



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Uso del residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso – Lima 2018”

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

**Autor:**

Tinoco Padilla, Giovanni Américo

**Asesor:**

Mg. Ing. Huaroto Casquillas, Enrique Eduardo

**Línea de Investigación**

Administración y seguridad en la construcción

**LIMA – PERÚ**

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

..... Giovanni ..... Américo ..... Tinoco ..... Padilla .....

cuyo título es:

"..... USO DEL RESIDUO..... AGRÍCOLA..... DE LA CAÑA DE.....  
..... AZÚCAR COMO..... MATERIAL..... ALTERNATIVO..... PARA.....  
..... LA ELABORACIÓN..... DE PANELES..... PREFABRICADOS.....  
..... ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018....."

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... 17 ..... (número) ..... DIECISIETE ..... (letras).

Lugar y fecha..... LIMA, 03-12-2018 .....

.....  .....

**PRESIDENTE**

Mg. MARGARITA BOZA OLACANCHA  
Grado y nombre

.....  .....

**SECRETARIO**

Mg. RAUL PINTO BARRAUTE  
Grado y nombre

.....  .....

**VOCAL**

Mg. Ing. Ingrid Huaco Casquilla, Enrique E.  
Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos trazados, además de su infinita bondad y amor.

Mi madre Flor Padilla Biffi por darme la vida y estar a mi lado en cada uno de los momentos buenos y malos, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente en los momentos de dudas y preocupaciones.

Mi padre Américo Tinoco Arteaga por ser un padre ejemplar y compartir momentos a mi lado, aconsejándome y brindándome ese concepto de desarrollar tu carrera con mucha pasión y amor.

Mi abuela Elvira Arteaga López por quererme y apoyarme siempre.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecido con Dios por haber puesto a personas grandiosas en mi camino y pilares en mi vida.

Suponen los cimientos de mi desarrollo, todos y cada uno de ustedes “mi familia” A mis padres quienes fueron mi sostén en toda la etapa de crecimiento, destinando tiempo para enseñarme nuevas cosas, para brindarme aportes invaluable que me servirán para toda la vida y sobre todo por impulsarme a volar más alto cada día. Especialmente estuvieron presentes en la evolución durante todo el periodo de estudio y posterior desarrollo total de mi tesis, les agradezco con creces. Los amo.

Y un agradecimiento especial a todas mis amistades de la universidad, tanto profesores como amigos.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Giovanni Américo Tinoco Padilla con DNI N° 74394487, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 22 de noviembre del 2018

.....  
**Giovanni Américo Tinoco Padilla**  
**DNI 74394487**

## **PRESENTACIÓN**

Cumpliendo con el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes el proyecto de investigación que lleva por título **“USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO – Lima 2018”**.

El objetivo de la siguiente investigación es comprobar la aplicabilidad del residuo agrícola de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.

Con el fin de poder demostrar que es posible elaborar un panel prefabricado a base de bagazo de la caña de azúcar como principal insumo más el yeso natural junto a otros materiales, pero para ello se le debe dar un adecuado tratamiento a esta fibra para obtener los mejores resultados.

En cuanto al orden de la presente investigación este se desarrolló en siete capítulos.

El primer capítulo comprende la realidad problemática, los trabajos previos tanto nacionales como internacionales, las teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, las hipótesis y los objetivos tanto general como específicos.

En el segundo capítulo encontramos el diseño de investigación, las variables, la población y la muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, la validez y la confiabilidad y los métodos de análisis de datos.

El tercer capítulo que viene a ser los resultados de la investigación.

En cuanto al cuarto capítulo en este encontramos la discusión, en donde se hace una pequeña comparación de nuestros resultados con el de otros autores mencionados.

El quinto capítulo contiene las conclusiones finales a las que se llegó luego de toda la investigación.

El sexto capítulo contiene las recomendaciones.

Y por último en el séptimo capítulo encontramos las referencias.

## ÍNDICE

<b>PAGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD</b> .....	v
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	vi
<b>ÍNDICE</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	xv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>17</b>
1.1. Realidad problemática.....	18
1.2. Trabajos Previos.....	20
1.2.1 Antecedentes Nacionales.....	20
1.2.2 Antecedentes Internacionales.....	22
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1 Historia de las fibras vegetales en la construcción.....	24
1.3.2 Bagazo de la caña de azúcar.....	29
1.3.2.1 Orígenes.....	30
1.3.2.2 Composición y Estructura.....	30
1.3.2.3 Partes.....	31
1.3.2.4 Uso.....	32
1.3.2.5 Tratamiento.....	34
1.3.2.6 Silicato de sodio.....	36
1.3.3 Caña de azúcar en el Perú.....	37
1.3.3.1 Producción y consumo de caña de azúcar.....	39
1.3.4 Yeso.....	39
1.3.4.1 Historia.....	40
1.3.4.2 Aplicaciones.....	40
1.3.4.3 Propiedades y beneficios.....	41
1.3.5 Elementos Prefabricados.....	42
1.3.5.1 Historia.....	43

1.3.5.2 Fases de construcción.....	43
1.3.5.3 Clasificación De Elementos Prefabricados.....	44
1.3.6 Paneles Prefabricados.....	45
1.3.6.1 Aplicaciones.....	45
1.3.6.2 Tipos de Paneles Prefabricados.....	45
1.4.    Formulación del problema.....	50
1.4.1 Problema general.....	50
1.4.2 Problemas específicos.....	50
1.5.    Justificación.....	50
1.6.    Hipótesis.....	51
1.6.1 Hipótesis general.....	51
1.6.2 Hipótesis específicas.....	51
1.7.    Objetivos .....	52
1.7.1 Objetivo general.....	52
1.7.2 Objetivo específicos.....	52
<b>CAPÍTULO 2. MÉTODO.....</b>	<b>53</b>
2.1. Diseño y Tipo de investigación.....	54
2.1.1 Diseño de investigación.....	54
2.1.2 Tipo de investigación.....	54
2.2. Variables y Operacionalización .....	54
2.2.1 Variables.....	54
2.2.2 Operacionalización de variables.....	54
2.3. Población, muestra y unidad de análisis.....	56
2.3.1 Población.....	56
2.3.2 Muestra.....	56
2.3.3 Unidad de análisis.....	56
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	58
2.4.1 Técnicas.....	60
2.4.1.1 Experimentación.....	60
2.4.1.2 Análisis de laboratorio.....	60
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	65
2.4.2.1 Fichas de evaluación.....	65
2.4.2.2 Cuadro comparativo.....	65
2.4.3 Validez y confiabilidad.....	66

2.5. Métodos de análisis de datos.....	66
2.6. Aspectos éticos.....	68
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
3.1. Elaboración de las Muestras.....	70
3.2. Desarrollo de ensayos.....	83
3.2.1. Ensayo de resistencia a la flexión.....	83
3.2.2. Ensayo de Absorción de Agua.....	88
3.2.3. Ensayo de densidad.....	90
3.3. Contrastación de hipótesis Específicas.....	91
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN.....</b>	<b>96</b>
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>102</b>
<b>CAPÍTULO 6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO 7. REFERENCIAS.....</b>	<b>108</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>114</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del bagazo.....	31
Tabla 2. Producción de Caña de Azúcar en Perú.....	38
Tabla 3. Operacionalización de las Variables.....	55
Tabla 4. Dosificación de bagazo y yeso a realizar en las muestras. ....	56
Tabla 5. Cantidad total de Muestras para ensayo de Resistencia a Flexión.....	57
Tabla 6. Cantidad total de Muestras para ensayo de Absorción de Agua.....	58
Tabla 7. Cantidad total de Muestras para ensayo de densidad.....	58
Tabla 8. Proceso de construcción del plan.....	67
Tabla 9. Resultados de la prueba de Flexión.....	84
Tabla 10. Resultados ya promediados de la prueba de Flexión.....	85
Tabla 11. Designación de una tendencia para mejorar la resistencia a la flexión según resultados obtenidos.....	86
Tabla 12. Resultados ya promediados de la prueba de Absorción de agua a 24 horas...89	
Tabla 13. Resultados de la prueba de Absorción de agua en 2horas.....	89
Tabla 14. Resultados del ensayo de densidad.....	91
Tabla 15. Análisis de precio unitario para un panel.....	92
Tabla 16. Análisis de precio unitario para paneles al por mayor.....	92
Tabla 17. Comparación del peso de nuestra muestra con una muestra de placa de drywall.....	94
Tabla 18. Comparación de la densidad de nuestra muestra con una muestra de placa de drywall.....	94
Tabla 19. comparación de los resultados con los de la NTP 334.185.....	95

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto N°1: Lavado del bagazo de caña de azúcar.....	70
Foto N°2: Lavado del bagazo de caña de azúcar.....	70
Foto N°3: Secado del bagazo de caña de azúcar.....	71
Foto N°4: Esparcimiento de las partículas de bagazo de caña de azúcar.....	71
Foto N°5: Bagazo de caña de azúcar deshilachado y cortado en pequeñas partículas...	72
Foto N°6: Molido del bagazo de caña de azúcar.....	72
Foto N°7: Pesado de la muestra de bagazo de caña de azúcar llevada al laboratorio....	74
Foto N°8: Desarrollo de la granulometría por tamizado de mallas.....	74
Foto N°9. Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	75
Foto N°10 Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	75
Foto N°11. Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	75
Foto N°12. Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	75
Foto N°13. Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	76
Foto N°14. Cantidad retenida de bagazo en la malla N°4.....	76
Foto N°15: Proporciones de la muestra de bagazo de cada malla.....	76
Foto N°16: Selección del tamaño de muestra a usar.....	76
Foto N°17: Cortado de los moldes de madera a medida establecida.....	78
Foto N°18: Moldes terminados para su posterior uso.....	78
Foto N°19: Silicato de Sodio.....	79
Foto N°20: Agregado del silicato de sodio a la muestra de bagazo de caña de azúcar...	80
Foto N°21: Muestra sin silicato de sodio.....	80
Foto N°22: Muestra con silicato de Sodio.....	80
Foto N°23: Solución de cola sintética en agua.....	80
Foto N°24: Mezclado de cola y bagazo.....	80

Foto N°25: Mezclado de todos los materiales.....	81
Foto N°26: Vaciado de la mezcla a los moldes.....	81
Foto N°27: Desmolde de las muestras.....	82
Foto N°28: Muestras realizadas.....	82
Foto N°29: Probetas de flexión.....	83
Foto N°30: Prueba de flexión.....	83
Foto N°31: Toma de datos.....	83
Foto N°32 Módulo de rotura.....	84
Foto N°33: Muestra luego del ensayo.....	84
Foto N°34 Pesado de la muestra M1A.....	90
Foto N°35 Pesado de la muestra M1B.....	90
Foto N°36 Pesado de la muestra M1C.....	90
Foto N°37: Peso de la muestra de placa drywall en el laboratorio.....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de barras del módulo por rotura a flexión.....	85
Gráfico 2. Porcentaje de agregado de bagazo y yeso.....	86
Gráfico 3. Comparación de carga de rotura y módulo de resistencia de cada muestra.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cabañas de los primeros hombres.....	25
Figura 2. Cabañas de los nómades.....	25
Figura 3. Secado de adobes.....	26
Figura 4. Mezquita de Djenné.....	27
Figura 5. Uso del bambú en andamios.....	27
Figura 6. Bloques con residuo agrícola de la caña.....	28
Figura 7. Caña de azúcar .....	30
Figura 8. Proceso de fabricación del papel .....	32
Figura 9. Montaje de elementos prefabricados .....	43

## RESUMEN

El actual trabajo de investigación se concentra principalmente en la problemática de la contaminación ambiental a causa de algunos materiales de construcción debido a sus procesos de fabricación, como lo son los ladrillos, debido a la cocción que se les realiza, por ello se da como una alternativa de solución la elaboración de unos paneles ecológicos que tiene como principal elemento al bagazo de la caña de azúcar y al yeso.

La presente investigación se dividió en dos etapas, la primera etapa consistió en el tratamiento que se le dio al bagazo de caña de azúcar para de esta manera poder tener una fibra limpia y adecuada para su uso posterior, también se disminuyó su carácter hidrófilico mediante un tratamiento alcalino, en el cual se usó el silicato de sodio en una determinada proporción. La segunda etapa consistió en la fabricación de las muestras en la cual se tuvo que elaborar primero los moldes con sus respectivas medidas y luego se pasó a la mezcla de los materiales: bagazo de caña de azúcar, yeso, agua y cola sintética en proporciones indicadas en la investigación, obteniendo así nuestras muestras de placas con los diferentes componentes nombrados para luego dejar reposar para su secado respectivo.

Al final de esto se obtuvo en total 15 muestras, 3 muestras de dimensiones 21 pulgadas largo x 6 pulgadas de ancho para el ensayo de resistencia a flexión cada una con dosificaciones diferente entre bagazo de caña de azúcar y yeso, de igual manera 3 muestras con dimensiones 30cm largo x 15cm ancho para el ensayo de porcentaje de absorción de agua y finalmente de la muestra con mejores resultados obtenidos se procedió a realizar 3 muestras iguales de 20cm x 15 cm para el desarrollo del ensayo de densidad.

Palabras clave: Bagazo de caña de azúcar, yeso natural, silicato de sodio, placa de yeso.

## **ABSTRACT**

The current research work focuses mainly on the problem of environmental pollution due to some construction materials due to its manufacturing processes, such as bricks, due to the cooking done to them, which is why it is given as a solution alternative the elaboration of ecological panels whose main element is bagasse from sugar cane and plaster.

The present investigation was divided into two stages, the first stage consisted of the treatment that was given to sugarcane bagasse in order to have a clean and adequate fiber for later use, its hydrophilic nature was also reduced by an alkaline treatment, in which the sodium silicate was used in a certain proportion. The second stage consisted in the manufacture of the samples in which the molds had to be elaborated first with their respective measurements and then it was passed to the mixture of the materials: bagasse of sugar cane, plaster, water and synthetic glue in indicated proportions in the investigation, thus obtaining our samples of plates with the different named components and then letting them rest for their respective drying.

At the end of this, a total of 15 samples were obtained, three samples of dimensions 21 inches long x 6 inches wide for the test of flexural strength each with different dosages between bagasse of sugar cane and gypsum, in the same way 3 samples with dimensions 30cm long x 15cm wide for the test of percentage of water absorption and finally of the sample with better results obtained, we proceeded to make 3 equal samples of 20cm x 15cm for the development of the density test.

**Keywords:** Sugarcane bagasse, natural gypsum, sodium silicate, plasterboard.

## **I - INTRODUCCIÓN**

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente observamos que la demanda de viviendas crece a ritmo acelerado tanto en Lima como en todas las regiones del Perú, pues el aumento de la población es de gran magnitud. Por ende, aumenta la gran demanda de fabricación de materiales de construcción, teniendo como problemática principal la contaminación del medio ambiente de las ciudades debido a que estos tienen que eliminar y a la vez procesar una alta cantidad de materiales primas para la fabricación ya sea de ladrillos, cemento, acero, etc. Todos estos con diferentes procesos para su fabricación los cuales muchas veces impactan como contaminador en el ambiente.

Por ejemplo, la aparición de ladrilleras artesanales es en la actualidad un gran problema para la ecología de muchos departamentos de nuestro país, existen noticias que señalan que algunas de estas ladrilleras artesanales están ubicadas en los lugares de Juliaca, Puno, Llave, etc. Estas para lograr la cocción de sus ladrillos usan muchas veces dentro de sus combustibles a elementos como leña, llantas de carros, maderas, plásticos y telas que no sirven, los cuales cuando son incinerados, expulsan al medio ambiente una alta cantidad de gases tóxicos para nuestra atmósfera, entre estas encontramos al óxido de nitrógeno, al monóxido de carbono, bióxido de azufre, todos estos gases como ya se sabe afectan considerablemente al deterioro de nuestro medio ambiente y a la propia salud de las personas que trabajan y a los que están expuestos a estos centros, causándoles graves daños respiratorios e infecciones.

La mayor parte de ladrilleras micro y pequeñas, nos muestran un gran grado de incumplimientos y emplean diferentes procesos artesanales para la elaboración de materiales. El lugar de fabricación se caracteriza principalmente por tener su horno y un ambiente de terreno como un espacio de labranza. Estas ladrilleras artesanales utilizan hornos de fuego directo, a techo abierto lo cual se conoce como la quema de ladrillos.

Para realizar la parte de cocción de materiales se utilizan combustibles, lo cual emana diferentes gases que son muchas veces altamente tóxicos y hasta cancerígenos, dentro de estos compuestos dañinos podemos encontrar al óxido de azufre, óxidos de nitrógeno, los compuestos orgánicos volátiles, dioxinas, entre otras y también a algunos metales pesados como el níquel, el cromo, arsénico, etc. Todos estos químicos como ya se sabe provocan males al organismo humano en diferentes zonas ya sea interna como externa, vías respiratorias, sistemas nerviosos, irritaciones a la piel, entre otros males.

Este problema no solo se ve en nuestro hermoso país, sino que es de contexto mundial ya que el campo de la construcción es global. Como se sabe en el país hermano de México la realización de fábricas artesanales de ladrillos es desde hace mucho tiempo una gran fuente de trabajo para muchas familias mexicanas, pero al mismo tiempo también se genera los problemas de la contaminación de sus ambientes y el deterioro de su propia salud.

Carlos Caballero Valdés, quienes director de la carrera de ingeniería del tecnológico de Monterrey, nos informa que, en América Latina, gran parte de la fabricación es de forma artesanal de estos materiales de construcción.

A la vez Rocío García Martínez, quien pertenece al área de investigación dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México, nos indica que no se sabe con exactitud cuál es la cantidad de empresas con hornos que fabrican ladrillos ni la cantidad exacta de personas que laboran en esos lugares.

Estos estudiosos concuerdan en que las personas ya sea trabajadores o cualquier tipo de gente que viva cerca a estos lugares de fabricación están expuestas a respirar gases y partículas altamente tóxicas, por ello su tiempo de vida es más reducido que el de una persona que respira un aire fresco y puro.

Según este especialista se ha demostrado que para la elaboración de ladrillos artesanales cada horno emplea una cantidad de 1200 troncos como fuente de combustible para su cocción para la producción de 7 a 12 mil unidades, estos hornos deben estar prendidos durante 24 horas, debido a esto se sabe que una ladrillera por individual está quemando casi 10.64 toneladas de PM10 que son la dimensión de las partículas de contaminantes, 9.104 Tn de monóxido de carbono y 4.592 Tn de óxido de nitrógeno. Se determinó que todos estos procesos de la cocción de ladrillos muchas veces se dan a alturas mayores que los 2240msnm, esto frena aún más su propagación (Siñani, et al, 2004).

La Organización Internacional del Trabajo, creo una iniciativa llamada Empleos Verdes, esta base tiene una gran importancia en el sector de la construcción, la economía, ya que reúne del 25 al 40% del uso de la energía mundial y 30 al 40% de todas las exposiciones de gases que provocan el fenómeno del efecto invernadero, este acto genera una gran ayuda en el cambio climático y por ende incrementa la ayuda para mejorar este problema [...]. La directora del departamento de actividades de sectores de la OIT Elizabeth Tinoco, sostuvo que la utilización de materiales nuevos que sean amigables con el medio ambiente y se puedan emplear en el campo de la construcción, nos da la posibilidad de reducir toda emisión

de CO<sub>2</sub> y a la vez tener ahorra energía, y todo esto incrementara el desarrollo de un país, para que haya mayor fuente de empleo para muchas familias (OIT, 2010).

Por todo lo explicado anteriormente, se debe incrementar la investigación sobre nuevos materiales de construcción que contengan un tecnología adecuada y correcta para la utilización de diferentes fibras naturales, que den seguridad y ayuda por sus propiedades y resistencias según la aplicación donde sean requeridas y de esta manera porque no también reducir el costo que comprende los materiales de construcción ya conocidos.

Por ello la siguiente investigación se basa en el uso de una fibra vegetal natural como refuerzo de un material, además de tener un bajo costo ya que esta muchas veces nos la proporciona la naturaleza, estando a nuestro alcance. El objetivo de este trabajo es poder estudiar un material que contenga como unos de sus componentes al bagazo de la caña de azúcar como una opción ya que se quiso aprovechar al máximo los usos y propiedades puesto que vemos que en nuestro país la caña de azúcar es uno de los productos más abundantes y se utilizan en las industrias azucareras y comercializadores de carretillas ambulatorias. Las cuales muchas veces incineran estos residuos del vegetal en el caso de las fábricas o como desechos de basura por los comercializadores y vendedores, provocando alguna contaminación, a pesar que se pueden estudiar para ser aprovechados en el campo de la construcción, de esta manera se promoverá la producción de un residuo como lo es el bagazo.

Con la preparación de un compuesto en este caso a base de Yeso y del bagazo de la caña de azúcar además poder contar con propiedades de resistencia y que sea barato, se muestra la ocasión de tener una mejor solución a las personas que cuentan con una baja cota económica para adecuar áreas pequeñas en interiores en viviendas y así tener contar con un espacio placentero y en óptimas condiciones para poder vivir. A su vez cabe recalcar que este material es fácil de elaborar y no necesita de hornos grande que generen contaminación por su cocción para poder reducir emisiones contaminantes hacia nuestro medio ambiente.

## **1.2 TRABAJOS PREVIOS**

### **1.2.1 Antecedentes Nacionales**

GARCÍA, C. (2017) Presento el trabajo de investigación “Obtención de un material biocompuesto a partir de bagazo de caña de azúcar y caucho natural como

sustituto del plástico”. Trabajo de investigación de la Universidad César Vallejo. El cual se basa principalmente en el problema de la contaminación por parte de los residuos plásticos, para eso da como propuesta de solución utilizar el bagazo de caña de azúcar y caucho natural para crear un material biocompuesto. Este proyecto se dividió en 3 etapas, la primera radicó en el procedimiento que se le dio al bagazo para quitar su carácter hidrofílico para eso se le dio un tratamiento alcalino. La etapa dos se basó en el procedimiento del laminado, donde se utilizó dos rodillos en movimiento que cumplen la función de aplanar el bagazo y caucho utilizados más otros compuestos como tiza, óxido de zinc, azufre, entre otros, obteniendo finalmente el material laminado. Finalmente se realizaron 9 muestras, 5 de ellas con diferentes proporciones de caucho y bagazo, y el tratamiento quinto fue el que se repitió 5 veces. La tercera etapa consistió en el moldeo por compresión en caliente para la obtención final de este biocompuesto, esto se realizó con una prensa hidráulica en la cual se pone el material laminado en moldes a 164°C y una presión de 2000 psi durante cinco minutos. Como conclusión del proyecto se estableció que el biocompuesto que nos brinda las mejores propiedades mecánicas, fue el de la muestra que contenía 60 gramos de bagazo y 50 de caucho, donde los valores que se obtuvo con respecto al ensayo de tracción fue 3.61 Mpa y en cuanto a la flexión fue 5.38Mpa.

REYNA, C. (2016) presento el estudio “Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”. Trabajo de investigación de la Universidad Nacional de Trujillo. Perú. El cual tuvo como objetivo determinar los resultados al reutilizar los desechos del plástico PET, el residuo agrícola de la caña de azúcar y el papel, para la elaboración de este concreto ecológico y de esta manera la reducir costos en la fabricación de viviendas. Para el diseño de mezclas se usó el cemento portland extra forte, gravilla de media pulgada, arena gruesa y el reciclaje de los tres compuestos, estos remplazaron a la arena gruesa en los porcentajes de: cinco, diez y veinte por ciento. Se realizaron las probetas, unas con concreto común y otras con contenido de estos residuos. Según la Norma Técnica Peruana 339.033, posteriormente se desarrolló la prueba de compresión después de los 28 días tiempo adecuado para el secado total según especificaciones de la norma ASTM C39. De este ensayo se pudo determinar que el concreto que contenía un cinco por ciento fue el que mejor resultados mostro con respecto al ensayo de compresión, además se estableció que según se agrega el contenido se estos materiales al concreto sus resultados a la resistencia a la compresión

disminuye. Como conclusión final se estableció que hay un ahorro al incorporar estos residuos reciclables ya que se hizo una comparación entre el concreto normal.

VICENTE, J. (2017) presento “El estudio de la influencia del porcentaje de arcilla en la calidad de las briquetas de hojas de caña de azúcar mediante ensayos físicos y térmicos. trabajo de investigación de la Pontificia Universidad Católica del Perú”.

