



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“PRINCIPIOS DE DISEÑO SOSTENIBLE HACIA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT TÉRMICO EN UN CENTRO DE EXPOSICIONES PARA CALZADO EN TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

Arquitecto

Autor:

Bach. Arq. Juan César Padilla Cárdenas

Asesor:

Arq. Roberto Octavio Chávez Olivos

Trujillo – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Juan César Padilla Cárdenas**, denominada:

**“PRINCIPIOS DE DISEÑO SOSTENIBLE HACIA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
Y CONFORT TÉRMICO EN UN CENTRO DE EXPOSICIONES PARA CALZADO
EN TRUJILLO”**

Arq. Roberto Octavio Chávez Olivos
ASESOR

Ing. Nombres y Apellidos
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

Ing. Nombres y Apellidos
JURADO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	20
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	45
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	52
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	70
CONCLUSIONES	137
RECOMENDACIONES.....	146
REFERENCIAS.....	147
ANEXOS	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 01. Principales ferias y eventos de la industria del calzado en Trujillo	15
Tabla n° 02. Ejes y objetivos estratégicos del plan de desarrollo concertado del.....	16
Tabla n° 03. Programas y proyectos para el desarrollo sostenible territorial e infraestructura del distrito de El Porvenir	16
Tabla n° 04. Esquema de beneficios por dimensión del diseño sostenible	25
Tabla n° 05. Esquema general de ambientes a partir de análisis de casos	55
Tabla n° 06. Resultados de medición de casos indicadores - Bases de diseño.....	56
Tabla n° 07. Factores climatológicos de la propuesta	65
Tabla n° 08. Factores de infraestructura de la propuesta	66
Tabla n° 09. Factores aplicados a sistemas tecnológicos de la propuesta.....	67
Tabla n° 10. Análisis de las características endógenas del terreno n° 01	70
Tabla n° 11. Análisis de las características exógenas del terreno n° 01	71
Tabla n° 12. Análisis de las características endógenas del terreno n° 02	71
Tabla n° 13. Análisis de las características exógenas del terreno n° 02	72
Tabla n° 14. Análisis de las características endógenas del terreno n° 03	73
Tabla n° 15. Análisis de las características exógenas del terreno n° 03	73
Tabla n° 16. Cuadro resumen del programa arquitectónico	81
Tabla n° 17. Índice de reflectancia solar de cubierta del proyecto.....	108
Tabla n° 18. Equipos sanitarios utilizados en el proyecto.....	111
Tabla n° 19. Cálculo dotación agua fría del proyecto	135
Tabla n° 20. Cálculo dotación agua caliente del proyecto	136
Tabla n° 21. Cálculo dotación agua para riego del proyecto	136
Tabla n° 22. Cálculo capacidad y dimensiones de cisterna del proyecto	136
Tabla n° 23. Esquema general de tableros eléctricos del proyecto.....	138
Tabla n° 24. Grado de iluminancia requerida para ambientes interiores del proyecto.....	140
Tabla n° 25. Demanda Máxima del proyecto.....	142
Tabla n° 26. Cálculo y detalle del cableado eléctrico – Tablero General.....	142
Tabla n° 27. Cálculo y detalle del cableado eléctrico – Tableros de distribución	142
Tabla n° 28. Cálculo y detalle del cableado eléctrico – TD-D (Sector)	142
Tabla n° 29. Cálculo general del consumo energético al día del proyecto	143
Tabla n° 30. Cálculo de número de módulos requeridos para el sistema.....	144
Tabla n° 31. Cálculo demanda energética generada por el sistema	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 01. Participación estimada de energía renovable en la producción de electricidad a nivel mundial (finales de 2015)	12
Figura n° 02. Países con políticas y objetivos en eficiencia energética (2016)	12
Figura n° 03. Capacidad mundial de la energía solar (Periodo 2005 al 2015)	13
Figura n° 04. Capacidad de los 10 países líderes de aprovechamiento de	13
Figura n° 05. Distribución de empresas según tamaño (2008)	17
Figura n° 06. Distribución de establecimientos de calzado (2008)	17
Figura n° 07. Relación de los principios del diseño sostenible ligados a los procesos en la construcción	27
Figura n° 08. Fuentes de Iluminación natural	32
Figura n° 09. Aspectos de la arquitectura bioclimática	34
Figura n° 10. Límites de confort térmico	37
Figura n° 11. Sensación – Relación velocidad del aire	38
Figura n° 12. Efectos del viento sobre el hombre	39
Figura n° 13. Ubicación satelital del terreno	53
Figura n° 14. Relación de los factores generales a partir de las variables para la propuesta de diseño	58
Figura n° 15. Esquema de consideraciones de diseño - formas de organización y/o modulación volumétrica	60
Figura n° 16. Esquema de consideraciones de diseño - tipología volumétrica respecto a la altura máxima	61
Figura n° 17. Esquema de consideraciones de diseño – proporción de ambientes	63
Figura n° 18. Esquema de consideraciones de diseño - voladizos	63
Figura n° 19. Esquema de consideraciones de diseño - ventilación de espacios de grandes alturas	64
Figura n° 20. Esquema de consideraciones de diseño - patio para ventilación natural	64
Figura n° 21. Temperatura diaria	75
Figura n° 22. Temperatura mensual	75
Figura n° 23. Precipitaciones	76
Figura n° 24. Radiación global diaria	76
Figura n° 25. Radiación mensual	76
Figura n° 26. Duración de la insolación	76
Figura n° 27. Parámetros climáticos de Trujillo	77
Figura n° 28. Duración media del día	77
Figura n° 29. Humedad relativa por las mañanas y tardes	78
Figura n° 30. Velocidad del viento	78
Figura n° 31. Organigrama estructural del proyecto	79
Figura n° 32. Área ocupada vs Área libre	82
Figura n° 33. Área techada vs Área libre	82
Figura n° 34. Porcentaje por zonas	82
Figura n° 35. Organigrama funcional general del proyecto	82
Figura n° 36. Organigrama zona administrativa	83
Figura n° 37. Organigrama zona social	83
Figura n° 38. Organigrama zona de servicio	84
Figura n° 39. Organigrama zona de exhibiciones	84
Figura n° 40. Organigrama zona empresarial	85
Figura n° 41. Diagrama de relaciones funcionales entre ambientes	86
Figura n° 42. Resumen de zonificación comercial	87
Figura n° 43. Porcentaje de área libre	88
Figura n° 44. Altura de edificación máxima	89
Figura n° 45. Retiros Municipales	89
Figura n° 46. Estacionamientos	90
Figura n° 47. Atracción visual en la función arquitectónica	93
Figura n° 48. Atracción visual en la composición arquitectónica	93
Figura n° 49. Partes del calzado y línea imaginaria para idea rectora	94
Figura n° 50. Idea rectora de composición volumétrica del proyecto	94
Figura n° 51. Composición del proyecto	95
Figura n° 52. Patio central del proyecto	95
Figura n° 53. Área libre del proyecto y recorrido hacia cafetería	96
Figura n° 54. Cerramientos traslúcidos en el proyecto	96
Figura n° 55. Cerramientos opacos en el proyecto	97
Figura n° 56. Diseño de fachada ventilada en el proyecto	97
Figura n° 57. Configuración espacial del proyecto	97
Figura n° 58. Emplazamiento del proyecto	99

