

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



**“ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS PARA EL USO
EFICIENTE DEL HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS
ARQUITECTÓNICAS EN LA CIUDAD DE TARIJA”**

POR:

JOSÉ ANTONIO GUERRERO RODRIGUEZ

**Tesis de grado, presentada a consideración de “LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de licenciatura en Arquitectura y
Urbanismo**

Gestión 2014

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Gracias a Dios, por darme la oportunidad la vida, la salud, la inteligencia, la Luz. “Porque dios da la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia”.

Gracias a mis padres Rosauro Guerrero y Josefa Rodríguez, quienes se comprometieron a cuidarme, a alimentarme, a quererme, a educarme, a disciplinarme y a proveerme todo cuanto necesité, tanto material como inmaterial.

Gracias también a mis hermanos, que junto con mis padres forman la roca fuerte que me sirve de apoyo para alcanzar todas las estrellas que me propongo tocar.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar siempre a mi lado para guiarme y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres Rosauro y Josefa por ser mi apoyo y ejemplo de vida y amor, por los consejos y enseñanzas y el apoyo incondicional.

A mis hermanos Frank, Jorge, Fabiana y Alan, por su cariño, apoyo y ser mis mejores amigos de juegos y alegrías.

Gracias Mayra, por haberte comprometido a ser la mitad que me faltaba, por apoyarme, por animarme, por ser mi esperanza en mis momentos de desolación y mi alegría en mis momentos grises.

A Mayra y Shirley por el apoyo y aporte a mi proyecto, gracias por su linda amistad y que trabajando en equipo se puede lograr grandes objetivos.

Gracias a la UAJM por darme la oportunidad de ingresar a sus aulas. A docentes arquitectos, por su enseñanza, en especial a mi docente guía: Arq. Miguel Terán por la valiosa motivación y orientación del gran maestro de referencia, que ha estado continuamente aportando con sus ideas y supervisando la investigación.

*“EL MAYOR ERROR QUE UNA PERSONA PUEDE COMETER
ES TENER MIEDO DE COMETER UN ERROR”*

ELBERT HUBBARD

TEMA:

**ALTERNATIVAS MORFOLÓGICAS PARA EL USO EFICIENTE DEL
HORMIGÓN EN ESTRUCTURAS ARQUITECTÓNICAS EN LA CIUDAD
DE TARIJA.**

INDICE

Índice de tablas

Índice de figuras

Índice de gráficos

RESUMEN.....1

INTRODUCCIÓN.....2

CAPÍTULO 1. MARCO GENERAL.

1.1. Metodología.....4

1.2. Planteamiento del problema.....5

1.3. Delimitación del tema.....5

1.4. Justificación.....5

1.5. Objetivos.....6

1.5.1. Objetivo personal.....6

1.5.2. Objetivo académico.....6

1.5.3. Objetivo general.....6

1.5.4. Objetivo específicos.....6

1.6. Preguntas orientadoras.....6

1.7. Hipótesis.....7

CAPÍTULO 2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Introducción.....	9
2.1.1. Estructuras en la antigüedad.....	9
2.2. Antecedentes de formas naturales en estructuras arquitectónicas (Biomímesis).....	10
2.2.1. Antonio Gaudí.....	10
2.2.2. Le Corbusier (1887 - 1965)	11
2.2.3. Frank Lloyd wright.....	12
2.2.4. Frei Otto (1925 -)	12
2.2.5. Conclusiones.....	13
2.2.6. Orígenes de la Biomímesis.....	13
2.3.1. Taxonomía de la naturaleza.....	14
2.3.2. Métodos de diseño biomimético.....	17
2.3.2.1. Identificar.....	18
2.3.2.2. Traducir.....	18
2.3.2.3. Observar.....	19
2.3.2.4. Abstraer.....	19
2.3.2.5. Aplicar.....	19
2.3.2.6. Evaluar.....	20
2.3.2.7. Reafirmar.....	21
2.4. Biomímesis en la arquitectura.	22
2.4.1. Estructuras en la naturaleza.....	24
2.5 la biomecánica.....	27