En el siguiente proyecto de investigación se exponen los resultados de las valoraciones en cuanto a la calidad de briquetas de hojas de caña mediante ensayo físico y térmico, estableciendo como la variable el porcentaje de arcilla entre las cantidades de 0 a 15 %. Se empezó clasificando las hojas de caña con el objetivo de saber su comportamiento como combustible. Seguido se identificó los procesos y técnicas para la fabricación de densificados a presión baja. Además, se relaciona el proceso de aglomeración con la densificación, en esta parte se evalúa los enlaces que se generan por la arcilla y la fécula. La parte del desarrollo experimental se analizó las características físicas y químicas de la hoja de caña, de donde se realizó unos tratamientos que se basaba en la disminución de la granulometría y un procedimiento de lavado y evitar problemas de corrosión entre otros. Luego de eso se elaboraron las 4 formulaciones de briquetas con porcentajes siguientes, 75% de hoja de caña y 25 % aglutinantes, donde se alteró el porcentaje de arcilla en 0, 5, 10 y 15 por ciento. Conseguida la briqueta se pasó a secarla en un tiempo de 4 horas en un horno a 90°C, ya secadas se le procedió a pasar el ensayo de resistencia a la compresión, esponjamiento, impacto y combustión. Obteniendo como conclusión que a medida que se aumenta la cantidad de porcentaje de arcilla, la calidad de estas briquetas baja, quedando así briquetas de baja resistencia y calidad.

### **1.2.2 Antecedentes Internacionales**

CEVALLOS (2011) Presento como trabajo de grado “Elaboración de paneles ligeros a base de bagazo de caña de azúcar aglomerado con cemento pórtland” Investigación realizada en la Universidad Nacional de Loja-Ecuador. Este trabajo tuvo como propósito demostrar que con las mezclas de cemento portland y fibras de bagazo de caña de azúcar, empleando una tecnología alternativa de fabricación, se puede elaborar un material durable y competitivo, con propiedades físicas y mecánicas adecuadas, para la fabricación de paneles ligeros a ser utilizados en la construcción de paredes en viviendas. En la parte metodológica se realiza un análisis del diseño de mezclas en el que se considera como variables, las relaciones agua – cemento (A/C) y fibra – cemento (F/C); y, su influencia en las características físicas y mecánicas de los elementos elaborados. Por

otra parte, y en razón de que la incompatibilidad física y química de la matriz con la fibra son los principales agentes de degradación de este tipo de materiales, se incorpora el uso del silicato de sodio como neutralizante de este fenómeno para la realización de las muestras. Como resultado esta investigación nos permite ratificar que con un diseño correcto de mezclas a base fibra en este caso de la caña de azúcar y el cemento portland y utilizando una tecnología con otra opción de fabricación, de esta forma se puede obtener un material que dure ya la vez pueda ser competitivo en el mercado, presentado propiedades mecánicas y físicas correctas para la fabricación de paneles de poco peso para darles uso en viviendas y edificaciones. Los resultados que mejor características física y mecánicas se obtuvieron fue la que utilizaba la relación  $a/c = 0.40$  y  $f/c = 10$ . El panel que mostraba las mejores características tubo como características físicas y mecánicas: En el ensayo de resistencia flexión donde se obtuvo como módulo de rotura por flexión de la mejor dosificación, la cual fue la del vértice 4 que nos dio 12.53 Mpa lo que equivale a 122.366 kg/cm<sup>2</sup>. Otros datos obtenidos también en esta investigación fueron los de: Densidad = 1.35gr/cm<sup>3</sup> Absorción = 20% y Porosidad = 21.83%. El costo del tablero de fibra y cemento, desarrollado en la presente investigación alcanza el valor de US\$ 5.11, el mismo que se considera inferior frente al costo de los tableros de las mismas características que se comercian comúnmente en el mercado.

LÓPEZ Y VALENCIA (2006) En la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (Colombia), realizaron como trabajo de grado “Elaboración de paneles prefabricados para muros divisorios a partir de bagazo de caña de azúcar y cemento” donde se comprobó que la junta de estos materiales da como producto aglomerante de óptimos resultados para su uso en la construcción. En el proceso se realizó 3 muestras con distintos espesores de 2, 2.5 y 3 cm utilizando 4 materiales básicos para su elaboración estos fueron la fibra del bagazo de caña con rangos de 5mm a 25mm, el químico silicato de sodio como mineralizante en proporción de 10% de la masa de bagazo, cemento tipo I portland con una proporción de 1/3: 5 bagazo y cemento respectivamente y agua un 0.6 por ciento de toda la masa. Se realizó la mezcla y luego se llevó a sus respectivos moldes con medidas de 30cm largo x 18cm ancho y se compacta de forma manual. Como ya se sabe se tiene que esperar unos 28 días para su secado total, luego de eso se efectuó los ensayos de flexión, compresión de impacto y acústico. Finalmente se obtuvo como conclusión de acuerdo a resultados que estos paneles contienen excelentes propiedades físico-mecánicas para su uso en la construcción, además de ser un elemento

de menos peso y tener un montaje no tan complicado de instalar, teniendo la capacidad de ser atornillado, cortado entre otras características lo hacen mucho más económico.

MACÍAS, A. (2014) Presento como informe para obtener el grado de Maestro en Tecnología avanzada. “Investigación, desarrollo e innovación de compósitos de fibras naturales aglutinados con cemento portland ordinario” El presente trabajo se basa en la elaboración de tableros aglomerados con mayor o menor proporción de mezcla cemento: bagazo de caña de azúcar, utilizando tratamientos de molienda para disminuir y homogenizar el tamaño de partículas, disminución de extractos y azúcares para el bagazo, así como dos diferentes tratamientos de mineralización superficial para la fibra para mejorar su compatibilidad con la matriz de cemento, uno con  $\text{Ca(OH)}_2$  y otro con  $\text{NA}_2\text{SiO}_3$ . Se elaboraron probetas de 1.2 x 5 x 29 cm de acuerdo a la norma ASTM D 1037. Continuando con una serie de ensayos mediante los cuales se determinaron sus propiedades físico-mecánico, con el objetivo de obtener datos precisos que sirvan como base para su aplicación en el campo de la construcción. Obteniéndose como resultado de las probetas que el material cumple ya sea para ser utilizado para aplicaciones de tableros de densidad media como para aplicaciones de tableros aislantes.

### **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1 Historia de las fibras vegetales en la construcción.**

Como se sabe las fibras de los vegetales en estos últimos años está pasando a ser una clara opción que llama mucho la atención para su aplicación en industrias por su poco costo, tienen un peso liviano y sobretodo que es un material renovable. Estas fibras vegetales se vienen utilizando en diferentes industrias ya sea de calzados, textiles, producción de papeles y hasta en el campo de la construcción.

Los diferentes elementos y materiales dentro de la construcción nos han demostrado a lo largo de los años el ingenio del ser humano. En nuestra pretensión de cambiar nuestro ambiente y poder habilitar lugares más acomodados a nuestras carencias, conlleva a un cambio y evolución en nuestro camino de búsquedas y mejoramiento de nuestras instalaciones. Los diferentes elementos tienen como base, las fibras vegetales. Se sabe que desde la época de la prehistoria el ser humano, aprovechaba al máximo los recursos que le brindaba la naturaleza para de esta manera poder fabricar sus propios recintos donde vivir y adecuarse a la necesidad. Las indagaciones y estudios realizados por algunos arqueólogos nos detallan que en el periodo Pre Neolítico las personas no

habitaban en cuevas ni lugares cerrados, por lo contrario, los usaban como lugares de almacenamiento y hasta de eventos rituales.



Figura 1. Cabañas de los primeros hombres.

Como se sabe los nómades creaban cabañas o chamizos para espacios temporales ya que ellos no permanecían en un lugar estable, sino que se mantenían en constante movimiento y para desarrollar estos refugios usaban los recursos y materias que encontraban a su paso y le ofrecía la naturaleza ya sea desde troncos, fibras, ramas y hojas de árboles secos o muertos hasta sus propias prendas o pieles y estructuras ósea de los animales que capturaban. Estos refugios más conocidos como cabañas perduran hasta la actualidad en muchas partes de nuestro país como en el caso de la región selva que por su cultura indígena y tradiciones mantienen este estilo muy parecidos a los de la época Pre-Neolítica.



Figura 2. Cabañas de los nómades.

El desarrollo y avance en la construcción con el paso del tiempo va trayendo nuevas cosas, una vez que las personas dejan de ser nómades y ya pasan al sedentarismo, sus lugares de habitad ya dejan de ser temporales y pasan a convertirse en áreas que puedan perdurar con los años de tal manera que puedan ser adoptadas por el nombre de

viviendas o residencia, por ello se intensifica el uso de elementos que proporcionen más seguridad y vuelva a la construcción más duradera.

Con este nuevo comienzo ya se puede nombrar a los procesos de las materias primas para su elaboración de productos que sean más duraderos y que resistan los cambios bruscos de las estaciones y climas, para esto se añade nuevos materiales como la piedra, arena gruesa, la cal, el yeso, entre otros, que combinados producen nuevos compuestos que se ajusten a las necesidades requeridas por las personas.

La arcilla fue una de las pioneras en usarse ya que con esto se fabricó por primera vez los bloques de construcción a los cuales les adicionaban muchas veces las fibras de vegetales para su mayor consistencia, de aquí donde se crearon los famosos adobes. Su proceso era sencillo y fácil y en cuanto al secado se ponía a reposar al sol. Las primeras construcciones con ladrillos de arcilla se sitúan entre los años 13.000 a.c y hasta el día de hoy se pueden ver su uso en gran parte de nuestra sierra peruana y otros lugares del mundo.

La gran demanda de elementos de construcción a mitad del siglo diez, admite la capacidad de poder eliminar y procesar una alta cantidad de materia prima, todo esto también genera una excesiva cantidad de residuos y/o demoliciones de la construcción lo cual a su vez lleva un costo de la energía que esto representa. (Arenas, 2008).



Figura 3. Secado de adobes.

Las construcciones a base de adobe tenían la capacidad de ser complementados con barro, arena, paja, etc. Todo esto manualmente para poder dar una suavidad a las paredes y recubrir los huecos y/o grietas. También se vio en otras construcciones el uso del excremento del ganado en remplazo de la fibra vegetal.

Un ejemplo de esto podemos ver las diferentes construcciones importantes y famosas realizadas en el continente africano una de ellas es la Mezquita de Djenné la cual está hecha íntegramente de barro y reforzada con troncos de madera, de donde se puede deducir que para esa época cuan sofisticadas lograron ser las construcciones de esos templos



Figura 4. Mezquita de Djenné.

No es hasta cerca del 4.000 a.c que apareció el ladrillo cocido y ellos abre un nuevo curso al camino nuevo, de esta manera disminuyo el uso de las fibras, pero sin dejar de usarse completamente en algunos lugares del mundo. Ello se puede apreciar en el continente asiático, donde aún se sigue utilizando el bambú adaptándolo a los requerimientos de la sociedad actual, lo usan como andamios al momento de realizar edificaciones ya que este material es abundante en ese lugar y dentro de sus características es que es barato y de bajo peso y debido a ser una fibra vegetal es flexible, todo ello hace que se fácil de manipular al momento de la instalación y no necesita de tantos operarios ni de maquinaria pesada.



Figura 5. Uso del bambú en andamios.

Crespo, S. (2013) Nos explica que en lo que respecta al sector de la construcción, los objetivos que se persiguen en la construcción sostenible son varios: buscar los materiales más adecuados en relación con el impacto ambiental que producen, crear procesos de construcción con máquinas y energías que no generen más contaminación, etc. Y posteriormente, durante el periodo de explotación de las construcciones y el desarrollo de los procesos habituales en la vida diaria, establecer medidas que favorezcan la eficiencia energética, como pueden ser el empleo de máquinas, aparatos y elementos de bajo consumo, el reciclado de producto, el uso de materiales sostenibles y componentes de la construcción de elevada inercia térmica, etc.

El uso de las fibras naturales de los vegetales, está aumentando y es un tema que poco a poco empieza a tener más importancia en las aplicaciones para materiales de construcción, debido a las necesidades de las personas por adecuar sus ambientes.

En la actualidad existen empresas dedicadas a este rubro tal es el caso de Canabric, empresa alemana creada a fines del siglo pasado, la cual se dedica a la elaboración de bloques de bioconstrucción hechos a base del residuo agrícola de la caña de azúcar.



Figura 6. Bloques con residuo agrícola de la caña.

Las nuevas construcciones recrean estas anteriores estructuras primitivas, con espíritu Ecológico y de recreación de estructuras más sencillas o recreativas. Un ejemplo lo encontramos en el Hotel Baobab, en Gran Canaria.

Según Martínez, G. et al (2015) Materiales sustentables y reciclados en la construcción. Se detalla que, en la actualidad, se tiene el concepto que el adobe es un material malo a consecuencia de la baja condición que esta el sector económico y también a la forma que se desarrolla el proceso de elaboración, ya que muchas veces esto es un problema debido a la contaminación que originan los pobladores en la quema de diferentes materiales que contaminan la atmosfera todo esto por su ignorancia, esto se da básicamente en el pueblo de México, en donde más del 80% de todas las viviendas están hechas de adobe. Por consecuencia se está viendo nuevas formas de darle un mejor uso a

este material tanto en su preparación incluyendo el reforzamiento con fibra vegetales para obtener mejores resultados en cuanto a sus propiedades mecánica, químicas, térmicas, entre otras, como en sus aplicaciones lo cual a la vez mejorará el malestar que se tiene en cuanto a la contaminación del medio ambiente y de sus habitantes.

(Álvarez, 2008). El adicionar fibras a cualquier compuesto por lo general siempre producirá una mejora en cuanto a sus propiedades ello se puede ver en la resistencia a la flexión, tracción, resistencia al impacto, resistencia acústica, entre otros, todo esto determinado principalmente por la naturaleza de las fibras que se adiciona y la unión que tiene estas con la matriz y a la vez la parte de la fabricación.

Según el Dr. Francisco J., la mitad de los materiales que se usa en las edificaciones proviene de nuestra corteza terrestre, originando al año cuatrocientos cincuenta millones de toneladas se los residuos de las construcciones y demolición según la unión europea.

Esta cantidad se incrementa tenazmente, teniendo como restricción el poder hacer uso del reciclado de los residuos de demolición y su reciclado, que solo es del 28% actualmente por ello crece la necesidad de elaborar vertederos y aumentar la extracción de muchas materias primas. Como ya se sabe el proceso de materias primas y la elaboración de los diferentes materiales provocan un elevado costo de la energía y del medioambiente, a la vez se sabe que este problema en la actualidad del sistema de edificación es muy difícil de ser cambiado de un de repente ya que se hace desgaste absurdo de los recursos naturales y no se ve las prioridades del reciclaje, la reutilización y poder recuperar las materias todo esto simplemente brilla por su ausencia.

Por todo esto es muy importante poner énfasis en este asunto y recalcar sobre la preocupante situación de la contaminación ambiental y el deterioro de nuestro planeta, indagando formas de ayuda o solución el uso de materiales que a la vez que cumplan con su función para las que fueron utilizadas colaboren con el medioambiente durante todo el proceso de su elaboración tanto como para la parte inicial la cual comprende la extracción y el proceso de la materia prima hasta la parte final como residuo, pasando por la parte de producción o elaboración y la de sus usos dentro de la construcción en edificaciones.

### **1.3.2 Bagazo de la caña de azúcar.**

Como se sabe la caña de azúcar crece en climas tropicales y subtropicales. El bagazo es el residuo fibroso que queda de la caña después de ser exprimida y de pasar por el proceso de extracción. Por lo general el bagazo se utiliza en los ingenios azucareros

como combustible, sin embargo, se utiliza en otro tipo de industrias como las papelerías, cartones y hasta en la fabricación de materiales en el campo de la construcción.

### 1.3.2.1 Orígenes

Almazán del Olmo *et al.* (2016) El bagazo es el residuo lignocelulósico, fibroso, obtenido a la salida del último molino del tándem, que, en la fábrica de azúcar, extrae el jugo de la caña. Representa el 28% en peso de la caña que se procesa. Constituido por cuatro fracciones: fibra (45 %), sólidos insolubles (2-3 %), sólidos solubles (2-3 %) y agua (50 %), representa el coproducto de mayor tonelaje y volumen de la producción industrial del azúcar de caña.

Subirós Ruiz, F. (2000). Explica que no se conoce con certeza donde fue el origen del vegetal de la caña de azúcar, pero sin embargo se a desarrollado ideas y teoría que indican que este puede ser en la China, Nueva guinea y la India, ya que ahí se dio a conocer la más grande cantidad de este vegetal. Su nombre científico es *Saccharum Officinarum* y este cumplió un rol muy significativo en cuanto a la alimentación de los pobladores antiguos maso menos en los años 3000 antes de cristo y naturalmente se usaba para ser masticado y poder consumir su jugo el cual era muy nutritivo para el cuerpo, también se utilizaba con fines para la medicina.



Figura 7. Caña de azúcar.

### 1.3.2.2 Composición y Estructura

#### Composición

El bagazo de caña de azúcar está compuesto de 48.7% de fibras, 2.3% de solidos solubles, 49% de humedad, 45-55% de celulosa, 18-24% de lignina, 0.6-0.8% de pectina y 1-4% de cenizas. PRABAKARAN (2017).

**Tabla N°1. Composición del Bagazo**

Propiedades	Porcentaje (%)
<b>Humedad</b>	49%
<b>Solidos Solubles</b>	2.3%
<b>Fibra</b>	48.7%
<b>Celulosa</b>	45-55
<b>Hemi Celulosa</b>	20-25
<b>Lignina</b>	18-24
<b>Pectina</b>	0.6-0.8
<b>Ceniza</b>	1-4

Fuente: PRABAKARAN (2017)

### Estructura

Hernández *et al.* (2016) explica que el bagazo es el residuo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después que ésta ha sido sometida al proceso de extracción del jugo azucarado, saliendo del último molino con un 50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de alrededor del 4 % (base seca). Es uno de los Subproductos de la Caña de Azúcar, además de la miel final y la cachaza, entre otros, y representa entre un 23 - 27 % del total (11-13 % base seca). Desde el punto de vista general de su estructura, el bagazo se caracteriza por su elevada heterogeneidad morfológica y está formado por dos fracciones bien diferenciadas, la fibra, de estructura cristalina, estable químicamente, que brinda rigidez a la planta, y el meollo o parénquima de estructura amorfa y de un alto poder de absorción.

#### **1.3.2.3 Partes**

El bagazo completo está integrado por tres componentes principales:

El Recubrimiento: en el que se incluye la epidermis, la corteza y el periciclo.

La fibra: Fibras relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo.

El tejido básico (El meollo o parénquima): Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar.

Carvajal *et al.* (2016) Informa que el bagazo, residuo lignocelulósico fibroso remanente de los tallos de la caña, está compuesto por fibras y tejido parenquimatoso, denominado popularmente como meollo o médula; este último por lo general indeseable para las producciones de pulpa, papel y tableros, debido a serios inconvenientes asociados al incremento en los consumos de los aditivos empleados y en la calidad de los productos terminados.

#### 1.3.2.4 Usos

El aumento del petróleo y las regulaciones ambientales son cada vez más estrictos, han hecho que los ingenios azucareros pongan atención en aprovechar su valor energético y económico de este vegetal, con el fin de parar el problema de la contaminación de nuestro ambiente que es originado por la quema del bagazo en las calderas para generar vapor, para así evitar multas y sanciones, y por el contrario tener algún beneficio económico al poder vender este sobrante a las industrias. Las principales alternativas de industrialización son:

#### Pulpa y papel

Como sabemos el papel es un componente que lo usamos a diario las personas, en la actualidad la industria del papes es algo básico en diferentes países, a causa de los inconvenientes que se dan hoy en día con el abastecimiento de la materia prima, y de ello se da como consecuencia una explotación inapropiada de los recursos forestales. Es por ello que se está dando más importancia en los últimos años a las industrias del residuo agrícola de la caña de azúcar como la materia prima para industria de pulpa y papel y este ha sido aceptado de buena manera teniendo mucho triunfo en el mercado.



Figura 8. Proceso de fabricación del papel.

En el planeta hay más de 27 países que le dan uso al bagazo en su producción de pulpa y papeles, en mayor parte situadas en Asia y América Latina. Dentro de Latinoamérica se encuentra las producciones de Cuba, Colombia, Brasil, Perú, México y Argentina.

### Productos aglomerados

Vienen a ser los paneles de superficie grande que se obtienen por la asociación de partículas de elementos lignocelulósicos, estos pueden ser: virutas, astillas, bagazo, fibras de los vegetales, y más. Gracias al bagazo de la caña de azúcar se puede crear tableros de partículas y tableros e fibras.

- Tableros de partículas:

Estos tableros de partículas tienen la particularidad que el material lignocelulósico es preparado anteriormente por la acción de molineras, la clasificación y el secado, entre otros, estos adoptan el perfil de un panel mediante el uso de aglutinantes orgánicos los cuales congelan bajo el uso de temperaturas y a la vez presión.

El uso que se les da a estos materiales lo podemos visualizar en los armarios, muebles para cocina, sala y en general muebles para las casas. También sirven como aislante de sonido. Dentro de América Latina, encontramos a Cuba como país número uno en la creación de estos tableros a base del bagazo de la caña de azúcar.

- Tableros de fibras:

Los tableros de fibras se obtienen mediante procesos que se le da al material lignocelulósico lo cual tiene como propósito impulsar las características auto aglutinantes que poseen las fibras de los vegetales mediante las reacciones a temperatura y a presión.

Por medio de su masa o densidad estos tableros de fibras pueden tener las características de extra porosos, semiduros, duros, extra duros y también como aislantes. Tienen como aplicación principal en el campo de la construcción estos lo encontramos en puertas, aislantes térmicos y acústicos y también en paneles divisorios.

### Pulpa para disolver y derivados

La industria de la pulpa para disolver a partir de maderas coníferas y maderas duras se ha establecido de manera importante en Estados Unidos, Polonia, Japón, Italia y otros.

Existe producción semi-industrial de pulpa para disolver a partir del bagazo en países como China y Cuba. Este producto se utiliza en la producción de fibrana, hilaza textil, celofán y otros.

### **1.3.2.5 Tratamientos**

Desde hace unos años, se ha logrado utilizar exitosamente en escala industrial en las producciones de pulpas papeleras, tableros y forraje para alimentación animal bagazo de la caña de azúcar, con la ventaja de que éste se encuentra localizado de una forma concentrada en las fábricas de azúcar en cantidades tales que permiten su empleo con capacidades económicas.

A continuación, nombraré las principales etapas de tratamiento a que es necesario someter el bagazo, para su empleo dependiendo a las producciones a que se destine.

#### **DESMEDULADO**

La operación de separación del meollo o médula del bagazo, se conoce con el nombre de Desmedulado. Para esta operación se han desarrollado mundialmente diferentes equipos. En Cuba existen instalados, en varias industrias donde se requiere esta operación tecnológica, algunos de construcción nacional y otros adquiridos a firmas extranjeras. De acuerdo a la humedad el bagazo se clasifica en tres tipos.

Desmedulado en seco: En este proceso se realiza la separación de la médula cuando el bagazo tiene una humedad entre 8 % y 25%. Se aplica un secado artificial

Desmedulado en húmedo: Se efectúa la separación de la medula a la salida del bagazo del tándem azucarero entre 48 y 52% de humedad.

Desmedulado Mojado: Se realiza con el bagazo mezclado con agua a una consistencia entre 2 y 3 % o entre un 6 y 12 %. En este proceso se lleva a cabo un efecto de lavado para extraer mayor parte de componentes no fibrosos.

#### **MOLINADO**

En algunas de las tecnologías donde se utiliza el bagazo, se requiere molerlo, ya que para obtener productos de buena calidad se necesita reducir su tamaño hasta alcanzar las dimensiones requeridas. Los equipos de molienda más comunes para esta industria de derivados del bagazo, son los molinos de martillos, por ser los que mejores resultados brindan, pero también existen otros métodos como lo son los molinos normales o hasta licuadoras según el trabajo que se quiera. Se reitera que los equipos de molienda más comunes en la industria de derivados, son los molinos de martillos. El empleo de cuchillas

como elementos de corte en el tratamiento del bagazo, no es recomendable a causa de la gran cantidad de polvo y partículas que se producen durante la operación, lo cual provoca que aumenten las pérdidas del material durante el proceso, aunque en ocasiones se pueden utilizar para mejorar el balance de material fino, si así se desea.