Figura n° 59. Gráfica solar de Trujillo.....	100
Figura n° 60. Recorrido del sol en el terreno.....	100
Figura n° 61. Sombras generadas del edificio.....	101
Figura n° 62. Dirección del viento en Trujillo (Periodo Ene-Jun 2017)	102
Figura n° 63. Rosa de vientos de Trujillo	102
Figura n° 64. Flujo de los vientos en el terreno	103
Figura n° 65. Zonificación volumétrica del proyecto	103
Figura n° 66. Zonificación espacial del proyecto	104
Figura n° 67. Accesos y circulaciones del proyecto – Piso 01	105
Figura n° 68. Accesos y circulaciones del proyecto – Piso 03	105
Figura n° 69. Accesos y circulaciones del proyecto – Piso 03	105
Figura n° 70. Accesibilidad de servicios urbanos del terreno.....	106
Figura n° 71. Paraderos de transporte público cerca al terreno.....	107
Figura n° 72. Áreas verdes en el terreno	107
Figura n° 73. Distribución de los contenedores de residuos y reciclaje en el proyecto	109
Figura n° 74. Estructura del proyecto	109
Figura n° 75. Esquema general de desagüe del proyecto	110
Figura n° 76. Exposición solar al año - fachada este del proyecto.....	112
Figura n° 77. Exposición solar al año - fachada oeste del proyecto.....	112
Figura n° 78. Esquema eléctrico del proyecto.....	113
Figura n° 79. Distribución de los módulos solares en el proyecto.....	113
Figura n° 80. Irradiación solar al año - fachada este del proyecto	114
Figura n° 81. Irradiación solar al año - fachada oeste del proyecto	114
Figura n° 82. Grados de la escala de Beaufort	115
Figura n° 83. Recorrido del viento a través del edificio.....	115
Figura n° 84. Carta psicométrica de Trujillo al año.....	117
Figura n° 85. Ventilación natural en verano del proyecto en vista horizontal al edificio	117
Figura n° 86. Ventilación natural en invierno del proyecto en vista horizontal al edificio.....	118
Figura n° 87. Ventilación natural del proyecto en vista vertical al edificio.....	118
Figura n° 88. Ventilación natural hacia el interior del edificio.....	118
Figura n° 89. Exposición solar al año – Ambientes piso 01 del proyecto	119
Figura n° 90. Exposición solar al año – Ambientes piso 02 del proyecto	119
Figura n° 91. Exposición solar al año – Ambientes piso 03 del proyecto	119
Figura n° 92. Carta psicométrica al año aplicando las estrategias de diseño del proyecto	120
Figura n° 93. Nivel de iluminancia (lux) en el proyecto – Piso 01	121
Figura n° 94. Nivel de iluminancia (lux) en el proyecto – Piso 02	121
Figura n° 95. Nivel de iluminancia (lux) en el proyecto – Piso 03	122
Figura n° 96. Nivel de iluminancia (lux) en el proyecto – Ambientes con Onyx Solar	122
Figura n° 97. Propiedades de la sección de losa colaborante	132
Figura n° 98. Instalación de cubierta	133
Figura n° 102. Esquema de.....	137
Figura n° 103. Esquema de composición de piel de vidrio solar	139
Figura n° 104. Propiedades entre vidrio convencional vs vidrio Ónix Solar.....	139
Figura n° 105. Grados de transparencia de vidrio Ónix Solar.....	139
Figura n° 106. Propuesta de luminarias utilizadas en el proyecto.....	141
Figura n° 107. Determinación de Wp de vidrio solar y nivel de irradiación	143

