

**“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO**



**“ELABORACIÓN DE UN MATERIAL ALTERNATIVO PARA LA  
CONSTRUCCIÓN A BASE DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR”**

**POSTULANTE:**

**PABLO ANDRES OLIVERA OROZCO**

**DOCENTE GUÍA:**

**ARQ. PATRICIO SANJINES URIBE**

Tesis presentada a consideración de la **“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN  
MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al Grado Académico de

Licenciatura en Arquitectura y Urbanismo

**GESTIÓN 2019**

**TARIJA – BOLIVIA**

Vº Bº

.....  
M.Sc. Ing. Ernesto R. Álvarez Gozalvez.  
**DECANO**  
Facultad de Ciencias y Tecnología

.....  
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa.  
**VICEDECANA**  
Facultad de Ciencias y Tecnología

.....  
M.Sc. Arq. Mario C. Ventura Flores  
**DIRECTOR**  
Dpto. De Arquitectura y Urbanismo

.....  
Arq. Patricio Sanjines Uribe  
**DOCENTE GUÍA**

**APROBADO POR:**

**TRIBUNAL:**

.....  
Arq. Francisco Nogales

.....  
Arq. Walberto Ulloa

.....  
Arq. Aldo Hernani

**El tribunal calificador del presente Trabajo,**

**No se solidariza con la forma, términos,**

**Modos y expresiones vertidas en el mismo**

**Siendo éstas responsabilidad del autor.**

**El presente trabajo lo dedico a la memoria de mi padre**

**Pablo Andrés Olivera Serrano Q.D.E.P.**

**A mi querida Madre, Deysi Orozco Espindola**

**Y a mis hermanos Ricardo Olivera Y Génesis Olivera.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento y gratitud:

A mis padres PABLO ANDRÉS OLIVERA SERRANO y mi madre DEYSI OROZCO ESPINDOLA, que siempre me apoyaron y acompañaron, en mi formación personal y académica.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO por ser el factor principal e indispensable en mi formación profesional.

Al arquitecto PATRICIO SANJINES URIBE profesor guía, un agradecimiento Sincero por su orientación, asimismo a todos mis docentes que contribuyeron en mi Formación profesional.

A mis hermanos RICARDO OLIVERA OROZCO y GÉNESIS OLIVERA OROZCO, que siempre están a mi lado sin importar las circunstancias.

A mis amigos que me acompañaron en este camino LUIS MIGUEL JORGE, JUAN JOSE SALLUCA BETANCUR e INGRID TERESA SANTA CRUZ PRADO.

*El conocimiento es lo único que te llevarás  
de esta vida, nadie te puede quitar el conocimiento,  
aspira a la sabiduría y no te aferres a lo material.*

*PABLO ANDRES OLIVERA SERRANO.*

## Contenido

1.- ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	1
2.- ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
4.- HIPÓTESIS.....	3
5.- JUSTIFICACIÓN.....	4
6.- OBJETIVO GENERAL.....	5
7.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
8.- MISIÓN.....	6
9.- VISIÓN.....	6
10.- ALCANCE TEÓRICO.....	8
10.1.- FUNDAMENTACIÓN.....	8
10.2.- DEFINICIÓN.....	9
10.3.- CONCEPTO.....	10
11.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	11
11.1.- MATERIALES NATURALES.....	11
11.2.- MATERIALES ARTIFICIALES.....	11
11.3.-MATERIALES ECOLÓGICOS.....	12
11.4.- DEFINICIÓN DE ECOLOGÍA.....	12
12.- CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	13
12.1.-MATERIALES PÉTREOS.....	13
12.2.- MATERIALES CERÁMICOS.....	13
12.3.- MATERIALES METÁLICOS.....	14
12.4.- MATERIALES ORGÁNICOS.....	14
12.5.- MATERIALES SINTÉTICOS.....	14
13.- MATERIALES ESTRUCTURALES.....	15
13.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES ESTRUCTURALES.....	15
14.- MATERIALES NO PORTANTES.....	16
15.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.....	16

