

UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



TESIS

**“ELABORACIÓN DE HORMIGÓN LIVIANO CON AGREGADOS DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO Y RESIDUOS DE POLIETILENO
APLICADO EN ELEMENTOS PREFABRICADOS CON PROPIEDADES DE
AISLACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA PARA MUROS EN VIVIENDAS DE
LA CIUDAD DE TARIJA”**

Docente: Arq. Mechtchild Kaiser

Elaborado por: Rodrigo Ortega Michel

Gestión
2016 – 2017
Tarija – Bolivia

V°B°

.....
Arq. Kaiser Bartelt Mechthild Maria
Docente Guía

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Alvares Gozalvez
Decano
Facultad Ciencias y Tecnología

.....
Ing. Silvana paz Ramírez
Vicedecano
Facultad Ciencias y Tecnología

.....
Arq. M.Sc. Mario C. Ventura Flores
Director de Departamento
De Arquitectura y Urbanismo

APROBADO POR:
TRIBUNAL.-

.....
Arq. Roger Miguel Terán Cardozo

.....
Arq. Santos Puma León

.....
Arq. M.Sc. Ilsen Maria Mogro Arroyo

INFORMACION GENERAL:
TESIS DE GRADO MODALIDAD 5TO AÑO

GESTION 2017

NOMBRE Y APELLIDO DEL POSTULANTE
UNIV. RODRIGO ORTEGA MICHEL

PROYECTO:
“ELABORACIÓN DE HORMIGÓN LIVIANO CON AGREGADOS DE
POLIESTIRENO EXPANDIDO Y RESIDUOS DE POLIETILENO APLICADO
EN ELEMENTOS PREFABRICADOS CON PROPIEDADES DE AISLACIÓN
TERMICA Y ACÚSTICA PARA MUROS EN VIVIENDAS
DE LA CIUDAD DE TARIJA”

ADVERTENCIA

El tribunal calificador de la presente tesis no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el siguiente trabajo, siendo las mismas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con mucho amor y cariño:

A ti mi Dios por haberme dado la oportunidad de vida y permitirme llegar hasta estas instancias y de permitirme incursionar en este campo tan perfecto que es el de la arquitectura.

Con mucha admiración y orgullo que siento por ustedes mis padres, Santos Ortega Baldivieso y María Estela Michel Martínez, esto va para ustedes que siempre confiaron en mí.

A mi esposa Ariadna Narváez y a nuestro hijo, gracias a ustedes por las fuerzas que me dieron y la paciencia que me tuvieron para culminar este proyecto.

A mi abuelita Margarita de Michel que es como mi segunda madre.

A todas esas personas que confiaron y que no en mí, espero también les sea útil y a todo aquel que le pueda servir este contexto para mejorar o ayudar a expandir sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro dios por permitirme de que cada día pueda construir una historia diferente guiando mis pasos en este camino tan largo y dándome las fuerzas durante todo este tiempo para poder culminar mi carrera, gracias por darme la dicha de vida señor que a través de eso conocer personas que influyeron en mis tiempos, y que cada día pueda llenar mis pulmones de aire para permitir que mis ojos tengan la satisfacción de ver lo que es el significado de vida.

A mis padres, Santos Ortega y María Estela Michel, por no haber perdido nunca la esperanza, la fe y la confianza y en mí, pero sobre todo por nunca haber desistido, gracias por todo papitos.

A mi esposa Ariadna Narváez por su apoyo constante en los momentos fáciles y difíciles de mi vida, gracias amor.

A mi hijito Facundo Nahuel por la alegría transmitida a través de su sonrisa la cual me inspiro y me dio fuerzas para seguir adelante con este proyecto.

A mi hija Sabrina por las alegrías que me distes en los pocos momentos en que pudimos estar juntos.

A mi suegro Félix Narváez por su conocimiento transmitido, gracias.

A mi abuelita Margarita de Michel por su apoyo incondicional demostrado en todo momento asiéndome sentir de que si cuento con su ayuda en todo instante, muchas gracias Margarita.