## FRACCIONAMIENTO Y CLASIFICACIÓN

La clasificación de las partículas consiste en la separación del material en fracciones con tamaños apropiados de acuerdo al producto que se requiera producir y al mismo tiempo desechar el material no apto, lo cual reviste gran importancia, ya que de esto depende, en gran medida, las propiedades del producto final. Los equipos de clasificación pueden ser con principios mecánicos o neumáticos, siendo los primeros los de mayor uso en esta industria. La clasificación mecánica se realiza por medio de tamices, en función del área de las partículas. Los tamices planos y los de tambor, ligeramente inclinados y con movimiento oscilatorio o rotatorio, son los más comúnmente empleados. El movimiento oscilatorio puede ser impartido por medio de vibraciones o sacudidas. Los diámetros de los orificios de los tamices varían en tamaño según las características de la materia prima y de los requerimientos tecnológicos del proceso.

## SECADO

Los secadores de bagazo aún conservan un gran espacio en la industria azucarera y sus derivados, no solo como medio tradicional de recuperar la energía de los gases de escape de las calderas, sino como paso necesario para un procesamiento ulterior del bagazo, por ejemplo: para fabricar briquetas y pellets, para las fábricas de tableros de partículas, para evitar el deterioro microbiológico, para su gasificación. Las calderas de quemar bagazo sufren de problemas de estabilidad debido a su alto contenido de humedad (50 % o más al quemarse). Bajo una gama amplia de condiciones del horno existe el mismo ciclo (acumulación material, secado y combustión). Algunas condiciones del horno pueden presentar grandes fluctuaciones en la presión del generador, reducción en la producción de vapor y generalmente un comportamiento inestable. La estabilidad es importante debido a que de tales generadores de vapor depende a menudo el suministro de toda la energía del ingenio.

### 1.3.2.6 Silicato de sodio

El silicato de sodio es una solución en agua elaboradas a partir de proporciones múltiples de óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) y óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). Dependiendo de su estructura dan un extenso rango de propiedades tanto químicas como físicas.

#### Usos del Silicato de Sodio

Este compuesto posee diferentes propiedades beneficiosas que no se ve en otras sales alcalinas, además de tener un bajo costo, hacen que sea utilizado en diferentes industrias como:

**Detergentes:** Dentro de la pasta de los detergentes esta solución es muy fácil de agregar y ayudan a examinar la viscosidad para la fabricación del polvo de detergente con un peso conveniente.

**Adhesivos:** Los silicatos más silicios se utilizan mucho como adhesivos, ya que este tiene un alto de sílice polimérica. Es por esto que tiene como reacción pegarse debido a la remoción de pocas cantidades de agua, de donde se convierten de líquido a un estado sólido. Entre sus ventajas encontramos un buen contacto y pegado con otros materiales, un índice de ajuste controlable, y la creación de una superficie rígida y también una alta resistencia al agua. Se utilizan por lo general en papeleras, en madera, hojas metálicas entre otros.

**Cementos:** Cuando este se combina con el cemento, ocurre una reacción en donde se crean energéticas propiedades, la mayoría de cementos están hechos con silicatos. Estos silicatos son una pieza importante en la parte de autofraguante y para la resistencia en morteros. Las ventajas que le otorga al cemento son: resistencia a los ácidos, a la temperatura, un fácil manejo, a la vez bajo costo, etc.

**Tratamiento de Agua:** Este se utiliza en los tratamientos de agua de manera que ayuda como una manera sencilla y a la vez económica ya que controla el hierro y el manganeso que pueda verse excesivamente, la cual se ve en varios sistemas de abastecimiento de agua.

**Beneficio Mineral:** En cuanto al beneficio mineral este silicato soluble se usa en varios métodos para la concentración de minerales, pero principalmente el uso que se le da es en la flotación mineral, donde actúa como dispersor o disgregador de los minerales silicios que no se requieren.

Textiles: En la parte de la industria textil el silicato de sodio cumple mayormente una función en operaciones de blanqueado, en donde una de sus particularidades es disminuir el índice de descomposición del agente blanqueador.

Tratamiento del Concreto: Dentro de lo que es el tratamiento del concreto el silicato nos da dos aplicaciones distintas para poder incrementar la durabilidad del concreto. La primera que se le puede dar uso como un material curante para la superficie de la capa que está recién fresca, luego de que la región haya sido cubierta y a la vez humedecida por 24 horas. Y la otra opción es que luego que el concreto este totalmente seco y endurecido se le echa esta solución hasta penetrar el concreto.

### **1.3.3 Caña de azúcar en el Perú.**

Como bien se sabe nuestro país entro a ser un alto productor de la caña de azúcar a mediados del siglo XVI mediante la llegada de la conquista española, luego de eso el Perú paso a ser un país importante en la industria del producto de la caña de azúcar a nivel mundial.

Posterior a ese acontecimiento, esta industria sufrió una espantosa crisis luego de la reforma agraria, a partir del año setenta, esto fue lo que conllevó a una casi cierre de las distintas empresas de azúcar que había para ese tiempo, a causa de la mala inversión en aparatos tecnológicos y a la poca renovación de sus distintas plantas todo esto por la corrupción que existía dentro de estas.

Años anteriores al de los 70, nuestro país era un gran exportador de este vegetal, pero con la mala inversión como ya se explicó y más el aumento elevado de la población, sufrió una crisis por ello a partir del comienzo de los años 80 se tuvo que importar este vegetal las cantidades altas para de esta manera poder remediar la gran demanda que había para ese entonces. A partir del año 1996 se empieza con la privatización de las empresas azucareras, con la ley Saneamiento Económico Financiero de las Empresas Agrarias Azucareras<sup>1</sup> y desde ese entonces hasta la actualidad estas empresas han acogido la forma de sociedades anónimas.

En la actualidad estas empresas cuentan con todos los reglamentos y estándares para operar en nuestro país, a la vez de una supervisión constante en el tema de sus actualizaciones y moderna miento de plantas y maquinas, luego de haber sufrido una caída en el año 1998 debido al clima y la naturaleza en nuestro país por medio del impacto del fenómeno del niño.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (junio 2017) Sostiene que, en cuanto a la producción del vegetal de la caña de azúcar, este desde el año dos mil manifestó un incremento sostenido hasta el dos mil tres, donde fue de 959mil toneladas, pero ya para los años dos mil cuatro y dos mil cinco, tuvo una baja a causa del fenómeno del niño ocurrido en esa temporada, un aproximado de 748 toneladas. Ya para el año dos mil seis se pudo lograr una gran recuperación de este producto nacional, donde se logró una producción máxima en el año dos mil catorce el cual fue de 1203 mil toneladas, esto fue consecuencia de las inversiones en las plantas refinadoras y la agregación de tierras nuevas conseguida por parte de empresas peruanas. Ya para el siguiente año se dio a conocer una cierta disminución en la producción en consecuencia otra vez del impacto del fenómeno del Niño, el cual daño la infraestructura vial y la parte de riego.

El cuadro N°2 muestra la evolución de la producción de caña de azúcar, materia prima para la elaboración de azúcar de caña en el Perú

**Tabla N°2 Producción de Caña de Azúcar**

AÑOS	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (kg/ha)
1955	6 097 566	35 898	169 858
1956	5 876 384	37 767	155 596
1957	6 077 792	39 353	154 443
1958	6 840 208	39 492	173 205
1959	6 543 824	41 367	158 189
1960	7 359 171	47 361	155 385
1961	7 288 136	47 075	154 820
1962	7 247 077	46 830	154 753
1963	7 697 310	49 160	156 577
1964	7 590 920	48 855	155 377
1965	7 498 940	46 520	161 198
1966	8 463 380	53 530	158 105
1967	7 942 800	49 670	159 911
2010	9 660 895	76 983	125 494
2011	9 884 936	80 069	123 455
2012	10 368 866	81 126	127 812
2013	10 992 240	82 205	133 717
2014	11 389 617	90 357	126 051
2015	10 211 856	84 574	120 744
2016 *	9 832 526	87 696	112 120

Fuente: DGESEP-DEA

### **1.3.3.1 Producción y consumo de azúcar de caña**

El azúcar en el Perú en promedio mantiene una capacidad de 81 mil 231 hectáreas productivas, las cuales mantienen un rendimiento de 128,1 toneladas por hectárea ocasionando de esta forma que este producto se coloque en el noveno lugar dentro del ranking del PBI agrícola nacional, según cifras del Ministerio de Agricultura.

La producción nacional se ve reflejada dentro de dos departamentos los cuales son Lambayeque (35%) y La Libertad (47%). Aquí destaca el territorio del departamento de La Libertad donde se encuentran dos zonas de producción las cuales son Ascope y sus distritos de Casa Grande y Santiago de Cao con el 72% de la producción departamental y Trujillo con el 28%.

Por el departamento de Lambayeque, tenemos como principal zona de producción de azúcar los distritos de Pomalca, Tumán y Pucalá, pertenecientes a la provincia de Chiclayo.

También encontramos a Arequipa (1%), Áncash (4%) Lima (13%) departamento que cuenta con una importante fabrica en ese rubro Agro Industrial Paramonga SAC la cual se ubica en la provincia de Barranca (Paramonga).

En enero de este año la producción de caña de azúcar alcanzó las 922,216 toneladas, lo cual según comparación de cifras representó un incremento de 8.7% que, en comparación con similar del mes de 2015, según informó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

### **1.3.4 Yeso.**

Como se sabe este es un mineral natural que está compuesto de sulfato de calcio hidratado, con un color casi blanco y suele ser desintegrado fácilmente. Este mineral es una roca sedimentaria creado por la precipitación de sulfato de calcio presente en fondo marino. Se originó en las partes de la corteza volcánica por consecuencia del ácido sulfúrico sobre minerales que tenían un alto grado de calcio, de la misma manera también se encuentra presente n las arcillas como un agente de la reacción de la caliza con el ácido sulfúrico.

Este mineral de localiza en abundancia en nuestra naturaleza, a la vez que no es un elemento tóxico y es respetuoso con nuestro ambiente ya que sus residuos son biodegradables, es por ello que estas características entre muchas más hacen a este

mineral apto para ser usado en diferentes industrias como un compuesto natural y ecológico.

Por lo general el yeso se puede hallar en casi todas partes del mundo, pero dentro de los yacimientos más grandes de este mineral encontramos países como, Suiza, Francia, México y Estados Unidos.

#### **1.3.4.1 Historia de la utilización del yeso.**

El yeso tuvo su origen hace 200 000 000 de años, debido a los depósitos marinos. Durante este tiempo algunos mares se secaron y dejaron segmentos de yeso que se taparon para luego ser descubiertos por el hombre. Es uno de los materiales más antiguos usados en la construcción. En el período Neolítico, con la presencia del fuego, se comenzó a crear el yeso calcinando aljez, para usarlo en la unión de piezas de mampostería, sellar las juntas y revestir los paramentos de las viviendas, sustituyendo al mortero de barro. En el Antiguo Egipto, en el tercer milenio a. c., se empleó yeso para sellar las juntas de los bloques de la Gran Pirámide de Giza, y en multitud de tumbas como revestimiento. El palacio de Cnosos contiene revestimientos y suelos hechos con yeso.

Los Sasánidas dieron uso del yeso principalmente en la parte de albañilería, mientras que los Omeyas dejaron evidencias del empleo de este mineral en sus alcázares, siros, también como revestimiento y en sus arcos prefabricados.

Se sabe también que la cultura musulmana fue la que divulgó la utilización del yeso en el país de España, donde se vio evidencias de su uso en lugares como el valle de Ebro y sur de Aragón, dejando así grandes y maravillosas muestras del empleo en decoraciones que le daban al yeso en zonas como Aragón, Granada, Sevilla y Toledo.

Ya en la etapa de la edad media, se utilizó este mineral en tabiques y como revestimientos principalmente en las regiones de Francia como París entre otras. En el renacimiento como decoración en distintos casos y durante la etapa del período Barroco fue usado en gran parte como estuco de yeso ornamental.

#### **1.3.4.2 Aplicaciones.**

- Construcción

Debido a sus excelentes propiedades bioclimáticas, de aislamiento y regulación higrométrica, mecánicas y estéticas se utiliza en guarnecidos, enlucidos, prefabricados y

relieves arquitectónicos, proporcionando bienestar y comodidad. Esencial como agente retardante en la producción de cemento.

Hung, H. (2008) en su informe final de cursos en cooperación nos dice que la principal aplicación que se le ha dado al yeso desde la antigüedad es en el área de la construcción, fundamentalmente porque es un material resistente al fuego, de gran versatilidad, económico y de fácil producción. Por esta razón, es utilizado para la fabricación de enlucidos, placas, paneles y como revestimientos para paredes.

- Agricultura

Para mejorar las tierras de cultivo, como abono y desalinizador.

Hung, H. (2008) en su informe final de cursos en cooperación nos explica que, en agronomía, algunos productos derivados del yeso se utilizan como fertilizante en terrenos alcalinos o arcillosos calcáreos ya que actúan como nutrientes y favorecen la fijación del amoníaco así como la disociación del potasio. Entre otros usos, también es utilizado en la fabricación de papel, tiza de uso escolar y vendas enyesadas, para la preparación de sales nutritivas para bovinos, en la conservación de frutas y en la desinfección y desodorización de fosas biológicas.

- Medicina

Se utiliza en traumatología para elaborar vendas de yeso, en la fabricación de moldes quirúrgicos y odontológicos y en la producción de pasta dentífrica.

Hung, H. (2008) en su informe final de cursos en cooperación nos informa que, por otra parte, entre los materiales utilizados en odontología, el yeso resulta ser uno de los más útiles. Tanto el yeso de París como el yeso piedra son utilizados para la toma de impresiones bucales, la confección de moldes para el procesamiento de prótesis dentales y en los 29 revestimientos para colados de aleaciones de oro y cromo-cobalto. En estos casos, las piezas de yeso deben presentar una gran resistencia y una expansión de fraguado relativamente baja.

#### **1.3.4.3 Propiedades y beneficios.**

Debido a las grandes y propias cualidades higrométricas que posee el yeso, hacen que este mineral sea uno de los agentes reguladores de la humedad ambiental que se puede encontrar dentro de construcciones y/o edificaciones, ya que cumple la función de absorber la excesiva cantidad de humedad que puede tener un lugar y a la vez cuando hay

un tiempo de sequedad o demasiado calor este libera el contenido de humedad que absorbió.

La implementación de este mineral en la parte de revestimientos en interiores de las construcciones, puede en cierto modo incrementar un 35% su capacidad de aislamiento térmico en comparación con otras que no están revestidas o cubiertas por este.

A causa de su elasticidad y porosidad, el yeso puede darnos la posibilidad de insonorización, esto quiere decir que reduce los ecos y sonidos emitidos, de esta manera perfecciona el tema de la condición acústica en las construcciones.

Dentro de sus propiedades encontramos que el yeso es cien por ciento incombustible y a la vez resistente al fuego, cuando este se expone a temperaturas altas emana una liberación de agua de cristalización en forma de vapor de esa manera demora la elevación de temperatura y no se emana tantas sustancias tóxicas las cuales son la causa de muerte y accidentes respiratorios en incendios.

Gracias a su capacidad de moldeo se puede emplear en varias opciones decorativas ya que se une fácilmente con otros materiales como madera, papel, y otras texturas.

### **1.3.5 Elementos prefabricados**

Se denominan Prefabricados a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados previamente en fábrica o en otro sitio cercano a la obra.

Este es un adjetivo que se aplica a aquello que el comprador o usuario debe montar o armar a partir de componentes principales que ya vienen terminados desde el lugar de origen. Esto quiere decir que las partes más importantes de un producto prefabricado se desarrollan en un sitio, pero el armado final y el ensamblaje tienen lugar en otro.

El concepto se emplea en el ámbito de la construcción para nombrar a un sistema de edificación que suele resultar más económico y simple que el tradicional. Bajo este método, los componentes estructurales se fabrican en serie en una planta industrial y luego se montan en el lugar de destino, que será el espacio definitivo que ocupará la casa en cuestión. El montaje se caracteriza por su simpleza y rapidez.

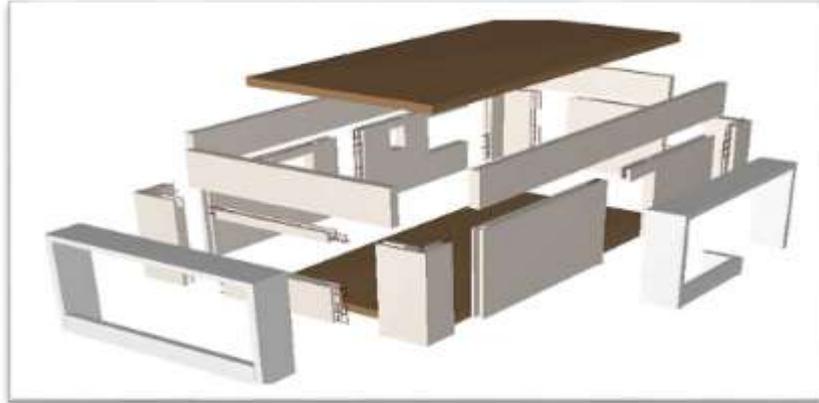


Figura 9. Montaje de elementos prefabricados.

### 1.3.5.1 Historia

Con el paso del tiempo se han apreciado grande e históricos ejemplos que han sido de importancia y grandes intereses de la gente, se cree que el primer caso donde se usó el prefabricado se da en el siglo XVI, cuando el encargado en ese entonces Leonardo da Vinci tuvo su primer trabajo donde planifico una nueva área de las ciudades en la región de Loire. Como se sabe este personaje es conocido por su carácter moderno y de gran planificación, es por ello que su trabajo consistió en crear en cada centro de origen de cada ciudad una fábrica de elementos elementales que de esta manera se pueda originar alrededor una gran cantidad de edificios,

Se tuvo que esperar a mediados del siglo XIX, donde se descubriera la aplicación del hormigón, el cual junto a pedazos de alambres se creaba un material que servía como la materia para empezar a usar los elementos prefabricados.

Ya en los años de 1891 se desarrollaban las famosas vigas de hormigón para la apilar construcciones como el casino de Biarritz.

A partir del año 2006 se comenzó con la implementación de casas y viviendas en las principales zonas más recurrentes y comerciales de los diferentes lugares a nivel mundial. Actualmente se ven una amplia gama de construcciones a base de los elementos prefabricados.

### 1.3.5.2 Fases de construcción

La edificación prefabricada se da en 2 fases:

Fabricación: Es cuando se desarrolla propiamente dicha el armado de estas. Bien fuera o dentro de la obra que sean requeridas.

Montaje: Se llama montaje a la acción de poder ubicar ya sea con la ayuda de aparatos o de forma manual estos elementos prefabricados.

### **1.3.5.3 Clasificación de elementos prefabricados**

#### Según peso y dimensiones

Estos pueden ser:

**Prefabricados Livianos**: Son los elementos de pequeña dimensión y que no poseen tanta masa frente a los otros, su peso es menor a 30 kilogramos, por ello su montaje es de forma manual.

**Prefabricados Semipesados**: Estos elementos ya poseen un peso más elevado el cual es menor a 500 kilogramos, y en cuanto al montaje ya se requiere de ayuda de máquinas, ya sea poleas, palancas etc.

**Prefabricados Pesados**: En cuanto a los elementos pesados estos superan los 500 kilogramos, lo cual ya requiere para su montaje, de obligatorio uso de máquinas especializadas en ello.

#### Según formato

De acuerdo al tipo de forma estos pueden ser:

**Bloques**: Son piezas destinadas para el levantamiento de muros. En esta parte encontramos a los ladrillos artesanales y los comerciales, los adobes, etc.

**Paneles**: Los paneles constituyen placas cuya relación entre grosor y superficie es significativa. Por ejemplo: muros de contención, antepechos, placas de fachadas, placas de yeso, etc. Estos son piezas que se les da un determinado grosor y de diferentes tamaños, se utilizan como muros de contención, en las fachadas, como elementos decorativos, etc.

**Elementos Lineales**: En esta parte encontramos a las columnas, pilotes, vigas entre otros.

#### Según materiales

Las estructuras prefabricadas se pueden ejecutar con cualquier material estructural, por ejemplo:

- Hormigón Armado,
- Hormigón Pretensado
- Hormigón pos tensado
- Acero
- Aluminio
- Madera
- Plástico

- Yeso

### **1.3.6 Paneles prefabricados**

Los paneles prefabricados son piezas de forma plana que sirve de cerramiento en las construcciones como edificios comerciales, colegios, viviendas, cines, teatros, etc.

Collado, P. (2005) Nos explica que estos son elementos que se define por su nivel de prefabricación, son cerramientos que se elaboran de una manera muy cuidadosa para así tener resultados satisfactorios y de esta forma cumplir con todas las funciones para las que fueron creadas. Existen dos tipos de cerramientos prefabricados: los paneles prefabricados ligeros que son fáciles de transportar para obras y que en su mayoría no necesita de una estructura adicional sobre las que se montan. Y los paneles prefabricados pesados donde se encuentra a los de hormigón que su aplicación es más complicada por su peso, pero a su vez ya no requieren de una estructura auxiliar, sino que estas se colocan de frente de forma anclada en el propio edificio.

#### **1.3.6.1 Aplicaciones**

Estos paneles tienen sus aplicaciones en lugares como muros divisorios, techos envigados, etc. También se utilizan como aislamiento acústico de diferentes lugares ya sea discotecas, sala de grabaciones, aulas, bibliotecas, etc. Y por último como aisladores térmicos.

#### **1.3.6.2 Tipos de Paneles Prefabricados**

##### **PANELES DE HORMIGÓN**

Como se sabe el hormigón es el material más usado para fachadas, estos se obtienen de la combinación de los agregados, agua y cemento, para luego se proceda a su endurecimiento final a los 28 días de realizado.

##### **Fabricación de los Paneles**

Francisco Sánchez Hurtado en su tesis de grado nos explica los procesos de fabricación de los paneles son:

**El Molde:** Este proceso comienza con la limpieza y preparación de moldes los cuales tiene que ser rígidos y que sea compatible con el vaciado del concreto.

**Amasado y Compactación:** Su dosificación está determinada por ensayos, los cuales se desarrollarán sobre todas las mezclas. Este se vibrará para que no queden ningún

espacio con aire atrapado y tenga una compactación más adecuada, nos recalca que es necesario las homogeneidades de todos los elementos.

La Colocación de las armaduras y piezas metálicas: Esto estará instalado tal y como se especifica en los planos, en caos estos elementos estén expuestos a corrosión se les dará un adecuado recubrimiento para su cuidado. Los anclajes, placas, angulares y otros elementos embebidos quedarán suficientemente anclados según las exigencias del cálculo

Acabado: Las superficies acabadas de los paneles serán parejos y serán de acuerdo con las muestras aptas dentro de los límites establecidos por e proyectista.

El Curado: Como se sabe este paso es de suma importancia ya que se permite la hidratación den concreto para de esta manera evitar la creación de fisuras superficiales.

Desmolde: Se efectuará despegando el molde de la placa de concreto por medio de un puente de grúa.

El Almacenamiento: Deben ser colocados de canto para evitar irradiación solar en una sola cara del panel.

#### PANEL DE YESO (Sistema Drywall)

Como ya se sabe este tipo de panel es uno de los más usado para tabiquerías en muros internos de diferentes áreas, consiste básicamente en un núcleo de yeso forrado unas capas de cartón en ambas caras. Existen varios tipos de drywal para ambientes húmedos, resistentes al fuego, aislamiento térmico, entre otros. Se recomienda incluir otros materiales al momento de colocar estos paneles ya que son demasiados delgados y por sí solo no ofrecen tanta mejoría de esta manera se tendrá un mejor efecto en ellos para la necesidad que sea adquirida y mejor su función.

