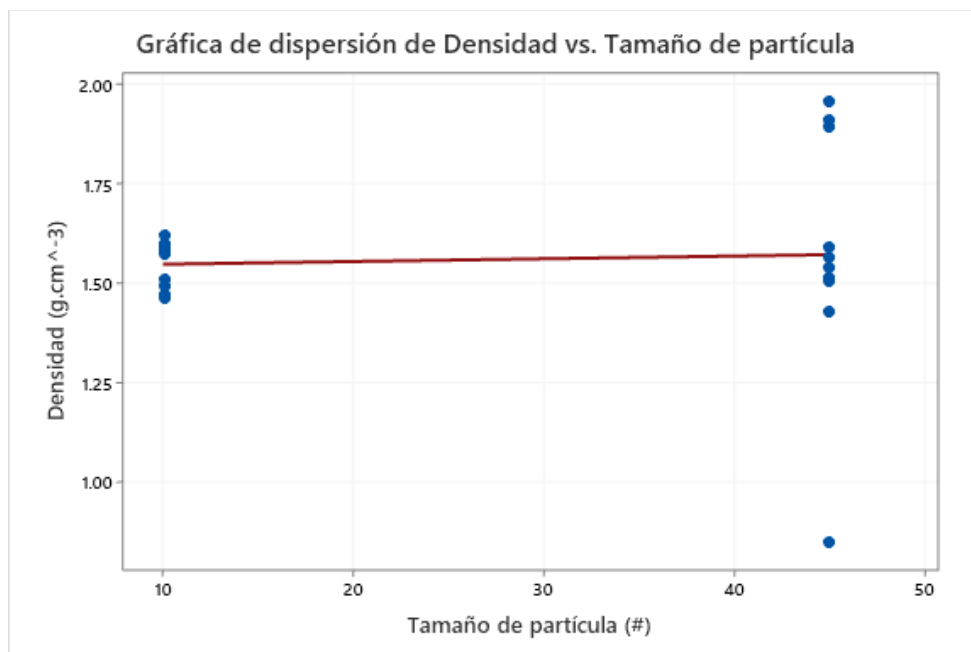
Densidad (g.cm⁻³) de fibrocemento con fibra de totora				
Panel	Tamaño de partícula (#)	Espesor (cm)	Adición de fibra (%)	Promedio
P-1	10	0,6	1	1,575
P-2	45	0,6	1	1,787
P-3	10	1,7	1	1,581
P-4	45	1,7	1	1,776
P-5	10	0,6	3	1,553
P-6	45	0,6	3	1,485
P-7	10	1,7	3	1,483
P-8	45	1,7	3	1,574

En la tabla 13, se observan los promedios de densidad de los especímenes ensayados, se observa que, el resultado mayor de densidad obtenida fue del P-2 con

densidad de $1,787 \text{ g.cm}^{-3}$, adición del 1 % de adición de fibra de totora, tamaño de partícula de fibra #45 (0,354 mm) y espesor de 0,6 cm; se obtuvo resultados menores de densidad aparente en los paneles P-6 y P-7 de $1,485$ y $1,483 \text{ g.cm}^{-3}$ con porcentajes de adición de fibra de totora del 3 %. En su investigación Palomino (2022) utilizó porcentajes de adición de fibra de ichu al 6 %, 9 % y 12 %, obteniendo densidades menores con un 12 % de adición de fibra de $2,19 \text{ g.cm}^{-3}$ y densidad mayor de $2,27 \text{ g.cm}^{-3}$ con porcentajes de adición de fibra de 6 %; con lo expuesto anteriormente podemos afirmar que, a mayores cantidades de adición de fibra celulósica existe una disminución de la densidad y a menor porcentaje de adición, una mayor densidad.

Figura 23

Gráfica de dispersión de densidad vs tamaño de partícula

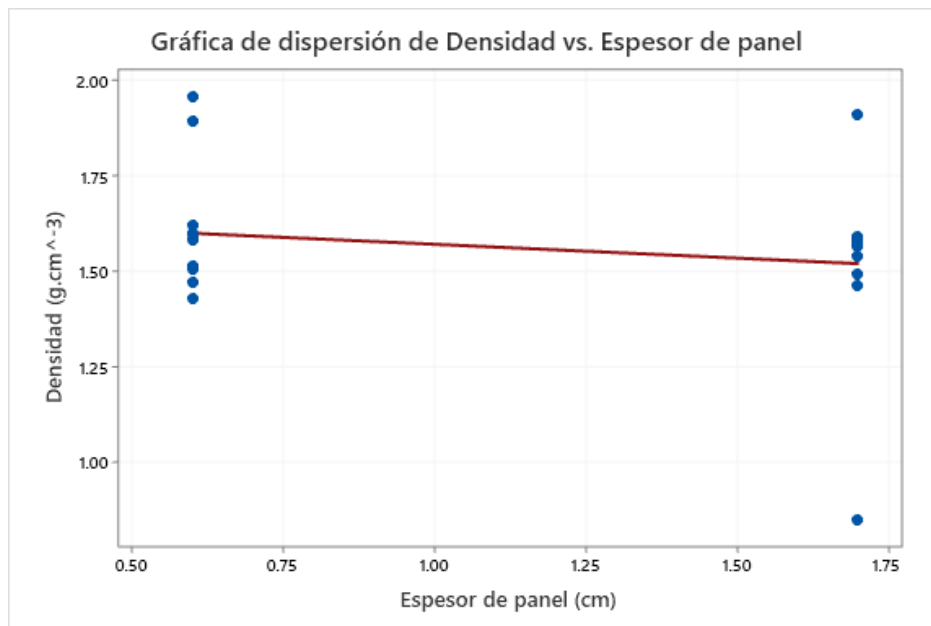


En la figura 23, se puede apreciar el gráfico de dispersión de densidad en función al tamaño de partícula, se puede observar que hay un ligero incremento en la resistencia dada por el tamaño de partícula de la fibra de totora. Para González et al. (2007) y Gamarra (2016) la resistencia del material compuesta de una matriz de cemento tiende a

incrementar cuando la relación de forma o índice de esbeltez es grande y si el índice de esbeltez es menor, el reforzamiento tiende a ser no significativo.

Figura 24

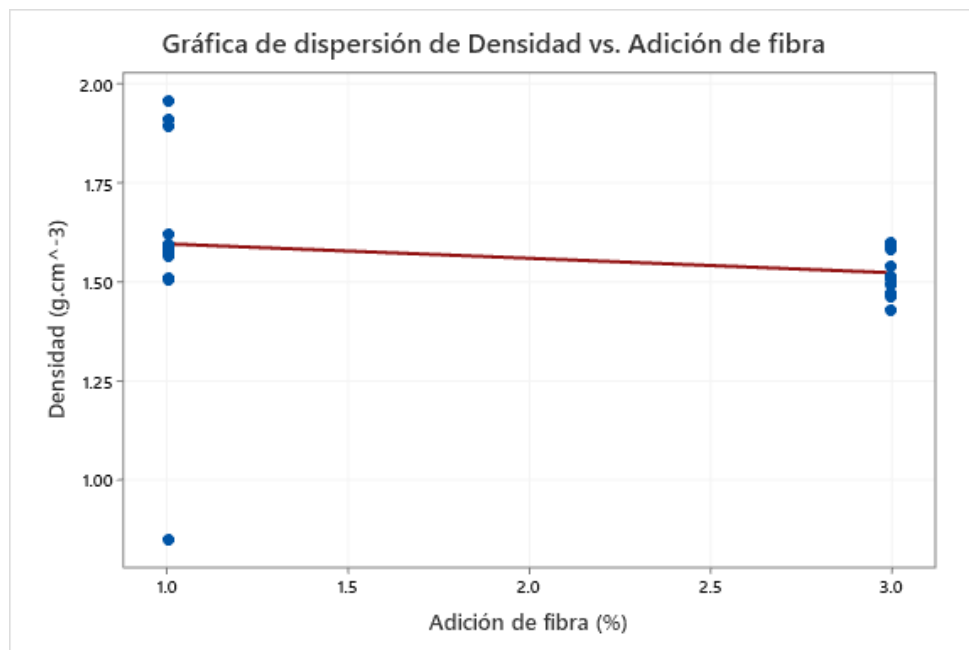
Gráfica de dispersión de densidad vs espesor de panel



En la figura 24, se puede observar la gráfica de dispersión de la densidad en función del espesor de panel, se puede ver que una ligera inclinación de la línea de dispersión con espesores de 1,7 cm.

Figura 25

Gráfica de dispersión de densidad vs adición de fibra



De la figura 25, se puede apreciar la gráfica de dispersión de la densidad en función del porcentaje de fibra de totora; existe una disminución de la densidad aparente con porcentajes de adición del 3 % fibra. Lo afirma Copara & Asin (2022) que, a medida que se incrementa el porcentaje de fibra, la densidad del panel de fibrocemento disminuye debido a la densidad de la fibra utilizada, utilizaron la fibra de *Apeiba membranacea* para elaborar los paneles de fibrocemento, utilizando porcentajes de adición de fibra de 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, obtuvo una menor densidad con un 50 % de adición de fibra de 0,50 g.cm⁻³ y densidad mayor de 1,2 g.cm⁻³ con un 20% de adición de fibra.

