



Propuesta de vivienda con criterios bioclimáticos y bajo costo

Proposal for housing with bioclimatic criteria and low cost

Santiago Raymundo Dick Zambrano
Jorge Coque Arias
Carlos Oviedo Machuca

Fecha de recepción: 06 de septiembre del 2016

Fecha de aceptación: 19 de noviembre del 2016

Propuesta de vivienda con criterios bioclimáticos y bajo costo

Proposal for housing with bioclimatic criteria and low cost

Santiago Raymundo Dick Zambrano¹, Jorge Coque Arias², y Carlos Oviedo Machuca³

Como citar Dick Zambrano, S.R., Coque Arias, J. Oviedo Machuca, C. (2017). Propuesta de vivienda con criterios bioclimáticos y bajo costo. *Revista Universidad de Guayaquil*. 124(1), 90-109. DOI: <https://doi.org/10.53591/rug.v124i1.648>

Resumen

El trabajo tiene como objetivo analizar, con el uso de Design Builder Simulation, las propiedades térmicas de una vivienda con criterios bioclimáticos y bajo costo. Al tiempo, propone un modelo de vivienda de una planta y bajo costo, con criterios bioclimáticos y materiales del medio, que mejora las condiciones de confort higrotérmico y habitabilidad. La tecnología constructiva utilizada prioriza las condiciones favorables de confort, sin descuidar el costo de la misma. Bajo ese criterio se ha dimensionado y clasificado el material para cada elemento del envoltorio. Se atiende a una adecuada relación costo-beneficio y realidad. Se toman en cuenta en el proyecto de vivienda, elementos representativos de la arquitectura costeña y tradicional. Para los rangos de temperatura, se consideraron los establecidos en el Diagrama de Fanger, establecido en las Normas Ecuatorianas de Construcción 2011, Capítulo 13, “Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador”, acordes a los resultados de simulación térmica modelados con el software DesingBuilder. Se modelaron diferentes materiales y dimensiones, estableciendo por relación costo-beneficio, un modelo de vivienda en el cual la temperatura interior supera la línea de confort durante las horas cuando la temperatura exterior supera los 31°C.

Palabras clave: Construcción, viviendas, criterios bioclimáticos, bajo costo, confort higrotérmico, habitabilidad.

¹ Arquitecto, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

² Arquitecto, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

³ Arquitecto, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Correo electrónico: revistaug@ug.edu.ec

Abstract

This dissertation aims to analyze with DesignBuilder Simulation, the thermal properties of housing with bioclimatic and low-cost criteria. In addition, it proposes a model of low-cost, one-storey house employing bioclimatic criteria and materials from the medium, improving hygrothermal comfort and habitability conditions. The building technology used, prioritizes the favorable comfort conditions, regarding its cost. Under such criterion, the material for each envelope element is sized and classified, considering a relationship of cost-benefit and reality. Representative elements from the coastal and traditional architecture are taken into account for the housing project. For the temperature ranges, those established in the Fanger Diagram from the Ecuadorian Standard “Normas Ecuatorianas de Construcción 2011, Chapter 13, Eficiencia Energética en la Construcción en Ecuador” were considered, according to the thermal simulation results modeled with the DesignBuilder software. Different materials and dimensions were modeled with a cost-benefit relationship, setting a housing model in which the inside temperature surpasses the comfort line when the outdoor temperature is above 31°C.

Keywords: building, housing, bioclimatic criteria, low-cost, hygrothermal comfort, habitability.

Introducción

Con criterios de diseño bioclimáticos y tecnología aceptada en el medio, es posible proyectar una vivienda de bajo costo y condiciones favorables de confort higrotérmico. La propuesta del presente trabajo estará orientada a cumplir con esas expectativas. Para ello, se modelarán diferentes materiales hasta conseguir uno, de bajo costo, capaz de coadyuvar a disminuir las altas temperaturas propias de los horarios críticos.

El objetivo principal es presentar una propuesta de vivienda económica, pero con condiciones favorables de confort higrotérmico. Para determinar tal condición se utilizará el software de simulación energética DesignBuilder. Se procurará alcanzar las condiciones de confort establecidas en la NEC-1, en cuanto respecta a Eficiencia Energética Capítulo 13 (NEC-11, 2011), y las políticas del Buen Vivir, Optimización Energética y de la Nueva Matriz Productiva que promueve el Estado (Constitución, 2008).