#### Proceso de fabricación

1. Se deposita el mineral traído por los camiones.
2. Este mineral se pasa a moler y deshidratar, transformándolo en un material de granulometría fina. Al fin de este proceso se tiene el yeso a partir de la deshidratación parcial del mineral.
3. La elaboración de la PYL empieza con 2 placas restas que serán las 2 caras.
4. Dos bobinas de papel se desenrollan al mismo tiempo de velocidad a través de tensores. El papel del lado visto estará en el fondo en la primera etapa de la formación.

5. El compuesto que será el núcleo de la placa se dosifica en un proceso de regulación automatizado, luego todos los elementos sólidos como líquidos se mezclan y homogeniza.
6. Como ya se explicó el mineral calcinado se junta con los diferentes aditivos creando una pasta, que se almacena en la cara interna del cartón. Todo esto en lugares especiales planos calibrados. Para finalizar su elaboración se completa con otra cara de papel en la parte superior. Ni bien se termina este proceso, el tiempo de fraguado comienza.
7. Cuando estas ya están completamente endurecidas, se cortan en longitudes ya establecidas y se pasa a la parte del secadero.
8. Por último estas ya secas del total se amontonan y apilan para su transporte según necesidad del cliente.

## PANEL DE POLIURETANO

Sistema tipo sándwich, compuesto por 2 láminas de acero galvanizado y en su núcleo inyectado el poliuretano de alta densidad, esto nos da un reducido flujo de calor, dándonos así un buen comportamiento en cuanto a los climas y temperaturas, ya que esta está estable al interior y esto lo hace ideal para la construcción.

### Proceso de fabricación

Este panel se elabora en un molde cerrado con unas medidas establecidas. Antes del espumado, su superficie metálica que caracterizan estos, se colocan ya perfiladas, de tal manera que la superficie inferior termina extendida en el fondo del molde, mientras que la superior se pone en posición y se agarran con unos soportes laterales, para luego se realice su inyección de espuma en su núcleo.

### Ventajas:

- Reducción de Gastos
- Flexibilidad y sencillez
- Rapidez de Instalación:

### Desventajas:

- La Instalación debe hacerla un especialista.
- La herramienta que se utiliza para su instalación es especializada.
- La fabricación de medidas especiales requiere tiempo de espera.

## PANEL DE POLIESTIRENO

Otro tipo de paneles prefabricados son los de poliestireno, también con propiedades aislantes y tipo sándwich, con un núcleo inyectado con espuma de poliestireno y dos láminas metálicas.

Ventajas:

- Reutilizable al 100%.
- Posee una alta resistencia a la absorción de agua.
- Resistente a la humedad.
- Bajo costo.

Desventajas:

- Es fácilmente atacable por la radiación ultravioleta, por lo cual se debe proteger de la luz del sol.
- Al quemarse o calentarse se sublima, por lo que pierde rigidez y flexibilidad.
- Posee menor capacidad de carga, por lo que al instalarse hay que hacer retículas más cortas, lo que incrementa costos en estructura.

## PANEL DE POLIETILENO

Dentro de su núcleo contiene espuma de polietileno creando un bloque. Estos tipos de paneles son de bajo precio, de instalación fácil, no son inflamables y de material reciclable, sin embargo, tienen un rendimiento un poco bajo, y por sus características no se usan mucho en el campo de la construcción y son más usados en equipos de aire acondicionado y embalaje, por ello se recomienda evaluarlo bien antes de usarlo en muros.

## PANEL DE MADERA

Los paneles estructurales de madera son tablero diseñados para aplicaciones industriales y de construcción. Se fabrican de forma rectangular a partir de varias especies forestales. Estos paneles normalmente se fabrican en un tamaño estándar 1 22m x 2.44m. Aunque también existen de otras dimensiones. Los tipos de paneles de madera estructurales más comunes son de madera contrachapada y tablero de fibra orientada. Estos paneles se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Son una parte integral de la construcción moderna norteamericana de estructuras de madera y se utilizan para forro de rigidización en paredes, suelos forjados y cubiertas. También se usan paneles

estructurales para depósitos agrícolas, contenedores industriales y como tableros de encofrado.

#### Ventajas:

- Rapidez y facilidad de construcción: Como la madera tiene menor peso específico que el acero o el hormigón, se necesita menos mano de obra para manejar los materiales y levantar la estructura. Facilidad en el manejo significa una construcción más rápida.
- Menor coste que con hormigón y acero.
- Flexibilidad de diseño: Debido a la capacidad de los paneles estructurales para soportar cargas, se dispone de una gran flexibilidad en el diseño arquitectónico.
- Eficacia Energética: Las construcciones con madera son eficaces energéticamente en dos aspectos el primero porque la madera es un recurso natural y renovable; es un producto de la energía solar recogida por los Árboles. En segundo lugar, la madera tiene cualidades aislantes naturales.

#### Desventajas:

- Debido a que es un material proveniente de los árboles, se genera una gran controversia con la tala indiscriminada ya que una de las más grandes amenazas de nuestra existencia es la deforestación de nuestra flora. A pesar de la gravedad que implica esto no se puede evitar rotundamente ya que siempre el ser humano necesita de este material para la construcción de viviendas, muebles, repisas, entre otras cosas.
- Cuando no se le da un mantenimiento adecuado es propenso al ataque de bacterias y mosquitos y a la intemperie.
- Una vez preciso el diseño y terminada la construcción, se hace un poco problemático hacerle algún arreglo o cambio previsto, por ello no es fácil de restaurar

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

### **1.4.1 Problema general.**

¿De qué manera se utilizaría los residuos agrícolas de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso?

### **1.4.2 Problemas específicos.**

- ¿Qué dosificación será la más óptima entre el yeso y el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos?
- ¿Qué beneficio se obtendría al utilizar el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso?
- ¿Qué ensayos se realizarán para determinar la aplicación en la construcción de los paneles prefabricados ecológicos de yeso y residuo agrícola de la caña de azúcar?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN.**

En todas las actividades ejecutadas por el ser humano se crea una cierta suma de residuos, es por esto que se desarrolló la siguiente tesis, porque desde la perspectiva de la construcción y su materialización, se debe crear conciencia sobre la elaboración, el uso y aplicaciones de materiales ecológicos hechos a base de residuos orgánicos para disminuir el impacto de la contaminación ambiental que es uno de los grandes problemas por el que se está pasando a nivel mundial.

Vemos que en la actualidad es muy importante dar a conocer a la población sobre las ventajas y propiedades que posee las fibras de los vegetales, para posteriormente poderle dar uso en compuestos para elaborar diferentes materiales ya sea ladrillos, bloques y paneles prefabricados como es el caso, y de esta manera construir ambientes aprovechando los recursos naturales que nos da la tierra.

La elaboración de un material a base de bagazo de caña de azúcar residuo orgánico natural es una nueva alternativa para sustituir la gran mayoría de los objetos y materiales comunes que son utilizados en la construcción para la elaboración de viviendas,

edificaciones y todo tipo de construcción, esto es una nueva alternativa que genera menor impacto negativo al ambiente

Es por ello que esta tesis tiene como fin realizar diferentes muestras a bases de los elementos usados para así comprobar su mayor eficacia en el laboratorio por medio de ensayos y de esta manera escoger el mejor resultado, para luego así poder elaborar los Paneles Prefabricados en el cual se incluya diferentes elementos ecológico y como principal el residuo agrícola de la caña de azúcar más conocido como bagazo, vegetal que en nuestro país tiene una gran demanda de producción y las industrias azucareras lo utilizan para distintos procesos de elaboración. Lo cual en lo que refiere al campo de la construcción será un material ecológico que ayudarán en el proceso de una edificación sustentable y responsable con el medio ambiente, aparte de reducir los costos en construcción debido al fácil acceso de sus componentes.

Por consiguiente, este panel podrá competir con sus rivales en el mercado puesto que como vimos en las teorías realizadas los otros tipos de paneles tiene mucho que envidiar a este, ya que si hacemos una comparación rápida este poseerá algunas ventajas con respecto a los otros como en peso, costo, resistencia a altas temperaturas, resistencia a la humedad y un proceso de elaboración ecológico.

Finalmente, se le puede dar diferentes usos como por ejemplo en fachadas de paredes y muros, divisiones de ambientes internos y hasta decorativos de uso interior.

## **1.6 HIPÓTESIS.**

### **1.6.1 Hipótesis general.**

Se comprobó la aplicabilidad del residuo agrícola de la caña de azúcar(bagazo) como material adicional para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso, según los resultados obtenidos de nuestras muestras en los ensayos de laboratorio.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas.**

- Se determinó la dosificación óptima tanto de bagazo como de yeso de la mejor muestra obtenida por medio de resultados de los ensayos de flexión, porcentaje de absorción de agua y densidad.
- Se estableció tres beneficios básicos, el primero económico, ya que como se sabe el bagazo es un residuo agrícola abundante que se encuentra en varios lugares del país como desechos luego de utilizar la caña de azúcar, el segundo beneficio es

que el bagazo nos otorga la propiedad de disminuir el peso de nuestra placa y finalmente por ser un residuo agrícola contribuirá con la gestión y cuidado del medio ambiente.

- Los ensayos que se realizaron a los paneles prefabricados ecológicos de yeso y el residuo agrícola de caña de azúcar fueron el de resistencia a flexión, absorción de agua y densidad, los cuales han tenido resultados satisfactorios para su posterior uso como muros divisorios internos, en ambientes de viviendas, edificaciones y también como elementos decorativos.

## **1.7 OBJETIVOS.**

### **1.7.1 Objetivo General.**

Comprobar la aplicabilidad del residuo agrícola de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.

### **1.7.2 Objetivos Específicos.**

- Determinar la dosificación óptima entre el bagazo de caña de azúcar y yeso para obtener un material con mayor resistencia a la flexión y porcentaje de absorción de agua para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos.
- Identificar los beneficios que se obtendrá al utilizar los residuos agrícolas de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.
- Analizar y ensayar los paneles prefabricados ecológicos de yeso y el residuo agrícola de caña de azúcar a fin de cumplir con la norma técnica peruana establecida para paneles de yeso.

## **II - MÉTODO**

## **2.1 DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

### **2.1.1 Diseño de investigación.**

De acuerdo a la variable de estudio y a los objetivos planteados la investigación corresponde al diseño experimental puro ya que se manipula una o varias variables independientes para observar sus efectos sobre una o varias variables dependientes en una situación de control, en este caso se tiene el control de las cantidades a estudiar tanto del residuo de la caña de azúcar como el del yeso para posteriormente realizar las muestras que serán analizadas en pruebas y ensayos y de esta manera se comprobara su aplicación en placas pre fabricadas.

### **2.1.2 Tipo de investigación.**

La presente investigación es tipo Técnica ya que, a partir de los resultados obtenidos de nuestras pruebas y ensayos, se enfoca en la generación de un nuevo producto.

## **2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.**

### **2.2.1. Variables.**

Variables Independientes:

Residuo Agrícola de la Caña de azúcar (Bagazo) y Yeso

Variable Dependiente:

Paneles Prefabricados Ecológicos

### **2.2.2. Operacionalización de variables.**

**Tabla N°3. Operacionalización de las Variables**

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>
(V.I)  Residuo Agrícola de la caña de azúcar (Bagazo) y Yeso	Como ya sabemos el bagazo es el residuo fibroso que se obtiene luego de ser exprimido y de pasar por un proceso de extracción. El yeso por su parte es un mineral compuesto de sulfato de calcio hidratado, como se sabe se encuentra abundante en la naturaleza y no es tóxico.	El bagazo se obtendrá del distrito de Paramonga, precisamente de la fábrica Agro Industria Paramonga S.A.A., luego de eso pasará por un tratamiento manual para su posterior uso. Por su parte el yeso ya procesado será obtenido de las ferreterías.	DOSIFICACIÓN	Cantidad de Bagazo	Gramos
				Cantidad de Silicato de Sodio	Gramos
				Cantidad de Yeso	Gramos
				Cantidad de Agua	Gramos
				Cantidad de Cola Sintética	Gramos
(V.D)  Paneles Prefabricados Ecológicos	Son piezas planas destinadas a servir de cerramiento en las construcciones como edificios comerciales, colegios, viviendas, cines, teatros, etc.	Las muestras están hechas a base del bagazo de la caña de azúcar más el yeso y otros compuestos, para luego realizar los ensayos de laboratorio los cuales son la de resistencia a la flexión y el porcentaje de absorción de agua.	BENEFICIOS	Bajo costo	Porcentual
				Bajo peso	Kg
				Material Ecológico	Porcentual
			ENSAYOS	Resistencia a la Flexión	Kg/cm <sup>2</sup>
				Absorción de agua	% Abs
				Densidad	Km/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

### 2.3.1 Población.

Para el siguiente estudio se tomó en cuenta como población la ciudad de Paramonga, ubicada al norte del país, la cual cuenta con las de 10 mil hectáreas de cultivo de caña de azúcar para sus diferentes procesos de industrialización.

### 2.3.2 Muestra.

En este caso mi muestra estará compuesta por el bagazo que genera la empresa Agro Industria Paramonga S.A.A. en sus máquinas extractoras de jugo, y luego lo almacenan en un determinado lugar, para posteriormente ser trasladado a las calderas para su transformación en energía renovable.

### 2.3.3 Unidad de análisis.

En el presente trabajo de investigación se tomará como unidad de análisis un panel de yeso el cual contendrá un porcentaje de bagazo de la caña de azúcar y el yeso los cuales son nuestras variables a controlar. Del cual para los ensayos respectivos de esta unidad de análisis se elaborará unas muestras de menores dimensiones las cuales estarán sujetas a cambio en el caso se requiera, para que esté acorde con el tamaño permitido para los equipos de laboratorio de la Universidad Federico Villareal- facultad de ingeniería Civil.

Nuestras muestras a realizar en el siguiente trabajo serán con 3 dosificaciones diferentes de yeso y bagazo cada una como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla N°4.** *Dosificación de los materiales para las muestras.*

MUESTRA	BAGAZO	YESO	AGUA	SILICATO	GOMA
M1	5%	95%	60%	1 : 10	12%
M2	3%	97%	60%	1 : 10	12%
M3	1%	99%	60%	1 : 10	12%

Fuente. Elaboración Propia.

De la cual se elaborarán 2 réplicas para poder sacar un promedio más exacto de cada muestra en los ensayos de laboratorio: Resistencia de flexión y capacidad de absorción de agua, todo este resultado comparado de acuerdo a las especificaciones de la **Norma Peruana NTP 334.185** en el cual se especifica las características y las prestaciones de las placas de yeso laminado para su uso en trabajos de construcción, incluyendo las que se prevé someter a una transformación secundaria.

Posterior a esto también se pasó a realizar el ensayo de Densidad en este caso solo a la muestra que presento mejores resultados en los ensayos previos. Con lo cual determinaremos cuanto es la masa de nuestra muestra y si cumple con sus dimensiones como se especifica en el ensayo de la **Norma Peruana NTP 334.185**.

En total se realizaron 15 muestras de este compuesto de yeso junto con el residuo agrícola de la caña de azúcar (bagazo) y sus aglomerantes.

Tamaño de la muestra: 21 pulg largo x 6 pulg ancho

Espesor: 15 mm

**Tabla N°5.** Cantidad total de Muestras para ensayo de Resistencia a Flexión.

<b>Cantidad de muestras para el Ensayo de Flexión</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>ENSAYO 1</b>	<b>ENSAYO 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>M1</b>	M1A	M1B	$\frac{M1A + M1B}{2}$
<b>M2</b>	M2A	M2B	$\frac{M2A + M2B}{2}$
<b>M3</b>	M3A	M3B	$\frac{M3A + M3B}{2}$
<b>TOTAL</b>	6 Tableros		

Fuente. Elaboración Propia.

Tamaño de la muestra: 30cm largo x 15cm ancho

Espesor: 15 mm

**Tabla N°6.** Cantidad total de Muestras para ensayo de Absorción de Agua.

<b>Cantidad de muestras para el Ensayo de Absorción de Agua</b>			
<b>MUESTRA</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>M1</b>	M1A	M1B	$\frac{M1A + M1B}{2}$
<b>M2</b>	M2A	M2B	$\frac{M2A + M2B}{2}$
<b>M3</b>	M3A	M3B	$\frac{M3A + M3B}{2}$
<b>TOTAL</b>	6 Tableros		

Fuente: Elaboración Propia.

Tamaño de la muestra: 20cm largo x 15cm ancho

Espesor: 15 mm

**Tabla N°7.** Cantidad total de Muestras para ensayo de Densidad.

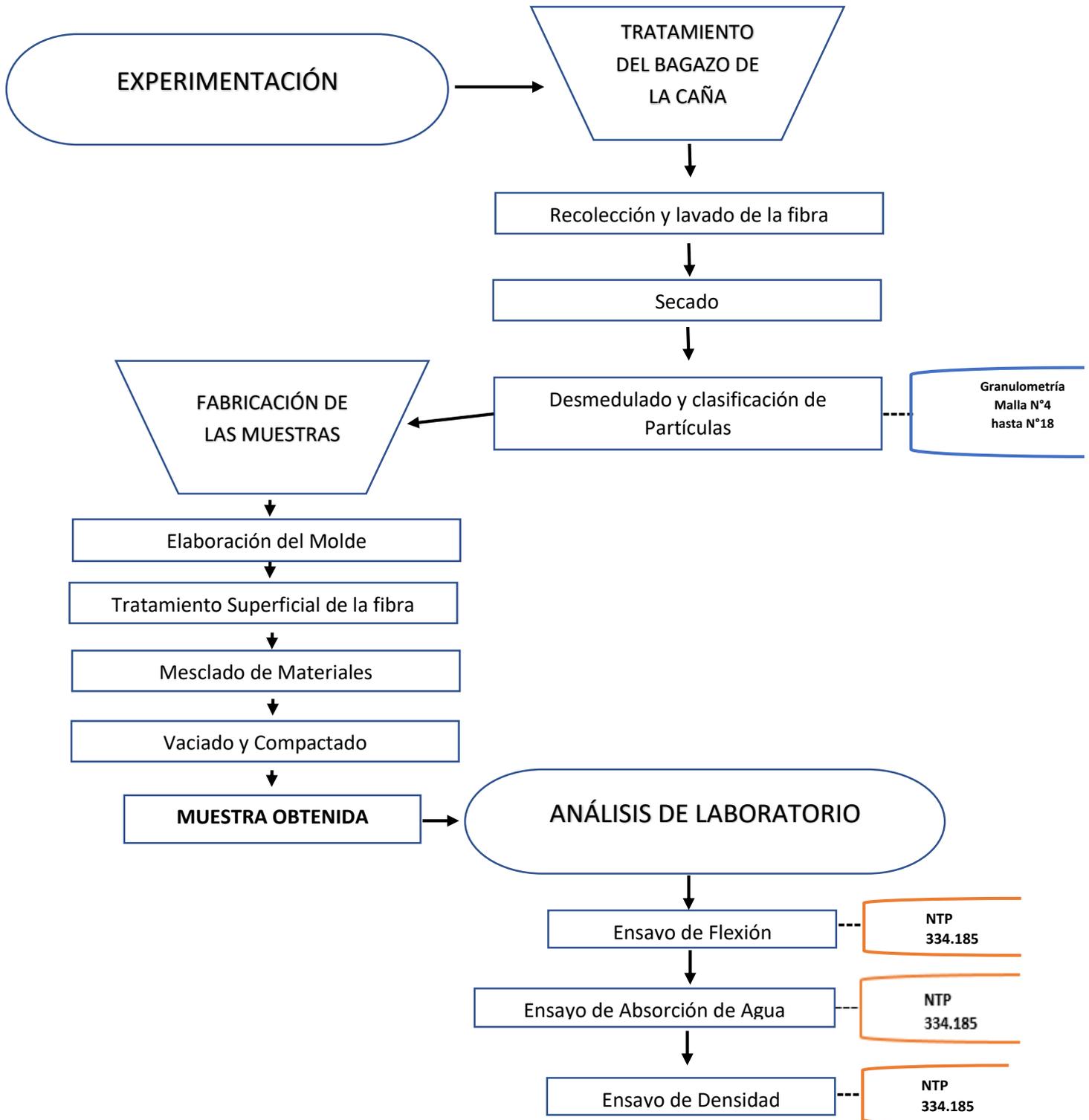
<b>Cantidad de muestras para el Ensayo de Densidad</b>				
<b>MUESTRA</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>	<b>Ensayo 3</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>M1</b>	M1A	M1B	M1C	$\frac{M1A + M1B + M1C}{3}$
<b>TOTAL</b>	3 Tableros			

Fuente: Elaboración Propia.

## **2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.**

A continuación, se muestra un diagrama de flujo donde se detalla un breve resumen del procedimiento de nuestro proyecto de grado.

**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MATERIAL COMPUESTO (SIMBOLOGÍA: ANSI)**



## **2.4.1. Técnicas.**

### **2.4.1.1 Experimentación.**

El presente trabajo de investigación tiene como desarrollo la técnica de experimentación, una vez formulada la teoría se comprobará si la hipótesis establecida es verdadera manipulando las variables. Se experimentará con tres muestras que estarán compuestas de bagazo de caña de azúcar, yeso natural, cola sintética y agua. Obteniendo así nuestras muestras con todos estos componentes nombrados, las cuales pasarán por diferentes ensayos de laboratorios, para luego poder obtener resultados esperados y que cumplan con lo establecido en la NTP 334.185:2015. Esta norma peruana especifica las características y prestaciones de las placas de yeso laminado, e incluye los diferentes métodos de ensayo que se desarrollan para esta.

**Nota:** En caso que estas muestras no logren llegar a la cantidad especificadas en la NTP 334.185 para ensayo de flexión, se le tendrá que adicionar un refuerzo exterior como en el caso de los paneles de Drywall los cuales están reforzados con un forrado de cartón en ambas caras.

### **2.4.1.2 Análisis de laboratorio.**

Esta técnica se ejecutará en la última etapa del estudio. Una vez realizado las muestras del material compuesto obtenido, serán llevadas al laboratorio para ser analizado por ensayos de flexión y absorción de agua para el conocimiento de la resistencia de estas pruebas para así determinar el de mejor resultados y posterior mente efectuar el ensayo de densidad de esa muestra.

## ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION PARA PLACAS DE YESO

El ensayo de flexión nos sirve para evaluar el comportamiento esfuerzo-deformación y la resistencia a la flexión de un material. Estos ensayos se llevan a cabo cuando el material es demasiado frágil para ser ensayado por deformación. Se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es preponderante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente, por flexión.

### **NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 334.185**

Este ensayo se desarrollará de la siguiente manera:

- Antes de realizar este ensayo las probetas se secan hasta una masa constante a  $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y se realiza el ensayo antes de que transcurra 10min después de haber secado las probetas de la estufa.
- Se coloca cada probeta en el dispositivo de carga, con la cara hacia abajo en el caso de las probetas cortadas en la dirección longitudinal de la placa y con la cara hacia arriba en el caso de las probetas cortadas en dirección transversal, sobre dos apoyos cilíndricos paralelos cuyo radio este comprendido entre 3mm y 15mm, con una separación entre ejes de  $(350 \pm 1)\text{mm}$ .
- Se aplica la carga a una velocidad de  $(250 \pm 125)$  N/min en el centro  $\pm 2\text{mm}$  del vano, de forma paralela a los apoyos, por medio de un rodillo cilíndrico de radio comprendido entre 3mm y 15mm. Se registra cada valor de la carga de rotura con una precisión de 1 Newton.
- Luego con esos datos obtenidos se realiza la operación de la fórmula y se tiene la resistencia a la flexión para cada carga.

Esta expresada por la siguiente formula:  $f = \frac{P_u \times l}{b \times t^2}$

Donde:

f = Resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)

P<sub>u</sub> = Carga de rotura (Kg)

L = Luz entre ejes de apoyos (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

t = Altura (cm)

El formato a utilizar en este ensayo se puede ver en el **anexo A-1**.

## ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA PLACAS DE YESO

La capacidad de absorción de agua de un material se define como el incremento en la masa de un material seco, cuando es sumergido en agua durante un tiempo determinado a temperatura ambiente-este aumento de masa es debido al agua que se introduce en los poros del material y no incluye el agua adherida a la superficie de las partículas. Se expresa en porcentaje de la masa seca y es índice de la porosidad del material.