- **Determinación de la permeabilidad de los paneles de fibrocemento**

En la tabla 14, se muestran los resultados obtenidos respecto a la permeabilidad de los paneles de fibrocemento; según los certificados obtenidos, los ocho paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora son impermeables, debido a que el agua empleada en el proceso de ensayo no atravesó la muestra y no se apreció formación de gotas de agua en ninguno de los especímenes de ensayo.

Tabla 14*Permeabilidad del fibrocemento con adición de fibra de totora*

Panel	Tamaño de partícula (#)	Espesor (cm)	Adición de fibra (%)	Permeabilidad
P-1	10	0,6	1	Impermeable
P-2	45	0,6	1	Impermeable
P-3	10	1,7	1	Impermeable
P-4	45	1,7	1	Impermeable
P-5	10	0,6	3	Impermeable
P-6	45	0,6	3	Impermeable
P-7	10	1,7	3	Impermeable
P-8	45	1,7	3	Impermeable

Para Gamarra (2016), Copara & Asin (2022) el valor intermedio de 0,4 de relación agua/cemento es óptimo para la no presencia de poros en el panel, esto tiene influencia en la permeabilidad del panel de fibrocemento para que el agua no atraviese la superficie del material.

4.3.2. Determinación de las propiedades mecánicas de los paneles de fibrocemento con fibra celulósica de totora

- **Determinación de la resistencia a la flexión de los paneles de fibrocemento**

En la tabla 15, se muestran los resultados obtenidos con respecto a la propiedad de resistencia a la flexión en los especímenes ensayados, obtenidos de los paneles de fibrocemento; se ensayaron un total de 5 especímenes.

Tabla 15

Propiedad de resistencia a la flexión (MPa) para los especímenes de fibrocemento con adición de fibra de totora

Resistencia a la flexión (MPa) de especímenes de fibrocemento					
Panel	Espécimen 1	Espécimen 2	Espécimen 3	Espécimen 4	Espécimen 5
P-1	12,8	15,68	12,65	11,61	12,76
P-2	3,13	2,65	5,55	9,47	4,4
P-3	2,25	4,54	3,87	6,09	3,54
P-4	3,37	4,38	4,21	3,51	3,14
P-5	2,68	22,73	16,9	11,52	14,67
P-6	8,53	4,54	7,01	8,57	3,29
P-7	2,24	5,86	9,7	7,88	6,34
P-8	6,04	7,22	6,1	6,81	5,33

En la tabla 16, se muestran resultados promedio de resistencia a la flexión obtenidos en función de sus variables de proceso. Para el P-1 se obtuvo una resistencia a la flexión de 13,1 MPa; para el P-2 se obtuvo una resistencia de 5,04 MPa; para el P-3 una resistencia de 4,06 MPa; el P-4 obtuvo una resistencia de 3,72 MPa; el P-5 obtuvo la mayor resistencia de flexión de 18 MPa; el P-6 resistencia de 6,39 MPa el P-7 resistencia de 6,4 MPa y finalmente el P-8 obtuvo una resistencia de 6,3 MPa. En su investigación Palomino (2022) realizó adiciones de 6 %, 9 % y 12 % de fibra obteniendo mejores resistencias a la flexión con adiciones con 9 % de fibra obteniendo una resistencia máxima de 11,56 MPa.

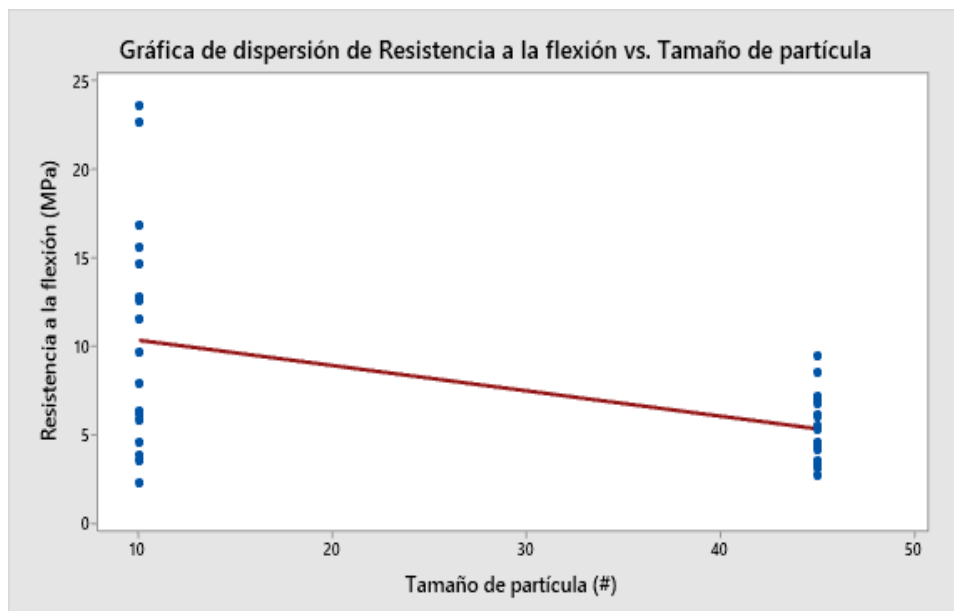
Tabla 16

Resistencia de flexión promedio por cada panel del fibrocemento con adición de fibra de totora

Resistencia a la flexión (MPa) de fibrocemento con fibra de totora				
Panel	Tamaño de partícula (#)	Espesor (cm)	Adición de fibra (%)	Promedio
P-1	10	0,6	1	13,1
P-2	45	0,6	1	5,04
P-3	10	1,7	1	4,06
P-4	45	1,7	1	3,72
P-5	10	0,6	3	18
P-6	45	0,6	3	6,39
P-7	10	1,7	3	6,4
P-8	45	1,7	3	6,3

Figura 26

Gráfica de dispersión - resistencia a la flexión vs tamaño de partícula

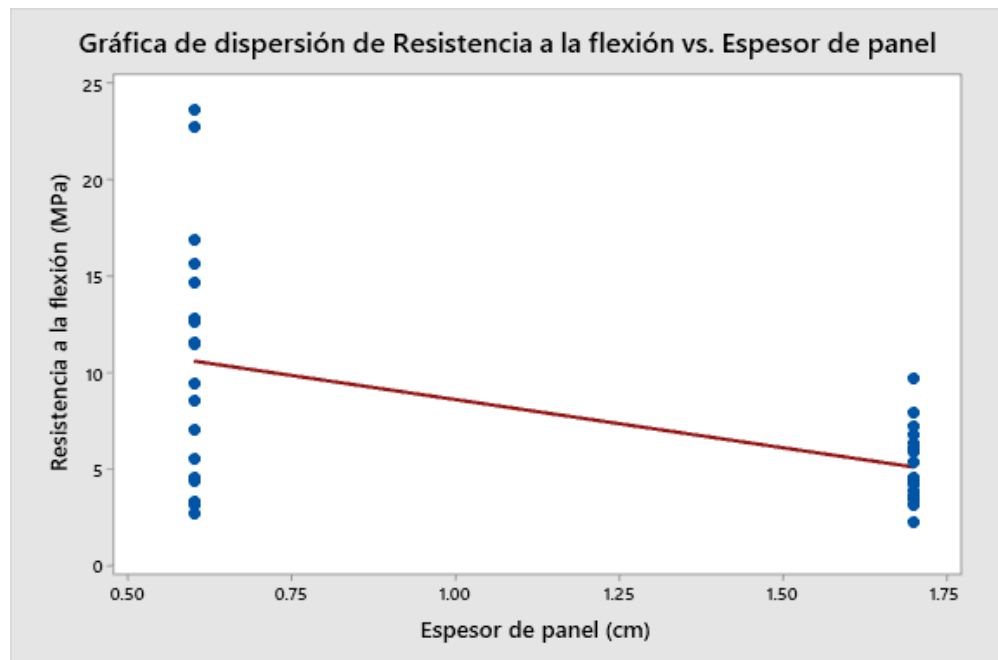


En la figura 26, se puede observar el gráfico de dispersión de resistencia a la flexión en función a la variable de proceso de tamaño de partícula; se observa que la línea de tendencia tiende a incrementar a TP #10. Según González et al. (2007) y Gamarra

(2016) la resistencia del fibrocemento tiende a incrementar cuando la relación de tamaño de partícula es mayor.