2.5.1. Método de conos de fuerza.....	29
2.6. Método de diseño de las estructuras de formas complejas en hormigón armado.....	30
2.6.1. Formas analíticas.....	30
2.6.2. Formas experimentales.....	31
2.6.3. Formas digitales.....	32
2.6.4. Conclusiones.....	33
2.7. Evaluación de sistemas de encofrados para el hormigón armado.....	35
2.8. Comparación entre el encofrado textil y eps	38
2.8.1. Encofrado eps	38
2.8.2. Encofrado textil.....	39
2.8.3. Conclusiones.....	39
2.9. Geotextiles.....	40
2.9.1. Definición.....	40
2.9.2. Clasificación de los geotextiles.....	40
2.9.2.1. Geotextiles no tejidos.....	40
2.9.2.2. Geotextiles tejidos.....	40
2.9.2.3. Geotextiles tricotados.....	41
2.9.3. Clasificación según la naturaleza del polímero.....	41
2.9.3.1. Poliolefinas (polietileno y polipropileno).....	41
2.9.3.2. Poliamidas.....	41
2.9.3.3. Poliésteres.....	42

2.8.4. Clasificación según la presentación del polímero.....	42
2.8.4.1. Geotextil de fibras cortas.....	42
2.8.4.2. Geotextil de filamento continuo.....	42
2.8.5. Funciones.....	43

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Metodología de Investigación.....	45
3.1.1. Materiales y Métodos.....	45
3.1.2. Cronograma de actividades.....	46

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS TIPOLOGICO DE LAS FORMAS

4.1. Datos obtenidos.....	49
4.2. Columna arborescente de dos ramales (y2).....	49
4.2.1. Primera alternativa de y2.....	50
4.2.2. Segunda alternativa de y2.....	51
4.2.3. Tercera alternativa de y2.....	52
4.2.4. Cuarta alternativa de y2.....	53
4.3. Columna arborescente de tres ramales (y3).....	54
4.3.1. Primera alternativa de y3.....	54
4.3.2. Segunda alternativa de y3.....	55
4.3.3. Tercera alternativa de y3.....	56
4.3.4. Cuarta alternativa de y3.....	57
4.3.5. Quinta alternativa de y3.....	58

4.4. Columna arborescente de cuadro ramales (y4).....	59
4.4.1. Primera alternativa de y4.....	59
4.4.2. Segunda alternativa de y4.....	60
4.4.3. Tercera alternativa de y4.....	61
4.4.4. Cuarta alternativa de y4.....	62
4.4.5. Quinta alternativa de y3.....	63
4.5. Columna con ramificaciones.....	64
4.6. Viga en voladizo.....	65
4.7. Viga con dos apoyos.....	66
4.8. Cercha articulada.....	67
4.9. Alternativas de ubicación y función de columnas arborescentes de dos ramales (y2)	68
4.9.1. Primera alternativa de y2.....	68
4.9.2. Segunda alternativa de y2.....	68
4.9.3. Tercera alternativa de y2.	69
4.9.4. Cuarta alternativa de y2.....	69
4.10. Alternativas de ubicación y función de columnas arborescentes de tres ramales (y3).....	69
4.10.1. Primera alternativa de y3.....	69
4.10.2. Segunda alternativa de y3.....	69
4.10.3. Tercera alternativa de y3.....	70
4.10.4. Cuarta y quinta alternativa de y3.....	70
4.11. Alternativas de ubicación y función de columnas	