### **NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 334.185**

Este ensayo se desarrollará de la siguiente manera:

- Primero se toma la cantidad de masa de nuestra muestra en una balanza con una precisión de 0.1g lo cual vendría a ser el peso seco natural, para eso anteriormente la muestra se lleva a un horno por 1h a 50°C para su secado total ya que al estar expuesto al ambiente puede absorber una cierta cantidad de humedad.
- Para hallar el peso saturado esta se sumerge en agua por 2 h  $\pm$  2min en un baño de agua a 23  $\pm$  2°C , pasado el tiempo establecido se extrae la probeta del recipiente con agua y se elimina el exceso de agua de la superficie y de los bordes de la probeta y se toma medida de su masa en gramos en una balanza de laboratorio con precisión de 0.1g,. Finalmente, para hallar el peso seco se lleva la muestra saturada a un horno por 12h a 50°C para su secado total.
- Luego con esos datos obtenidos se realiza la operación de la fórmula y se tiene el porcentaje de absorción para cada muestra en este caso se desarrolló dos ensayos iguales de las 3 dosificación entre yeso/bagazo para de esta manera por medio del método de promedios tener una cifra más exacta de su resultado.

$$\text{Porcentaje de absorción} = \frac{P_{sat} - P_{seco}}{P_{seco}} \times 100$$

Donde:

P seco = Peso de la unidad seca (gr)

P sat = Peso de la unidad saturada (gr)

El formato a utilizar en este ensayo se puede ver en el **anexo A-2**.

## ENSAYO DE DENSIDAD PARA PLACAS DE YESO

### **NORMA TÉCNICA PERUANA: NTP 334.185**

#### Principio:

Se debe calcular la densidad partiendo de la masa medida y de las dimensiones de la probeta.

#### Aparatos:

- a) Regla de metal o cinta métrica graduada con una precisión de 1 mm.
- b) Balanza con una precisión de 0.1 g.

#### Procedimiento:

Se preparan 3 probetas como se indica en el apartado 1.1. Se pesan las probetas con una precisión de 0.1g.

Se determina las dimensiones de la probeta según lo indicado en el apartado 1.2.

#### Expresión de los resultados:

Se calcula la densidad de cada probeta dividiendo la masa en kg por el volumen en m<sup>3</sup> obtenido a partir de las dimensiones medidas de la probeta. La densidad es la media de los 3 resultados individuales redondeado a  $(0.1 \times 10^3)$  k /m<sup>3</sup>.

### 1. Preparación de probetas y determinación de las dimensiones.

#### 1.1 Preparación de probetas.

De cada una de las placas se cortan 2 probetas rectangulares en este caso de dimensiones  $(400 \pm 1.5)$  mm x  $(300 \pm 1.5)$  mm.

Las probetas se secan hasta masa constante a  $(40 \pm 2)$  C° y se realiza el ensayo antes de que transcurra 10 minutos después de haber secado las probetas de la estufa.

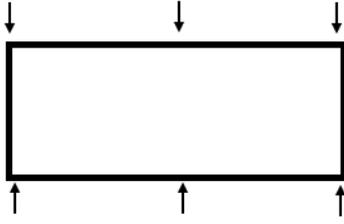
#### 1.2 Preparación de probetas.

##### 1.2.1 Determinación del Ancho.

Principio: El ancho se debe determinar en 3 puntos situados a lo largo de la longitud de la placa.

Aparato: Regla de metal o cinta métrica graduada con precisión 1 mm.

Procedimiento: Se toma 3 mediciones entre los extremos de las placas como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Expresión de resultados: Se debe registrar cada valor determinado en mm.

### 1.2.2 Determinación de la longitud.

Principio: La longitud se debe determinar en 3 puntos situados a lo largo de la longitud de la placa.

Aparato: Regla de metal o cinta métrica graduada con precisión 1 mm.

Procedimiento: Se toma 3 mediciones entre los extremos de las placas como se puede apreciar en la siguiente imagen.



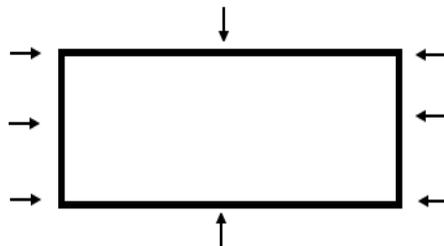
Expresión de resultados: Se debe registrar cada valor determinado en mm.

### 1.2.3 Determinación del espesor.

Principio: El espesor se debe determinar en 8 puntos situados a lo largo y ancho de la placa.

Aparato: Regla de metal o cinta métrica graduada con precisión 1 mm.

Procedimiento: Se toma 8 mediciones entre los extremos de las placas y sus medios respectivos, como se puede apreciar en la siguiente imagen.



Expresión de resultados: Se debe registrar con precisión de 0.1 mm la media de los valores obtenidos.

## **2.4.2. Instrumentos.**

### **2.4.2.1 Fichas de evaluación. (Formatos de Ensayos)**

El siguiente proyecto tubo como instrumento las fichas de evaluación las cuales para esta investigación serán nuestros formatos creados, en esta se recogerán los datos obtenidos en la experimentación, como las proporciones de bagazo de caña de azúcar y yeso y demás componentes empleadas en el tratamiento para generar un material compuesto resistente.

FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01 (ENSAYO DE FLEXIÓN)

Este formato creado nos servirá para poder apuntar las cargas que se ejercerán sobre nuestras muestras y en cada una poder sacar con la formula especificada cuanto es su resistencia a la flexión en kg/cm<sup>2</sup>.

FORMATO: GTP- 002 – Versión N° 02 (ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA)

Este formato creado nos servirá para poder apuntar todos los datos que se requieren en el proceso, desde el peso seco de nuestra muestra hasta el peso saturado que se toma al sumergirla en agua por unos segundos. Luego se pasa a anotar el porcentaje obtenido con los datos que se tiene para cada ensayo y se sacará un promedio final el cual será nuestro porcentaje de absorción de cada muestra.

FORMATO GTP – 003 – Versión N° 03 (ENSAYO DE GRANULOMETRÍA)

Con el siguiente formato se obtendrá los valores en cada número de tamiz lo cual será seleccionado dentro del rango de abertura establecido en nuestro proceso para su posterior uso en la mezcla.

### **2.4.2.2 Cuadro comparativo.**

FORMATO: GTP- 004 – Versión N° 04 (CUADRO COMPARATIVO)

Se hará uso de un cuadro comparativo para diferenciar los resultados de los ensayos de flexión y Porcentaje absorción de agua de nuestras muestras, y a la vez se comparará si estos datos obtenidos cumplen con la cantidad especificada para cada ensayo en la NORMA TÉCNICA PERUANA 334.185 para Placas de Yeso.

### **2.4.3. Validación y confiabilidad.**

La validación de los instrumentos se realizará por medio de la técnica de Criterio de Jueces, tres profesionales colegiados validarán cada instrumento, los cuales se mencionan a continuación:

- Fichas de evaluación
- Cuadro comparativo

En esta parte se realizó un documento donde se resumen los formatos creados de nuestros ensayos y cuadro comparativo, como se puede observar en el **anexo A-5**

### **2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.**

- Análisis comparativo de los resultados de laboratorio de fuerzas de flexión y el porcentaje de absorción de agua. Los textos se procesaron con el programa Word 2016, y las tablas y gráficos se realizaron con Excel 2016.
- Contrastación de Hipótesis (Mediante los resultados de los ensayos especificados en los formatos y la norma NTP 134.185)

**TABLA N°8.** *Proceso de construcción del plan.*

<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>ESTADÍSTICO</b>
Determinar la dosificación óptima de las muestras de bagazo de caña de azúcar y yeso para obtener un material con mayor resistencia a la flexión y porcentaje de absorción de agua para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos.	Se determinó la dosificación óptima tanto de bagazo como de yeso de la mejor muestra obtenida por medio de resultados de los ensayos de flexión y porcentaje de absorción de agua.	V. I: Residuo agrícola de la caña de azúcar(bagazo) y el Yeso  V. D: Paneles prefabricados ecológicos	PROMEDIO
Identificar los beneficios que se obtendrá al utilizar los residuos agrícolas de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.	Se estableció tres beneficios, el primero es económico debido a que el bagazo se encuentra abundante en nuestro país como desecho luego de ser usada la caña, el segundo beneficio es que nos otorga menos peso a nuestra placa y finalmente por ese run residuo agrícola contribuye con la gestión del medio ambiente.	V. I: Residuo agrícola de la caña de azúcar(bagazo) y el Yeso  V. D: Paneles prefabricados ecológicos	PROMEDIO
Analizar y ensayar los paneles prefabricados ecológicos de yeso y el residuo agrícola de caña de azúcar a fin de cumplir con la norma técnica peruana establecida para paneles de yeso.	Los ensayos que se realizaron a los paneles prefabricados ecológicos bagazo de caña de azúcar fueron de resistencia a flexión, absorción de agua y densidad, los cuales han tenido resultados satisfactorios	V. I: Residuo agrícola de la caña de azúcar(bagazo) y el Yeso  V. D: Paneles prefabricados ecológicos	PROMEDIO

Fuente: Elaboración propia.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS.**

Como estudio de la moral, la ética es, ante todo, filosofía práctica cuya tarea no es precisamente resolver conflictos, pero sí plantearlos. Como se sabe la ética incluye la capacidad de discernir lo debido de lo indebido, el bien del mal, lo apropiado de lo inapropiado.

En esta tesis de grado se respeta completamente el valor de la ética de tal manera que las fuentes y referencias a utilizar en este proyecto serán debidamente consignadas, esta investigación será original y los resultados serán el reflejo de los datos obtenidos en la experimentación del trabajo de investigación. Desarrollando de esta manera los Aspectos éticos de:

- Honestidad
- Responsabilidad
- Veracidad de Resultados
- Respeto por la propiedad intelectual, convicciones políticas, religiosas y morales; respeto por el medio ambiente y la biodiversidad.
- Respeto a la privacidad
- Consentimiento escrito
- Originalidad, Entre otros.

### **III - RESULTADOS**

### 3.1. ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS.

El desarrollo experimental del siguiente proyecto consta de 2 partes

#### A) Tratamiento del bagazo de caña de azúcar

##### Recolección y lavado de la fibra:

Primero antes de todo se pasó a la recolección de los residuos de la caña de azúcar (bagazo). El bagazo ya exprimido se descascaró y luego se lavó para eliminar las impurezas y cantidad de azúcares adheridas a la fibra de origen las cuales provocarían un crecimiento acelerado de microorganismos que degradarían con rapidez la fibra.



Foto N°1: Lavado del bagazo de caña de azúcar.



Foto N°2: Lavado del bagazo de caña de azúcar.

### Secado de la fibra:

Posterior mente el bagazo de caña de azúcar lavado se dejó reposar para su secado al sol en mantos de plástico a temperatura ambiente durante 24 horas. El proceso de secado del bagazo extendido en plásticos azules y se removió cada 2 horas para un secado uniforme.



Foto N°3: Secado del bagazo de caña de azúcar.



Foto N°4: Esparcimiento de las partículas de bagazo de caña de azúcar.

Desmedulado en seco del Material fibroso, y clasificación de partículas:

Una vez seco del total, se pasó a deshilar y cortar las partes las grandes del residuo para posteriormente pasarlo a un molino manual para su desintegración en partes pequeñas.



Foto N°5: Bagazo de caña de azúcar deshilachado y cortado en pequeñas partículas.



Foto N°6: Molido del bagazo de caña de azúcar.

## Proceso de Granulometría

El interés de nuestro proyecto con relación a la granulometría es poder clasificar la fibra de acuerdo a su tamaño, en este caso el bagazo del porcentaje retenido en la malla de N°4 con abertura de 4.75mm al porcentaje retenido en la malla N°18 con abertura de 1mm, denominando a este rango de tamaños como fibra, esto nos proporciona una mayor resistencias mecánicas fundamentales en los paneles a elaborar, basándonos en estudios ya realizados para otros tipos de paneles que contienen la fibra del bagazo.

En el proyecto de elaboración de paneles prefabricados para muros divisorios a partir de bagazo de caña de azúcar y cemento, dentro de su experimentación granulométrica de la fibra se tuvo como prioridad poder clasificar el bagazo del porcentaje retenido en las mallas N°4 hasta la malla N°40 lo cual se utilizó en el posterior desarrollo de sus paneles de concreto (López y Valencia- 2006).

De esta manera se separará el bagazo en 2 secciones, una con las medidas de las mallas requeridas y otra con partículas menores a las establecidas en la que se separó la mayor cantidad posible de médula, pues esta última no se desea como componente de los paneles debido a que su naturaleza blanda no le proporciona ninguna característica mecánica deseable al producto final (Macías 2014).

El proceso de tamizado de nuestra fibra vegetal se llevó a cabo en el laboratorio de Mecánica de suelos y materiales de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Cesar Vallejo.

El formato de resultados de este procedimiento se puede ver en el **anexo A-3**.



Foto N°7: Pesado de la muestra de bagazo de caña de azúcar llevada al laboratorio.



Foto N°8: Desarrollo de la granulometría por tamizado de mallas.

CANTIDADES RETENIDAS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE BAGAZO



Foto N°9: Cantidad retenida de bagazo en la malla N° 4.



Foto N°10: Cantidad retenida de bagazo en la malla N° 8.



Foto N°11: Cantidad retenida de bagazo en la malla N° 16.



Foto N°12: Cantidad retenida de bagazo en la malla N° 18.

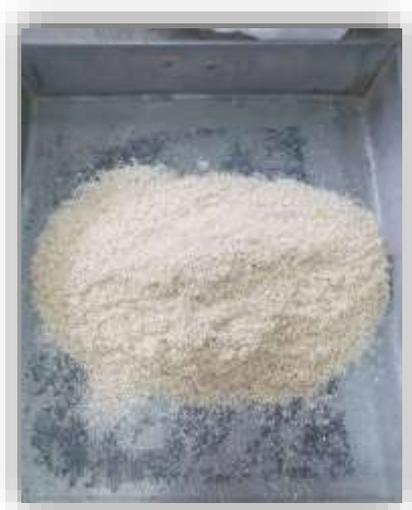


Foto N°13: Cantidad retenida de bagazo en la malla N° 30.



Foto N°14: Cantidad retenida de bagazo en el Fondo.



Foto N°15: Proporciones de la muestra de bagazo de cada malla.



Foto N°16: Selección del tamaño de muestra a usar:

Muestra de Bagazo del medio son partículas con el tamaño adecuado a utilizar.

## B) Fabricación de las muestras

### Elaboración del molde:

Para la fabricación de las muestras de los paneles prefabricados se empleó planchas metálicas de 60cm largo, 20 cm ancho para la parte inferior para impedir que se deformaran con los golpes de la compactación. Los moldes para el llenado fabricados en madera tenían 53.34 cm. de largo, 15 cm de ancho y su espesor de 15mm, de igual manera otros de 30x15x1.5cm y 20x15x1.5cm Estos se ponían encima de las planchas de metal y se ajustaban con unos sujetadores para evitar cualquier movimiento al momento del llenado y compactación.



Foto N°17: Cortado de los moldes de madera a medida establecida.



Foto N°18: Moldes terminados para su posterior uso.

### Tratamiento Superficial de la Fibra.

(López y Valencia 2006). El tratamiento superficial de la fibra es la clave fundamental en la elaboración de paneles prefabricados ya que si no se hace correctamente se verán afectadas muchas propiedades físicas del elemento tales como la resistencia, la cohesión entre las partículas entre otras.

Con respecto al tratamiento superficial se encontró:

“Todas las investigaciones que trabajan con fibras de origen vegetal, han señalado la necesidad de un tratamiento a las mismas para mejorar sus propiedades, sobre todo a nivel de resistencia a la durabilidad, pues, al poseer origen orgánico se tienden a descomponer por ataque químico y biológico. Además de servir como escudo protector para la estructura de la fibra, estos tratamientos mejoran las propiedades de adherencia con el material”

Debido a que nuestra fibra va estar mezclada con el Yeso, la mineralización deberá cumplir los siguientes parámetros:

- Inmovilizar su parte orgánica y disminuir su capacidad de absorción de agua, de modo que evite la posibilidad de presentar cambios en su dimensión.
- Reducir al mínimo la incompatibilidad química con el yeso.
- Proporcionar mejores cualidades al compuesto, tales como durabilidad, resistencia al fuego y al ataque de microorganismos.

### SILICATO DE SODIO

Como se ha apreciado en las Teorías relacionadas al tema anteriormente, vemos que el silicato de sodio es usado en diferentes industrias como detergentes, adhesivos, cementos, recubrimientos, Tratamientos de agua, fundición, beneficio mineral, textiles, aglomerantes, tratamiento de concreto, etc.

Para el siguiente estudio este químico es usado en el tratamiento superficial de la fibra actuando como una sustancia bloqueadora, reaccionando con ciertos compuestos de la fibra y creando sustancias muy difíciles de disolver posteriormente en el medio alcalino.

(López y Valencia- 2006). Este tratamiento es muy sencillo de realizar y a su vez proporciona excelentes resultados. El silicato de sodio se adhiere a las paredes de la fibra recubriéndola y facilitando la interacción con el cemento, de aquí que se le denomine al proceso como mineralización. La cantidad óptima que se emplea según estudios

realizados es una décima parte con respecto al peso del bagazo, y su tratamiento se realiza minutos antes de agregar el cemento y el agua a la mezcla. Dicho tratamiento se debe realizar de una manera uniforme y homogénea empleando una maquina mezcladora.

Basados en los antecedentes presentados de la mezcla del bagazo con el silicato de sodio, procedemos a realizar la combinación de estas de acuerdo a la dosificación presentada que es de 10/1, esto se realizó manualmente en una vasija grande, donde se colocó las muestras tratadas de bagazo con previo proceso de granulometría, agregándole este químico para luego pasar a realizar la mezcla de estas con una batidora para permitir que el mineralizador se homogenice con la totalidad de las fibras.



Foto N°19: Silicato de Sodio.

Mesclado de Materiales:

Esta etapa tiene lugar minutos después de haber juntado el silicato de sodio al bagazo de caña de azúcar.



Foto N°20: Agregado del silicato de sodio a la muestra de bagazo de caña de azúcar.



Foto N°21: Muestra sin silicato de sodio.



Foto N°22: Muestra con silicato de Sodio.

En un recipiente aparte se junta la cantidad de agua con un poco del aditivo en este caso cola sintética y se disuelve. Se utilizó un 12 % de la mezcla total para la cantidad de goma.



Foto N°23: Solución de cola sintética en agua.



Foto N°24: Mezclado de cola y bagazo.

Luego se le adiciona el Yeso en proporción ya establecido a criterio propio de acuerdo a la experimentación que se realizó en el momento, y se bate todo el compuesto con la ayuda de una batidora eléctrica para realizar una mezcla más homogénea y una mejor unión entre la fibra y este compuesto, con una duración promedio de 2 min.



Foto N°25: Mezclado de todos los materiales.

Vaciado y Compactado de la mezcla al molde:

Una vez hecho el compuesto se pasa al vaciado de su respectivo molde y se compacta de una forma manual hasta ver que no quede ningún vacío, luego se deja reposar por 48 horas en ambiente.



Foto N°26: Vaciado de la mezcla a los moldes.

Desmolde de las Muestras:

Como parte final de la experimentación luego de haber reposado por 2 días cumplido este lapso de tiempo se pasa al desmolde las muestras con mucho cuidado para evitar alguna lesión o rotura y se pone a secas en un horno a 50°C por 12 horas luego se deja reposar al aire fresco por 7 días para su secado final.



Foto N°27: Desmolde de las muestras.



Foto N°28: Muestras realizadas.

### 3.2. DESARROLLO DE ENSAYOS.

#### 3.2.1. Ensayo de resistencia a la flexión

El siguiente ensayo de flexión fue realizado en el laboratorio de la Universidad Federico Villareal (UNFV). Las muestras preparadas de cada tipo fueron preparadas de acuerdo a las dimensiones que requería la máquina y comparadas con su norma respectiva para paneles de yeso NTP 334.185. Los resultados promedios obtenidos fueron resistencia a la flexión o módulo de flexión y su carga por rotura en kilogramos. En la tabla N°10 y N°11 se pueden apreciar resultados. A partir de todos los cálculos y dimensiones obtenidas se obtuvo la resistencia a flexión mediante la fórmula  $\frac{Pu \times l}{b \times t^2}$  ya que se realizó con la carga a los tercios medios como se aprecia en la foto N°30.



Foto N°29: Probetas de flexión.



Foto N°30: Prueba de flexión.



Foto N°31 Toma de datos.



Foto N°32 Módulo de rotura.



Foto N°33: Muestra luego del ensayo.

**Tabla N°9.** Resultados de la prueba de Flexión.

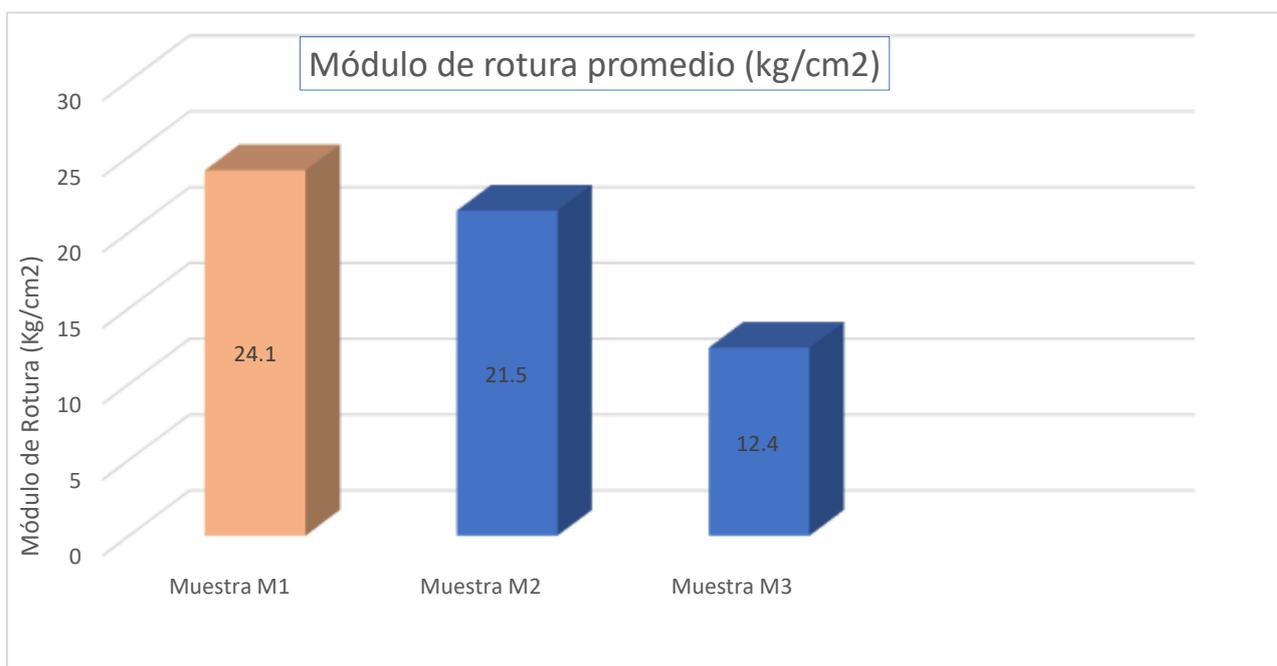
<b>MUESTRAS</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Carga por rotura (Kg)</b>	<b>Módulo de rotura o resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Norma Técnica</b>
<b>M1A</b>	15.40	53.40	1.51	18.5	24.8	Norma Técnica Peruana 334.185.
<b>M1B</b>	15.40	53.40	1.51	17.5	23.4	
<b>M2A</b>	15.40	53.30	1.50	15.5	21.0	
<b>M2B</b>	15.30	53.30	1.50	16.0	21.8	
<b>M3A</b>	15.40	53.33	1.51	9.0	12.0	
<b>M3B</b>	15.40	53.33	1.51	9.5	12.7	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N°10. Resultados ya promediados de la prueba de Flexión.**

<b>MUESTRAS</b>	<b>Ancho (cm)</b>	<b>Largo (cm)</b>	<b>Espesor (cm)</b>	<b>Carga por rotura (Kg)</b>	<b>Módulo de rotura o resistencia a la flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Norma Técnica</b>
<b>M1</b>	15.40	53.40	1.51	18.0	24.1	Norma Técnica Peruana 334.185.
<b>M2</b>	15.35	53.30	1.5	15.8	21.5	
<b>M3</b>	15.40	53.33	1.51	9.3	12.4	

Fuente: Elaboración propia.