Figura 27

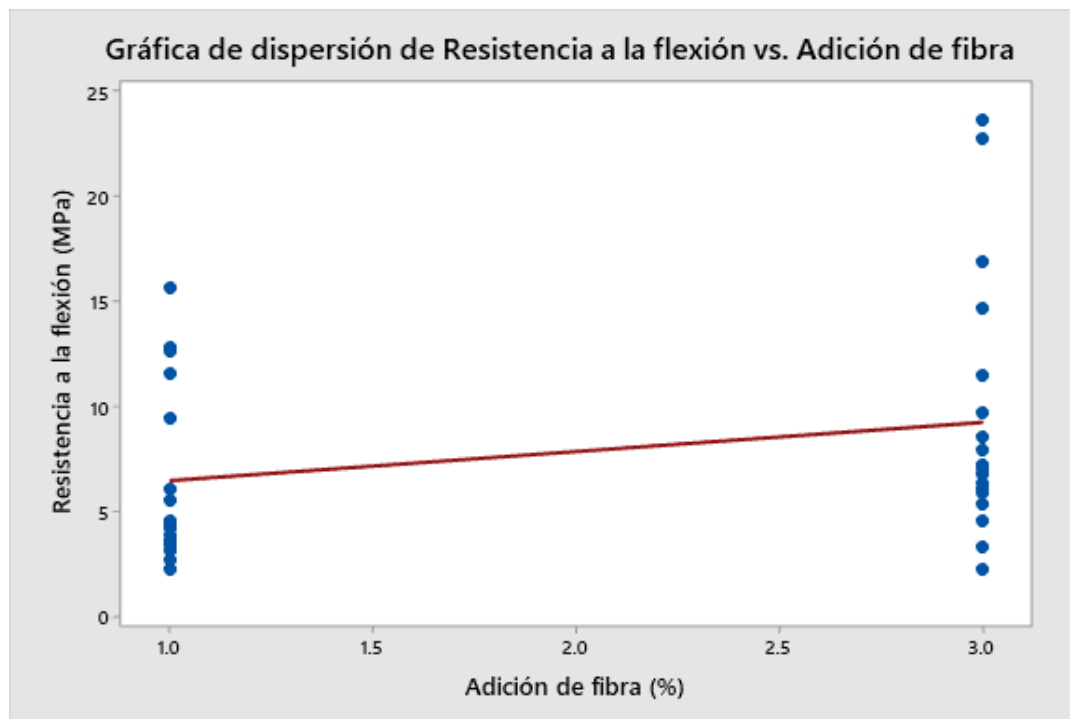
Gráfica de dispersión de resistencia a la flexión vs espesor



En la figura 27, se puede apreciar el gráfico de dispersión de resistencia a la flexión en función a la variable de proceso espesor de panel, podemos observar la línea de tendencia tiende a incrementar a espesores de 0,6 cm y tiende a disminuir a espesores de 1,7 cm. En su investigación Gamarra (2016) obtuvo resistencias de 2,88 MPa y 4,52 MPa con paneles de fibrocemento de 1,5 cm de espesor, lo que indica una semejanza en los valores obtenidos en la presente investigación, con espesores de 1,7 cm se obtienen bajas resistencias, por lo dicho anteriormente podemos afirmar que se tiene mejores resistencias a la flexión a menores espesores de panel.

Figura 28

Gráfica de dispersión de resistencia a la flexión vs adición de fibra



En la figura 28, se puede apreciar el gráfico de dispersión de resistencia a la flexión en función de la variable proceso de porcentaje de adición de fibra; se observa que la línea de tendencia tiende a incrementar al incrementar el porcentaje de adición de fibra. González et al. (2007) realizaron ensayos de resistencia a la flexión con relación fibra/cemento desde 4 %, 8 %, 10 %, 16, 40%, obteniendo con 4 % de adición de fibra una diferencia significativa de 6,41 MPa de resistencia, de acuerdo a lo expuesto anteriormente y observado en la experimentación se afirma el porcentaje de adición de la fibra frente a la resistencia a la flexión puede verse influido por el tratamiento previo dado a la materia prima de la cual se utilizará la fibra celulósica.

4.3.3. Requisitos de aceptación

Según la NTP-ISO 8336 (2017) establece que los paneles de fibrocemento deben cumplir con desempeños principalmente mecánicos de resistencia a la flexión, de

acuerdo a su resistencia se clasifica la categoría al cual pertenece (A, B, C) y la clase (1, 2, 3, 4, 5) y de tal modo determinar su aplicación como lo muestra la tabla 5 y 6.

Tabla 17

Clasificación de los paneles de fibrocemento – NTP 8336:2017

Panel	Resistencia a la flexión (MPa)	Categoría	Clase
P-1	13,1	A, B	3
P-2	5,04	A, B, C	1
P-3	4,06	A, B, C	1
P-4	3,7	A, B, C	1
P-5	18	A, B	4
P-6	6,39	A, B, C	2
P-7	6,4	A, B, C	2
P-8	6,3	A, B, C	2

En la tabla 17, se observa la clasificación de los paneles de acuerdo a su categoría y clase en función a su resistencia a la flexión, el panel 1 (P-1) tiene una resistencia a la flexión de 13,1 MPa pertenece a una categoría A y/o B y una clase 3; (P-2) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y una clase 1; (P-3) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y clase 1; (P-4) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y clase 1; (P-5) pertenece a una categoría A y/o B y clase 4; (P-6) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y clase 2; (P-7) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y clase 2; (P-8) pertenece a cualquiera de las categorías A, B y/o C y clase 2; con la presente investigación se obtuvo paneles de fibrocemento de categoría A, B y C las cuales tienen aplicaciones para fachadas, respaldo externo, capa base rígida para techos y paredes, encofrados, revestimiento de techo, entre otras aplicaciones, según las aplicaciones dadas por la NTP-ISO 8336 (2017).

4.3.4. Análisis estadístico de resistencia a la flexión de los paneles de fibrocemento

En la presente investigación, se utilizó el software Statgraphics Centurion XVI para evaluar así la variable de respuesta de resistencia a la flexión del fibrocemento con adición de la fibra de totora.

Para obtener los resultados de la resistencia a la flexión de los paneles de fibrocemento se controlaron variables de: tamaño de partícula, espesor de panel y porcentaje de fibra de totora.

- **Atributos del diseño**

Tabla 18

Variables y niveles del diseño experimental

Factores	Bajo	Alto	Unidades
Tamaño de partícula	10,0	45,0	#
Espesor de panel	0,6	1,7	cm
Porcentaje de fibra	1,0	3,0	%

Tabla 19

Variable de respuesta del diseño experimental

Respuestas	Unidades
Resistencia a la flexión	MPa

En la tabla 20, se muestran las variables de proceso (X) y variable de respuesta (Y) se puede observar que, del total de experimentos realizados, la prueba N°5 fue la que obtuvo mejores resultados con una resistencia a la flexión de 18 MPa con variables de proceso de tamaño de partícula #10, espesor de 0,6 cm y porcentaje de adición de fibra del 3 %.

Tabla 20

Resultados obtenidos de la interacción de las variables de proceso y variable de respuesta

Nº	DISEÑO	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	[1]	10	0,6	1	13,1
2	a	45	0,6	1	5,04
3	b	10	1,7	1	4,06
4	ab	45	1,7	1	3,72
5	c	10	0,6	3	18
6	ac	45	0,6	3	6,39
7	bc	10	1,7	3	6,4
8	abc	45	1,7	3	6,3

- **Análisis de varianza para resistencia a la flexión**

Tabla 21

Análisis de varianza para la resistencia a la flexión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A: Tamaño de partícula	50,5012	1	50,5012	29,51	0,1159
B: Espesor	59,9513	1	59,9513	35,03	0,1066
C: Porcentaje de fibra	15,4012	1	15,4012	9,00	0,2048
AB	45,6012	1	45,6012	26,65	0,1218
AC	1,20125	1	1,20125	0,70	0,5560
BC	0,21125	1	0,21125	0,12	0,7849
Error total	1,71125	1	1,71125		
Total (corr.)	174,579	7			

Nota: ANOVA obtenido en el software Statgraphics Centurion XVI

R-cuadrada = 99,0198 %

R-cuadrada (ajustada por g.l.) = 93,1385 %

Error absoluto medio = 0,4625

Estadístico Durbin-Watson = 2,5

Autocorrelación residual = -0,37

En la tabla 21, se muestra la tabla de ANOVA, esta divide la varianza de resistencia a la flexión en partes separadas para cada efecto, la significancia estadística del proyecto se ve probada por la comparación del cuadrado medio contra un error experimental estimado. De la presente investigación se tiene 0 efectos que tienen un valor-P menor a 0,05, ello significa que como se difiere de 0, se tiene un nivel de confianza del 95,0 %. La R-Cuadrada estadística indica que la variabilidad de resistencia a la flexión en el modelo de esta investigación es de 99,0198%. El R-cuadrada estadístico ajustado para la presente investigación es del 93,1385%. El error estándar estimado de la investigación, muestra que la desviación estándar de los residuos es de 1,30815. El error medio absoluto de 0,4625 que es el valor promedio de los residuos. El Durbin-Watson (DW) estadístico de 2,5 prueba los residuos para determinar correlación alguna basada en el orden en que se presenten los datos en la presente investigación.