RESUMEN

La arquitectura sostenible es el diseño eficiente de una edificación que utiliza menos recursos, minimizando el impacto hacia el medio ambiente, por lo que es necesario un adecuado y correcto uso de los sistemas pasivos, activos y de energías limpias que se ajustan en cada lugar donde se ubique el edificio. El uso de nuevas tecnologías ayuda a mejorar los sistemas para llegar a la base de esta arquitectura: crear un confort térmico y bienestar para los usuarios.

La presente investigación describe los principales problemas que aqueja el sector calzado actualmente en la ciudad; actividades realizadas al aire libre, poca difusión, informalidad empresarial, hechos que impiden que este sector no se desarrolle con el paso de los años y no se posicione a un nivel empresarial y profesional sino a que se le considere un sector solo de índole manufacturero y desordenado. A su vez explica lo poco o casi nulo por considerar proyectos bioclimáticos en la región, sabiendo que Trujillo tiene a su beneficio una de las energías verdes más utilizadas en el mundo, la energía solar.

Ante esto se propone el diseño arquitectónico de un centro de exposiciones para calzado, que aplique principios de diseño sostenible en búsqueda de la eficiencia energética y el confort térmico de sus ambientes, proyecto que aglutinará la vida comunitaria a través de actividades comerciales, culturales, sociales y empresariales que difundirán y promocionarán las actividades de calzado como de cualquier otra de manera temporal.

La metodología desarrollada en la presente tesis se basa en la aplicación de las variables de investigación al proyecto, el cual se ha dimensionado a través de un estudio de casos y se ha analizado por medio de cálculos matemáticos como por simulación obteniendo así los factores que determinan que el Trujillo Exhibition and Convention Centre, cumpla con su eficiencia energética y confort térmico; como también al desarrollo progresivo del sector calzado.

ABSTRACT

The sustainable architecture is the efficient design of a building that uses less resources, minimizing the impact to the environment, so it is necessary a proper and correct use of passive, active and clean energy systems that fit in each place where locate the building. The use of new technologies helps to improve the systems to reach the base of this architecture: to create a thermal comfort and well-being for the users.

This research describes the main problems facing the footwear sector currently in the city; the activities carried out in the open air, the little diffusion, the informality business, the facts that prevent this sector still does not grow with the passage of the years and it does not position like a sector of enterprise and professional level manufacturing and disorderly. In turn explains the little by almost all bioclimatic projects in the region, knowing that Trujillo has a benefit of the most widely used green energy in the world, solar energy.

In view of this, it is proposed the architectural design of an exhibition centre for footwear, applying the principles of sustainable design in the pursuit of energy efficiency and the thermal comfort of environments, the project that brings together community life through commercial, cultural, social and entrepreneurial activities that will disseminate and promote footwear activities as well as of any other temporary form.

The methodology developed in the present thesis is based on the application of the research variables in the project, which has been dimensioned through a case study and has been analysed by means of mathematical calculations as per simulation thus obtaining the determining factors that may the Trujillo Exhibition and Convention Centre comply with its energy efficiency and thermal comfort; as well as the progressive development of the footwear sector.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales.