arborescentes de cuadro ramales (y4).....	70
4.11.1. Primera alternativa de y4.....	70
4.11.2. Segunda alternativa de y4.....	71
4.11.3. Tercera alternativa de y4.....	71
4.11.4. Cuarta y quinta alternativa de y44. y4.....	71
4.12. Alternativas de ubicación y función de columnas	
arborescentes en grilla triangular y hexagonal.....	72
4.12.1. Primera alternativa de columnas y1.....	72
4.12.2. Segunda alternativa de columnas y3.....	72
4.12.3. Tercera alternativa de columnas y3 y y2.....	72
4.12.4. Cuarta y quinta alternativa de y3.....	73
4.13. Alternativas de ubicación y función de columnas	
arborescentes en grilla triangular, hexagonal e irregular.....	73
4.13.1. Primera alternativa de columnas y1.....	73
4.13.2. Segunda alternativa de columnas y3.....	73
4.13.3. Tercera alternativa de columnas y3 y y2.....	74
4.13.4. Cuarta y quinta alternativa de y3.....	74
4.14. Análisis tipológico.....	75

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

5.1. Conclusiones.....	77
-------------------------------	-----------

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN FUTURAS

6.1. Recomendaciones.....	79
6.2. Futuras líneas de acción.....	79

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro. 2.1. Antonio Gaudí. Elaboración propia

Cuadro. 2.2. Le Corbusier. Elaboración propia

Cuadro. 2.3. Frank Lloyd Wright. Elaboración propia

Cuadro. 2.4. Frei Otto. Elaboración propia

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 2.1 Taxonomía de la Naturaleza. Fuente internet.

Esquema 2.2 Taxonomía de la Naturaleza- grupo mantener la integridad física. Fuente internet.

Esquema 2.3. Clasificación de las estructuras presentes en la naturaleza, según pertenezca al mundo natural o están hechas por seres vivos y además se evidencia la diferencia del mundo animal e inanimado. Fuente internet.

Esquema 2.4 Algunas de las principales características de las estructuras presentes en la tierra, en relación a la clasificación y características. Fuente internet.

Esquema 2.5. Libertad limitada de formas, las formas analíticas. Fuente estructuras de Eino Engel.

Esquema 2.6. Formas experimentales. Fuente internet.

Esquema 2.7. Línea de tiempo de las estructuras complejas. Fuente internet.

Esquema 2.8. Comparación de Sistemas de encofrados. Fuente internet.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Cultura sumeria en Mesopotamia: zigurats 3200 a.C.

Fig. 2.2. Cultura egipcia. Pirámides de Giza 3100 a.C.

Fig. 2.3. Cultura griega: acrópolis 776 a.C.

Fig. 2.4. Cultura romana: el coliseo 750 a.C.

Fig. 2.5. Columnas arborescentes

Fig. 2.6. Morfología Árbol.

Fig. 2.7. Antonio Gaudí.

Fig. 2.9 Nautilus.

Fig. 2.10. Le Corbusier

Fig. 2.11. edificio de oficinas HF Johnson jr.

Fig. 2.12. Hongo

Fig. 2.13. Frank Lloyd Wright

Fig. 2.14. hotel Alemán

Fig. 2.15. morfología de un rayo

Fig. 2.16. Frei Otto

fig. 2.17. Erizo de mar. Fuente internet.

Figura 2.18. Espiral de Diseño Biomimético (Biomimicry Institute) Fuente internet.

Fig. 2.19. Museo de Arte de Milwaukee. Fuente internet.

Fig. 2.20. El Shopping Center Eastgate - En Zimbabwe África. Fuente internet.

Fig. 2.21 Estadio Nido de Pájaro. Fuente internet.

Fig. 2.22 Museo de Arte de Milwaukee. Fuente internet.

Fig. 2.23 Obras del ingeniero Pier Luigi Nervi. Fuente internet.

Fig.2.24 Estructuras en la naturaleza. Fuente internet.

Fig.2.25 Medio geométrico que utiliza la naturaleza para optimizar la forma

Fig.2.26 triángulos de tracción.

Fig.2.27 análisis en programas CAD de la geometría de la naturaleza.

Fig.2.28 Los triángulos de tracción en la naturaleza

Fig.2.29 conos de tracción y compresión en la naturaleza

Fig. 2.30. Encofrado EPS. Fuente internet.

Fig. 2.31. La Calidad de la superficie del encofrado textil. Fuente internet.