16.- LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, Y SU IMPACTO AMBIENTAL .....	17
16.1.- LA MADERA EN LA CONSTRUCCIÓN.....	17
16.2.- LA PIEDRA EN LA CONSTRUCCIÓN.....	18
16.3.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONALES.....	18
16.4.- ACERO, ALUMINIO Y PLÁSTICO PARA CONSTRUIR.....	18
17.- AGROFIBRAS.....	19
18.- CAÑA DE AZUCAR.....	20
19.- BAGAZO DE LA CAÑA DE AZÚCAR.....	21
20.- COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE EL BAGAZO.....	22
20.1.- COMPOSICION.....	22
20.2.- ESTRUCTURA.....	22
20.3.- COMPOSICIÓN FÍSICA Y MORFOLÓGICA.....	23
20.4.- COMPOSICION QUIMICA.....	26
21.- APLICACION DE LAS AGROFIBRAS EN LA CONSTRUCCION.....	27
22.- REQUERIMIENTOS.....	30
22.1.- NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN BOLIVIANA.....	30
22.2.- NORMAS DE CALIDAD ISO 9001.....	31
22.2.1.- QUE SON LAS NORMAS DE CALIDAD ISO 9001.....	31
22.2.2.- QUE ES IBNORCA.....	31
22.3.- ENSAYOS APLICADOS A MATERIALES DE INTERIORES.....	32
22.4.- MANUALES DE ELABORACIÓN DE MATERIALES.....	33
23.- ANALISIS E INTERPRESTACION DE MODELOS REFERENTES.....	35
23.1.- ANALISIS DE MATERIAL HEMPCRETE.....	35
23.1.1.- INTERPRETACIÓN Y SÍNTESIS DE MATERIAL HEMPCRETE.....	36
23.2.- ANALISIS DE MATERIAL PANELES SIP.....	36
23.2.1.- INTERPRETACIÓN Y SÍNTESIS DE LOS PANELES SIP.....	37
23.3.- ANALISIS DE MATERIALES DE FIBRA DE CORCHO.....	38
23.3.1.- INTERPRETACIÓN Y SÍNTESIS DE LA FIBRA DE CORCHO.....	38
23.4.- PROGRAMA DE MODELO PROPUESTO.....	40



23.4.1.- PROGRAMA DE MODELO 1 HEMPCRETE.....	40
23.4.2.- PROGRAMA DE MODELO 2 PANELES SIP.....	40
23.4.3.- PROGRAMA IDEAL.....	41
23.4.4.- PROGRAMA PROYECTUAL.....	41
24.- VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	42
25.- DATOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR.....	44
26.- INFORMACIÓN SOBRE EL INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO.....	45
26.1.- EN BERMEJO: CONCLUYO ZAFRA 2018 CON 320,200 TONELADAS DE CAÑA MOLIDA.....	45
26.2.-AZUCAREROS LOGRAN 3,5 MILLONES DE QUINTALES Y ACELERAN LA ZAFRA.....	47
26.3.- MOLIENDA EN TARIJA Y LA PAZ.....	48
27.- INFORMACION SOBRE LOS INGENIOS DE BOLIVIA.....	49
27.1.- PRODUCCIÓN ANUAL DE CAÑA, DE LOS INGENIOS DE BOLIVIA...	50
27.2.- PRODUCCIÓN ANUAL DE BAGAZO, DE LOS INGENIOS DE BOLIVIA.....	51
27.3.- PRODUCCIÓN NACIONAL.....	51
27.4.- PRINCIPAL INGENIO DE TARIJA.....	52
28.- LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN A BASE DE AGROFIBRAS, ¿SON ÚTILES PARA LA CONSTRUCCION?.....	53
28.1.- ADOBE.....	54
28.1.1.- CONSTRUCCIÓN CON ADOBES.....	54
28.2.- CÁÑAMO, HEMPCRETE.....	55
28.2.1.- CONSTRUCCIÓN CON HEMPCRETE.....	55
28.3.- AGLOMERADO DE MADERA.....	56
28.3.1.- CONSTRUCCIÓN CON AGLOMERADO DE MADERA.....	56
28.4.- FIBRA DE BAMBÚ, QUILA.....	57
28.4.1.- CONSTRUCCION CON PAMBÚ.....	57
28.5.- FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	58
28.5.1.- ¿ES POSIBLE CONSTRUIR CON BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR?.....	58
30.-PANELES ECOLOGICOS HECHOS A PARTIR DE AGROFIBRA.....	58