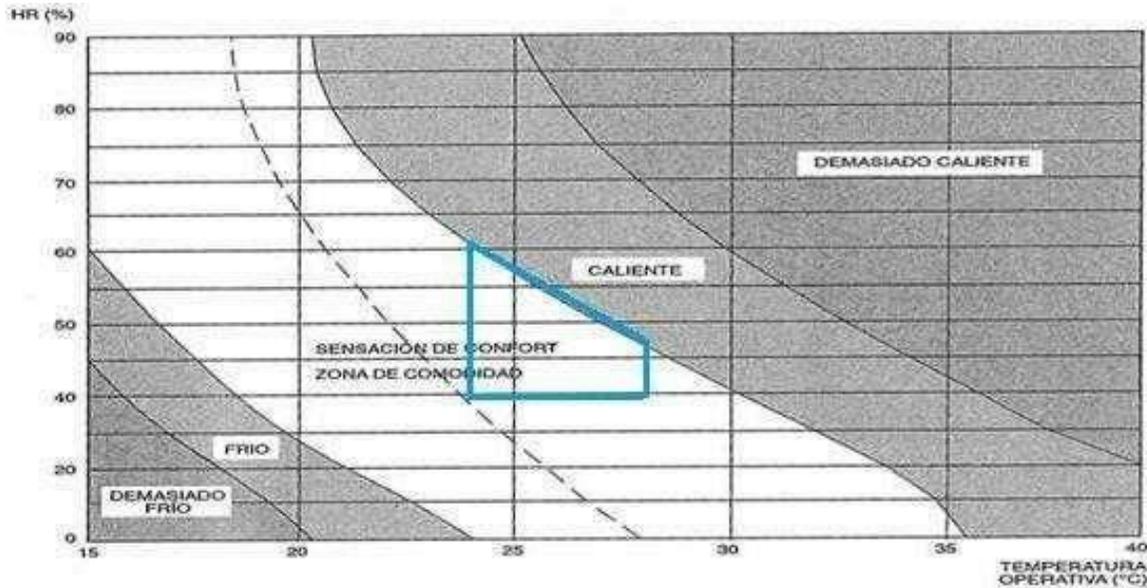


Diagrama de Fanger, zona de confort

Primeras teorías de diseño bioclimático

El arquitecto húngaro Víctor Olgyay, radicado en Estados Unidos, profesor de las universidades de Notre Dame, Princeton, Harvard y el Instituto Tecnológico de Massachusetts fue el precursor del bioclimatismo. En la década de 1950, Olgyay formalizó el diseño bioclimático o solar pasivo, como una disciplina dentro de la arquitectura. En 1963, presentó sus ideas en el libro *Design with climate: Bioclimatic approach to architectural regionalism*. Solo 35 años más tarde, en 1998, la editorial Gustavo Gili presentó la versión en español: *Arquitectura y clima: Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas* (GARCÍA, 2006)

Criterios bioclimáticos

Ventilación: la ventilación natural en la edificación ocurre por la diferencia de presión y por la diferencia de temperatura entre planos opuestos de cerramiento, Fig. 1. La ventilación interior aumenta a través de la ventilación cruzada, al crear mayor flujo de aire mediante aberturas

situadas en planos opuestos de cerramiento opuestos, lo más útil, en cualquier caso, orientadas en el sentido de un viento dominante de características favorables (Merçon, 2008). (Fig. 2)

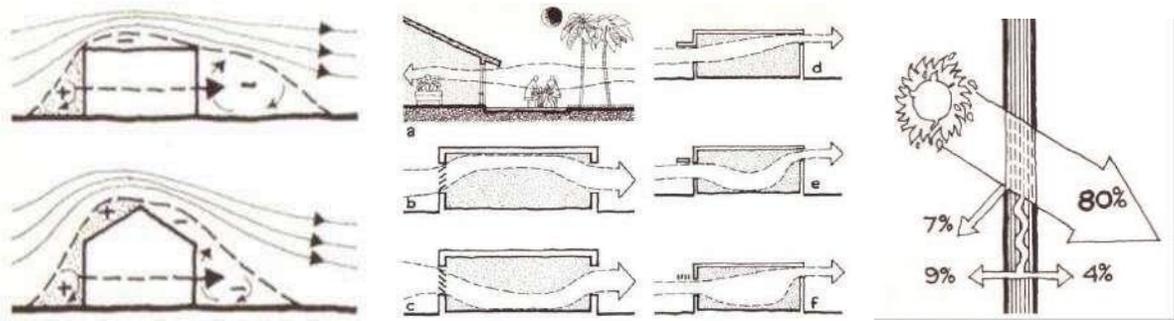


Figura 1

Figura 2

Figura 3

Envolventes:

Ventanas: la energía radiante que atraviesa las superficies transparentes se divide en tres componentes: una parte es reflejada, no teniendo efecto térmico sobre el material; otra es absorbida por el material que consecuentemente es disipada por convección y por radiación; la última es directamente transmitida a través del material. En zonas calurosas es importante tener todas las entradas de luz protegidas de la incidencia solar directa e indirecta pues la luz es también fuente de calor. (Fig. 3)

Envolventes: el uso de lamas, pantallas y celosías como elementos exteriores se emplean para detener parte de la radiación, permitir el paso de aire y la luz difusa. Lamas, pantallas y celosías pueden ser verticales y horizontales, fijas o móviles, posibilitando una regulación voluntaria de las condiciones de protección (Merçon, 2008). (Fig.4)

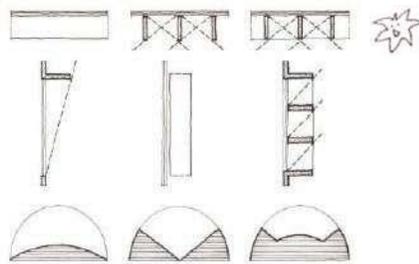
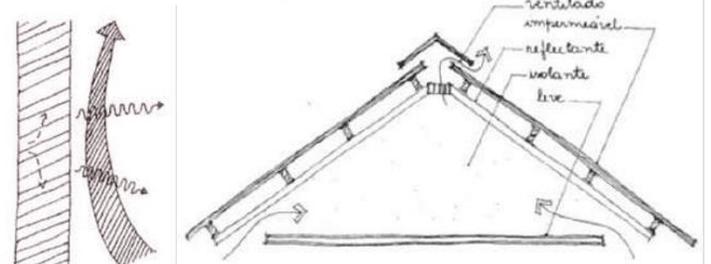