A mis hermanos Sandra Melissa y Sergio Adrián por todos los momentos en los que nos estuvimos apoyando.

A los docentes de la Universidad Juan Misael Saracho por sus conocimientos entregados en especial a los Arquitectos Roger Miguel Terán y Kaiser Bartelt Mechthild Maria, gracias por su interés y conocimientos entregados en mí persona.

Lo que pienses lo serás, lo que sientas lo atraerás, lo que imagines lo crearas.....

Buda candidman.

Contenido

CAPÍTULO I: FORMULACION DEL PROBLEMA CIENTIFICO

1	Introducción	1
1.1	Planteamiento y fundamentación del problema.....	5
1.2	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
-	1.2.1 Objetivo general	8
-	1.2.2 Objetivos específicos	9
1.3	Formulación de Hipótesis.....	9
1.4	Definición de Operacionalización de Variables	10

CAPITULO II: DISEÑO TEORICO DE LA INVESTIGACION

2.	Marco Teórico General.....	11
2.1	Historia del hormigón tradicional.....	11
2.2	Propiedades del Hormigón Tradicional	12
-	2.2.1 Trabajabilidad o docilidad	12
-	2.2.1.1 Consistencia.....	13
-	2.2.1.2 Homogeneidad	13
-	2.2.2 Propiedades del hormigón endurecido	14
2.2.2.1	Densidad.....	14
-	2.2.2.2 Compacidad.....	14
-	2.2.2.3 Permeabilidad.....	14
-	2.2.2.4 Resistencia.....	15
2.3	Clasificación de hormigones.....	16
2.4	Constituyentes del hormigón tradicional	17
-	2.4.1 Cemento	18
-	2.4.1.1 Proceso de Fabricación del Cemento	18
-	2.4.1.2 Fraguado y Endurecimiento de la Pasta de Cemento.....	20
-	2.4.1.3 Áridos.....	21
-	2.4.1.4 Agua de Amasado	22
-	2.4.1.5 Aditivos.....	24
2.5	Curado del hormigón.....	26

2.6	Hormigón prefabricado	28
-	2.6.1 Ventajas del hormigón prefabricado	29
-	2.6.2 Desventajas del hormigón prefabricado	29
2.7	Hormigón liviano	30
-	2.7.1 Desarrollo histórico del hormigón liviano	31
-	2.7.2 Clasificación de los hormigones livianos.....	32
-	2.7.2.1 Estructurales	33
-	2.7.2.2 Estructurales /Aislantes	34
-	2.7.2.3 Aislantes	34
-	2.7.3 Agregados livianos.....	35
-	2.7.3.1 Clasificaciones de los agregados livianos.....	36
-	2.7.3.2 Agregado Liviano Artificial	36
2.8	Poliestireno expandido.....	36
2.8.1	Origen, Composición y Obtención del poliestireno expandido	37
-	2.8.2 Procesos de fabricación de poliestireno expandido.....	38
-	2.8.2.1 Preexpansión	39
-	2.8.2.2 Reposo intermedio y estabilización.....	40
2.9	Reciclaje de plásticos.....	40
-	2.9.1 Reciclaje.....	41
-	2.9.2 Plásticos más comúnmente reciclados.....	42
-	2.9.2.1 Residuos de polietileno de baja densidad	45
2.10.	Conceptos térmicos.....	48
2.10.1.	Concepto de eficiencia energética	48
2.10.2.	Definición de aislamiento térmico	49
2.11.	Conceptos acústicos	49
2.11.1.	Definición de aislamiento acústico.....	49
2.12.	Tipos de aislamiento.....	50
2.12.1.	Funcionamiento del aislamiento térmico.....	51
2.12.2.	Funcionamiento del aislamiento acústico	52
2.13.	Materiales para aislamiento.....	54
2.13.1.	Materiales para aislamiento térmico	54
2.13.2.	Materiales para aislamiento acústico.....	55
3	Definición del tipo de investigación	57
3.1	Diseño fenomenológico:.....	57