31.1.-CONFERENCIA DE LA "FOAR".....	59
31.2.- ¿COSECHA VERDE O QUEMADA?.....	60
31.3.-PROPUESTAS PARA LA UTILIZACION DE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES DE LA CAÑA.....	61
31.3.1.-BRIQUETAS.-.....	61
31.3.2.-ALIMENTO PARA GANADO.-.....	62
31.3.3.-BIOABONOS.-.....	62
31.3.4.-COMPOSTAJE.-.....	63
31.4.-ENTREVISTA A LA ING. QUÍMICA NORMA MENDOZA.....	64
31.5.-ENTREVISTA AL ING. AGRÓNOMO ORLANDO GALEA ONTIVEROS.....	65
31.6.-ENTREVISTA AL ING. AGRÓNOMO ENRIQUE UWIVARI.....	66
31.7.-ENTREVISTA AL ING. AGRÓNOMO JORGE CHALCO VERA.....	67
32.- DISEÑO EXPERIMENTAL.....	69
32.1.- METODO EXPERIMENTAL.....	69
33.- PLANTEAMIENTO DE VARIABLES.....	70
34.- DISEÑO DE DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL.....	71
34.1.- VARIABLES A UTILIZAR.....	71
34.2.- DOSIFICACIONES Y PORCENTAJES.....	72
34.3.- ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS AGLUTINANTES.....	73
34.3.1.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL, PROPORCIÓN DE AGUA, TIEMPO DE FRAGUADO.....	73
34.3.2.- DIMENSIONES DE LOS MOLDES, DENSIDADES DE LOS MATERIALES Y PESOS ESPECIFICOS.....	74
35.- ELABORACIÓN DE MUESTRAS EXPERIMENTALES.....	75
35.1.- MATERIALES Y EQUIPOS.....	76
35.2.- PROCEDIMIENTO.....	77
35.2.1.-PESAR LAS CANTIDADES DE LOS ELEMENTOS.....	77
35.2.2.-MEZCLAR CADA UNO DE LOS AGLUTINANTES CON EL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	78
35.2.3.-AÑADIR LA CANTIDAD NECESARIA DE AGUA A LA MEZCLA.....	79
35.2.4.-COLOCAR LA MEZCLA EN EL MOLDE DE MADERA.....	80

35.3.- SEGUIMIENTO.....	81
36.- SELECCIÓN DE MUESTRAS EXPERIMENTALES.....	82
36.1.- TABLA DE CONTROL.....	82
37.- ENSAYOS DE LABORATORIOS.....	83
37.1.- PRUEBA DE HIDROSCOPICIDAD.....	83
37.2.- PRUEBA DE ABSORCIÓN.....	83
37.3.- PRUEBA DE CONSISTENCIA.....	84
37.4.- PRUEBA DE ADHERENCIA.....	84
38.- FICHAS TÉCNICAS DE PRUEBAS.....	84
39.- APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	104
40.- EL BAGAZO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA ARQUITECTURA.....	104
41.- ELABORACIÓN DE MUESTRAS APLICADAS EN OBRA.....	105
41.1.- PROCEDIMIENTO DE ELABORACION DE 1M2 DE MURO CON BAGAZO.....	106
41.1.1.- ELABORACION DE BLOQUES.....	106
41.1.2.- PREPARACIÓN DE BASE DEL MURO.....	107
41.1.3.- PREPARACIÓN DE MORTERO CON BAGAZO.....	107
41.1.4.- COLOCADO DE BLOQUES SOBRE LA BASE DEL MURO.....	108
41.1.5.- REVOCADO DEL MURO, CON AGREGADO DE BAGAZO.....	108
42.- COMPARACION DE 1 M2 DE MURO CON BAGAZO Y SIN BAGAZO ..	109
42.1.- COMPARACIÓN DE PROCEDIMIENTO.....	109
42.2.- COMPARACIÓN DEL PESO.....	109
42.3.- COMPARACION DE CANTIDADES DE INSUMOS.....	110
42.4.- COMPARACION DEL COSTO.....	110
42.5.- COMPARACIÓN DE RESISTENCIA.....	111
42.6.- COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO.....	112
43.- RECOMENDACIÓN DE USO APLICABLE DEL BAGAZO PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	113
45.- CONCLUSIÓN GENERALES.....	114