Figura 4

Figura 5

Figura 6

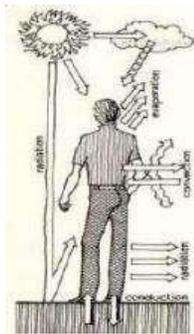


La piel del edificio actúa como filtro entre las condiciones externas e internas del entorno. Las fuerzas térmicas que actúan en el exterior de una edificación son una combinación de los impactos

por convección y radiación. Las temperatura y

ventilación exterior inmediatas actúan favorable o desfavorablemente en el efecto térmico de los materiales (Merçon, 2008). (Fig. 5)

La cubierta puede evitar que la temperatura interior no sea superior a la del aire exterior. El efecto chimenea funciona por la extracción del aire caliente. La diferencia de densidad del aire, en función de su temperatura, hace que el aire caliente tienda a salir de manera ascendente y a ser renovado por el aire fresco que entra por las aberturas inferiores. (Fig. 6) Además, con la proyección de aleros o voladizos, dependiendo del tipo de cubierta, se minimiza el tiempo del impacto solar directo al plano vertical de cerramiento (Merçon, 2008). (Fig. 6



Zona de confort

El aire reúne tres de los cuatros parámetros que condicionan la sensación térmica del ser humano: temperatura, humedad y movimiento (velocidad). A ellos se suma la radiación solar. Juntos forman los elementos principales que afectan la comodidad en función.

Los medios por los cuales el ser humano intercambia calor con el ambiente físico pueden clasificarse en cuatro procesos principales. A través de la radiación se estima que el cuerpo humano pierde el 40% de su calor. Pierde otros 40% por convección y conducción. Los 20% restantes los pierde por la evaporación, sin embargo, estas proporciones pueden cambiar si ocurren variaciones en las condiciones térmicas (Merçon, 2008). (Fig. 7)

Figura 7

Tecnologías afines en el medio (Hormi2)

El sistema Hormi2 ahorra tiempo, reduce costos y garantiza solidez, resistencia antisísmica, durabilidad, versatilidad, aislamiento termo acústico y facilidad de uso. El sistema es aplicable en todo tipo de construcción, al utilizar un alma de poliestireno expandido. El m² del panel pesa 6 kg, ello lo hace de fácil maniobrabilidad y manipulación. Además, en la obra no se realizan excavaciones profundas (hormi2.com, 2013). (Fig. 8)



Figura 8
Hormypol



Figura 9



Figura 10

Comentarios: el panel Hormypol presenta dos capas de micro-hormigón proyectado, de 12mm por lado, sostenido inicialmente por una malla hexagonal de 19mm de paso, con alambres de acero de 0.5mm. Esta malla será internamente sostenida entre capas, dependiendo del tamaño del panel (<http://www.hormypol.com/>, 2009). (Fig. 9)

Aislapol, construpanel descripción:

El construpanel es una estructura tridimensional, formada por mallas de acero, con una abertura de 10 cm y armadura triangular electrosoldada. Tiene un núcleo de espuma de poliestireno expandido aislafóm, de 5 cm de espesor y un revestimiento en ambas caras de una capa de mortero. El resultado es un elemento rígido, ligero y de excelente resistencia térmica (AISLAPOL). (Fig. 10)

Lana mineral, usos y características

La lana mineral se utiliza como aislante térmico, acústico y como absorbente acústico para cubiertas (techos), muros en tabiquería y pisos, en proyectos constructivos residenciales, comerciales, industriales y de servicios, tanto para obras nuevas como para remodelaciones y ampliaciones. Entre sus principales

características destaca que es 100% reciclable, no contaminante pues es un producto inerte, tanto para la naturaleza como para el ser humano.

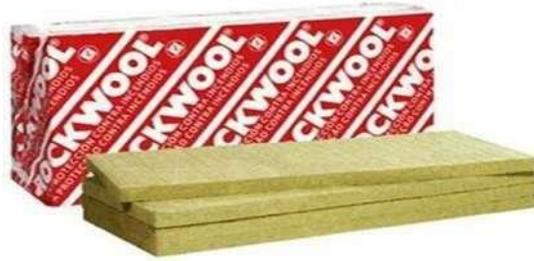


Figura 11



Figura 12

Imptek, paneles

Panel tipo sánduche con poliuretano expandido de alta densidad, 38kg/m³, con acabado exterior e interior de fibrocemento de 5mm, un espesor total de 10 cm y con propiedad de conducción térmica de 0.028 w/m °C en relación a una pared de bloque con conductividad (IMPTEK, 2014).

Tabla 1 Conductividad Térmica de otros materiales (AIPEX, nd)