**Gráfico N°1: Gráfico de barras del módulo por rotura a flexión**

**Tabla N°11.** Designación de una tendencia para mejorar la resistencia a la flexión según resultados obtenidos.

BAGAZO	YESO	MUESTRAS	Ancho (cm)	Largo (cm)	Espesor (cm)	Carga por rotura (Kg)	Módulo de rotura o resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )
12.00%	88.00%	<b>S-01</b>	15.4	53.4	1.51	25.9	34.7
10.00%	90.00%	<b>S-02</b>	15.35	53.3	1.5	23.6	32.1
8.00%	92.00%	<b>S-03</b>	15.4	53.33	1.51	21.4	28.6
5.00%	95.00%	<b>M-01</b>	15.4	53.4	1.51	18	24.1
3.00%	97.00%	<b>M-02</b>	15.35	53.3	1.5	15.8	21.5
1.00%	99.00%	<b>M-03</b>	15.4	53.33	1.51	9.3	12.4

Fuente: Elaboración propia.

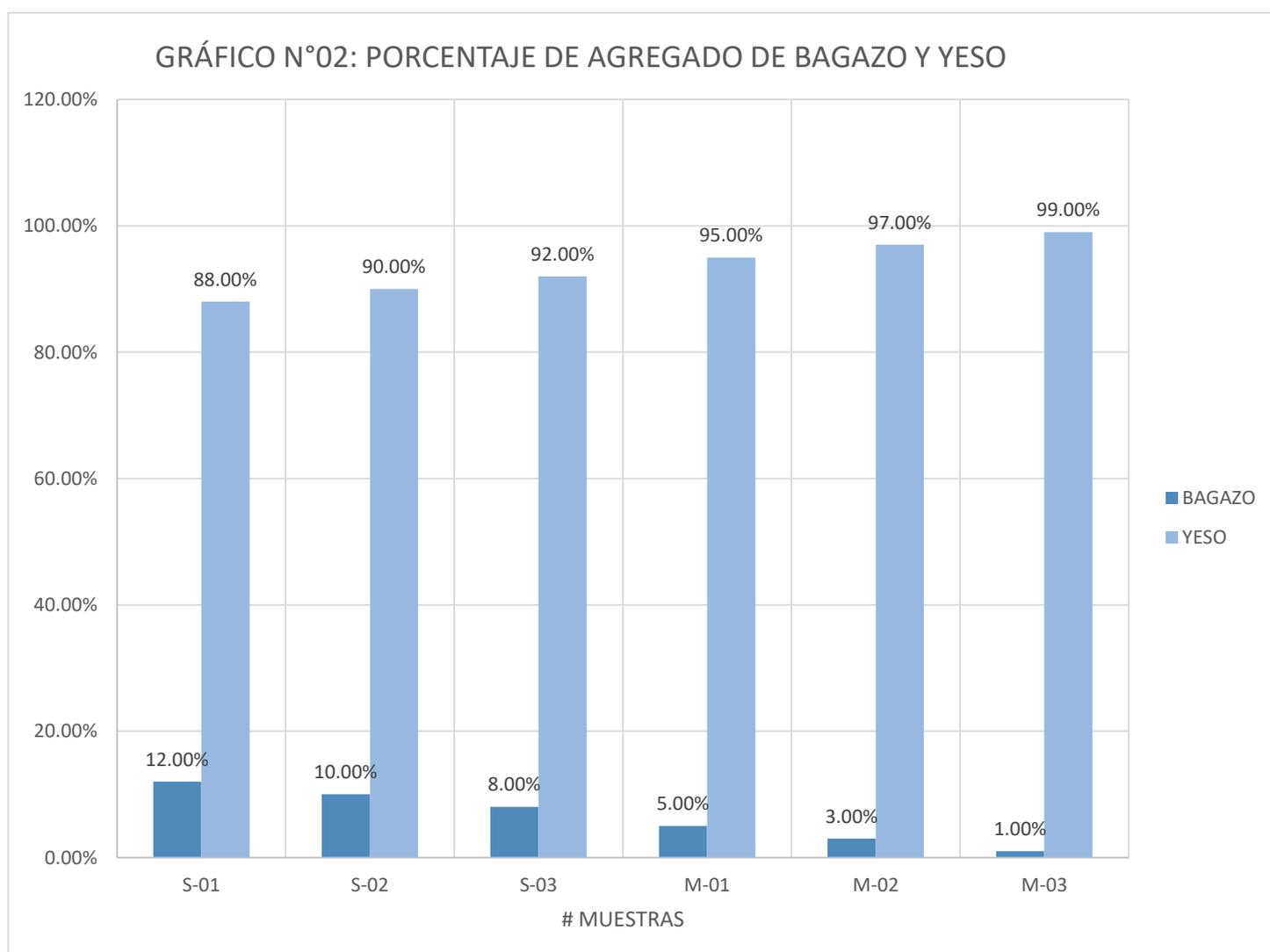


Gráfico N°2: Porcentaje de agregado de bagazo y yeso

GRÁFICO N°01: RESULTADOS DE LA PRUEBA A FLEXIÓN

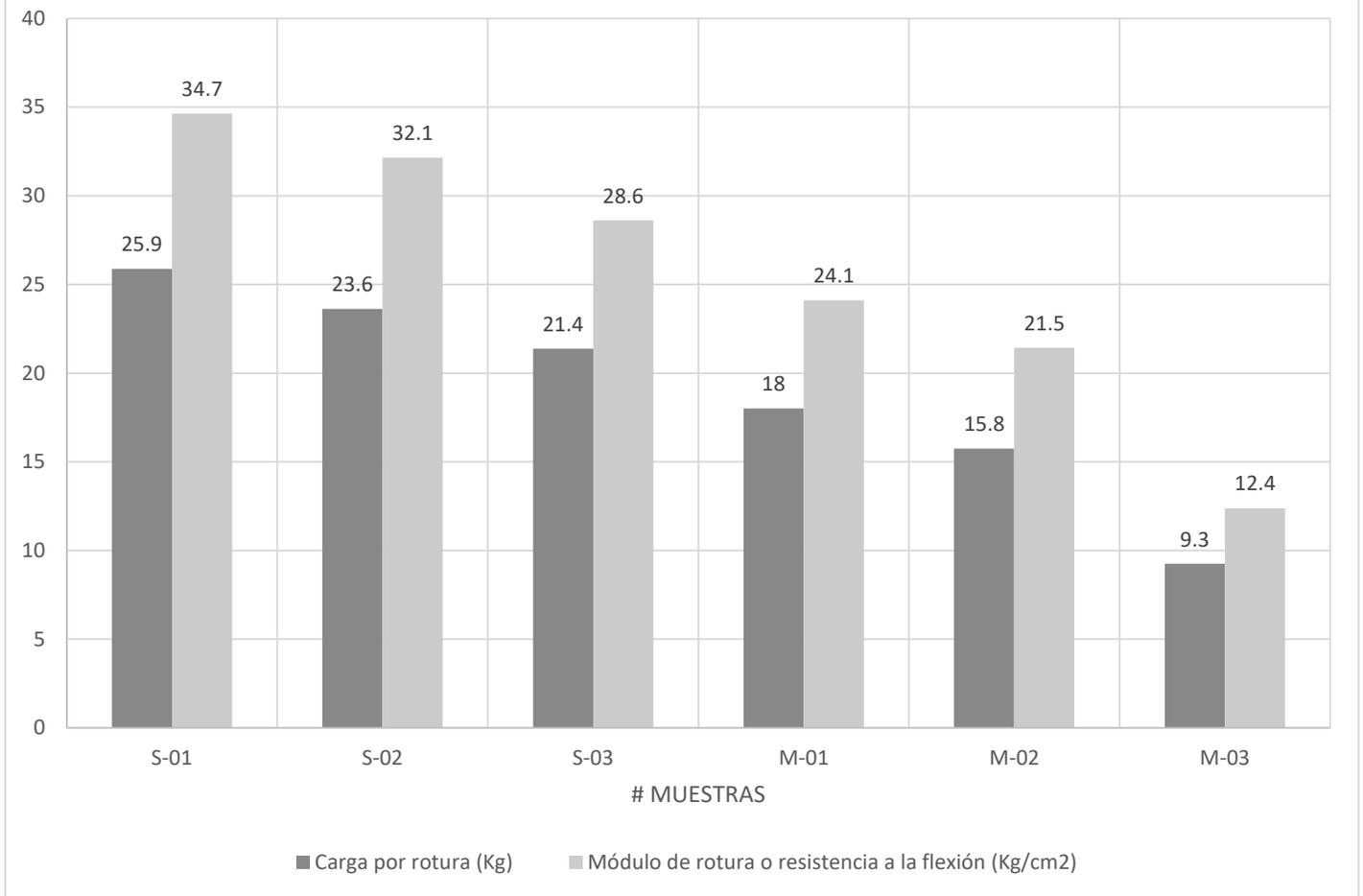


Gráfico N°3: Comparación de carga de rotura y módulo de resistencia de cada muestra

### 3.2.2. Ensayo de absorción de agua.

El siguiente ensayo de absorción de agua fue realizado en el laboratorio de la Universidad Federico Villareal (UNFV) para ello se utilizó unas bandejas de aluminio con dimensiones adecuadas a las probetas elaboradas y una balanza electrónica con precisión 0.1gr. Los resultados obtenidos fueron el peso en seco natural, el peso saturado, peso seco total y el promedio de porcentaje de absorción de agua.

Este ensayo se realizó de la siguiente manera:

Se tomó la masa inicial de las seis muestras para tener un conocimiento de su peso seco natural, el cual contiene un cierto porcentaje de humedad debido a la exposición al ambiente.

Luego se pasó a saturar las muestras en un recipiente cada 10 minutos una de otra y se dejó reposando por 24h de acuerdo a las indicaciones establecidas por el técnico a cargo quien se encargó de tomar el tiempo indicado.

Finalmente, las muestras saturadas se pasaron a colocar a una estufa por 12 horas para su secado total y de esta manera poder registrar los valores de absorción de cada una de las muestras con todos los datos obtenidos en laboratorio.

Resultados de la prueba de Absorción de agua sin promediar

<u>Muestra 1</u>	<u>Muestra 2</u>	<u>Muestra 3</u>
<u>Ensayo A</u>	<u>Ensayo A</u>	<u>Ensayo A</u>
P seco: 641.5 gr	P seco: 651.2 gr	P seco: 689.3 gr
P sat.: 928.15 gr	P sat.: 1020.7 gr	P sat.: 1184.9 gr
P sat. – P seco: 286.65 gr	P sat. – P seco: 369.5 gr	P sat. – P seco: 495.6 gr
% Abs = 44.7%	% Abs = 56.7%	% Abs = 71.9%
<u>Ensayo B</u>	<u>Ensayo B</u>	<u>Ensayo B</u>
P seco: 623.2 gr	P seco: 671.8 gr	P seco: 670.5 gr
P sat.: 940.3 gr	P sat.: 1040.2 gr	P sat.: 1160.9 gr
P sat. – P seco: 317.1 gr	P sat. – P seco: 368.4 gr	P sat. – P seco: 490.4 gr
% Abs = 50.9%	% Abs = 54.8%	% Abs = 73.1%

**Tabla N° 12.** Resultados ya promediados de la prueba de Absorción de agua a 24horas.

MUESTRAS	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN
<b>M1</b>	47.8 %
<b>M2</b>	55.8 %
<b>M3</b>	72.5 %

Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener el porcentaje de absorción a 24 horas de las muestras y su respectivo promedio en cada una de ellas tanto para M1, M2 y M3, se realizó un cálculo simple para obtener el porcentaje de absorción de agua de estas a 2 horas para posteriormente poder realizar la comparación con la norma establecida para placas de yeso.

**Tabla N° 13.** Resultados de la prueba de Absorción de agua en 2horas.

MUESTRAS	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	NORMA TÉCNICA
<b>M1</b>	4.0 %	Norma Técnica Peruana 334.185. ≤ 5%
<b>M2</b>	4.7 %	
<b>M3</b>	6.0 %	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Ensayo de densidad.

Para finalizar se realizó el ensayo de densidad con tres muestras iguales a la dosificación de la muestra M1 la cual fue la que arrojó los mejores resultados de los ensayos de resistencia a la flexión y absorción de agua, este ensayo también se llevó a cabo en el laboratorio de la Universidad Federico Villareal (UNFV) para ello se utilizó una balanza electrónica con precisión de 0.1gr para la medición de la masa de nuestras probetas y una regla de metal calibrada para desarrollar el procedimiento descrito en la norma NTP 334.185 en el cual nos detallan la forma de determinar las dimensiones de la muestra para posteriormente hallar el volumen. La densidad de las muestras se calculó considerando las dimensiones y el peso de éstas. Los resultados de esta se pueden visualizar en la tabla N°14.

Dimensiones de las probetas: Ancho = 15cm    Largo = 20cm    espesor = 1.5cm



Foto N°34 Pesado de la muestra M1A



Foto N°35 Pesado de la muestra M1B



Foto N°36 Pesado de la muestra M1C

Resultados de la muestra M1A

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
15	20.1	1.50	452.25	230.5

Resultados de la muestra M1B

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
14.9	20	1.50	447	271.0

Resultados de la muestra M1C

ANCHO (cm)	LARGO (cm)	ESPESOR (cm)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PESO (gr)
15.1	20	1.50	453	245.8

**Tabla N°14.** Resultados del ensayo de densidad.

MUESTRAS	DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )
<b>M1A</b>	0.510
<b>M1B</b>	0.606
<b>M1C</b>	0.543
<b>PROMEDIO</b>	0.553

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

Hipótesis específica 1:

- Se determinó que la dosificación de la muestra M1 que contiene 95% de yeso y 5 % de bagazo es el que mejor resultados presento en el ensayo de flexión con respecto a las otras muestras, con una carga de rotura de 18 kg y una resistencia a flexión de 24.1 kg/cm<sup>2</sup>.

- Se determinó que la dosificación de la muestra M1 que contiene 95% de yeso y 5% de bagazo es el que mejor resultados presento en el ensayo de absorción de agua con respecto a las otras muestras, dándonos como resultados en un tiempo de dos horas un 4.0 % de absorción de agua.
- Se determinó que la dosificación de la muestra M1 que contiene 95% de yeso y 5 % de bagazo es el que mejor resultados presento en cuanto a los ensayos anteriores y con esta dosificación se realizó el ensayo de densidad, arrojando un promedio de densidad de 0.553 gr/cm<sup>3</sup> y un peso de 249.1 gr.

Hipótesis específica 2:

- Beneficio económico

En esta parte se realiza un análisis de costo para saber el precio que se daría a nuestro panel elaborado y poder compararlo con el panel comercial, para lo cual se plantea las siguientes premisas:

- Se elaborarán paneles de 1.20m por 2.40m y de 15 mm de espesor.
- La fabricación se realizará de forma manual.
- Se considera que los moldes y el equipo necesario para la fabricación de los paneles ya se encuentran adquiridos por lo que en la determinación del costo del panel no se tomara en cuenta su alquiler ni adquisición.

**Tabla N°15. Análisis de precio unitario para un panel.**

ÍTEM	RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)
<b>1. MATERIALES Y REACTIVOS</b>					
1.1	Yeso	kg	33.25	0.4	13.3
1.2	Bagazo	kg	1.75	0	0
1.6	Cola sintética	kg	4.2	2.5	10.5
1.7	Agua	lt	21	0	0
1.8	Silicato de sodio	kg	0.175	20	3.5
<b>2. PRESUPUESTO</b>					
2.1	Costo Directo				27.3
2.2	Adicional ( 10% )				2.73
<b>MONTO TOTAL</b>					<b>30.03</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N°16. Análisis de precio unitario para paneles al por mayor.**

ÍTEM	RECURSO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/)
<b>1. MATERIALES Y REACTIVOS</b>					
1.1	Yeso	kg	33.25	0.2	6.65
1.2	Bagazo	kg	1.75	0	0
1.6	Cola sintética	kg	4.2	1.6	6.72
1.7	Agua	lt	21	0	0
1.8	Silicato de sodio	kg	0.175	15	2.625
<b>2. PRESUPUESTO</b>					
2.1	Costo Directo				15.995
2.2	Adicional ( 10% )				1.5995
<b>MONTO TOTAL</b>					<b>17.5945</b>

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, el costo para un panel es de S/17.5945, y el precio a venderlo generando una ganancia sería de S/21.00, por otra parte, tomando como referencia que el costo de los paneles de yeso que se comercializan comúnmente en el mercado de un espesor de 15mm tiene un valor de S/25.00, valor que comparándolo con el costo obtenido por el panel fabricado nos daría una disminución del 16%.

- **Bajo Peso**

Gracias a una de las propiedades que tiene el bagazo de la caña de azúcar el cual es de no poseer mucha masa frente a otros materiales, otorga a nuestra placa menos peso. Para ello se realizó el ensayo de densidad con la dosificación de la muestra M1 la cual contiene 5% de bagazo y 95% de yeso, con dimensiones de 20cm x 15cm x 1.5cm. y se realizó sus respectivos cálculos de dimensiones para hallar el volumen, el peso y finalmente la densidad, para luego hacer una comparación en este caso con una placa de drywall con la misma especificación mencionada. Esta comparación lo podemos observar en las tablas N°17 y N°18.

**Tabla N° 17.** Comparación del peso de nuestra muestra con una muestra de placa de drywall.

PESO DE LA MASA DE LAS MUESTRAS (gr)	
MUESTRA PROMEDIADA	PLACA DE DRYWALL
249.1	269.8

Fuente: Elaboración propia.



Foto N°37: Peso de la muestra de placa drywall en el laboratorio.

**Tabla N°18.** Comparación de la densidad de nuestra muestra con una muestra de placa de drywall.

DENSIDAD DE LA MASA DE LAS MUESTRAS (gr/cm <sup>3</sup> )	
MUESTRA PROMEDIADA	PLACA DE DRYWALL
0.553	0.599

Fuente: Elaboración propia.

- Residuo agrícola no contaminante que contribuye con la gestión y cuidado del medio ambiente.

Hipótesis específica 3:

Los ensayos realizados fueron el de resistencia a flexión, porcentaje de absorción de agua y posteriormente densidad para poder saber el peso en m<sup>3</sup> de nuestra placa.

**Tabla N°19.** Comparación de los resultados con los de la NTP 334.185.

<b>MUESTRA</b>	<b>BAGAZO (%)</b>	<b>YESO (%)</b>	<b>CARGA POR RUPTURA A FLEXIÓN NORMA NTP 334.185 E=15 MM</b>	<b>CARGA POR RUPTURA A FLEXIÓN OBTENIDA</b>	<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA NORMA NTP 334.185 E=15mm</b>	<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA OBTENIDO</b>
M1	5%	95%	$\geq 250$ N	176.4 N	$\leq 5\%$	4.0 %
M2	3%	97%	$\geq 250$ N	154.8 N	$\leq 5\%$	4.7 %
M3	1%	99%	$\geq 250$ N	91.1 N	$\leq 5\%$	6.0 %

Fuente: Elaboración propia.

## **IV - DISCUSIÓN**

- 1) En el presente desarrollo de esta investigación, luego de efectuar la parte experimental para la obtención de nuestras muestras con dosificaciones diferentes M1, M2 y M3 para los ensayos de resistencia a flexión y absorción de agua, hechas a base de yeso, bagazo, cola sintética y como agente mineralizante y a la vez para disminuir el carácter hidrofílico de la fibra de bagazo se usó el compuesto químico silicato de sodio, que se puede observar que en todas las investigaciones y teorías relacionadas al tema hacen uso de este químico pues es de suma importancia preservar las propiedades de la fibra de caña de azúcar para su posterior uso en placas ya sea con yeso en nuestro caso como con otros materiales como el cemento portland como se especifica en estos antecedentes investigados. Los cuales han optado por la décima parte del peso del bagazo como cantidad a usar para el silicato de sodio, al igual que en la presente investigación.

Luego de esto se pasó a los ensayos de laboratorio donde se obtuvo los siguientes resultados: En el ensayo de flexión realizado a 3 dosificaciones diferentes como se especifica en la tabla N°5, de la cual se tuvo que la muestra M1 fue la muestra con mejores resultados en comparación a las otras dosificaciones, la cual contenía un 95% de yeso y 5% de bagazo de caña de azúcar resistió una carga por ruptura de 18kg y tuvo una resistencia de flexión de 24.1 kg/cm<sup>2</sup>.

Por otro lado, en el ensayo de absorción de agua efectuado a 3 dosificaciones diferentes como en el ensayo anterior, se obtuvo que la muestra M1 fue la que mejor resultado presentó frente a las otras con un 4.0 %.

Finalmente, en nuestro ensayo de densidad que se le realizó a la muestra M1 por ser la muestra que mejor resultado presentó en los ensayos, nos dio como densidad promedio un 0.553 gr/cm<sup>3</sup> con un peso de 249.1 kg que, comparando con los resultados obtenidos por otras investigaciones, es sumamente menos denso debido a los componentes principales el bagazo y el yeso.

- 2) CEVALLOS (2011) Presento como trabajo de grado “Elaboración de paneles ligeros a base de bagazo de caña de azúcar aglomerado con cemento pórtland” Investigación realizada en la Universidad Nacional de Loja-Ecuador. Este trabajo tuvo como propósito demostrar que con las mezclas de cemento portland y fibras de bagazo de caña de azúcar, empleando una tecnología alternativa de fabricación, se puede elaborar un material durable y competitivo, con propiedades físicas y mecánicas adecuadas, para la fabricación de paneles ligeros a ser utilizados en la

construcción de paredes en viviendas. En la parte metodológica se realiza un análisis del diseño de mezclas en el que se considera como variables, las relaciones agua – cemento (A/C) y fibra – cemento (F/C); y, su influencia en las características físicas y mecánicas de los elementos elaborados. Por otra parte, y en razón de que la incompatibilidad física y química de la matriz con la fibra son los principales agentes de degradación de este tipo de materiales, se incorpora el uso del silicato de sodio como neutralizante de este fenómeno para la realización de las muestras.

Como resultado esta investigación nos permite ratificar que con un diseño correcto de mezclas a base fibra en este caso de la caña de azúcar y el cemento portland y utilizando una tecnología con otra opción de fabricación, de esta forma se puede obtener un material que dure ya la vez pueda ser competitivo en el mercado, presentado propiedades mecánicas y físicas correctas para la fabricación de paneles de poco peso para darles uso en viviendas y edificaciones. Los resultados que mejor características física y mecánicas se obtuvieron fue la que utilizaba la relación  $a/c = 0.40$  y  $f/c = 10$ . El panel que mostraba las mejores características tubo como características físicas y mecánicas: En el ensayo de resistencia flexión donde se obtuvo como módulo de rotura por flexión de la mejor dosificación, la cual fue la del vértice 4 que nos dio 12.53 Mpa lo que equivale a 122.366 kg/cm<sup>2</sup>. Otros datos obtenidos también en esta investigación fueron los de:

Densidad = 1.35gr/cm<sup>3</sup> Absorción = 20% y Porosidad = 21.83%. El costo del tablero de fibra y cemento, desarrollado en la presente investigación alcanza el valor de US\$ 5.11, el mismo que se considera inferior frente al costo de los tableros de las mismas características que se comercian comúnmente en el mercado.