Para la investigación realizada se tiene el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 20,7068 - 0,384545 * X_1 - 11,2078 * X_2 + 2,3362 * X_3 + 0,248052 * X_1 * X_2 - 0,0221429 * X_1 * X_3 - 0,295455 * X_2 * X_3$$

- **Optimización de respuesta**

Objetivo: Valor óptimo de Resistencia a la flexión

Valor optimizado = 17,43 MPa

Tabla 22

Optimización de los valores de niveles de los factores de la investigación

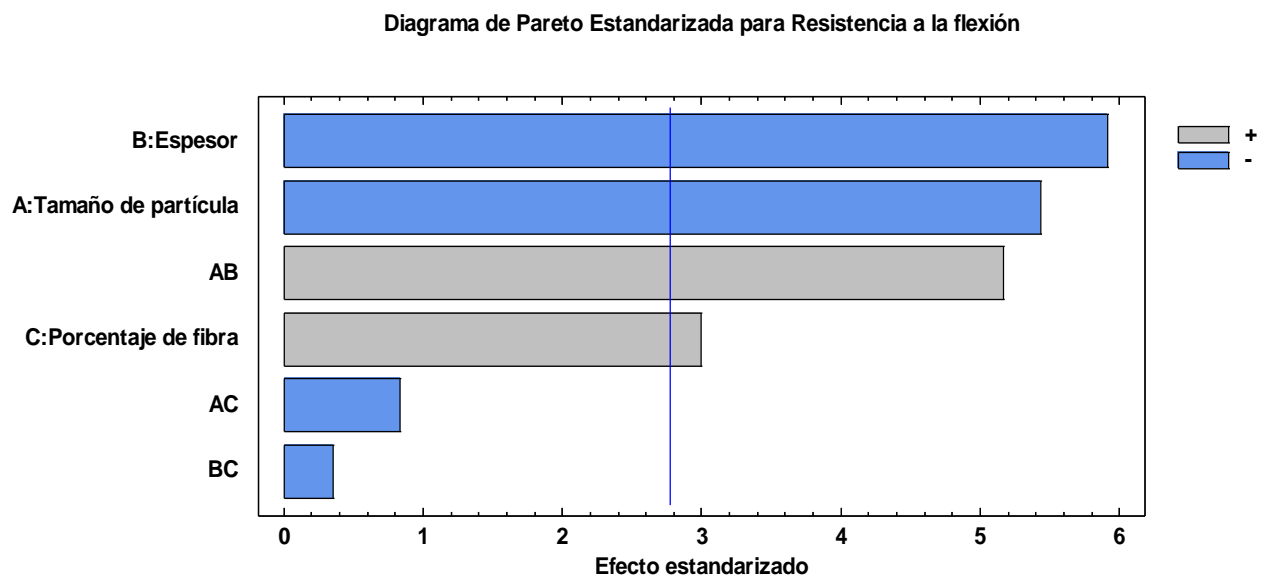
<i>Factor</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Óptimo</i>
Tamaño de partícula	10,0	45,0	10,0
Espesor	0,6	1,7	0,6
Porcentaje de fibra	1,0	3,0	3,0

La tabla 22, muestra las combinaciones de los factores, realizando la optimización de la resistencia a la flexión sobre las variables de proceso, se obtiene un valor óptimo de 17,4 MPa.

- **Diagrama de Pareto**

Figura 29

Diagrama de Pareto estandarizada para resistencia a la flexión

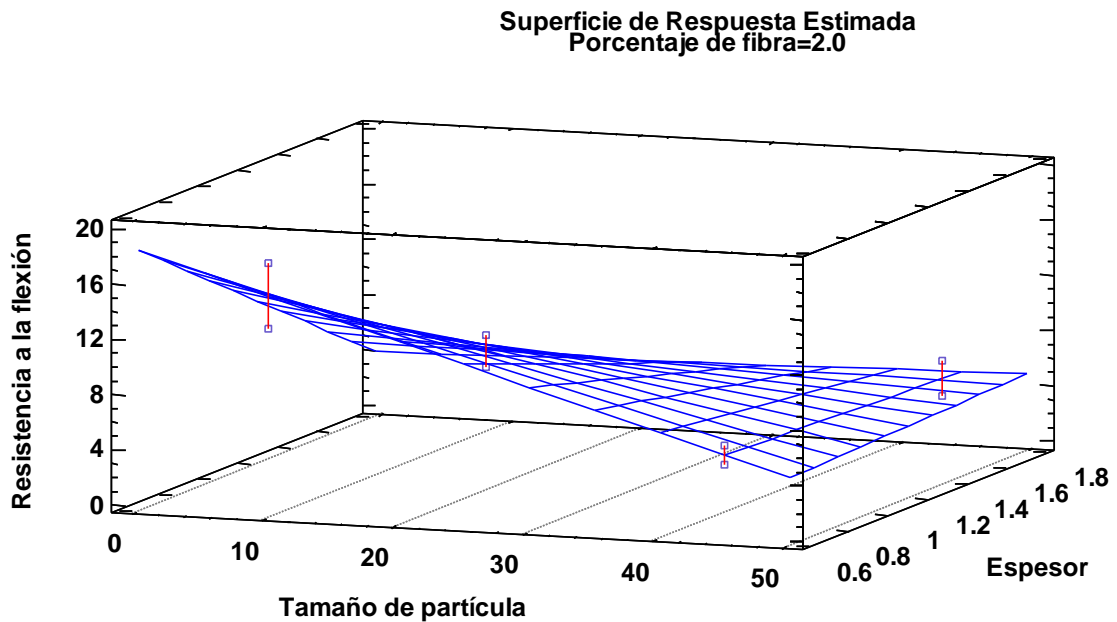


En la figura 29, se observa el diagrama de Pareto estandarizada para resistencia a la flexión en función a sus tres variables de proceso; los factores más significativos van en el orden siguiente: espesor de panel (B), tamaño de partícula (A), factor (AB) y porcentaje de fibra (C); del diagrama se afirma que el factor más importante del proceso es el espesor de panel.

- Diagrama de superficie de respuesta estimada

Figura 30

Diagrama de superficie de respuesta estimada



En la figura 30, se observa el diagrama de superficie de respuesta estimada, se pueden apreciar valores de interacción más fuerte para la resistencia a la flexión con tamaños de malla #10, porcentaje de adición fibra del 3 % y espesores de panel de 0,6 cm.



V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo fibra celulósica de totora mediante el proceso de pulpage químico al sulfato tipo Kraft, logrando incrementar el contenido de celulosa del 31 % al 53 %, demostrando que el proceso y las condiciones utilizadas en la cocción de la totora son favorables para obtener fibras celulósicas.
- Para determinar el porcentaje de adición de fibra de totora (*Schoenoplectus californicus*) en la elaboración de paneles de fibrocemento se utilizó dos porcentajes de adición de acuerdo al diseño experimental, del 1 % y 3 %; la combinación de los componentes sólidos para la elaboración de paneles de fibrocemento fue de 1 620 g para espesores de 1,7 cm y 650 g para espesores de 0,6 cm; las adiciones utilizadas fueron las adecuadas debido a que la formación de poros en los paneles fue mínima.
- Al evaluar las propiedades físicas se alcanzó una menor densidad de $1,483 \text{ g.cm}^{-3}$ con la adición del 3 % de fibra de totora, y una mayor densidad de $1,787 \text{ g.cm}^{-3}$ con la adición del 1 % de fibra; los ocho paneles obtenidos con la fibra de totora tienen la propiedad de ser impermeables, obteniéndose una alta resistencia a la flexión de 18 MPa con 3 % de adición de fibra, que según la NTP-ISO 8336:2017, se clasifica como un material de categoría A y/o B, de clase 4 según su resistencia a la flexión. Se concluye que, al tratar la totora para obtener fibras celulósicas se obtiene un componente eficaz para la elaboración de fibrocemento, debido a que le confiere al material buenas propiedades de densidad, permeabilidad y resistencia a la flexión.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar pruebas con más de un mineralizante con el fin de ver la interacción mineralizante – fibra.
- Se recomienda utilizar moldes de acero inoxidable para elaborar los paneles de fibrocemento con el fin de obtener paneles más uniformes y usar una bomba al vacío con el fin de que se forme menor acumulación de agua.
- Realizar ensayos para determinar la propiedad de resistencia a la flexión a diferentes días de curado, puesto que se sabe que a medida que transcurre el tiempo el material tiende a aumentar su resistencia.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). Cemento Portland. In *Tecnología del Concreto* (2da ed., pp. 15–19). Editorial San Marcos.
- Arroyo, C. (2003). NTP 641:Fibras minerales artificiales y otras fibras diferentes del amianto (I): toxicología y clasificación. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo*.
- Arze, C. (1983). Schoenoplectus tatora (totora) como agente descontaminante de aguas. *UNESCO*, 74.
- Austin, G. (1988). Industria de la pulpa y el papel. In *Manual de procesos químicos en la industria* (5ta ed.). McGRAW-HILL.
- Bajpai, P. (2018). Pulping Fundamentals. In *Biermann's Handbook of Pulp and Paper (Third Edition)* (pp. 295–351).
- Beraún, E. (2017). Resistencia a la compresión de un concreto de $F'c = 280 \text{Kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (Cocos Nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% Y 1.5%. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
- ContentLab. (2019). *Conoce las ventajas de construir con fibrocemento*. El Comercio. <https://elcomercio.pe/especial/construyebien/noticias/conoce-ventajas-construir-fibrocemento-noticia-1994767#:~:text=Según los expertos consultados en,simplemente se reemplaza la placa>).
- Copara, R., & Asin, W. (2022). Evaluación de aptitudes de las fibras de Apeiba membranacea Spruce ex Benth para la elaboración de tableros fibrocemento en el distrito las Piedras -Tambopata -Madre de Dios, 2019. *Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco*. <http://hdl.handle.net/20.500.12918/6639>
- Costa, R., & Orriols, R. (2012). Fibras minerales artificiales y aparato respiratorio. *SEPAR*, 48(12), 460–468. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arbres.2012.04.006>
- Durán, B., & Leiva, M. (2017). Comportamiento estructural del concreto reforzado con adiciones de fibra caña de azúcar. *Universidad Centroamericana*. <http://repositorio.uca.edu.ni/id/eprint/4830>