Material	Conductividad térmica [W/(m·K)]	Aislante	Lambda
Metales	35 (plomo) 381 (cobre)	Arcilla Expandida [árido suelto]	0,148
Hormigón	1,63 - 2,74	EPS Poliestireno Expandido [0.029 W/[mK]]	0.029
Agua	0,60 (líquida) - 2.50 (hielo)	EPS Poliestireno Expandido [0.037 W/[mK]]	0.0375
Mortero de cemento	0,35 - 1,40	EPS Poliestireno Expandido [0.046 W/[mK]]	0,046
Ladrillo macizo	0,72 - 0,90	MW Lana mineral [0,031 W/[mK]]	0,031
Bloques de hormigón	0,35 - 0,79	MW Lana mineral [0,04 W/[mK]]	0,0405
Ladrillo hueco	0,49 - 0,76	MW Lana mineral [0,05 W/[mK]]	0,05
Enlucidos de yeso	0,26 - 0,30	Panel de perlita expandida [EPB] [>80%]	0,062
Ladrillo multialveolar	0,20 - 0,30	Panel de vidrio celular [CG]	0,05
Maderas, tableros	0,10 - 0,21	PIR Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO2	0,04
Hormigón celular	0,09 - 0,18	PIR Plancha con HFC o Pentano y rev. impermeable a gases [0.025 W/[mK]]	0,025
Aislamientos	0,026 - 0,050	PIR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable a gases [0.03 W/[mK]]	0,03
Aires (sin convección)	0,026	PIR Plancha con HFC o Pentano y rev. permeable gases [0.027 W/[mK]]	0,027
		PIR Proyección con CO2 celda cerrada [0.032 W/[mK]]	0,032
		PIR Proyección con CO2 celda cerrada [0.035 W/[mK]]	0,035
		PIR Proyección con Hidrofluorcarbono HFC [0.028 W/[mK]]	0,028
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO2 [0.034 W/[mK]]	0,034
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO3 [0.038 W/[mK]]	0,038
		XPS Expandido con dióxido de carbono CO4 [0.042 W/[mK]]	0,042
		XPS Expandido con hidrofluorcarbonos HFC [0.025 W/[mK]]	0,025

Metodología

Objetivo: analizar con el uso de DesignBuilder Simulation las propiedades térmicas de una vivienda con criterios bioclimáticos y bajo costo.

Con criterios bioclimáticos se diseñará una vivienda de una planta y tres dormitorios con mínimas dimensiones necesarias de confort espacial y habitabilidad y los materiales o elementos aislantes térmicos en oferta en el mercado. Se procederá a establecer un sistema constructivo de manera detallada. Hecho el diseño se le modelará en 3D en DesignBuilder y se realizarán varias pruebas de temperatura interior, combinando diferentes elementos como cambios en ubicación, dimensiones, modelo de ventanas y puertas, tipo de cielo raso, cubierta, altura del tumbado y cubierta, forma, medida, ancho y materiales de paredes de cerramiento y particiones, orientación, aleros de cubierta. Para determinar el costo se realizará un presupuesto preliminar completo.

La propuesta

“El ser humano como la razón de ser de todo requerimiento, más allá de su condición económica cumple con la primera condición por la que se lo debe tratar, es un ser humano, esto es lo primero que se debe considerar al momento de hacer arquitectura, brindarle las condiciones de buen vivir que como tal se merece.” Arq. Santiago Dick

Hipótesis, operatividad

Con criterios de diseño bioclimáticos y tecnología aceptada en el medio puede proyectarse una vivienda de bajo costo, con condiciones favorables de confort higrotérmico.

Variable causa: criterio bioclimático y tecnología aceptada en el medio.

Variable efecto: bajo costo y confort higrotérmico.

Variable causa 1: Criterios bioclimáticos

Diseño: espacio mínimo confortable en cada habitación, separación por zona, ventilación cruzada en paredes adyacentes al exterior, galería cubierta y abierta a la ventilación.



Figura 13 Función: dimensiones en m²: Galería 10.30, sala 11.60, comedor 11.80, cocina 7.90, dormitorio principal, 13.70, dormitorio uno 14.00, dormitorio dos 14.00, Baño 2.48.



Figura 14 Forma: elementos tradicionales en la fachada, ventanas y puerta permeable, aleros en la cubierta, con caída d metálica e aguas laterales que permiten el aumento posterior sin perder la altura inicial, cámara de cielo raso ventilada.

Ventana propuesta, característica de funcionamiento: hecha de aluminio maderado, interiormente 2 hojas con vidrio claro de 5mm, abatibles hacia adentro con pestillo de seguridad, en la mitad reja metálica de 1/2" e inmediatamente 2 hojas de malla de aluminio corredizas anti mosquito, en la parte

exterior dos hojas con celosías de aluminio, abatibles horizontalmente y proyectadas verticalmente (Fig. 15 y 16)