- 3) Así mismo MACÍAS, A. (2014) Presento como informe para obtener el grado de Maestro en Tecnología avanzada. “Investigación, desarrollo e innovación de compósitos de fibras naturales aglutinados con cemento portland ordinario” En este trabajo se basa principalmente en la construcción de tableros aglomerados con diferentes dosificaciones entre mayores y menores en cuanto a la mezcla de cemento: bagazo de caña de azúcar, para ellos efectuó 2 diferentes tratamientos de molienda para disminuir y homogenizar la medida de las fibra y a la vez también utilizó 2 diferentes tratamientos de mineralización superficial a la fibra

del bagazo de caña para optimizar su compatibilidad con el cemento, uno con Hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y otro con el silicato de sodio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . Para ello este investigador elaboro probetas de 1.2cm x 5cm x 29cm de acuerdo a la norma ASTM D 1037, con 3 dosificaciones diferentes de bagazo: cemento de 20:80 25:75 30:70 para cada tratamiento a desarrollar. Luego de esto se desarrolló los respectivos ensayos requeridos por el autor los cuales arrojaron los siguientes resultados:

En el ensayo de densidad el cual se efectuó de la misma manera que nuestra investigación, en donde considero el volumen obtenido por las dimensiones de su probeta el peso de estas, tuvo como resultado en cuanto a la probeta con tratamiento del bagazo con Hidróxido de calcio: 1.11 gr/cm mientras que la probeta tratada con Silicato de sodio: 0.80 gr/cm<sup>3</sup>. Por ello en cuanto a una comparación con la presente investigación se puede determinar que el compuesto de silicato de sodio es de gran ayuda en el tratamiento del bagazo porque nos proporciona resultados de una densidad más baja para nuestras muestras y por ende para los paneles a elaborar y se puede observar que la densidad del compuesto formado es inversamente proporcional a la cantidad de bagazo adicionado, es decir que la densidad de estas disminuye a mayor porcentaje de bagazo adicionado.

En el ensayo de resistencia a flexión en esta investigación se obtuvo como módulo de rotura en el tratamiento con hidróxido de calcio la dosificación con mejor resultados la cual fue de 20% bagazo y 80 % de cemento con un MR de 83.183 kg/cm<sup>2</sup> y de igual manera la misma dosificación para el tratamiento con silicato de sodio donde se obtuvo un MR de 29.76 kg /cm<sup>2</sup>. De donde el autor desarrolla una comparación de ambos tratamientos y observa que la resistencia a flexión mucho menores para el caso donde se empleó el silicato de sodio que en diferencia del hidróxido de sodio donde el módulo de rotura es mucho mayor. Con lo que respecta a nuestra investigación pues se puede apreciar que nuestra muestra con el tratamiento de silicato de sodio ayudo mucho a nuestra mezcla, aunque no se logró llegar a una resistencia tan alta como en estos casos debido al material usado ya que para nuestra investigación se usó el yeso natural como complemento de la fibra de bagazo mas no cemento.

- 4) López y Valencia (2006) En la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander (Colombia), realizaron como trabajo de grado “ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS PARA MUROS DIVISORIOS A PARTIR DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y CEMENTO” donde se comprobó que la junta de estos materiales da como producto aglomerante de óptimos resultados para su uso en la construcción. En el proceso se realizó 3 muestras con distintos espesores de 2, 2.5 y 3 cm utilizando 4 materiales básicos para su elaboración estos fueron la fibra del bagazo de caña con rangos de 5mm a 25mm, el químico silicato de sodio como mineralizante en proporción de 10% de la masa de bagazo, cemento tipo I portland con una proporción de 1/3: 5 bagazo y cemento respectivamente y agua un 0.6 por ciento de toda la masa. Se realizó la mezcla y luego se llevó a sus respectivos moldes con medidas de 30cm largo x 18cm ancho y se compacta de forma manual. Como ya se sabe se tiene que esperar unos 28 días para su secado total, luego de eso se efectuó los ensayos respectivos con las siguientes cantidades: en el ensayo de flexión = 37.8 kg/cm<sup>2</sup>, en el ensayo de compresión = 83.33 kg/cm<sup>2</sup>, para el ensayo de impacto = 249 jul., una densidad de 1150 kg/m<sup>3</sup> y finalmente el ensayo acústico donde se obtuvo un coeficiente de reducción de sonido de 0.453. Este autor tiene como conclusión de acuerdo a resultados que estos paneles contienen excelentes propiedades físico-mecánicas para su uso en la construcción y no solo se pueden usar como muros no estructurales, sino que se le puede dar otro uso como divisiones en oficinas, centros comerciales, como cielo raso, construcciones temporales, etc. Además de ser un elemento de menos peso y tener un montaje no tan complicado de instalar, teniendo la capacidad de ser atornillado, cortado entre otras características lo hacen mucho más económico.
- 5) Dentro de las limitaciones presentadas en el desarrollo de esta investigación, se pudo percatar que la mayoría de laboratorios cuenta con máquinas y equipos especializado en ensayos para los materiales de concreto, acero, madera, entre otros, mas no laboratorios adecuados y especializados en solamente ensayos para placas de yeso como hubiera sido de preferencia, por ello se tuvo algunas limitaciones en cuanto a más ensayos por desarrollar.
- Para obtener un mayor aporte a esta investigación se quiso desarrollar la prueba de resistencia al fuego, lo cual no se logró ya que aparte de tener un costo muy elevado, el lugar donde se iba realizar el cual era el LEM (laboratorio de Ensayos

de materiales de la UNI) la máquina que opera esta prueba se descompuso y de tal modo que suspendieron el ensayo hasta nuevo aviso.

Por otro lado, otra de las limitaciones que se presentó fue que no se pudo encontrar antecedentes de otras investigaciones relacionadas al tema necesariamente iguales en este caso elaboración de paneles con bagazo de caña de azúcar y yeso, para poder ayudarnos y desarrollar una comparación con resultados, sino por el contrario se encontró temas parecidos donde se aplica el uso del cemento portland y otros materiales usados, pero sin embargo que recopiló información de todo ello.

## **V - CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación realizada se concluyó en lo siguiente:

- 1) El estudio de la influencia de la composición de bagazo de caña de azúcar junto al yeso natural para comprobar su aplicabilidad de estas en un compuesto para placas concluye que no hay evidencias estadísticas que muestren la influencia en la dosificación entre el bagazo de caña de azúcar y yeso. Sin embargo hay una evidencia experimental lo cual se puede representar en nuestros estudios mediante los valores obtenidos y esto fue que a mayor porcentaje de bagazo de caña de azúcar y menor porcentaje de yeso este presentaba un mejor resultado frente a las otras muestras. Por ello y después de realizar esta investigación se comprobó que es posible elaborar un panel de yeso a base de caña de azúcar como principal elemento junto al yeso y otros compuestos, para ello es de suma importancia darle un adecuado tratamiento a la fibra para disminuir la cantidad de extractos y azúcar al bagazo, así como darle protección a la fibra con tratamientos de mineralización superficial para aumentar su compatibilidad y unión con la matriz.
- 2) Se concluye que para el ensayo de resistencia a flexión la muestra que en conjunto nos ofrece mejores resultados, es la muestra M1 que está compuesta por un 5% de bagazo de caña de azúcar y un 95% de yeso natural, aguantando una carga de 18 kg y obteniendo un módulo de rotura de 24.1 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto se deduce para este caso que a mayor porcentaje de bagazo de caña de azúcar y menor porcentaje de yeso natural en la dosificación para la mezcla, mayor será su resistencia a la flexión, por ende la cantidad de bagazo y yeso natural influyen en la composición del material.

Se concluye que en el ensayo de absorción de agua la muestra que presento menos porcentaje de absorción fue la M1 que está compuesta por un 5% de bagazo de caña de azúcar y un 95% de yeso natural, la cual tuvo un 4.0 % frente a las demás que obtuvieron 4.7% y 6.0% respectivamente, de lo cual se establece que también a medida que se da un cierto aumento de la fibra de bagazo frente al yeso este reduce su capacidad de absorción.

De igual manera se efectuó el ensayo de densidad con la dosificación que presentaba los mejores resultados que en este caso era la M1 con dosificaciones de 95% y 5% yeso y bagazo respectivamente, donde se obtuvo un promedio de 0.553 gr/cm<sup>3</sup> y comparado a la densidad de la placa de yeso común se nota una cierta disminución, lo cual hace a nuestra placa menos pesada.

Se concluye que de las 3 dosificación establecida a criterio propio para estudios, la que tiene un 95% yeso y 5% de bagazo que es la muestra M1, presentó las mejores cantidades con respecto a las otras, cumpliendo para el ensayo de absorción de agua con un 4.0% el cual es menor al 5% de absorción de agua establecido por la norma técnica peruana 334.185, mientras que para el ensayo de resistencia a flexión se obtuvo como carga de rotura 176.4 N en nuestra mejor muestra pero no se llegó a lo establecido por la norma técnica peruana 334.185 lo cual era 250 N.

- 3) Se concluye que el costo del panel de yeso con fibra de bagazo y otros aditivos, desarrollado en la presente investigación incluido la ganancia sería de S/ 21.00 frente a panel de yeso que se comercializa en el mercado con un costo de S/25, por consecuencia se obtendría una disminución del 16%.

Se concluye que gracias a una de las propiedades que tiene el bagazo de la caña de azúcar el cual es de no poseer mucha masa frente a otros materiales, otorga a nuestra placa menos peso. Esto se comprobó mediante el ensayo de densidad realizado con la dosificación de la muestra M1 la cual contiene el mayor porcentaje de bagazo con respecto a las otras y con una dimensión de 20cm x 15cm x 1.5cm. y se realizó sus respectivos cálculos de dimensiones para hallar el volumen, el peso y finalmente la densidad, para luego hacer una comparación en este caso con una placa de drywall con la misma especificación mencionadas.

Se concluye que es importante para la sociedad tener una buena relación con el medio ambiente, reciclar los materiales para su reutilización, poder crear materiales con diferentes fibras orgánicas naturales y principalmente el tener el conocimiento de la problemática medioambiental que nuestro planeta está teniendo, por ello esta investigación cumplió unos de sus objetivos el cual era la elaboración de un panel prefabricado 100% ecológico.

- 4) Se concluye que de acuerdo a los ensayos realizados: Resistencia a flexión, porcentaje de absorción de agua y densidad y a los resultados obtenidos, que los paneles prefabricados ecológicos han demostrado que poseen buenas propiedades físico mecánicas como un material de construcción, por ello no solo se emplearían como muros no estructurales sino como divisiones internas como en oficinas, centros comerciales, viviendas y como material decorativo, todo esto con un menor peso estructural y a la vez económico en la construcción.

## **VI - RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda continuar con la investigación para obtener una amplia gama de resultados que puedan aportar mucho más, desarrollando diferentes mezclas con otras dosificaciones en el proceso de elaboración de los paneles , además del tamaño de la partícula de fibra de bagazo de caña de azúcar y su método de modificación superficial de la fibra con otros químico diferente al que se usó en esta investigación el cual fue el silicato de sodio, para de esta manera conseguir resultados más convenientes y cercanos a los de la cantidad requerida en lo que se refiere a ensayos de flexión.
- 2) Se recomienda realizar diferentes pruebas o ensayos como: Resistencia al fuego, resistencia al impacto, evaluación acústica, entre otras, que puedan dar un valor agregado a estos paneles y puedan determinar su mejor aplicación para diferentes espacios requeridos cual sea el caso.
- 3) Al momento de recolectar el residuo agrícola de la caña de azúcar se tiene que tener presente el tiempo de almacenamiento y un adecuado lugar que este debe tener, ya que al estar en un ambiente no óptimo y expuesto a diferentes agentes externos como polvo, humedad, insectos, etc. Esto apresura su proceso de descomposición y por consecuencia puede afectar en gran medida la resistencia de las fibras. Por ello se recomendaría crear un proceso completo que empezaría desde la recolección del bagazo de caña de azúcar, manipulación y forma de almacenamiento, observando factores climatológicos, económicos en el transcurso.
- 4) Para la parte de mineralización de la fibra por medio del silicato de sodio, se recomienda hacer uso de una mezcladora mecánica o algún aparato que nos proporciones una correcta mezcla entre esta sustancia y la fibra del bagazo de esta manera se permitirá que este interactúe con cada una de las partículas desarrollando una mezcla homogénea.
- 5) Dentro de las restricciones presentadas como ya se mencionó anteriormente debido a que la mayoría de laboratorios no cuentan con máquinas y equipos especializados en ensayos para placas, esta fue el no poder desarrollar más pruebas de diferentes tipos para obtener un mayor aporte a nuestra investigación, para ello se recomienda poder desarrollar el ensayo de resistencia al fuego, ensayo acústico, entre otros. Por otro lado, otra de las limitaciones que se presento fue que no se pudo encontrar antecedentes de otras investigaciones relacionadas al tema necesariamente iguales en este caso elaboración de paneles con bagazo de caña

de azúcar y yeso, para poder ayudarnos y desarrollar una comparación con resultados, sino por el contrario se encontró temas parecidos donde se aplica el uso del cemento portland y otros materiales usados, pero sin embargo se recopiló información de todo ello.

- 6) También si se desea proseguir con la investigación se recomienda realizar estudios a los paneles prefabricados adicionando elementos que puedan aumentar su resistencia y estabilidad estructural, esto puede ser una malla elaborada con la propia cáscara de la caña de azúcar, o agregándole una capa de cartón o papel reciclado como es el caso de las placas de yeso comerciales que se encuentran con capas de cartón envueltas lo cual le proporciona una mayor resistencia a la flexión.
- 7) Como recomendación general se debe ampliar el campo de la experimentación con fibras provenientes de otros vegetales de la región, para de esta forma poder comparar datos, esto nos permitirá tener un mayor conocimiento de los materiales compuestos de origen orgánico y todo esto a la vez permitirá la implementación de materiales en este caso paneles fabricados con una base de una fibra de un residuo orgánico que contribuirá en el proceso de una edificación sustentable y responsable con el medio ambiente.

## **VII - REFERENCIAS**

- ACEVEDO, J. Tres Décadas de Trabajo en el Desarrollo Sostenible de la Construcción. Tesis presentada con Opción al Grado de Doctor en Ciencias Técnicas. Centro de Estudios de Construcción y de Arquitectura Tropical. Cuba, 1999.
- BARRIOS, Laura. Aplicación de residuos agrícolas de caña de azúcar como material alternativo en elementos constructivos. Tesis (Título de Arquitecto). Sartenejas: Universidad Simón Bolívar, 2016.
- BOARINI, Jonathan. Utilización del bagazo de caña de azúcar para la elaboración de briquetas de combustible sólido para usos domésticos en la ciudad de Guatemala. Tesis (Título de Arquitecto). Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2006.
- CASTELLS, Xavier. Reciclaje de Residuos Industriales: Aplicación a la fabricación de materiales para la construcción. [en línea]. 1.ra ed. España: Díaz de Santos, S.A, 2000. [Fecha de consulta 28 de mayo del 2018].
- Disponible en:
- <https://books.google.com.pe/books?id=oA7ndthNMYQC&pg=PA584&dq=residuo+agricola+como+materiales+de+construcci%C3%B3n&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjPiPKTldLaAhVC2lMKHXJGACkQ6AEINDAD#v=onepage&q=residuo%20agricola%20como%20materiales%20de%20construcci%C3%B3n&f=false>
- ISBN: 84-7978-437-7
- CASTELLS, Xavier. Aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales: Reciclaje de residuos industriales. [en línea]. 1.ra ed. España: Díaz de Santos, S.A, 2012. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2018].
- Disponible en:
- <https://books.google.com.pe/books?id=DPpBMDfVdUC&pg=PA748&dq=residuo+agricola+para+la+construccion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjQj8C8mdLaAhVErFMKHZilBV8Q6AEISTAG#v=onepage&q=residuo%20agricola%20para%20la%20construccion&f=false>
- ISBN: 978-84-9969-368-2

- CEVALLOS, Marco. Elaboración de paneles ligeros a base de bagazo de caña de azúcar aglomerado con cemento portland. Tesis (Maestría en construcción Civil). Loja: Universidad Nacional de Loja, 2011.
- COLLADO, Pablo. Control de ejecución de tabiquerías y cerramientos. [en línea]. 1.ra ed. España: Editorial Lex Nova, S.A., 2005. [Fecha de consulta 5 de junio del 2018].
- Disponible en:
- <https://books.google.com.pe/books?id=N8IT-nhKapsC&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2+Control+de+ejecuci%C3%B3n+de+tabiquer%C3%ADas+y+cerramientos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjZ1YmR1OPbAhUpqlkKHQzvCUAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%20Control%20de%20ejecuci%C3%B3n%20de%20tabiquer%C3%ADas%20y%20cerramientos&f=false>
- ISBN: 84-8406-660-6
- CRESPO, Santiago. Materiales de construcción para edificación y obra civil. [en línea]. 1.ra ed. Editorial club universitario, 2013. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2018].
- Disponible en:
- <https://books.google.com.pe/books?id=Jis5DwAAQBAJ&pg=PA272&dq=uso+de+vegetales+en+la+construccion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwp5vImdLaAhUMzFMKHRiXDNwQ6AEIJzAA#v=onepage&q=uso%20de%20vegetales%20en%20la%20construccion&f=false>
- ISBN: 978-84-9948-297-2
- COSTALES, Raúl. Paneles de bagazo. Excelencia en la construcción. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar ICIDCA. La Habana Cuba.
- DOF (2014). Programa Nacional de la Agroindustria de la caña de azúcar 2014-2018.

- FAO (2012). Estadística, organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- GARCÍA, Cheryl. Obtención de un material biocompuesto a partir de bagazo de caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico. Tesis (Título de Ingeniera Ambiental). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- GONZALO, M. et al. Sustainable and recycled materials in construction [online]. 1st ed. OmniaScience Publisher SL. 2015 [Date of consultation May 28, 2018]. Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=JI4wBwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=materiales+de+construcci%C3%B3n+con+residuos+organicos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjUuefZitLaAhVO21MKHTy8ChkQ6AEIVTAJ#v=onepage&q=materiales%20de%20construcci%C3%B3n%20con%20residuos%20organicos&f=false>  
 ISBN: 978-84-943418-0-9
- HERNANDEZ, F. (2004) Paneles para la vivienda de bajo costo y otras aplicaciones, Universidad Politécnica de Madrid.
- ICIDCA (2000). Manual de los derivados de la caña de azúcar, Editorial científico- técnica.
- JOHN, V.M., Agopyan, V. Materials Reinforced with Vegetable Fibers. In the International Symposium on Reinforced Materials with Fibers for Civil Construction. Polytechnic School of the University of São Paulo. 1993
- Ladrilleras artesanales, fuente de empleo y contaminación. México: Notimex Agente de noticias del estado de México (octubre, 2016). [Fecha de consulta 18 de mayo del 2018].
- LOPEZ, Nelson. VALENCIA, Crystiam. Elaboración de paneles prefabricados para muros divisorios a partir del bagazo de caña de azúcar y cemento. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006.

- MACÍAS, J. Utilización de Fibras Orgánicas en Hormigones: El Fibrequén. Tesis para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. ISPJAE. Cuba, 1993.
- MACÍAS, Iq. Investigación, desarrollo e Innovación de compósitos de fibras naturales aglutinados con cemento portland ordinario. Tesis (Maestro en Tecnología Avanzada). Tamaulipas: Instituto Politécnico Nacional CICATA-IPN, Unidad Altamira, 2014.
- NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 334.185. YESO. Placas de yeso laminado. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo. El Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Perú. 2015.
- OBAYA, José. Formación profesional a distancia. Paneles prefabricados. [en línea]. 1.ra ed. España: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA., 1999. [Fecha de consulta 5 de junio del 2018].  
 Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=pCsfAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=%E2%80%A2%09Formaci%C3%B3n+profesional+a+distancia.+Paneles+prefabricados.&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwIj4CP1uPbAhVlpVvKkHarcAlAQ6AEIJzAA#v=onepage&q=%E2%80%A2%09Formaci%C3%B3n%20profesional%20a%20distancia.%20Paneles%20prefabricados.&f=false>  
 ISBN: 84-369-3313-3
- PARRA, A. Propuesta de elemento constructivo a partir de bagazo de caña de azúcar y cemento Pórtland. Tesis de Grado (Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 2005. 182 p.
- Producción de caña de azúcar en el Perú. Lima: Ministerio de Agricultura y riego (junio 2017). [Fecha de consulta 18 de mayo del 2018].
- REYNA, Cesar. Reutilización de plástico pet, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción

de viviendas de bajo costo. Tesis (Maestría en ingeniería ambiental). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016.

- Revista Iberoamericana de Polímeros [en línea]. Costa Rica: VEGA et al. Volumen 9(4), 2008. [Fecha de consulta: 4 de junio del 2018].  
Disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/28268985\\_Materiales\\_polimericos\\_compuestos\\_obtenidos\\_a\\_partir\\_de\\_los\\_residuos\\_generados\\_por\\_la\\_agroindustria\\_de\\_la\\_cana\\_de\\_azucar\\_una\\_alternativa\\_adicional\\_II](https://www.researchgate.net/publication/28268985_Materiales_polimericos_compuestos_obtenidos_a_partir_de_los_residuos_generados_por_la_agroindustria_de_la_cana_de_azucar_una_alternativa_adicional_II)
- SÁNCHEZ, Juan. Paneles prefabricados de hormigón en fachadas. Tesis (Título de Arquitecto). Madrid: Universidad politécnica de Madrid, 2010.
- SUBIRÓS, Fermín. El cultivo de la caña de azúcar. [en línea]. 1.ra ed. Costa Rica: Editorial universidad estatal a distancia, 1995. [Fecha de consulta 20 de mayo del 2018].  
Disponible en:  
<https://books.google.com.pe/books?id=2wpC1j2AmkAC&printsec=frontcover&dq=ca%C3%B1a+de+azucar&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjeuJnxn9LaAhVJ0lMKHa2ODTEQ6AEILDAB#v=onepage&q=ca%C3%B1a%20de%20azucar&f=false>  
ISBN: 9977-64-811-5
- VICENTE, Jan. (2017) Estudio de la influencia del porcentaje de arcilla en la calidad de las briquetas de hojas de caña de azúcar mediante ensayos físicos y térmico. Tesis (Título de ingeniero Mecánico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2017.

# **ANEXOS**

## ANEXO A-1

### FORMATOS CREADOS CON LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN

#### ANEXO A-1

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° M1A

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	53,40 cm
ANCHO	15,40 cm
ESPESOR	1,51 cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	5%
YESO	95%

CARGA POR ROTURA (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm <sup>3</sup> )
18,5	24,8

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2018

**ANEXO A-1**

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° ...M1B...

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	53,40 cm
ANCHO	15,40 cm
ESPESOR	1,51 cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	5%
YESO	95%

CARGA POR ROTURA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
(kg)	(kg/cm <sup>3</sup> )
17,5	23,4

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA, 2018

**ANEXO A-1**

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° M2A

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	53,30 cm
ANCHO	15,40 cm
ESPESOR	1,50 cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	3%
YESO	97%

CARGA POR ROTURA (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (kg/cm <sup>3</sup> )
15,5	21,0

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2018

**ANEXO A-1**

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° M2B

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	53,30 cm
ANCHO	15,30 cm
ESPESOR	1,50 cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	3%
YESO	97%

CARGA POR ROTURA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
(kg)	(kg/cm <sup>3</sup> )
16,0	21,8

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA, 2018

**ANEXO A-1**

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° M3A

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	50,33cm
ANCHO	15,40cm
ESPESOR	1,51cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	1%
YESO	99%

CARGA POR ROTURA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
(kg)	(kg/cm <sup>3</sup> )
9,0	12,0

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA, 2018

**ANEXO A-1**

ENSAYO DE FLEXIÓN	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP-001 – Versión N° 01

Muestra N° ...M3B...

TAMAÑO DEL PANEL	
LARGO	57,33cm
ANCHO	15,40cm
ESPESOR	1,51cm

DOSIFICACIÓN	
BAGAZO	1.6
YESO	99%

CARGA POR ROTURA	RESISTENCIA A FLEXIÓN
(kg)	(kg/cm <sup>3</sup> )
9.5	12.7

Normativa Peruana para Resistencia a la Flexión:

CARACTERISTICAS	UNIDADES	NORMA NTP 334.185 (15 mm)
Resistencia a la Flexión	N	≥ 250 N

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2018

## ANEXO A-2

### FORMATOS CREADOS CON LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

#### ANEXO A-2

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP- 002 – Versión N° 02

#### Toma de la muestra

Lugar: Laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Federico Villarreal  
Hora: 10 am. Día: 30 Mes: Octubre Año: 2018

#### Muestra 1

##### Ensayo 1

P seco ..... 641,5 gr.....  
P sat. .... 928,15 gr.....  
P sat. - P seco ..... 286,65 gr.....  
% Abs = ..... 44,7 %.....

#### Muestra 2

##### Ensayo 1

P seco ..... 651,2 gr.....  
P sat. .... 1030,7 gr.....  
P sat. - P seco ..... 369,5 gr.....  
% Abs = ..... 56,7 %.....