- Escaso, F., Martínez, J., & Planelló, M. (2010). *Fundamentos básicos de fisiología vegetal y animal*. PEARSON EDUCACIÓN, S. A.
- Esquinas, A. (2019). El fibrocemento como recurso material al diseño de productos de uso colectivo. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Del Diseño*, 105–107.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1984). Chemistry, ultrastructure, reactions. In *Wood* (p. 613).
- Fiechter, A. (1983). *Advanced Biochemistry, Engineering and Biotechnology*. 27.
- Gamarra, L. (2016). Aptitud de las fibras de mesocarpio de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) para la elaboración de tableros de fibrocemento. *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/2643>
- García, F., Martín, F., & Rodríguez, J. (1984). Posibilidades de aprovechamiento de la lignina en la industria química. *Ingeniería Química*, 10.
- Giron, J., Mancha, J., & Romero, L. (2021). Efecto de la incorporación de ceniza de hoja de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto y físicas del mortero Huancayo 2021. *Universidad Continental*.
- González, M., Astudillo, J., Silva, R., & Bozo, A. (2007). Estudio Experimental de un material fibrocemento utilizando fibras de rastrojos de trigo. *Universidad de Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120363>
- Harvey, W., & Charles, R. (1983). Sugars and chemicals from Cellulose. *Reviews in Chemical Engineering*, 71–119. <https://doi.org/https://doi.org/10.1515/revce-1983-0103>
- Hincapié, D. (2017). Obtención y caracterización de nanopartículas de sílice a partir de la cascarilla de arroz para estudiar el efecto de su inclusión en las propiedades de las placas de fibrocemento. *Universidad Nacional de Colombia*.
- James, P. (2011). Effect of Fibre Diameter, at a specified Web Weight and Mechanical Bonding on Parameters and Characteristics of Fibre Cement Felts. *School of Fashion & Textiles, RMIT University*.
- Jarabo, R. (2013). Efecto de la Sepiolita y de nuevas fibras alternativas celulósicas en el comportamiento de suspensiones de fibrocemento. *Universidad Complutense de Madrid*.



- Jardín Botánico Atlántico de Gijón. (2009). “La fibra sensible.” “*Fibras Vegetales. Tejiendo Plantas.*” //www.gijon.es/publicacions/show/2221-la-fibra-sensible-catalogo-de-laexposicion-fibras-vegetales-tejiendo-plantas.
- Mariani, S., & Torres, M. (2004). Análisis químico cuantitativo y condiciones de pulpaje kraft de colihue: Parte I. *Universidad Austral de Chile*, 25(1), 117–122. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002004000100010>
- NTP-ISO 8336. (2017). Planchas planas de fibrocemento: Requisitos del producto y métodos de ensayo. *NTP-ISO 8336:2017*.
- Pablo, J. (2018). Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco - 2017. *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*.
- Palomino, C. (2022). Influencia de la adición de fibra de Ichu (*Stipa Obtusa*) en la durabilidad de paneles de fibrocemento. *Universidad Nacional de Trujillo*. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/19427>
- Patiño, L. (2021). Evaluación comparativa de las propiedades físico - mecánicas y de conductividad térmica entre placas de fibrocemento y placas de fibrocemento adicionado con fibras de envases tetrabrik, fibras de aluminio y fibras de polietileno en el mes de diciembre en . *Universidad Andina Del Cusco*. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4211>
- Ramos, L. (2020). “Comparación de la influencia del uso del Ichu (*Stipa Ichu*) con Nylon en la resistencia a tracción indirecta y a la flexión del concreto en Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*.
- Smook, G. (1990). Manual Para Técnicos de Pulpa y Papel. In *Handbook for pulp & paper* (Vol. 1, pp. 1–17). TAPPI.
- Vásquez, A. (2013). Producción de xilanasas por aspergillus SP.en fermentación sumergida y fermentación en medio sólidoq. *Universidad Iberoamericana*.
- Zambrana, A. (2016). *La Totora, la planta sagrada de los Urus*. FUNPROEIB Andes, al CENU, ILCU y NOU.



ANEXOS

ANEXO A. REPORTES DE LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE MUESTRA DE TOTORA TRATADA Y SIN TRATAR



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANÁLISIS DE QUÍMICO DE MUESTRAS DE TOTORA Y FIBRA DE TOTORA TRATADA

INTERESADO : DEISY ROCIO RAMOS APAZA
MOTIVO : Análisis Químico
PROCEDENCIA : LAGO TITICACA – PUNO
PROYECTO : “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE ADICIÓN DE LA FIBRA DE TOTORA (schoenoplectus californicus) PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES DE FIBROCEMENTO”
CANTIDAD DE MUESTRAS : 02 (M01 – TOTORA; M02 – FIBRA DE TOTORA)
FECHA DE MUESTREO : 14/11/2022
FECHA DE ANALISIS : 16/11/2022

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

CARACTERÍSTICAS	M-01 TOTORA	M-02 FIBRA DE TOTORA
ASPECTO	SÓLIDO	SÓLIDO
COLOR	AMARILLO	MARRÓN

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARÁMETRO	UNIDAD	M-01 TOTORA	M-02 FIBRA DE TOTORA
CELULOSA	%	31	53
LIGNINA	%	27.5	16.6
HEMICELULOSA	%	42	30
CENIZAS	%	6.25	13.25
DENSIDAD	g/cm ³	0.010	0.033
HUMEDAD	%	50.67	6.16




UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
JEFATURA
PUNO - PERÚ
D. Sc. Evaristo Mamani Mamani
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



ANEXO B. REPORTES DE LABORATORIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS PANELES DE FIBROCEMENTO

ANEXO B.1. Informe de ensayo – Densidad de los paneles de fibrocemento (P1 – P8)



Contratistas Generales
GeoCONTROL TOTAL
Ingeniería - Construcción - Control de Calidad

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD APARENTE
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT - EDAM - 005
Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA **F. INGRESO** : 2022-12-26

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO **F. EMISIÓN** : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.


DENSIDAD APARENTE EN PANELES DE FIBROCEMENTO

PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm3) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm3)
Muestra	TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) : TAMIZ N° 10 ESPESOR : 0.6 cm % DE FIBRA : 3%		
Temperatura del agua	12.4 °C		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 1 MUESTRA 1	PANEL 1 MUESTRA 2	PANEL 1 MUESTRA 3	
1	N° DE RECIPIENTE	N°	T-001	T-002	T-003	
2	LARGO	cm	7.18	7.2	7.21	
3	ANCHO	cm	3.86	3.83	3.85	
4	ESPESOR	cm	0.62	0.60	0.58	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	19.60	16.05	15.60	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	29.17	25.42	24.97	
DENSIDAD APARENTE DE LA MUESTRA			1.473	1.584	1.601	1.553

OBSERVACIONES:

- 1 : La muestra fue sumergida durante 24 horas.
- 2 : La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
- 3 : Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
- 4 : --



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Quinonilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025253



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO DENSIDAD APARENTE

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT - EDAM - 006

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.