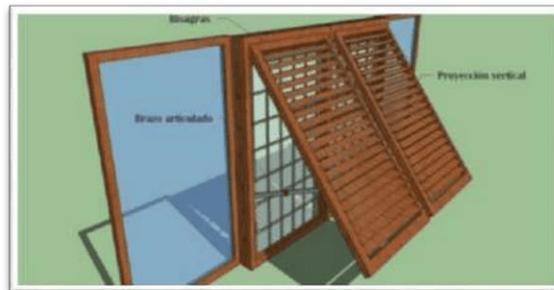


Figura 15

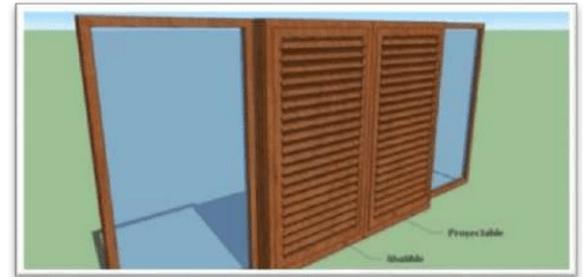


Figura 16



Figura 17

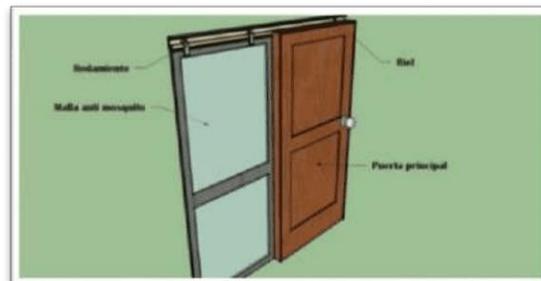
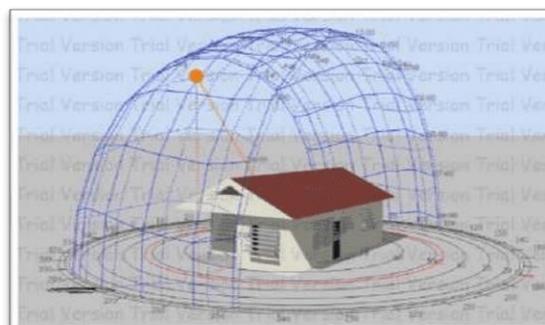
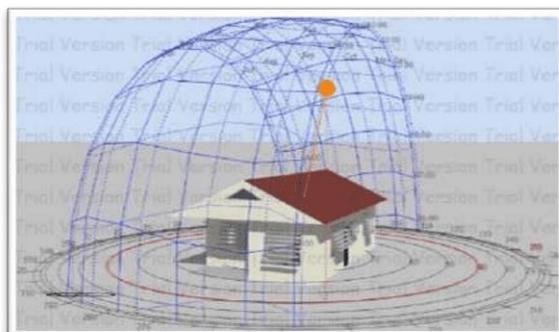


Figura 18

Ventana para la cocina: permite ventilación permanente a través de las celosías, en sentido ascendente lo que impulsara el vapor de aire generado por la acción de cocción hacia la parte superior, allí una ventana proyectada verticalmente al interior permitirá que este vapor de aire caliente sea evacuado (Fig. 17)

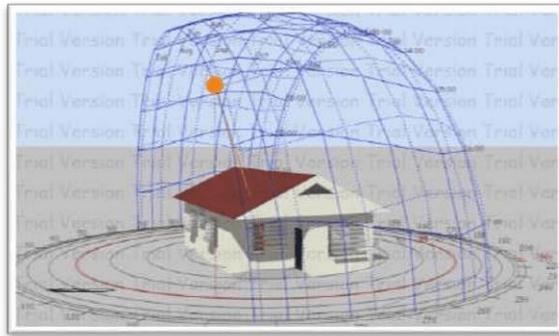
Puertas exteriores: Puerta exterior de madera inmovilizada, acompañada de puerta corrediza metálica de reja y malla que permite ventilación y brinda seguridad y confort. (Fig. 18)

Proyección solar por estación, orientación Oeste: evidencias gráficas, día 15, 15 horas.

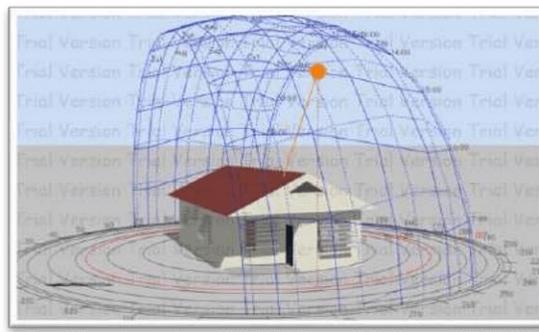


Diciembre, inclinación: 17° 8' sur

Marzo, inclinación: 12° 5' Norte



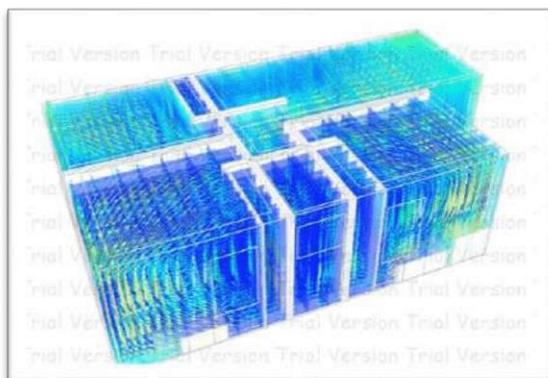
Junio, inclinación: 17° 7' Norte



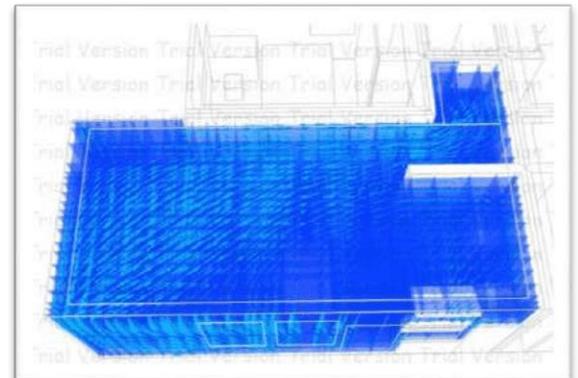
Septiembre, inclinación: 12° 6' sur

Ventilación, vivienda orientada al Oeste

Dirección del viento en el interior de la vivienda, vientos Sur-Oeste, Norte-Este, evidencias gráficas simuladas en DesignBuilder, se aprecia la temperatura del mismo, ventilación que ingresa por ventanas que permiten controlar efectos climáticos.



Planta general



Sala, comedor, cocina

Luz y Sombra, impacto solar diario en plano frontal de cerramiento, orientación Oeste.