REFERENCIAS

- Acosta, D. (2004). *Arquitectura y construcción sostenibles: Conceptos, problemas y estrategias*. 18.
- Alberich, M. L. (2003). *Acercamiento a criterios arquitectónicos ambientales para comunidades aisladas en áreas naturales protegidas de Chiapas*. Tesis de Diplomado, Universidad Autónoma de Chiapas, Chiapas.
- Alva Castro, L. (2004). *La Industria del Calzado de Trujillo: La experiencia de desarrollo industrial descentralizada*. Instituto Cambio y Desarrollo, Lima.
- Andrade, O., & Benítez, O. (2009). *La arquitectura sostenible en la formación del arquitecto*. Tesis, Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Arquitectura de la Universidad de los Andes. (Julio de 2009). Sostenibilidad y medio ambiente. *de-arq*(04), 14-23. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de Revista de Arquitectura de la Universidad de los Andes: http://dearq.uniandes.edu.co/sites/default/files/articles/attachments/DeArq_04_-_Acosta_0.pdf
- Consejo Construcción Verde España, U.S. Green Building Council. (2009). *Sistema de Clasificación LEED para Nueva Construcción y Gran Remodelación*. Guía para consulta y uso público, España. Recuperado el Abril de 2017
- Cruz, J. R. (2011). *Proyecto de eficiencia energética en el sistema de alumbrado en el centro de ciencias aplicadas y desarrollo tecnológico*. Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Diario Correo. (4 de Octubre de 2015). *Edificios sostenibles ya son una realidad en nuestro país*. Recuperado el 2 de Marzo de 2017, de <http://diariocorreo.pe/ciudad/edificios-sostenibles-ya-son-una-realidad-en-nuestro-pais-622785/>
- Diario Gestión. (18 de Mayo de 2016). *Edificios sostenibles, los cómplices del ahorro que se imponen en Lima*. Recuperado el 2 de Marzo de 2017, de <http://gestion.pe/inmobiliaria/edificios-sostenibles-complices-ahorro-que-se-imponen-lima-2161037>
- Diario La Industria. (24 de Enero de 2017). *Clausuran por 30 días La Alameda y Plaza Mall*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://www.laindustria.pe/detallenoticias.php?codarticulo=3261>
- El Comercio. (3 de Junio de 2016). *Trujillo: incendio en mayor establecimiento de venta de calzado*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://elcomercio.pe/sociedad/la-libertad/trujillo-incendio-mayor-establecimiento-venta-calzado-noticia-1906445>
- Foro Ciudades para la Vida. (2014). *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. Investigación, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima.
- Heredia, F. X. (2013). *Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación*. Tesis de grad, Universidad de Cuenca, Cuenca.
- New Mexico Energy, Minerals and Natural Resources Department. (2007). *How-To Guide to LEED Certification for New Mexico Buildings*. Guide, New Mexico. Recuperado el Abril de 2017, de http://www.emnrd.state.nm.us/ECMD/cleanenergytaxincentives/documents/LEEDGuidebook_001.pdf
- Pellegrino, R. B. (2012). *Análisis de desempeño térmico y lumínico en edificios de oficina a partir de monitoreo experimental*. Universidad Internacional de Andalucía, Andalucía.
- Pérez, C., Mendoza, J., Carranza, S., & Ritchie, D. (2008). El clúster de calzado de El Porvenir, La Libertad. *Revista Internacional de Investigación y Aplicación del Método de Casos*.
- Porvenir, M. D. (2009). *Plan de Desarrollo Concertado del distrito de El Porvenir 2015 - 2021*. El Porvenir.

- Poveda, M. (2007). *Eficiencia Energética: Recurso no aprovechado*. Artículo Técnico, Organización Latinoamericana de Energía (olade), Quito, Ecuador. Recuperado el 12 de Octubre de 2014, de <http://www19.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2009/02998.pdf>
- REN21. (2016). *Reporte de la situación mundial de las Energías Renovables*. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf
- RENAC México. (2013). *Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global*. México D.F.: Publicaciones Renewables Academy.
- Renewables Academy RENAC. (2013). *Energía solar fotovoltaica como fuente de energía renovable global*. México.
- Silva, A. M. (2001). *Centro de Exposiciones Cultural, Artesanal y Agrícola*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán.
- Tapia, D. H. (2011). *Diseño Urbano y Arquitectónico del Centro de Exposiciones Permanentes de Loja*. Tesis de grado, Universidad Internacional del Ecuador, Quito.
- Universidad Nacional Agraria La Molina. (2015). *Postgrado: Universidad Nacional Agraria La Molina*. Recuperado el 8 de Agosto de 2017, de http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/judith/UNIDAD%203_solar%20sfv.pdf