DENSIDAD APARENTE

PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
Muestra	TAMAÑO DE PARTICULA (Nº MALLA) : TAMIZ Nº 45 ESPOSOR : 0.6 cm % DE FIBRA : 3%		
Temperatura del agua	12.4 °C		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 2 MUESTRA 1	PANEL 2 MUESTRA 2	PANEL 2 MUESTRA 3	
1	Nº DE RECIPIENTE	Nº	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	6.84	6.83	6.81	
3	ANCHO	cm	3.87	3.85	3.79	
4	ESPOSOR	cm	1.71	1.7	1.71	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	52.1	44.2	43.6	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	74.6	66.7	66.1	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.431	1.508	1.515	1.485

OBSERVACIONES:

1	: La muestra fue sumergida durante 24 horas.
2	: La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
3	: Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
4	: --



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025254



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD APARENTE
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT - EDAM - 007

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DENSIDAD APARENTE

PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
Muestra	TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) : TAMIZ N° 10 ESPESOR : 1.7 cm % DE FIBRA : 3%		
Temperatura del agua	: 12.4 °C		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 3 MUESTRA 1	PANEL 3 MUESTRA 2	PANEL 3 MUESTRA 3	
1	N° DE RECIPIENTE	N°	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	7.04	7.01	7.03	
3	ANCHO	cm	3.95	3.98	3.95	
4	ESPESOR	cm	1.7	1.7	1.7	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	49.7	46.9	46.7	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	72.8	70.0	69.8	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.464	1.492	1.494	1.483

OBSERVACIONES:

1	: La muestra fue sumergida durante 24 horas.
2	: La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
3	: Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
4	: ...

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025255



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO DENSIDAD APARENTE NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT - EDAM - 008

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DENSIDAD APARENTE

PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
Muestra	TAMAÑO DE LA PARTICULA (N° MALLA) : TAMIZ N° 45 ESPESOR : 1.7 cm % DE FIBRA : 3%		
Temperatura del agua	12.4 °C		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 4 MUESTRA 1	PANEL 4 MUESTRA 2	PANEL 4 MUESTRA 3	
1	N° DE RECIPIENTE	N°	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	6.76	6.73	6.75	
3	ANCHO	cm	3.90	3.91	3.90	
4	ESPESOR	cm	1.78	1.75	1.74	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	49.90	45.55	45.31	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	76.78	72.43	72.19	
7	DENSIDAD DE LA MUESTRA	g/cm ³	1.539	1.590	1.593	1.574

OBSERVACIONES:

- 1 : La muestra fue sumergida durante 24 horas.
- 2 : La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
- 3 : Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
- 4 : ...



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328598 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025256



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO DENSIDAD APARENTE NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT - EDAM - 009

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DENSIDAD APARENTE

Muestra		PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
TAMAÑO DE LA PARTICULA (N° MALLA)	:	TAMIZ N° 10	:		
ESPESOR	:	0.6 cm	:		
% DE FIBRA	:	1%	:		
Temperatura del agua	:	12.4 °C	:		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 5 MUESTRA 1	PANEL 5 MUESTRA 2	PANEL 5 MUESTRA 3	
1	N° DE RECIPIENTE	N°	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	7.02	7.03	7.00	
3	ANCHO	cm	4.01	3.99	4.00	
4	ESPESOR	cm	0.75	0.68	0.71	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	22.50	18.57	19.38	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	34.01	30.08	30.89	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.512	1.620	1.594	1.575

OBSERVACIONES:

- 1 : La muestra fue sumergida durante 24 horas.
- 2 : La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
- 3 : Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
- 4 : -



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Rosal Miranda Quintanilla
Ing. Rosal Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025257



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO DENSIDAD APARENTE NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT - EDAM - 010

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E

DENSIDAD APARENTE

Muestra	PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
	TAMAÑO DE LA PARTICULA (Nº DE MALLA)	TAMIZ Nº 45		
	ESPESOR	0,6 cm		
	% DE FIBRA	1%		
Temperatura del agua	12,4 °C			

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 6 MUESTRA 1	PANEL 6 MUESTRA 2	PANEL 6 MUESTRA 3	
1	Nº DE RECIPIENTE	Nº	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	6.95	6.93	6.92	
3	ANCHO	cm	3.68	3.67	3.60	
4	ESPESOR	cm	0.65	0.62	0.59	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	26.90	15.27	14.20	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	40.55	28.92	27.85	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.507	1.894	1.961	1.788

OBSERVACIONES:

- 1 : La muestra fue sumergida durante 24 horas.
- 2 : La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
- 3 : Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
- 4 : ...



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación Nº 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025258



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO DENSIDAD APARENTE

NTP - ISO 8338 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT - EDAM - 011

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.

DENSIDAD APARENTE

PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
Muestra	TAMAÑO DE PARTICULA (Nº DE MALLA) : TAMIZ Nº 10 ESPESOR : 1.7 cm % DE FIBRA : 1%		
Temperatura del agua	: 12.4 °C		

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 7 MUESTRA 1	PANEL 7 MUESTRA 2	PANEL 7 MUESTRA 3	
1	Nº DE RECIPIENTE	Nº	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	7.01	7.02	7.03	
3	ANCHO	cm	4.12	4.10	4.09	
4	ESPESOR	cm	1.74	1.72	1.70	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	49.40	49.01	48.38	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	77.83	77.44	76.81	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.576	1.580	1.588	1.581

OBSERVACIONES:

- 1 : La muestra fue sumergida durante 24 horas.
- 2 : La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
- 3 : Resultados obtenidos a una precisión de 0.1g.
- 4 : --



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Rosa Huamani
Ing. Rosal Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025259



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD APARENTE
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT - EDAM - 012

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISION : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.

DENSIDAD APARENTE

Muestra	PANEL DE FIBROCEMENTO		fórmula : $D = \frac{M}{V}$	D = Densidad Aparente (g/cm ³) M = Masa de la Muestra (g) V = Volumen de la muestra (cm ³)
	TAMAÑO DE ESPESOR (Nº DE MALLA)	TAMIZ Nº 45		
	ESPESOR	1.7 cm		
	% DE FIBRA	1%		
Temperatura del agua	12.4 °C			

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYOS			PROMEDIO
			PANEL 8 MUESTRA 1	PANEL 8 MUESTRA 2	PANEL 8 MUESTRA 3	
1	Nº DE RECIPIENTE	Nº	T - 001	T - 002	T - 003	
2	LARGO	cm	6.98	7.02	6.95	
3	ANCHO	cm	3.93	3.91	4.01	
4	ESPESOR	cm	0.63	0.57	0.60	
5	VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	24.10	15.10	16.20	
6	MASA DE LA MUESTRA SECA	g	37.80	28.90	29.90	
DENSIDAD DE LA MUESTRA		g/cm ³	1.568	1.914	1.846	1.776

OBSERVACIONES:

1	: La muestra fue sumergida durante 24 horas.
2	: La muestra fue secada a 110±5 °C durante 24 horas antes del ensayo.
3	: Resultados obtenidos a una precisión de 0,1g.
4	: --

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 134430

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.


INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025260



ANEXO B.2. Informe de ensayo – Resistencia a la Flexión de los paneles de fibrocemento (P1 – P8)



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE FLEXION
NTP - ISO 8338 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT-ERF - 013
Página 5 de 5

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO


MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 5 cm

FECHA INGRESO : 2023-02-16
FECHA EMISIÓN : 2023-02-27
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 1 - MUESTRA 1	---	12.00	0.60	5.00	2023-02-17	2023-02-24	7	7.80	78.00	7.65
2	PANEL 1 - MUESTRA 2	---	12.00	0.60	5.00	2023-02-17	2023-02-24	7	10.60	106.00	10.40
3	PANEL 1 - MUESTRA 3	---	12.00	0.60	5.00	2023-02-17	2023-02-24	7	9.80	98.00	9.61
										PROMEDIO	9.22

OBSERVACIONES

<ul style="list-style-type: none"> • Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. • Se utilizó la norma NTP-ISO 8338 : 2017 para realizar el ensayo. • --- 	<p style="text-align: center; font-weight: bold;">DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES</p> <p style="text-align: center;">NINGUNA</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Guzmán
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025277



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF-005

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS-CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA			
TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) :	TAMIZ N° 10	ESPESOR :	0.6 cm
		% DE FIBRA :	3%

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		CDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 1 - MUESTRA 1	---	12.00	0.66	3.97	2022-12-28	2023-01-04	7	23.20	241.4805254	23.68
2	PANEL 1 - MUESTRA 2	---	12.00	0.71	3.96	2022-12-28	2023-01-04	7	25.70	231.7361274	22.73
3	PANEL 1 - MUESTRA 3	---	12.00	0.78	3.97	2022-12-28	2023-01-04	7	23.12	172.2981533	16.90
4	PANEL 1 - MUESTRA 4	---	12.00	0.75	3.84	2022-12-28	2023-01-04	7	14.10	117.5000000	11.52
5	PANEL 1 - MUESTRA 5	---	12.00	0.74	3.96	2022-12-28	2023-01-04	7	18.02	149.5783253	14.67
PROMEDIO											17.90

OBSERVACIONES		DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
• Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		NINGUNA
• Se utilizó la norma NTP-ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.		
• Las medidas son en base a dos lecturas.		
• ---		