Día, Enero 15, desde las 12 hasta las 17 horas. Indicador gráfico



12:00 horas



13:00 horas



14:00 horas



15:00 horas



16:00 horas



17:00 horas

Variable causas 2, tecnología aceptada en el medio

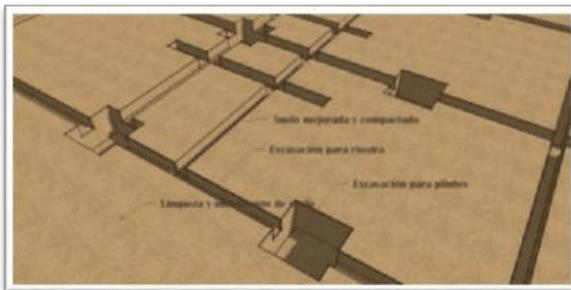


Figura 19

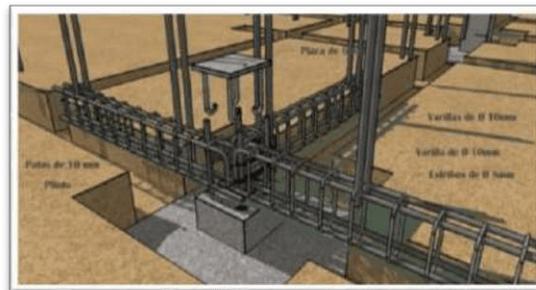


Figura 20



Figura 21

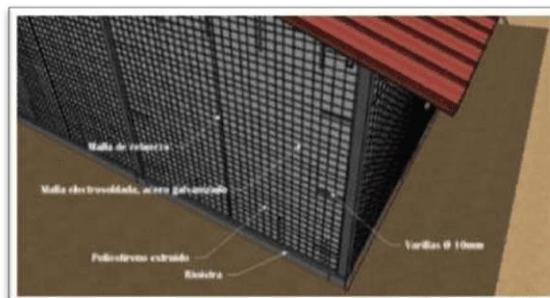


Figura 22



Figura 23

Figura 24

Tecnología: proceso constructivo. (Fig. 19) Limpieza, desalojo, excavación, relleno, compactación, replanteo, excavación para plintos, riostras, compactación. (Fig.20) Colocación de estructura prefabricada, encofrado reutilizable, fundición de plintos y base de columnas, fundición de riostras, colocación de placas base de columnas y colocación de varillas de anclajes para paneles. (Fig. 21) Relleno y compactación del terreno para contrapiso instalaciones, malla de compresión, pavimento, columnas, vigas, estructura de cubierta y colocación de planchas de cubiertas. (Fig. 22) Colocaciones de anclajes de confinamiento en vigas y columnas, instalaciones eléctricas y sanitarias empotradas en paredes, colocación de paneles de cerramiento y particiones. (Fig. 23) Proyección de micro hormigón o mortero, enlucido y cuadrada de boquetes, empastado de paredes en exterior e interior. (Fig. 24) Cerámica de piso, revestimiento de paredes en baño y cocina, cerámica de pared, Instalación de piezas sanitarias en baño y lavaplatos en cocina, lavarropa de hormigón revestido de granito, pintura interior y exterior, puertas interiores y exteriores, ventanas, balaustres, cerraduras, limpieza.

Variable efecto 1: bajo costo

PRESUPUESTO DE VIVIENDA PROPUESTA 73.28 M2

Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	V/Unit. \$.	V/Total \$
OBRAS PRELIMINARES					
1	Limpieza del terreno	m2	134,40	1,05	141,12
2	Replanteo y trazado, área de construcción	m2	74,35	1,91	142,01
MOVIMIENTO DE TIERRAS					

3	Excavación en tierra a mano, plintos y riostras	m3	11,18	7,97	89,10
4	Relleno compactado .75m	m3	100,80	5,35	539,28
5	Engravado para pavimento .10m	m3	7,43	7,15	53,12
HORMIGONES Y ESTRUCTURA					
6	Replanteo espesor 5cm 240fc	m2	6,45	6,21	40,05
7	Plintos Electrosoldada de Ø12mm c/10	m3	0,87	315,10	274,14
8	Riostras 17x20 4Ø12, estrib	m3	1,94	365,48	709,03