#### Muestra 3

##### Ensayo 1

P seco ..... 689,3 gr.....  
P sat. .... 1184,9 gr.....  
P sat. - P seco ..... 495,6 gr.....  
% Abs = ..... 71,9 %.....

##### Ensayo 2

P seco ..... 623,2 gr.....  
P sat. .... 940,3 gr.....  
P sat. - P seco ..... 317,1 gr.....  
% Abs = ..... 50,9 %.....

##### Ensayo 2

P seco ..... 671,8 gr.....  
P sat. .... 1040,2 gr.....  
P sat. - P seco ..... 368,4 gr.....  
% Abs = ..... 54,8 %.....

##### Ensayo 2

P seco ..... 670,5 gr.....  
P sat. .... 1160,9 gr.....  
P sat. - P seco ..... 490,4 gr.....  
% Abs = ..... 72,1 %.....

$$\% \text{ ABS} = \frac{P \text{ sat} - P \text{ seco}}{P \text{ seco}} \times 100$$

#### RESULTADO DEL PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

M1 = ..... 47,8 %.....      M2 = ..... 55,8 %.....      M3 = ..... 72,5 %.....

### ANEXO A-3

## FORMATOS CREADOS CON LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

### ANEXO A-3

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>	
Proyecto de investigación: <i>Uso del residuo de la caña de azúcar para la elaboración de Panoles de Yaso</i>	
Elaborado por: <i>Giovanni Américo Tinoco Padilla</i>	
Material: <i>Bagazo de caña de azúcar</i>	
Laboratorio: <i>Mecánica de Suelos y materiales - UCV</i>	Para uso: <i>Panoles</i>
FORMATO GTP - 003 - Versión N° 03	Fecha: <i>10/10/2018</i>

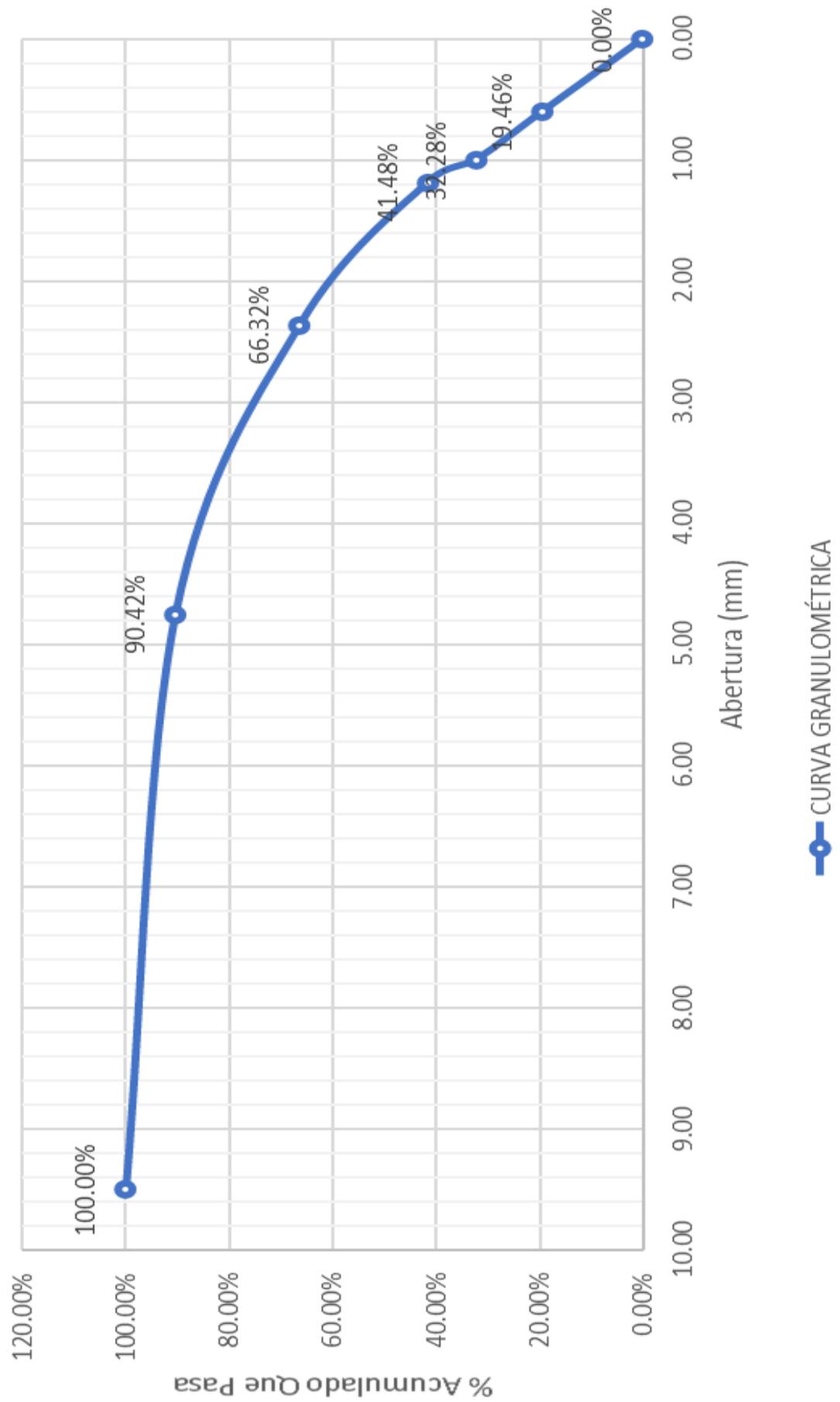
N° de tara	<i>1</i>
Peso de tara (gr)	<i>440,8</i>
Peso de tara + Peso de la muestra de bagazo (gr)	<i>839,5</i>
Peso de la muestra de bagazo (gr)	<i>398,7</i>

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO	
				RETENIDO	PASA
<i>3/8</i>	<i>9,5--</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100,00</i>
<i>N° 4</i>	<i>4,75--</i>	<i>38,2gr</i>	<i>9,58</i>	<i>9,58</i>	<i>90,42</i>
<i>N° 8</i>	<i>2,36--</i>	<i>96,4gr</i>	<i>24,10</i>	<i>33,68</i>	<i>66,32</i>
<i>N° 16</i>	<i>1,18--</i>	<i>99,3gr</i>	<i>24,83</i>	<i>58,51</i>	<i>41,49</i>
<i>N° 30</i>	<i>1,00--</i>	<i>36,7gr</i>	<i>9,21</i>	<i>67,72</i>	<i>32,28</i>
<i>N° 60</i>	<i>0,60--</i>	<i>51,1gr</i>	<i>12,82</i>	<i>80,54</i>	<i>19,46</i>
Fondo		<i>77,6gr</i>	<i>19,46</i>	<i>100,00</i>	<i>0,00</i>
TOTAL		<i>398,7gr</i>	<i>100,00</i>		

Supervisado por: *Diáz Gutiérrez Julio Ernesto*

FECHA: <i>10/10/2018</i>	DNI: <i>10491716</i>	FIRMA: 
--------------------------	----------------------	--

## CURVA GRANULOMÉTRICA



**ANEXO A-4**

<b><u>CUADRO COMPARATIVO</u></b>	
FECHA: 22/06/2018	FORMATO: GTP- 004 – Versión N° 04

<b>MUESTRA</b>	<b>BAGAZO (%)</b>	<b>YESO (%)</b>	<b>CARGA POR RUPTURA A FLEXIÓN NORMA NTP 334.185 E=15 MM</b>	<b>CARGA POR RUPTURA A FLEXIÓN OBTENIDA</b>	<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA NORMA NTP 334.185 E=15mm</b>	<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGUA OBTENIDO</b>
M1	5%	95%	≥ 250 N	176.4 N	≤ 5%	3.98 %
M2	3%	97%	≥ 250 N	154.35 N	≤ 5%	4.65 %
M3	1%	99%	≥ 250 N	90.65 N	≤ 5%	6.04 %

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA, 2018.



**ANEXO A-5**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
CRITERIO DE JUECES**

Lima ..... De junio del 2018

Yo, el ingeniero .....

Con N° de CIP ....., identificado con DNI N° ....., mediante esta solicitud de validación de instrumento presentado por el alumno Giovanni Américo Tinoco Padilla, con código de alumno N° 6700268770, identificado con el DNI: 74394487, que se encuentra cursando el 9° ciclo de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Estoy conforme con los Formatos presentados por el alumno, los cuales fueron:

ENSAYOS
FORMATO GTP-001 – V.01
FORMATO GTP-002 – V.02
FORMATO GTP-003 – V.03
FORMATO GTP-004 – V.04

En la cual implementará en su Proyecto de investigación titulada “USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018”, que de acuerdo a ello tendrá resultados favorables en su Desarrollo de Proyecto de investigación.

.....

Firma del Ingeniero



ANEXO A-5

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
CRITERIO DE JUECES**

Lima ..... De junio del 2018

Yo, el ingeniero *AGUSTIN V. CONZO ALIAGA* .....

Con N° de CIP *50070* ....., identificado con DNI N° *32789955* .....,  
mediante esta solicitud de validación de instrumento presentado por el alumno  
Giovanni Américo Tinoco Padilla, con código de alumno N° 6700268770,  
identificado con el DNI: 74394487, que se encuentra cursando el 9° ciclo de la  
Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Estoy conforme con los Formatos presentados por el alumno,  
los cuales fueron:

ENSAYOS
FORMATO GTP-001 – V.01
FORMATO GTP-002 – V.02
FORMATO GTP-003 – V.03
FORMATO GTP-004 – V.04

En la cual implementará en su Proyecto de investigación titulada  
"USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIAL  
ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS  
ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018", que de acuerdo a ello tendrá resultados  
favorables en su Desarrollo de Proyecto de investigación.

*[Handwritten Signature]*  
.....  
Firma del Ingeniero



**ANEXO A-5**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
CRITERIO DE JUECES**

Lima ...26... De junio del 2018

Yo, el ingeniero Carlos Villegas Martínez

Con N° de CIP 109061....., identificado con DNI N° 08584295....., mediante esta solicitud de validación de instrumento presentado por el alumno Giovanni Américo Tinoco Padilla, con código de alumno N° 6700268770, identificado con el DNI: 74394487, que se encuentra cursando el 9° ciclo de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Estoy conforme con los Formatos presentados por el alumno, los cuales fueron:

ENSAYOS
FORMATO GTP-001 – V.01
FORMATO GTP-002 – V.02
FORMATO GTP-003 – V.03
FORMATO GTP-004 – V.04

En la cual implementará en su Proyecto de investigación titulada "USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018", que de acuerdo a ello tendrá resultados favorables en su Desarrollo de Proyecto de investigación.

.....  
Firma del Ingeniero



ANEXO A-5

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
CRITERIO DE JUECES**

Lima ..... De junio del 2018

Yo, el ingeniero Ricardo Padilla Pisten.....

Con N° de CIP 51630....., identificado con DNI N° 18.845.637....., mediante esta solicitud de validación de instrumento presentado por el alumno Giovanni Américo Tinoco Padilla, con código de alumno N° 6700268770, identificado con el DNI: 74394487, que se encuentra cursando el 9° ciclo de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Estoy conforme con los Formatos presentados por el alumno, los cuales fueron:

ENSAYOS
FORMATO GTP-001 – V.01
FORMATO GTP-002 – V.02
FORMATO GTP-003 – V.03
FORMATO GTP-004 – V.04

En la cual implementará en su Proyecto de investigación titulada "USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZUCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018", que de acuerdo a ello tendrá resultados favorables en su Desarrollo de Proyecto de investigación.

  
.....  
Firma del Ingeniero

**ANEXO A-6**

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>
<p><b><u>Problema General:</u></b></p> <p>¿De qué manera se utilizaría los residuos agrícolas de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso?</p> <p><b><u>Problemas Específicos:</u></b></p> <p>¿Qué dosificación será la más óptima entre el yeso y el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos?</p> <p>¿Qué beneficio se obtendría al utilizar el residuo agrícola de la caña de azúcar como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso?</p> <p>¿Qué ensayos se realizarán para determinar la aplicación en la construcción de los paneles prefabricados ecológicos de yeso y residuo agrícola de la caña de azúcar?</p>	<p><b><u>Objetivo General:</u></b></p> <p>Comprobar la aplicabilidad del residuo agrícola de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.</p> <p><b><u>Objetivos Específicos:</u></b></p> <p>-Determinar la dosificación óptima entre el bagazo de caña de azúcar y yeso para obtener un material con mayor resistencia a la flexión y porcentaje de absorción de agua para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos.</p> <p>-Identificar los beneficios que se obtendrá al utilizar los residuos agrícolas de la caña como material alternativo para la elaboración de Paneles Prefabricados ecológicos de yeso.</p> <p>-Analizar y ensayar los paneles prefabricados ecológicos de yeso y el residuo agrícola de caña de azúcar a fin de cumplir con la norma técnica peruana establecida para paneles de yeso.</p>	<p><b><u>Hipótesis General:</u></b></p> <p>Se comprobará la aplicabilidad del residuo agrícola de la caña de azúcar como material adicional para la elaboración de paneles prefabricados ecológicos de yeso, según los resultados obtenidos de nuestras muestras en los ensayos de laboratorio.</p> <p><b><u>Hipótesis Específicas:</u></b></p> <p>-Se determinó la dosificación óptima tanto de bagazo como de yeso de la mejor muestra obtenida por medio de resultados de los ensayos de flexión, porcentaje de absorción de agua y densidad.</p> <p>-Se estableció tres beneficios básicos, el primero económico, ya que como se sabe el bagazo es un residuo agrícola abundante que se encuentra en varios lugares del país como desechos luego de utilizar la caña de azúcar, el segundo beneficio es que el bagazo nos otorga la propiedad de disminuir el peso de nuestra placa y finalmente por ser un residuo agrícola contribuirá con la gestión y cuidado del medio ambiente.</p> <p>-Los ensayos que se realizaron a los paneles prefabricados ecológicos de yeso y el residuo agrícola de caña de azúcar fueron el de resistencia a flexión, absorción de agua y densidad, los cuales han tenido resultados satisfactorios para su posterior uso como muros divisorios internos, en ambientes de viviendas, edificaciones y también como elementos decorativos.</p>	<p><b><u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u></b></p> <p><b>Bagazo de caña de azúcar y yeso</b></p> <p><b><u>Dimensión:</u></b> <b>Dosificación</b></p> <p><b><u>Indicadores:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad de bagazo</li> <li>- Cantidad de yeso</li> <li>- Cantidad de goma</li> <li>- Cantidad de agua</li> <li>- Cantidad de silicato de sodio</li> </ul> <p><b><u>VARIABLE DEPENDIENTE:</u></b></p> <p><b>Paneles prefabricados ecológicos</b></p> <p><b><u>Dimensión:</u></b> <b>Beneficio</b></p> <p><b><u>Indicadores:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Bajo costo</li> <li>-Material ecológico</li> <li>-Menor Peso</li> </ul> <p><b><u>Dimensión:</u></b> <b>Ensayos</b></p> <p><b><u>Indicadores:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ensayo de resistencia a la flexión</li> <li>-Ensayo de absorción de agua</li> <li>-Ensayo de Densidad</li> </ul>

## **ANEXO A-7**

Equipos, materiales, insumos y reactivos utilizados en la investigación.

<b>EQUIPOS</b>	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Molino Manual	1 unidad
Balanza Analítica	1 unidad
Tamizado Malla N°4, N°8, N°16, N°18, N°30	1 unidad
Batidora	1 unidad
<b>MATERIALES</b>	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Vaso Precipitado	1 unidad
Vasija de aluminio o porcelana	4 unidades
Espátula	1 unidad
Madera	1 unidad
sujetadores	2 unidades
Plancha metálica	1 unidad
Clavos	1 unidad
Guantes	1 unidad
Mandil de laboratorio	1 unidad
Lentes	1 unidad
<b>REACTIVOS E INSUMOS</b>	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD
bagazo de caña de azúcar	gramos
Yeso	gramos
Agua	gramos
Cola sintética	gramos
Silicato de Sodio	gramos

**ANEXO A-8**

**CERTIFICADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS**

	Universidad Nacional <b>Federico Villarreal</b>	Facultad de Ingeniería Civil		
*Año del Diálogo y Reconciliación Nacional*				
<b>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</b>				
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>				
<b>INFORME</b>	: 001 - EXP. 086 - LEM 2018			
<b>SOLICITA</b>	: TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO			
<b>PROYECTO</b>	: USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICOS DE YESO - LIMA 2018			
<b>LUGAR</b>	: LIMA			
<b>FECHA</b>	: 29/10/2018			
<b>IDENTIFICACION</b>	M-1 (A)	M-1 (B)	*****	*****
<b>Fecha de Rotura</b>	29/10/2018	29/10/2018	*****	*****
<b>Ancho (cm)</b>	15,40	15,40	*****	*****
<b>Espesor de la placa (cm)</b>	1,51	1,51	*****	*****
<b>Luz libre entre apoyos (cm)</b>	47,0	47,0	*****	*****
<b>Carga (Kg)</b>	18,5	17,5	*****	*****
<b>Modulo de Rotura (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	24,8	23,4	*****	*****

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339,078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374

---

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



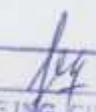
"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**INFORME** : 002 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICOS DE YESO - LIMA 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : 29/10/2018

IDENTIFICACION	M-2 (A)	M-2 (B)	*****	*****
Fecha de Rotura	29/10/2018	29/10/2018	*****	*****
Ancho (cm)	15,40	15,30	*****	*****
Espesor de la placa (cm)	1,50	1,50	*****	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	47,0	47,0	*****	*****
Carga (Kg)	15,5	16,0	*****	*****
Modulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	21,0	21,8	*****	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 .....  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME : 003 - EXP. 066 - LEM 2018  
SOLICITA : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
PROYECTO : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICOS DE YESO - LIMA 2018  
LUGAR : LIMA  
FECHA : 29/10/2018

IDENTIFICACION	M-3A	M-3B	*****	*****
Fecha de Rotura	29/10/2018	29/10/2018	*****	*****
Ancho (cm)	15,40	15,40	*****	*****
Espesor de la placa (cm)	1,51	1,51	*****	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	47,0	47,0	*****	*****
Carga (Kg)	9,0	9,5	*****	*****
Modulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	12,0	12,7	*****	*****

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNIV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNIV.  
Lab. de Mecánica de Sólidos, Cemento y Geotecnia -  
MAG. DEL ANTONIO GRUZO CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



## ENSAYO DE ABSORCION

INFORME N° : 004 - EXP. 066 - LEM 2018  
SOLICITA : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
PROYECTO : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
MATERIAL : PLACAS DE YESO M-1A  
FECHA : 30/10/2018

% Absorción : 44,7

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334.185.  
NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Área de Suelos, Concreto y Geología  
ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 13273



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

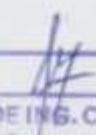
## ENSAYO DE ABSORCION

**INFORME N°** : 005 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACAS DE YESO M-1B  
**FECHA** : 30/10/2018

**% Absorción :** 50,9

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334,185.

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COD-000-0000  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MAG. TONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
MAG. C.P. N° 10774



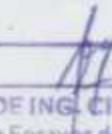
## ENSAYO DE ABSORCION

**INFORME N°** : 006 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL  
ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS  
ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACAS DE YESO M-2A  
**FECHA** : 30/10/2018

**% Absorción :** 56,7

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334,185.

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales

COORDINADOR

ING. DIEGO CRUZ CHUYES  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Escuela de Textiles, Concreto y Geología  
ALUMNO: DIEGO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. - CIP N° 18074



## ENSAYO DE ABSORCIÓN

**INFORME N°** : 007 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACAS DE YESO M-2B  
**FECHA** : 30/10/2018

**% Absorción :** 54,8

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334,185.

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales

COORDINADOR

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Dir. Mecánica de Suelos, Concreto y Cimentación  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18371



## ENSAYO DE ABSORCION

**INFORME N°** : 008 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACAS DE YESO M-3A  
**FECHA** : 30/10/2018

**% Absorción :** 71,9

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334,185.

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR  
DEPARTAMENTO DE ING. CIVIL - UNFV  
Especialidad de Cuellos, Concreto y Geología  
INGENIERO EN CUELLOS CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

## ENSAYO DE ABSORCION

**INFORME N°** : 009 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MAT  
ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS  
ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACAS DE YESO M-3B  
**FECHA** : 30/10/2018

**% Absorción :** 73,1

**ESPECIFICACIONES :** El ensayo responde a la norma de diseño NTP 334,185.

**NOTA :** La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNFV  
Unidad de Suelos, Concreto y Geología  
ING. ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



## GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 010 - EXP. 086 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACA DE YESO M-1A  
**FECHA** : 05/11/2018

**Peso Especifico** : 0,510 gr / cm<sup>3</sup>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COO-UNFV  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Escuela de Estructuras, Concreto y Geología  
ING. TONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18772



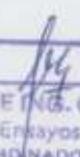
## GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 011 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACA DE YESO M-1B  
**FECHA** : 05/11/2018

**Peso Especifico** : 0,606 gr / cm<sup>3</sup>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR.....  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Instituto de Técnica de Suelos, Concreto y Geología  
ING. ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



## GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 012 - EXP. 066 - LEM 2018  
**SOLICITA** : TINOCO PADILLA GIOVANNI AMERICO  
**PROYECTO** : USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLOGICO DE YESO - LIMA 2018  
**MATERIAL** : PLACA DE YESO M-1C  
**FECHA** : 05/11/2018

**Peso Especifico** : 0,543 gr / cm<sup>3</sup>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.  
**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR

.....  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374

**ANEXO A-9**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*TINOCO PADILLA, GIOVANNI AMERICO*

INFORME TITULADO:

*UJO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO  
MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANQUETES  
PARA FABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESSU - LIMA 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA: *03/12/2018*

NOTA O MENCIÓN : *A (Diez y siete)*

Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil



**ANEXO A-10**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Enrique Casocilla Enrique Echevarría.....

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

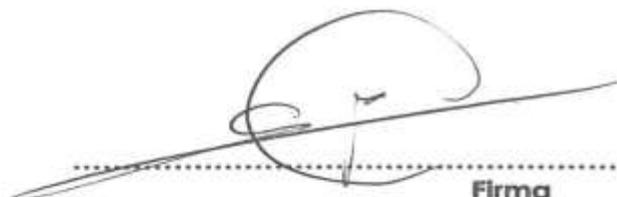
"USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO - Lima 2018".....

del (de la) estudiante Tiarco Padilla Giovanni América.....

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha 03/12/18.....



Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

ENRIQUE E. HUARATO CASOCILLA.....

DNI: 08120570.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

**ANEXO A-11**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo ..... Giovanni América Tinaco Padilla ....., identificado con DNI N° ..... 74.39.44.87 .....

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (  ), No autorizo (  ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"..... USO DEL RESIDUO AGRÍCOLA DE LA CAÑA DE AZÚCAR COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PANES PREFABRICADOS ECOLÓGICOS DE YESO-Lima 2018 ....."

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



FIRMA

DNI: ...74.39.44.87.....

FECHA: 03 de Diciembre... del 2018..

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

**ANEXO A-12**

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.**

Autor:  
**TINGCO PADILLA, GIOVANNI AMERICO**

Asesor:  
**Mag. Ing. HUAROTO CASQUILLAS, ENRIQUE EDUARDO**

Lima - Perú  
(2018)

**Resumen de coincidencias**

18 %

1	repositores.uco.edu.pe <small>Fuente de Internet</small>	5 %
2	www.tuomologiasimpia... <small>Fuente de Internet</small>	2 %
3	diccionarijipn... <small>Fuente de Internet</small>	2 %
4	minagri.pob.pe <small>Fuente de Internet</small>	2 %
5	es.wikipedia.org <small>Fuente de Internet</small>	1 %
6	reformas.nasvisociales... <small>Fuente de Internet</small>	1 %
7	ca.upn.es <small>Fuente de Internet</small>	1 %
8	dirpijar.es <small>Fuente de Internet</small>	1 %
9	www.burasantareas.com <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
10	rodas.us.es <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
11	interosynomas.wordop... <small>Fuente de Internet</small>	<1 %
12	catana.udlap.mx <small>Fuente de Internet</small>	<1 %

Página 1 de 142    Número de palabras: 24490

Test-only Report    High Resolution    Activado

06:29 p.m.    10/22/2018

1.3    🔍    🔄    📄