BIBLIOGRAFIA .....	115
BIBLIOGRAFIA .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. COMPOSICIÓN MORFOLÓGICA DEL BAGAZO.....	24
Tabla 2. PROPIEDADES BIOMÉTRICAS DE FIBRAS DE DIFERENTES PRUEBAS.....	26
Tabla 3. PROGRAMA DE MODELO HEMPCRETE.....	40
Tabla 4. PROGRAMA DE PANELES SIP.....	40
Tabla 5. PROGRAMA IDEAL.....	41
Tabla 6. PROYECTUAL PROGRAMA.....	41
Tabla 7. PRODUCCIÓN DE CAÑA DE AZÚCAR DE LOS ÚLTIMOS AÑOS.....	44
Tabla 8. INGENIOS AZUCAREROS EN BOLIVIA.....	49
Tabla 9. PRODUCCIÓN ANUAL DE CADA INGENIO DE BOLIVIA.....	50
Tabla 10. CANTIDAD DE BAGAZO DE CADA INGENIO DE BOLIVIA.....	51
Tabla 11. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES AGLUTINANTES.....	73
Tabla 12. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES PESO/DENSIDAD.....	74
Tabla 13. SELECCIÓN DE LAS PRUEBAS DE MEZCLAS.....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. VISITA AL INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO.
- Anexo 2. BAGAZO ACUMULADO EN LA PARTE TRASERA DE LA FÁBRICA.
- Anexo 3. INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO.
- Anexo 4. INGRESO DEL INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO
- Anexo 5. PESAJE DE ARCILLA EN BOTE DE PRUEBA.
- Anexo 6. PESAJE DE CEMENTO EN BOTE DE PRUEBA
- Anexo 7. PESAJE DE BAGAZO EN BOTE DE PRUEBA.
- Anexo 8. MEZCLA DE LOS AGLUTINANTES CON EL BAGAZO.
- Anexo 9. MEZCLA DE LOS AGLUTINANTES CON AGUA.
- Anexo 10. COLOCADO DE LA MEZCLA EN EL MOLDE.
- Anexo 11. AFINADO DE LA MEZCLA.
- Anexo 12. DESMOLDADO DEL BLOQUE.
- Anexo 13. PESAJE DEL BLOQUE.
- Anexo 14. MUESTRAS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE BAGAZO.
- Anexo 15. PREPARACIÓN DE BLOQUE CON PRENSA.
- Anexo 16. COLOCADO DE LA MEZCLA EN LA PRENSA.
- Anexo 17. MEZCLA LISTA PARA DESMOLDAR.
- Anexo 18. BLOQUE DE BAGAZO Y ARCILLA TERMINADO.
- Anexo 19. CURADO DE LOS BLOQUES A LOS 3 DÍAS.
- Anexo 20. BLOQUE A LOS 10 DÍAS DE PREPARADO.
- Anexo 21. PRUEBA DE RESISTENCIA MECÁNICA.
- Anexo 22. CARGA SOMETIDA A LA PRUEBA DE RESISTENCIA MECÁNICA.
- Anexo 23. PRUEBA DE HIDROSCOPISIDAD POR ABSORCIÓN DE AGUA.
- Anexo 24. PRUEBA DE HIDROSCOPISIDAD POR GOTEADO DE AGUA.
- Anexo 25. PRUEBA DE CONSISTENCIA DE FORMA.
- Anexo 26. PRUEBA DE RESISTENCIA AL FUEGO.
- Anexo 27. BLOQUES DE BAGAZO Y ARCILLA PARA 1M2.
- Anexo 28. BLOQUES DE BAGAZO Y CEMENTO PARA 1M2.