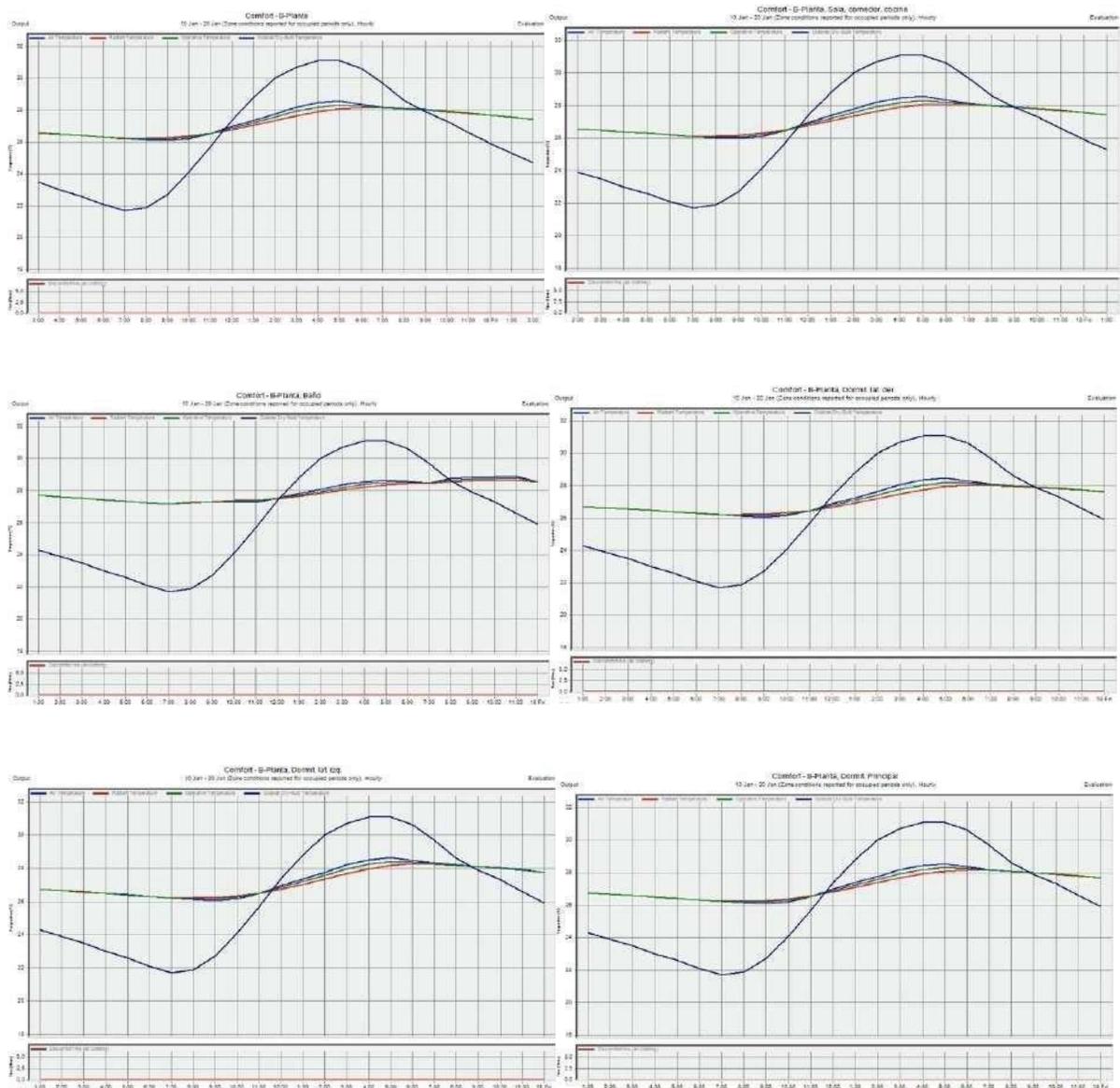
	os de 8 c/10- 15				
9	Placas 5mm con ganchos Ø 12mm x 25cm	u	12,00	15,00	180,00
10	Anclaje 2Ø8mm x35	u	26,00	5,25	136,50
11	Contrapiso 70 mm, electrosoldada Ø6mm c/15	m3	5,20	123,56	642,51
12	Columnas, Cajetín de 125x125x4mm	ml	36,00	12,50	450,00
13	Vigas de planta alta 125x100x4	ml	57,00	11,30	644,10
14	Vigas de cubierta 100x50x3mm	ml	72,00	5,30	381,60
MAMPOSTERÍA					
15	Paneles de cerramiento 0.25x.0.7x.0.25	m2	83,15	10,15	843,97
16	Paredes de particiones 0.2x.0.5x.0.2	m2	49,20	8,75	430,50
17	Mesón 60cm	ml	1,95	42,70	83,27
18	Lavarropa granito	u	1,00	170,00	170,00
19	losetas de closet 60cm	ml	6,60	18,50	122,10
ENLUCIDOS					
20	Enlucido exterior, interior	m2	217,80	5,85	1274,13
21	Cuadrada de boquetes de ventanas	ml	42,50	6,29	267,33
22	Cuadrada de boquetes de puertas	ml	14,20	5,17	73,41
23	Filos exteriores	ml	15,60	5,13	80,03
ESTRUCTURA METÁLICA					
24	Estructura losa de cubierta	m2	98,45	7,35	723,61
CUBIERTA					
25	Aislapol galvalume 0.0025+0,06 poliest+pvc	m2	98,45	12,35	1215,86

INSTALACIONES ELECTRICAS					
26	Punto de luz	u	9,00	44,76	402,84
27	Tomacorriente 110v	u	13,00	42,50	552,50
28	Tablero medidor	u	1,00	35,00	35,00
29	Caja de breaker 4x8	u	1,00	83,00	83,00
INSTALACIONES AAPP-AASS					
30	Punto de Agua Potable	u	5,00	39,97	199,85
31	Punto de Agua Servida	u	5,00	47,38	236,90
32	Caja de registro	u	4,00	51,49	205,96
33	Inodoro blanco	u	1,00	98,84	98,84
34	Lavamanos blanco	u	1,00	83,53	83,53
35	Ducha standar	u	1,00	35,41	35,41
36	Lavaplato de hierro	u	1,00	72,08	72,08
REVESTIMIENTO PARED Y PISO					
37	Cerámica en baño y cocina	m ²	6,48	13,50	87,48
38	Cerámica en piso	m ²	67,50	17,50	1181,25
CARPINTERÍA					
39	Puerta de dormitorio	u	3,00	115,00	345,00
40	Puerta de baño	u	1,00	95,00	95,00
CERRAJERÍA					
41	Reja de ventana	m ²	11,24	38,85	436,67
ALUMINIO Y VIDRIO					
42	Ventana	m ²	11,24	214,25	2408,17
PINTURA					
43	Pintura exterior	m ²	102,00	7,38	752,76
44	Pintura interior	m ²	98,00	5,41	530,18
					\$ 17.549,20
COSTO DIRECTO TOTAL: \$ 17.549,20					
COSTO DIRECTO POR CADA METRO CUADRADO: \$ 455.82					
Costo directo por cada m ² de construcción \$ 239,48 dólares					