3.2	Diseño metodológico:.....	58
3.3	Selección de la muestra:.....	59
3.4	Recolección de datos:.....	60
-	3.4.1 Instrumentos de relevamiento de información.....	60
-	3.4.1.1 Investigación Bibliográfica.....	61
-	3.4.1.2 Investigación de Campo.....	61
-	3.4.1.3 Fuentes de información.....	61

CAPITULO III RESULTADOS Y ANALISIS

3.5	Análisis de los datos investigados.....	63
3.5.1	Cálculo y obtención de dosificación de materiales.....	63
-	3.5.1.1 Preparación de probetas cilíndricas para ensayo de esfuerzo a la compresión:.....	63
3.5.2	Calculo de materiales para construir 1 bloque de H ^o L ^o	76
3.5.3	Dosificación en volúmenes obtenidos.....	79
3.5.4	Calculo de las densidades y resistencias a flexocompresión de las distintas dosificaciones (cilindros).	80
3.5.5	Ensayos de aislación térmica.....	82
3.5.6	Ensayos de aislación acústica.....	100

CAPITULO IV CONCLUSIONES

3.6	Reporte de resultados obtenidos.....	115
3.6	Reporte de resultados obtenidos.....	115

CAPITULO V PRECIOS UNITARIOS

3.7	Precio unitario para a la elaboración de un de bloque de hormigón liviano.....	127
	Dosificación N° 1.....	127
	Resistencia: 13,44 kg/cm ²	127
3.8	Precio unitario para la elaboración de un bloque de hormigón liviano.....	128
	Dosificación N° 2.....	128
	Resistencia: 22,04 kg/cm ²	128
3.9	Precio unitario para la elaboración de un bloque de hormigón liviano.....	130
	Dosificación N° 3.....	130

Resistencia: 29,95 kg/cm ²	130
4. Precio unitario para la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm	132
Dosificación N° 1.....	132
Resistencia: 13,44 kg/cm ²	132
4.1 Precio unitario para la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm	133
Dosificación N° 2.....	133
Resistencia: 22,04 kg/cm ²	133
4.2 Precio unitario para a la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm	135
Dosificación N° 3.....	135
Resistencia: 29,95 kg/cm ²	135
4.3 Precio unitario para la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm	137
Dosificación N° 1.....	137
Resistencia: 13,44 kg/cm ²	137
4.4 Precio unitario para la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm	138
Dosificación N° 2.....	138
Resistencia: 22,04 kg/cm ²	138
4.5 Precio unitario para la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm	140
Dosificación N° 3.....	140
Resistencia: 29,95 kg/cm ²	140
4.6 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano DOSIFICACIÓN 1	142
4.7 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano DOSIFICACION 2	144
4.8 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano DOSIFICACIÓN 3	146
4.9 PRECIO UNITARIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN M2 DE PLACA DE HORMIGÓN LIVIANO PARA REVESTIMIENTO	148
PLACA DE 3CM DE ESPESOR	148
DOSIFICACIÓN 2	148
5. PRECIO UNITARIO PARA LA ELABORACIÓN DE UN M2 DE PLACA DE HORMIGÓN LIVIANO PARA REVESTIMIENTO	150

PLACA DE 5CM DE ESPESOR	150
DOSIFICACIÓN 2	150
5.1 PRECIOS UNITARIOS POR M ²	152
MURO DE AISLACIÓN CONVENCIONAL	152
5.2 PRECIOS UNITARIOS POR M ²	155
MURO AISLANTE PERIMETRAL (PROPUESTA).....	155
5.3 PRECIOS UNITARIOS POR M ²	158
MURO AISLANTE PARA INTERIORES (PROPUESTA)	158
Bibliografía	161

Contenido

INDICE DE FIGURAS:

Figura 1.....	12
Figura 2.....	13
Figura 3.....	15
Figura 4.....	18
Figura 5.....	21
Figura 6.....	21
Figura 7.....	24
Figura 8.....	24
Figura 9.....	28
Figura 10.....	28
Figura 11.....	30
Figura 12.....	30
Figura 13.....	36
Figura 14.....	38
Figura 15.....	38
Figura 16.....	39
Figura 17.....	40
Figura 18.....	43
Figura 19.....	43
Figura 20.....	44
Figura 21.....	51
Figura 22.....	52
Figura 23.....	62
Figura 24.....	62
Figura 25.....	63
Figura 26.....	63
Figura 27.....	64
Figura 28.....	64
Figura 29.....	60
Figura 30.....	65
Figura 31.....	65
Figura 32.....	65
Figura 33.....	66
Figura 34.....	66
Figura 35.....	67
Figura 36.....	67

Figura 37.....	67
Figura 38.....	67
Figura 39.....	67
Figura 40.....	68
Figura 41.....	68
Figura 42.....	68
Figura 43.....	69
Figura 44.....	69
Figura 45.....	69
Figura 46.....	69
Figura 47.....	70
Figura 48.....	70
Figura 49.....	70
Figura 50.....	71
Figura 51.....	71
Figura 52.....	71
Figura 53.....	72
Figura 54.....	72
Figura 55.....	72
Figura 56.....	73
Figura 57.....	78
Figura 58.....	78
Figura 59.....	78
Figura 60.....	81
Figura 61.....	81
Figura 62.....	81
Figura 63.....	81
Figura 64.....	81
Figura 65.....	81
Figura 66.....	81
Figura 67.....	82
Figura 68.....	82
Figura 69.....	83
Figura 70.....	83
Figura 71.....	83
Figura 72.....	84
Figura 73.....	84
Figura 74.....	85
Figura 75.....	85

Figura 76.....99
Figura 77.....99
Figura 78.....99
Figura 79.....99
Figura 80.....99
Figura 81.....99
Figura 82.....99
Figura 83.....99
Figura 84.....99
Figura 85.....99
Figura 86.....100
Figura 87.....100
Figura 88.....101

Contenido

INDICE DE CUADROS:

Cuadro 1.....	33
Cuadro 2.....	59
Cuadro 3.....	74
Cuadro 4.....	74
Cuadro 5.....	74
Cuadro 6.....	75
Cuadro 7.....	75
Cuadro 8.....	76
Cuadro 9.....	76
Cuadro 10.....	76
Cuadro 11.....	77
Cuadro 12.....	77
Cuadro 13.....	77
Cuadro 14.....	80
Cuadro 15.....	85
Cuadro 16.....	86
Cuadro 17.....	88
Cuadro 18.....	89
Cuadro 19.....	91
Cuadro 20.....	92
Cuadro 21.....	94
Cuadro 22.....	95
Cuadro 23.....	97
Cuadro 24.....	101
Cuadro 25.....	102
Cuadro 26.....	103
Cuadro 27.....	104
Cuadro 28.....	105
Cuadro 29.....	106
Cuadro 30.....	107
Cuadro 31.....	108
Cuadro 32.....	109
Cuadro 33.....	110
Cuadro 34.....	111
Cuadro 35.....	112

Contenido

INDICE DE GRÁFICAS:

Grafica 1.....	86
Grafica 2.....	87
Grafica 3.....	89
Grafica 4.....	90
Grafica 5.....	92
Grafica 6.....	93
Grafica 7.....	95
Grafica 8.....	96
Grafica 9.....	98
Grafica 10.....	102
Grafica 11.....	103
Grafica 12.....	104
Grafica 13.....	105
Grafica 14.....	106
Grafica 15.....	107
Grafica 16.....	108
Grafica 17.....	109
Grafica 18.....	110
Grafica 19.....	111
Grafica 20.....	112
Grafica 21.....	113
Grafica 22.....	123
Grafica 23.....	123
Grafica 24.....	124
Grafica 25.....	124