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Rosario
Ing. Rosal Miranda Quintanilla
CIP: 131430

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025261



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT-ERF-006
Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26
FECHA EMISION : 2023-02-27
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA			
TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) :	TAMIZ N° 45	ESPESOR :	0.6 cm
		% DE FIBRA :	3%

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 2 - MUESTRA 1	---	12.00	0.91	4	2022-12-28	2023-01-04	7	16.00	86.95	8.53
2	PANEL 2 - MUESTRA 2	---	12.00	0.94	3.83	2022-12-28	2023-01-04	7	8.70	46.27	4.54
3	PANEL 2 - MUESTRA 3	---	12.00	0.95	3.99	2022-12-28	2023-01-04	7	14.30	71.48	7.01
4	PANEL 2 - MUESTRA 4	---	12.00	0.94	4.01	2022-12-28	2023-01-04	7	17.20	87.38	8.57
5	PANEL 2 - MUESTRA 5	---	12.00	0.92	4.44	2022-12-28	2023-01-04	7	7.00	33.53	3.29
PROMEDIO											6.39

OBSERVACIONES		DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
• Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		NINGUNA
• Se utilizó la norma NTP - ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.		
• Las medidas son en base a dos lecturas.		
• ---		



 GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Raúl Miranda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025262



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF-007

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA

TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) :	TAMIZ N° 10	ESPESOR :	1.7 cm	% DE FIBRA :	3%
----------------------------------	-------------	-----------	--------	--------------	----

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 3 - MUESTRA 1	---	12.00	1.79	4	2022-12-28	2023-01-04	7	16.30	22.89	2.24
2	PANEL 3 - MUESTRA 2	---	12.00	1.78	3.92	2022-12-28	2023-01-04	7	41.20	59.71	5.86
3	PANEL 3 - MUESTRA 3	---	12.00	1.78	3.98	2022-12-28	2023-01-04	7	69.30	98.92	9.70
4	PANEL 3 - MUESTRA 4	---	12.00	1.8	4.01	2022-12-28	2023-01-04	7	58.00	80.35	7.88
5	PANEL 3 - MUESTRA 5	---	12.00	1.8	3.68	2022-12-28	2023-01-04	7	42.80	64.61	6.34
PROMEDIO											6.40

OBSERVACIONES

	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
• Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.	NINGUNA
• Se utilizó la norma NTP - ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.	
• Las medidas son en base a dos lecturas.	
• ---	



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

R. Miranda Quintanilla
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025263



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF-008

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA													
TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA) :			TAMIZ N° 45			ESPESOR :			1.7 cm		% DE FIBRA :		3%
N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)		
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA						
1	PANEL 4 - MUESTRA 1	---	12.00	1.69	4	2022-12-28	2023-01-04	7	39.10	61.60	6.04		
2	PANEL 4 - MUESTRA 2	---	12.00	1.73	4.05	2022-12-28	2023-01-04	7	49.60	73.66	7.22		
3	PANEL 4 - MUESTRA 3	---	12.00	1.76	3.81	2022-12-28	2023-01-04	7	40.80	62.23	6.10		
4	PANEL 4 - MUESTRA 4	---	12.00	1.74	3.92	2022-12-28	2023-01-04	7	45.80	69.46	6.81		
5	PANEL 4 - MUESTRA 5	---	12.00	1.71	4.17	2022-12-28	2023-01-04	7	36.80	54.32	5.33		
PROMEDIO											6.30		

OBSERVACIONES		DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
• Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		NINGUNA
• Se utilizó la norma NTP-ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.		
• Las medidas son en base a dos lecturas.		
• ---		



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131400

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025264



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF - 009

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA													
TAMAÑO DE PARTICULA (Nº MALLA):			TAMIZ Nº 10			ESPESOR :			0.6 cm			% DE FIBRA :	1%
Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm ²)	MODULO DE ROTURA (Mpa)		
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA						
1	PANEL 5 - MUESTRA 1	---	12.00	0.76	3.63	2022-12-28	2023-01-04	7	15.20	130.49	12.80		
2	PANEL 5 - MUESTRA 2	---	12.00	0.69	3.76	2022-12-28	2023-01-04	7	15.90	159.88	15.68		
3	PANEL 5 - MUESTRA 3	---	12.00	0.83	3.99	2022-12-28	2023-01-04	7	19.70	129.01	12.65		
4	PANEL 5 - MUESTRA 4	---	12.00	0.78	4.00	2022-12-28	2023-01-04	7	16.00	118.34	11.61		
5	PANEL 5 - MUESTRA 5	---	12.00	0.80	3.89	2022-12-28	2023-01-04	7	18.00	130.14	12.76		
PROMEDIO											13.10		

OBSERVACIONES		DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		NINGUNA
* Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.		
* Las medidas son en base a dos lecturas.		
* ---		



Raúl Miranda Quintanilla
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025265



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF-010

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

FECHA INGRESO : 2022-12-26

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA

TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA):	TAMIZ N° 45	ESPESOR :	0.6 cm	% DE FIBRA :	1%
---------------------------------	-------------	-----------	--------	--------------	----

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 6 - MUESTRA 1	---	12.00	1.03	3.62	2022-12-28	2023-01-04	7	6.80	31.87	3.13
2	PANEL 6 - MUESTRA 2	---	12.00	1.07	3.73	2022-12-28	2023-01-04	7	6.40	26.98	2.65
3	PANEL 6 - MUESTRA 3	---	12.00	1.09	3.67	2022-12-28	2023-01-04	7	13.70	56.56	5.55
4	PANEL 6 - MUESTRA 4	---	12.00	1.05	3.65	2022-12-28	2023-01-04	7	21.60	96.62	9.47
5	PANEL 6 - MUESTRA 5	---	12.00	0.98	3.80	2022-12-28	2023-01-04	7	9.10	44.88	4.40
PROMEDIO											5.04

OBSERVACIONES

* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES NINGUNA
* Se utilizó la norma NTP - ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.	
* Las medidas son en base a dos lecturas.	
* ---	



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Rosal Mirando Quintanilla
Ing. Rosal Mirando Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025266



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF - 011

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISION : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA

TAMAÑO DE PARTICULA (N° MALLA):	TAMIZ N° 10	ESPESOR :	1.7 cm	% DE FIBRA :	1%
---------------------------------	-------------	-----------	--------	--------------	----

N°	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA				
1	PANEL 7 - MUESTRA 1	---	12.00	1.93	3.62	2022-12-28	2023-01-04	7	17.20	22.96	2.25
2	PANEL 7 - MUESTRA 2	---	12.00	2.01	3.87	2022-12-28	2023-01-04	7	40.20	46.28	4.54
3	PANEL 7 - MUESTRA 3	---	12.00	2.02	3.79	2022-12-28	2023-01-04	7	33.90	39.46	3.87
4	PANEL 7 - MUESTRA 4	---	12.00	2.02	4.03	2022-12-28	2023-01-04	7	56.70	62.07	6.09
5	PANEL 7 - MUESTRA 5	---	12.00	1.98	4.76	2022-12-28	2023-01-04	7	37.40	36.08	3.54
PROMEDIO											4.06

OBSERVACIONES

<ul style="list-style-type: none"> Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo. Las medidas son en base a dos lecturas. --- 	DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
	NINGUNA



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Paul Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328598 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025267



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE FLEXION

NTP - ISO 8338 - 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-ERF-012

Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

MUESTRA : PANELES DE FIBROCEMENTO de 25 x 4 cm

FECHA INGRESO : 2022-12-26

FECHA EMISIÓN : 2023-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS MUESTRA												
TAMAÑO DE PARTICULA (Nº MALLA) :				TAMIZ Nº 45		ESPESOR :		1.7 cm		% DE FIBRA :		1%
Nº	MUESTRA		DIMENSIONES			FECHA		EDAD (Días)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA (Mpa)	
	ELEMENTO	CODIGO	LUZ (cm)	ESPESOR	ANCHO	VACIADO	ROTURA					
1	PANEL 8 - MUESTRA 1	---	12.00	2.11	4.06	2022-12-28	2023-01-04	7	34.50	34.36	3.37	
2	PANEL 8 - MUESTRA 2	---	12.00	2.03	3.93	2022-12-28	2023-01-04	7	40.20	44.68	4.38	
3	PANEL 8 - MUESTRA 3	---	12.00	2.03	4.01	2022-12-28	2023-01-04	7	39.40	42.92	4.21	
4	PANEL 8 - MUESTRA 4	---	12.00	1.98	3.78	2022-12-28	2023-01-04	7	29.50	35.83	3.51	
5	PANEL 8 - MUESTRA 5	---	12.00	2.04	3.98	2022-12-28	2023-01-04	7	29.51	32.07	3.14	
PROMEDIO											3.72	

OBSERVACIONES		DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES
<ul style="list-style-type: none"> Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. Se utilizó la norma NTP- ISO 8338 : 2017 para realizar el ensayo. Las medidas son en base a dos lecturas. --- 		NINGUNA