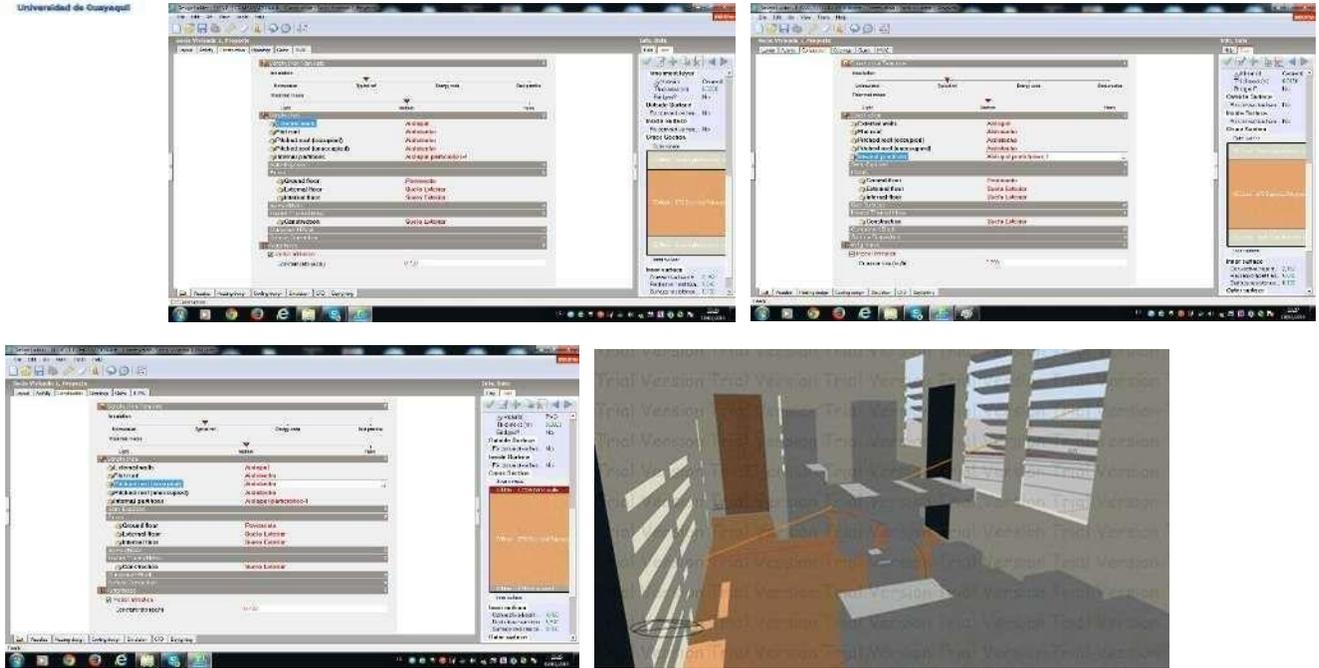
Variable efecto 2: Confort higrotérmico

Indicadores gráficos: modelado de temperatura en cada ambiente de vivienda propuesta.

Para este ejercicio la vivienda ha sido orientada al norte. Las coordenadas de ubicación son Latitud - 2.135397 y Longitud: -79.96384. En un día típico de invierno. Para esto se ha modelado una vivienda que cumple con las especificaciones técnicas de la propuesta, tecnología constructiva de bajo costo que cumple con las condiciones mínimas de confort requeridas por una familia para vivir y disfrutar su vivienda. (En la parte superior de cada grafico se indica el espacio)



Información de lectura en cada cuadro.



Características técnicas de elementos y materiales envolventes

Conclusión, expectativa y realidad

Es posible cumplir con el objetivo del proyecto de presentar una propuesta de vivienda de bajo costo, diseñada con criterios bioclimáticos, espacios mínimos necesarios para confort y materiales aislantes térmicos, capaz de ofrecer condiciones favorables de confort higrotermico a sus ocupantes.

Se ofrece una propuesta final, diseñada con criterios bioclimáticos y tecnología de mínima conducción térmica, capaz de lograr que en los meses de invierno, entre las 15 y 17 horas, cuando la temperatura exterior sobrepasa los 31,5 °C y la temperatura interior marque un grado centígrado (1°C) por encima de la zona de confort, se reduzca la temperatura, aproximadamente 3°C con respecto a la exterior.

Los altos costos de los materiales de poca conducción térmica que oferta el mercado, determinan en \$239,48 dólares c/m² de construcción, pasando la barrera de los \$200,00 dólares.

Referencias bibliográficas

Daniel P. (2013) Design Builder, Simulación Energética de Edificios
SOSA Griffin, María Eugenia. Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes.

C .A. La Electricidad de Caracas, SIEM, Geovanni
CSCAE, Un Vitrubio Ecológico, principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible G.G.
España,

GUIMARÃES MERÇON, Mariana. Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima
Cálido-Húmedo. Análisis térmico de la cubierta ventilada, Tesina, sept.2008
SEMPLADES, Agenda Zonal para el Buen vivir, Zona de Planificación 8, 1ra. Edición, Quito 2011

Lynd B. Diseño de la Investigación Causal: Experimentación, Capítulo 7

HORMIPOL, micro hormigón vibro prensado en encofrado sintético.

Hormipol, paneles de micro hormigón, catálogo
AISLAPOL S.A., Aislantes poli térmicos.
HORMI2. Catálogo, paneles aislantes.