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Miranda Quintanilla
Ing. Raul Miranda Quintanilla
CIP: 131480


Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025268

ANEXO B.3. Informe de ensayo – Permeabilidad al agua de los paneles de fibrocemento (P1 – P8)



GeoCONTROL TOTAL
Contratistas Generales
E.I.R.L.
Ingeniería - Construcción - Control de Calidad

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
PERMEABILIDAD AL AGUA
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME
GCT-EPER - 032
Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISION : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 1

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA Nº 10 (2 mm)
ESPESOR : 0,6 cm
% DE FIBRA : 3%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO


LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 0.6 cm


4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

* Se colocó la muestra en condiciones ambientales.
* Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
* Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.
* ---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Kauli Miranda Chantallita
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025269



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PERMEABILIDAD AL AGUA

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 033

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISION : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 2

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 45 (0.354 mm)
ESPESOR : 0.6 cm
% DE FIBRA : 3%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 0.6 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales.
- * Se utilizó la norma NTP - ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025270



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PERMEABILIDAD AL AGUA

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 034

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISION : 2023-02-27

ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 3

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 10 (2 mm)

ESPESOR : 1.7 cm

% DE FIBRA : 3%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm

ANCHO : 4.0 cm

ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm

ANCHO : 25 cm

ESPESOR : 1.7 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales.
- * Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Miranda Quintanilla

Ing. Raul Miranda Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-329589 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025271



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PERMEABILIDAD AL AGUA

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 035

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"

SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO

UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26

F. EMISION : 2023-02-27

ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 4

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 45 (0.354 mm)

ESPESOR : 1.7 cm

% DE FIBRA : 3%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm

ANCHO : 4.0 cm

ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm

ANCHO : 25 cm

ESPESOR : 1.7 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales .
- * Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025272



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
PERMEABILIDAD AL AGUA
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 036

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISIÓN : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 5

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 10 (2 mm)
ESPESOR : 0.6 cm
% DE FIBRA : 1%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 0.6 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es impermeable ya que el agua empleada no atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales.
- * Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.
- * ---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Miranda Quintanilla
Ing. Raul Miranda Quintanilla
CIP: 131460

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025273



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PERMEABILIDAD AL AGUA

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 037

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISION : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 6

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 45 (0.354 mm)
ESPESOR : 0.6 cm
% DE FIBRA : 1%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 0.6 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales .
- * Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.
- * ---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Miranda
Ing. Raul Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025274



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PERMEABILIDAD AL AGUA

NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 038

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
UBICACION : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISION : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 7

TAMANO DE LA PARTICULA : MALLA N° 10 (2 mm)
ESPESOR : 1.7 cm
% DE FIBRA : 1%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 1.7 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- * Se colocó la muestra en condiciones ambientales.
- * Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- * Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Mirones Quintanilla
Ing. Raul Mirones Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025275



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
PERMEABILIDAD AL AGUA
NTP - ISO 8336 : 2017

CODIGO DE INFORME

GCT-EPER - 039

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "EVALUACION DEL EFECTO DE ADICION DE LA FIBRA DE TOTORA (SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS) EN CEMENTO PORTLAND TIPO I PARA LA ELABORACION DE PANELES DE FIBROCEMENTO"
SOLICITANTE : BACH. RAMOS APAZA DEISY ROCIO
UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
F. INGRESO : 2022-12-26
F. EMISIÓN : 2023-02-27
ENSAYADO REALIZADO POR: GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

1.- DESCRIPCION DEL PANEL 8

TAMAÑO DE PARTICULA : MALLA N° 45 (0.354 mm)
ESPESOR : 1.7 cm
% DE FIBRA : 1%

2.- MARCO PARA SELLAR

LARGO : 8.3 cm
ANCHO : 4.0 cm
ALTURA : 4.0 cm

3.- DIMENSIONES DEL PANEL DE FIBROCEMENTO

LARGO : 25 cm
ANCHO : 25 cm
ESPESOR : 1.7 cm

4.- ENSAYO DE PERMEABILIDAD

N.º DE ENSAYO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	TIEMPO (hrs.)	ALTURA DE AGUA POR ENCIMA DE LA CARA DE LA PLANCHA	TEMPERATURA DEL AGUA	CONDICION VISUAL DE LA MUESTRA, DESPUES DE FINALIZAR EL ENSAYO
1	PLANCHA 1	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
2	PLANCHA 2	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.
3	PLANCHA 3	24	20 mm	12.4 °C	Se concluye que la muestra es permeable ya que el agua empleada atravesó la muestra.

5.- OBSERVACIONES

- Se colocó la muestra en condiciones ambientales .
- Se utilizó la norma NTP- ISO 8336 : 2017 para realizar el ensayo.
- Se llenó el marco con agua hasta una altura de 20 mm por encima de la cara de la plancha.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raúl Miranda Quintanilla
Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131430

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

025276

ANEXO C.

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA REALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN



Figura C. 1. Recolección de la Totora en el lago Titicaca de Puno



Figura C. 2. Selección y reducción de tamaño de la totora



Figura C. 3. Preparación de solución de cocción



Figura C. 4. Digestión de la totora - pulpaje químico



Figura C. 5. Secado de fibra de totora

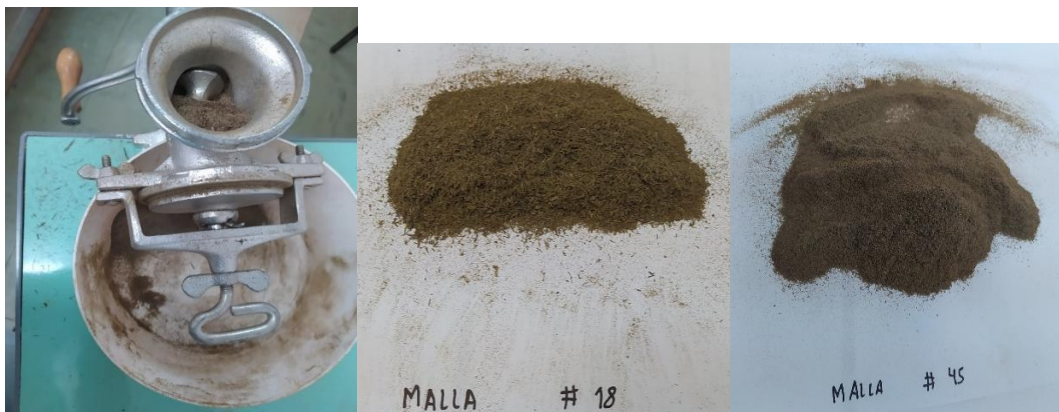


Figura C. 6. Molienda y obtención de fibra por mallas



Figura C. 7. Elaboración de paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora



Figura C. 8. Secado - fraguado de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora



Figura C. 9. Desmolde de los paneles de fibrocemento con adición de fibra de totora



Figura C. 10. Determinación de aceptación de dimensionamiento de los paneles de fibrocemento

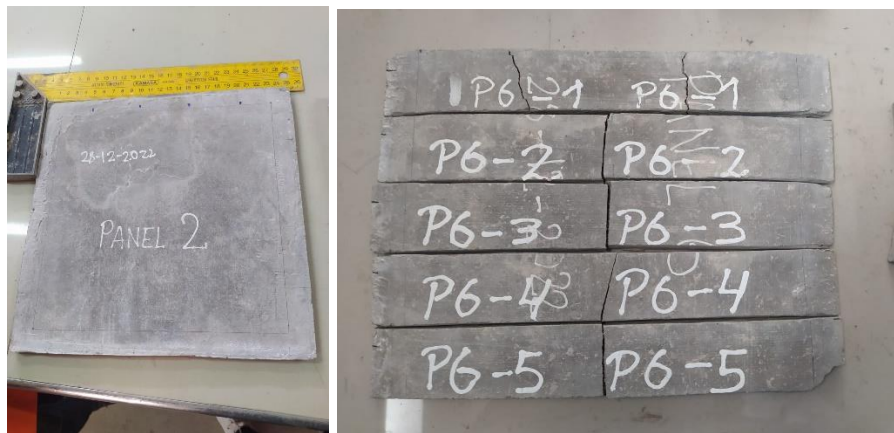


Figura C. 11. Ensayo de resistencia a la flexión – Rotura de especímenes



Figura C. 12. Fibra de totora como componente de paneles de fibrocemento



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Deisy Rocío Ramos Apaza
identificado con DNI 75363965 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química
, informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"Evaluación del efecto de adición de la fibra de totora (Schoenoplectus californicus)
en cemento Portlando Tipo I para la elaboración de paneles de fibrocemento"
" Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Daisy Rocío Ramos Apaza
identificado con DNI 75363965 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Química
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado Título Profesional denominado:

"Evaluación del efecto de adición de la fibra de totora (Schoenoplectus californicus) en cemento Portland tipo I para la elaboración de paneles de fibrocemento"

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de abril del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella