T.Mon
720.47
L864
2014
C.1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

CURSO DE TITULACION EN DISEÑO ARQUITECTONICO

CON ENFOQUE BIOCLIMATICO

“ANTEPROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL CON ÉNFASIS EN CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS EN LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA”.

TESINA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTORES:

Br. RAÚL MAURICIO LÓPEZ PASTRÁN

Br. HANS EHILARD VARELA CASTILLO

TUTOR:

ARQUITECTO EDUARDO MAYORGA NAVARRO

MANAGUA, NICARAGUA

FEBRERO 2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Arquitectura hace constar que el **BR. RAUL MAURICIO LOPEZ PASTRAN, Carnet No. 2008-22362, Turno Diurno, Plan de Estudios 2000,** y de Conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la Ciudad de Managua, el día primero del mes de Julio del año dos mil trece.-

Arq. Javier Parés Barberena
Secretario Académico
Facultad de Arquitectura

Cc.: Expediente.-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
SECRETARIA ACADEMICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

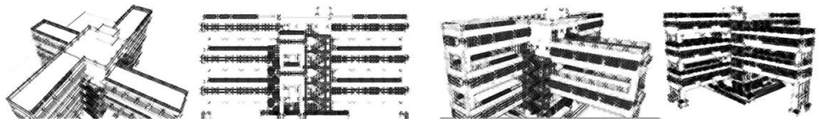
CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la Facultad de Arquitectura, hace constar que el **BR. HANS EHILARD VARELA CASTILLO, Carnet No. 2007-22700, Turno Diurno, Plan de Estudios 2000,** y de Conformidad con el Reglamento de Régimen Académico Vigente en la Universidad es **EGRESADO** de la Carrera de **ARQUITECTURA.**

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la Ciudad de Managua, el día primero del mes de Abril del año dos mil trece.-

Arq. Javier Parés Barberena
Secretario Académico
Facultad de Arquitectura

Cc.: Expediente.-



Facultad de Arquitectura
Un proyecto de todos... y para todos
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Managua, 10 de Diciembre de 2013.

Br. Raúl Mauricio López Pastrán
Br. Hans Ehilard Varela Castillo
Sus manos.-

Estimados Bachilleres:

Por los deberes y obligaciones que me confiere la Ley 89 de Autonomía Universitaria, les notifico que su tema de tesina para optar al título de Arquitecto en la Modalidad Curso de Titulación ***"Diseño Arquitectónico con Enfoque Bioclimático"*** *ha sido aprobado bajo el título* ***"Anteproyecto de Edificio Multifamiliar de Interés Social con Énfasis en Criterios Bioclimáticos, en la ciudad de Managua, Nicaragua".***

A partir de su aprobación de acuerdo al Reglamento de Culminación de Estudios dispondrán de dos meses para la presentación de la tesina y a su vez cumplir con los requisitos de rigor de presentación del informe final (periodo comprendido del 10 de Diciembre al 10 de Febrero de 2014).

También se aprueba como tutor al Arq. Eduardo Mayorga Navarro.

Deseándoles éxitos en esta tarea, me despido de ustedes.

Atentamente

Arq. Luis Alberto Chávez Quintero
Decano
Facultad de Arquitectura

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
REPUBLICA DE NICARAGUA
AMERICA CENTRAL
DECANO

Arq. Eduardo Mayorga Navarro.-Tutor

Lic. Claudia Elena Reynoza.-Delegada Administrativa

Archivo.-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

Viernes 07 de Febrero de 2014

Arquitecto
Luis Chávez Quintero
Decano Facultad de Arquitectura
Universidad Nacional de Ingeniería
Su Despacho

Estimado Arquitecto Chávez, reciba cordiales saludos.

Tengo el agrado de comunicarle que el trabajo de Tesina titulado **"Anteproyecto de Edificio Multifamiliar de Interés Social con Énfasis en Criterios Bioclimáticos, en la ciudad de Managua, Nicaragua",** sido concluido satisfactoriamente por los Bachilleres **Raúl Mauricio López Pastrán y Hans Ehilard Varela Castillo.** Considero es un trabajo de significativa pertinencia académica, ya que representa de forma general una propuesta óptima a la carencia de soluciones habitacionales de carácter social en la ciudad de Managua, enfatizando en el análisis de criterios de confort.

Los Bachilleres López y Varela, elaboraron un detallado trabajo de investigación sobre las condiciones climáticas del sitio de emplazamiento del anteproyecto, lo que les permitió procesar información base sobre el tema, esto con el fin de proporcionar una propuesta integral en vías de alcanzar una buena calidad del objeto arquitectónico.

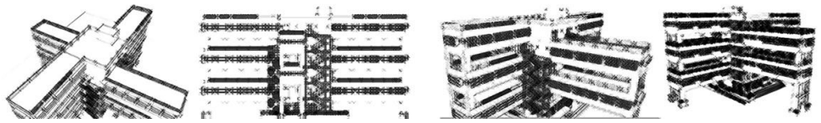
Al concluir el trabajo los Bachilleres López y Varela, han demostrado eficientemente la apropiación de conocimientos adquiridos, tanto durante sus años de estudios en nuestra facultad, como de las herramientas bioclimáticas vistas en el curso de graduación, a través del desarrollo de destrezas y habilidades profesionalizantes. Por lo anterior, la valoración del suscrito al trabajo realizado por los jóvenes López y Varela es de **Excelente**, y por tanto solicito a usted programación para la presentación y defensa.

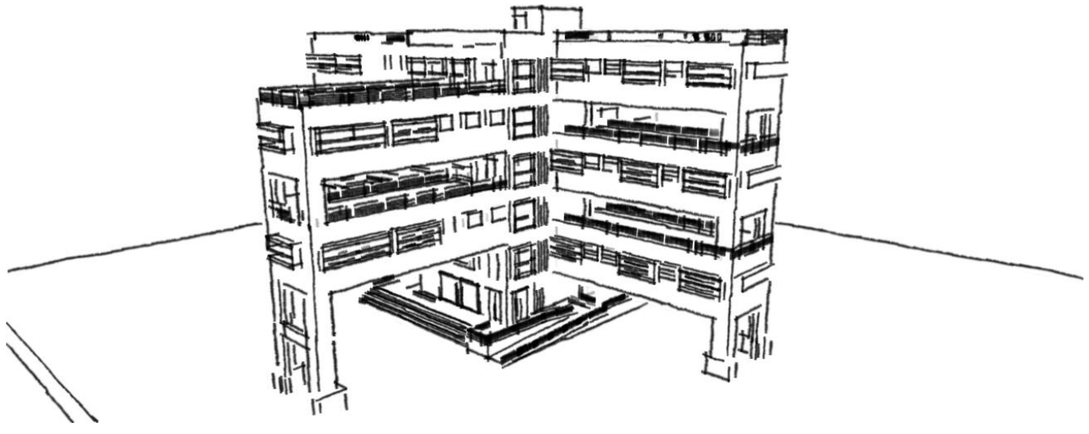
Sin otro particular, le reitero mis saludos.

Atentamente,

Arq. Eduardo Mayorga Navarro
Tutor y Docente Facultad de Arquitectura

Cc: Archivo





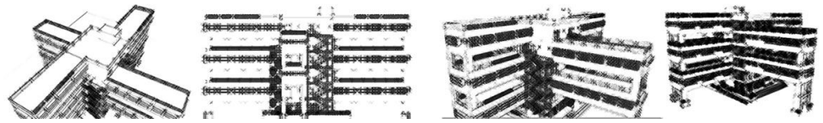
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

“El ladrillo quiere ser algo más, quiere ser arquitectura”. Louis kahn.

Todo esfuerzo tiene su recompensa. Los autores de este trabajo de tesina dan fielmente gracias a Dios por mostrarse siempre misericordioso en cada momento, por ser la fuerza ilimitada de conocimiento, perseverancia, mostrándose como nuestro mejor amigo al frente de los obstáculos que la vida nos pone como pruebas de valor y fe. Tenemos un gran sentimiento de gratitud hacia las personas que han estado con nosotros en cada momento clave para superar las distintas situaciones y etapas de nuestro desarrollo como seres humanos y profesionales, estas personas son nuestros amados padres y demás familiares a quienes les debemos todo lo que somos y ellos comparten de igual forma este logro. Agradecemos también a todos nuestros amigos que han tenido de una u otra manera gran influencia sobre nosotros como lo es nuestro tutor el Arq. Eduardo Mayorga Navarro, quien fue una guía y amplia fuente de conocimientos a lo largo del proceso de tesina, de igual forma a nuestro amigo el Ing. Mario Rodríguez Gámez quien nos apoyó incondicionalmente en la propuesta estructural del multifamiliar bioclimático “Tetris Social”.

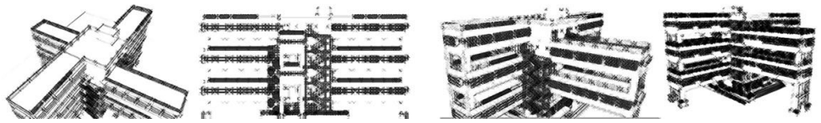
Me lleno de orgullo al dedicarle mi humilde esfuerzo especialmente a Dios por presentarse en mi auxilio desde siempre, a mi Padre Lic. José Raúl López Dávila, y mi madre Sra. Josefina Pastrán Avilés que han compartido el sacrificio a lo largo de mi vida académica y me han brindado su apoyo en cada situación, a mi hermano Luis Fernando López Pastrán, a la memoria de mis seres queridos: Mis abuelitas Sra. Gertrudis Avilés Castellón y Sra. Juana López Sabogal, mi abuelo Sr. Fausto Pastrán, mi bisabuelo Sr. Solón López Cano y mis tías Sra. Matilde López y Melba Pastrán. *(Raúl Mauricio López Pastrán).*

Dedico este trabajo a mi tía Lic. Celia Haydee Varela Vélez, quien por su incansable apoyo como madre, nunca dejo que perdiera mis prioridades y objetivos de vida profesionales. Así mismo a mi abuela Sra. Haydee Vélez quien ha sido un pilar a lo largo de estos años de estudio. A mi Padre Ing. Silvio Varela quien ha sido el ejemplo a seguir en el quehacer de la vida cotidiana y como profesional. *(Hans Ehilard Varela Castillo).*



INDICE GENERAL

RESUMEN 14
INTRODUCCION 14
ANTECEDENTES 15
JUSTIFICACIÓN 15
HIPOTESIS 16
OBJETIVOS 16
OBJETIVO GENERAL 16
OBJETIVOS ESPECIFICOS 16
DISEÑO METODOLOGICO 17
DIAGRAMA METODOLOGICO 18
CAPITULO 1 19
1. MARCO TEORICO 19
1.1 Conceptos y definiciones de arquitectura bioclimática 19
1.2 Estrategias bioclimáticas en arquitectura 22
1.3 Estado actual de la arquitectura referente al bioclimatismo 27
1.4 Estrategias generales en función del clima 28
1.5 Otras estrategias bioclimáticas 30
1.6 Factores determinantes para el diseño bioclimático 33
1.7 Criterios de diseño bioclimático 37
1.8 Criterios de diseño para multifamiliares 41
1.9 Marco legal 43
1.10 Marco Normativo 46
1.11 Modelos análogos 47
1.12 Metodologías del diseño bioclimático 55
1.13 Conclusiones parciales del capítulo 1 56
CAPITULO 2 57
2. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA 57
2.1 Temperatura 57
2.2 Humedad Relativa 58
2.3 Dirección de los Vientos 58
2.4 Velocidad del Viento 59
2.5 Radiación Solar 59
2.6 Análisis Psicométrico de confort 60
2.7 Aplicación de las tablas Mahoney 63
2.8 Iluminación Natural 66
2.9 Estrategias Bioclimáticas según consultan Climate 5.4 66
2.10 Conclusiones parciales capítulo 2 67
CAPITULO 3 68
3. POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES DEL SITIO DEL ANTEPROYECTO Y SU ENTORNO INMEDIATO 68
3.1 Ubicación área del proyecto 68
3.2 Elementos de análisis físico-natural 70
3.3 Elementos de Análisis Urbano 76
3.4 Elementos de imagen urbana 78
3.5 Plano síntesis 81
3.6 Conclusiones parciales del capítulo 3 82
CAPITULO 4 83
4. DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO 83
4.1 Programa Arquitectónico 83
4.2 Fundamentación de la propuesta 84
4.3 Graficación arquitectónica 142
4.4 Medidas ambientales para los principales impactos negativos del anteproyecto. 155
4.5 Conclusiones parciales del capítulo 4 156
5. Conclusiones Generales 157
6. Recomendaciones Generales 157
7. Glosario 158
8. Acrónimos y siglas 158
9. Bibliografía 159
10. Anexos 161



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 La Casa Mariposa. Arquitecto Luis de Garrido, Valencia, España. Fuente: http://www.arqhys.com/arquitectura-bioclimatica-en-galicia.html 19
Ilustración 2. Zonas climáticas. Fuente: factoresdelasamericas.blogspot.com 19
Ilustración 3. Empleo de estrategias bioclimáticas de R4 house. Arq. Luis de Garrido, Valencia, España. Fuente: http://vnorte.wordpress.com/ 22
Ilustración 4. Gráfico pérdidas y ganancias de calor. Fuente: Curso de energía solar. http://www.adrformacion.com/ 23
Ilustración 5. Gráfico de aspectos que influyen en el confort. Fuente: Elaboración propia basados en: Arq. López María, Diplomado internacional "Acercamiento a criterios arquitectonicos ambientales para comunidades aisladas en áreas naturales protegidas en Chiapas" 23
Ilustración 6. Iluminación cenital del Panteón de Roma, Italia. Fuente: www.construmatica.com 24
Ilustración 7. Gráfico de buena acústica y mala acústica. Fuente: www.profesionalhoreca.com 24
Ilustración 8. La casa Kauffman "casa de la cascada" del arquitecto norteamericano Frank Lloyd Wright. Fuente: www.plataformaarquitectura.cl 26
Ilustración 9. Casa de adobe en Granada, Nicaragua. 2011 por Juan Sibaja. Fuente: Casasantiguas.net 27
Ilustración 10. Embajada de España en Granada, Nicaragua. 2013. Fuente: colección propia 27
Ilustración 11. Diagrama componentes de la arquitectura ambiental. Fuente: artevidasocial.blogspot.com 28
Ilustración 12. Complejo habitacional semienterrada en Tunisia. Fuente: Mayorga, Eduardo. Arq. Curso de titulación Diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013 28
Ilustración 13. Casa con patio interno con fuente de agua en Cádiz, España. Fuente: www.sitesgoogle.com 28
Ilustración 14. Museo de arte contemporáneo en Helsinki, Finlandia. 1998. Fuente: eldesiertodehielo.blogspot.com 28
Ilustración 15. Gráfico para climas templados, emplazamiento sobre palafitos. Fuente: bioclimática tradicional.www.farfanestrella.es 29
Ilustración 16. Casa de la madre del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica, ejemplo de estrategias incorporadas en climas cálidos-húmedos. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004 29
Ilustración 17. Esquema de estrategia de ventilación en la obra del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004 30
Ilustración 18. Diagrama de ventilación en planta de la obra del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004 30
Ilustración 19. Vista del lago Xolotlán en Managua, Nicaragua. Fuente: www.nuevaya.com.ni 30
Ilustración 20. Representación de la estrategia “masa térmica del edificio” Durante el verano y el invierno respectivamente. Fuente: www.microsoftcorporation.com 31
Ilustración 21. Ejemplo uso de la estrategia masa térmica y ventilación nocturna en Túnez. Fuente: Mayorga, Eduardo. Arq. Curso de titulación Diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013 31
Ilustración 22. Diagrama ejemplo de cómo crear el enfriamiento evaporativo. Fuente: www.hackitectura.net 31
Ilustración 23. Método de calentamiento pasivo. Fuente: ponce.sdsu.com 32
Ilustración 24. Ilustración 24. Distintas formas de captar calor. Fuente: Mayorga, Eduardo. Curso de titulación DACEB. 2013 32
Ilustración 25. Formas de usar el suelo para climatizar pasivamente. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, 2004. 32
Ilustración 26. Uso del suelo como controlador térmico, Palacio de Aiete en San Sebastián, España. Isuuru Arquitectos. Fuente: diariodesing.com 32
Ilustración 27. Acción del viento en una Colina. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 33
Ilustración 28.Obstrucciones solares. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 33
Ilustración 29. Acción regulador térmico masa agua. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 33
Ilustración 30. Humectación por evapotranspiración. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 34
Ilustración 31. Absorción selectiva. Radiación solar. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 34
Ilustración 32. Riesgo de contaminación. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 34
Ilustración 33. Acción viento y lluvia en montaña. Mayor frecuencia de precipitaciones. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 35
Ilustración 34. Acción viento y lluvia en montaña. Dia. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 35
Ilustración 35. Acción viento y lluvia en montaña. Noche. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 35
Ilustración 36. Circulación de brisas en valles y barrancos. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 35
Ilustración 37. Acción térmica masas de agua. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 36
Ilustración 38. Circulación de aire en núcleos urbanos. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 36
Ilustración 39. Condiciones topográficas. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 37

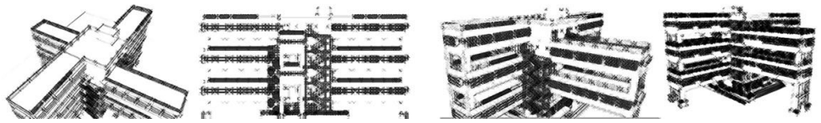


Ilustración 40. Efecto de esquina. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 38
Ilustración 41. Efecto Venturi. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 38
Ilustración 42. Efecto de abertura. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 38
Ilustración 43. Diferentes configuraciones de elementos de protección solar. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 39
Ilustración 44. Protección solar mediante vegetación. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 39
Ilustración 45. Ventilación por diferentes condiciones en la fachada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 40
Ilustración 46. Ventilación por succión vertical. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 40
Ilustración 47. Ventilación cruzada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 40
Ilustración 48. Ventilación efecto chimenea. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 40
Ilustración 49. Ventilación cruzada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012. 40
Ilustración 50. Comparación del efecto de la dirección del viento en diversas configuraciones de espacios. Cuando el viento incide a 45° en la abertura de entrada, la sombra de viento es más ancha. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura “El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005 41
Ilustración 51. Diferentes flujos de vientos en el interior. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura “El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005 41
Ilustración 52. Diferentes flujos de viento en secciones arquitectónicas. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura “El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005..... 41
Ilustración 53. Viviendas solidarias por parte del Gobierno de Nicaragua. Fuente: www.lavozdelsandinismo.com..... 42
Ilustración 54. Vivienda en altura Fundeci. Fuente: www.elnuevodiario.com.ni 43
Ilustración 55. Factor de ocupación del suelo. Fuente: Plan regulador Managua. 2004 44
Ilustración 56. Factor de ocupación total. Fuente: Plan regulador Managua. 2004..... 45
Ilustración 57 Catedral Santa Sofía de Estambul/Planta Arquitectónica. Unidad de las formas 47
Ilustración 58. Gráfico elaborado a partir de los conceptos del libro “Acerca de la arquitectura y el proceso de diseño de Inés Claux..... 48
Ilustración 59. Villa Savoye del Arq. Le Corbusier. 48
Ilustración 60. Gráfico elaborado a partir de los conceptos del libro..... 48
Ilustración 61. Planta del Nagakin Capsule Tower 48
Ilustración 62. Localización Modelo Análogo PROVIVIENDA. 49
Ilustración 63. Ritmo y Equilibrio de los componentes del conjunto habitacional PROVIVIENDA. Fuente: googleearth 2012.....49
Ilustración 64. Planta Arquitectónica / Planos de Proyecto Apoyo a la Construcción de Viviendas en Managua, Nicaragua PROVIVIENDA. Fuente propia. 50
Ilustración 65. Soleamiento y Ventilación del conjunto habitacional PROVIVIENDA. Fuente: Googleearth 2012 50
Ilustración 66. Elevación Principal y Lateral Módulos PROVIVIENDA. Fuente propia 51
Ilustración 67. Analogía en el juego de video Tetris. Fuente: Llama urban desing 52
Ilustración 68. Fachada con paneles plegables como parasoles. Fuente: Llama urban desing 52
Ilustración 69. Macrolocalización de la obra. Fuente: google earth 2012.....52
Ilustración 70. Microlocalización de la obra. Fuente: googleearth 2012.....53
Ilustración 71. Fachada principal. Brise-Soleil. Fuente: Llama urban Desing 53
Ilustración 72. Planta tipo de apartamento. Fuente: Llama urban desing 53
Ilustración 73. Ultima planta-terraza-servicios. Fuente: Llama urban desing.....53
Ilustración 74. Sección constructiva y estructural. Fuente: Llama urban Desing 54
Ilustración 75. Corte arquitectónico. Fuente: Llama Urban Desing 54
Ilustración 76. Fachada principal. Fuente: Llama urban Desing 54
Ilustración 77. Interior de sala. Fuente: Llama urban desing.....54
Ilustración 78. Interior cocina. Fuente: Llama urban desing.....54
Ilustración 79.Metodologías Bioclimáticas/ Modulo 1/ Curso de Titulación Bioclimático/Arq. Eduardo Mayorga/UNI - 2013. Adaptación de los autores para anteproyecto. 55
Ilustración 80. Mapa de Nicaragua y su Clasificación del Clima según Koppen/ Modificación con base en Mapa de INETER.....57
Ilustración 81. Temperatura anual de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino.....58
Ilustración 82. Humedad Relativa anual de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino. 58
Ilustración 83. Humedad Relativa en los meses de Abril y Octubre/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino ..58
Ilustración 84. Vientos Predominantes en el Municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino ..59
Ilustración 85. Velocidad del Viento Municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica Augusto C. Sandino 59
Ilustración 86. Días con mayor y menor Iluminación en Managua/ Retomado de Ecotect con base en datos meteorológicos del Aeropuerto Augusto C. Sandino 59
Ilustración 87. Radiación Solar Municipio de Managua/ Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del aeropuerto Augusto C. Sandino 59
Ilustración 88. Iluminación Natural municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino. 60
Ilustración 89 Día más caliente del año de Managua. Fuente Autodesk Ecotect System.....61
Ilustración 90 Meses con mayor Irradiación Solar color rojo/Meses con menor irradiación Solar color a zul. Fuente Autodesk Ecotect System.....61

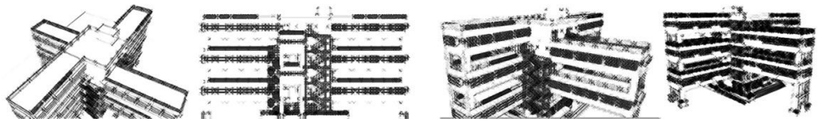


Ilustración 91 Irradiación Solar Mensual. Fuente Autodesk Ecotect System 61
Ilustración 92 Vientos Predominantes con Temperatura, Humedad Relativa y Cantidad de Lluvia promedio de Managua. Fuente Autodesk Ecotect System. 61
Ilustración 93. Carta psicométrica de Givony. Fuente: Consultant climate 5.4 62
Ilustración 94. Carta psicométrica de Givony. Fuente: Autodesk Ecotect System 63
Ilustración 95. Orientación Norte en Ventanas/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino 66
Ilustración 96. Ventilación Natural en espacios internos/Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino 66
Ilustración 97. Protección Solar en Ventanas/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino 66
Ilustración 98. Ubicación de arbustos/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino 67
Ilustración 99. Materiales térmicos retardantes/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino 67
Ilustración 100. Mapas de ubicación, distrital, micro y macro. Fuente: Elaboración propia con base en Plan Regulador Managua y Google earth 2012 68
Ilustración 101. Uso de suelo circundante al sitio de estudio. Fuente: Elaborado con base en planos de uso de suelo del Plan Regulador de Managua. 69
Ilustración 102. Tipo de suelo. Fuente: colección propia 70
Ilustración 103. Plano topográfico del sitio. Fuente: Planos topográficos de global mapper v 11.02 70
Ilustración 104. Corte topográfico longitudinal. Fuente: google earth 2012 70
Ilustración 105. Corte topográfico transversal. Fuente: Google earth 2012 71
Ilustración 106. Mapa general del terreno con análisis climático. Fuente: Elaboración propia con base en google earth 2012 71
Ilustración 107. Plano de restricciones físico-naturales. Fuente: Plan regulador Managua. .. 72
Ilustración 108. Mapa de vulnerabilidad de manto acuífero. Fuente: Plan regulador Managua. 2004 72
Ilustración 109. Vista 1 del sitio. Fuente: colección propia 72
Ilustración 110. Vista 2 del sitio. Fuente: colección propia 72
Ilustración 111. Vista 3 del sitio. Fuente: colección propia 73
Ilustración 112. Vista 4. Fuente: colección propia 73
Ilustración 113. Vista 5 del sitio. Fuente: colección propia 73
Ilustración 114. Vista 6 del sitio. Fuente: colección propia 73
Ilustración 115. Vista 7 del sitio. Fuente: colección propia 74
Ilustración 116. Vista 8 del sitio “edificio del centro”. Fuente: colección propia 74
Ilustración 117. Vista 9 del sitio. Fuente: Colección propia 74
Ilustración 118. Vista 10 del sitio. Fuente: Colección propia 74
Ilustración 119. Vialidad. Izquierda Bahia de TUC en dirección al Zumen/ Derecha bahía de TUC ruta 119 76
Ilustración 120. Vialidad del Sitio/Elaborado con base en gráfica MV-02 del sistema Colector Primario del Plan Regulador de Managua. 76
Ilustración 121. Izquierda Postes Subestación Eléctrica El Periodista frente a Ofiplaza/Derecha Torre Claro al Noroeste de la Rotonda El Periodista 77
Ilustración 122. Contaminación Visual Inmediata al Paisaje Urbano relevante con el entorno del Sitio 77
Ilustración 123. Mapa de nodos. Fuente: Google earth 2012 78
Ilustración 124. Mapa de principales hitos. Fuente: Google earth 2012 79
Ilustración 125. "Edificio del centro". Fuente: colección propia 80
Ilustración 126. Vista 2 entorno al terreno. Fuente: Colección propia 80
Ilustración 127. Vista 1 entorno al terreno. Fuente: Colección propia 80
Ilustración 128. Diagrama de relaciones y flujos de Admón. Fuente: elaboración propia 84
Ilustración 129. Diagrama de relaciones y flujos del apartamento. Fuente: elaboración propia. 85
Ilustración 130. Diagrama de relaciones y flujos general. Fuente: Elaboración propia. 85
Ilustración 131. Zonificación de conjunto. Fuente: Elaboración propia. 86
Ilustración 132. Zonificación de apartamento. Fuente: Elaboración propia. 86
Ilustración 133. Planta de accesibilidad y circulación de conjunto. Fuente: Elaboración propia. 87
Ilustración 134. Planta de accesibilidad y circulación para Lobby. Fuente: Elaboración propia. 87
Ilustración 135. Accesibilidad en apartamento. Fuente: Elaboración propia 88
Ilustración 136. Máquina de Bandas, ascensor Gen2 comfort de OTIS. Fuente: Catálogo Elevadores OTIS 88
Ilustración 137. Vista de Elevador Gen2 comfort de OTIS. Fuente: Catálogo Elevadores OTIS. 89
Ilustración 138. Vista de escaleras en lobby. Fuente: Elaboración propia. 89
Ilustración 139. Vista 1 de conjunto de Simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en programa Vasari de Autodesk. 89
Ilustración 140. Vista 5 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk. 90
Ilustración 141. Vista 4 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk. 90
Ilustración 142. Vista 3 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk. 90
Ilustración 143. Vista 2 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de autodesk. 90
Ilustración 144. Gráfico de comportamiento del viento anualmente y por horas. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk 91
Ilustración 145. Vista 7 de conjunto de simulación de viento nivel 2. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk 91
Ilustración 146. Vista 6 de conjunto simulación de viento nivel 1. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari autodesk. 91
Ilustración 147. Vista 8 de conjunto de simulación de vientos nivel 3. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari autodesk. 91
Ilustración 148. Planta de ventilación (ventilación horizontal). Fuente: Elaboración propia. ... 92

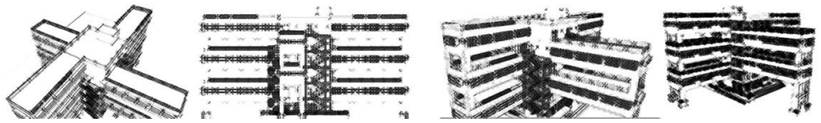


Ilustración 149. Corte - Justificación de ventilación vertical. Fuente: Elaboración propia..... 92
Ilustración 150. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 1. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk..... 92
Ilustración 151. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 3. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk..... 93
Ilustración 152. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 2. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk..... 93
Ilustración 153. Nomograma de renovaciones de aire para Sala-comedor-cocina (9 renovaciones). Fuente: Elaboración propia..... 93
Ilustración 154. Nomograma de renovación de aire de Dormitorio 1 y 2 (10 Renov). Fuente: Elaboración propia 94
Ilustración 155. Nomograma de renovación de aire de Recibidor (13 Renov.) Fuente: Elaboración propia 94
Ilustración 156. Nomograma de renovación de aire de Dormitorio Ppal (8 Renov). Fuente: Elaboración propia. 94
Ilustración 157. Nomograma de renovación de aire de Lobby (8 Renov). Fuente: Elaboración propia. 94
Ilustración 158. Cálculo empírico de área de aberturas de Sala-comedor-cocina. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA 95
Ilustración 159. Cálculo empírico de área de aberturas de Dormitorio Ppal. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA 95
Ilustración 160. Cálculo empírico de área de aberturas de Recibidor. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA..... 95
Ilustración 161. Cálculo empírico de área de aberturas de Dormitorio 1 y 2. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA 96
Ilustración 162. Cálculo empírico de área de aberturas de Lobby. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA..... 96
Ilustración 163. Ventilación cruzada volumétrica del edificio. Fuente: Elaboración propia..... 96
Ilustración 164. Cálculo empírico de velocidad interna del viento. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA..... 97
Ilustración 165. Nomograma de cálculo empírico de área acristalada de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia. 97
Ilustración 166. Cálculo de iluminación natural de Lobby-ascensor-escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 98
Ilustración 167. Render de índices de iluminación natural de Lobby, ascensor y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 98
Ilustración 168. Cálculo en planta de ilum. Natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 99
Ilustración 169. Render 1 de índices de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 99
Ilustración 170. Cálculo 2 de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 99
Ilustración 171. Cálculo 1 de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 99
Ilustración 172. Cálculo 1 de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....100
Ilustración 173. Render 2 de índices de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....100
Ilustración 174. Render 1 de índices de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....100
Ilustración 175. Cálculo en planta de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....100
Ilustración 176. Render 2 de índices de iluminación natural de dormitorio ppal. Fuente: elaboración propia con base en Dialux 101
Ilustración 177. Cálculo en planta de iluminación natural de dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....101
Ilustración 178. Cálculo de iluminación natural de Dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....101
Ilustración 179. Render 1 de índices de iluminación del dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....102
Ilustración 180. Cálculo de iluminación natural del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 102
Ilustración 181. Render 2 de índices de iluminación del dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....102
Ilustración 182. Render de índice de iluminación natural del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....102
Ilustración 183. Cálculo 2 de iluminación natural (11 Nov) Sala-Com-Cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....103
Ilustración 184. Cálculo 1 de iluminación natural (11 Nov) de Sala-Com-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....103
Ilustración 185. Render de índices de iluminación natural (11 Nov). Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....103
Ilustración 186. Cálculo de iluminación natural (11 nov) dorm 1 y 2 con base en Dialux.....104
Ilustración 187. Render de índice de iluminación natural (11 Nov) Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia en base a Dialux.....104
Ilustración 188. Render de índices de iluminación natural de Dorm 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....104
Ilustración 189. Cálculo de iluminación natural de Dormitorio Ppal (11 Nov). Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....104
Ilustración 190. Render de índices de iluminación natural (11 Nov) de Lobby y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....105
Ilustración 191. Cálculos de iluminación natural (11 Nov) de Lobby y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....105
Ilustración 192. Render de índices de iluminación natural (11 nov) de Lobby de apartamentos. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....105
Ilustración 193. Cálculos de iluminación natural (11 Nov) de Lobby apartamentos. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux.....105

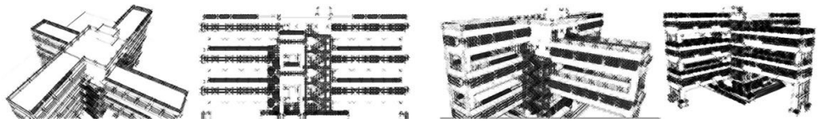


Ilustración 194. Render de distribución de luminarias en Sala-Comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 106
Ilustración 195. Distribución de luminarias en Sala-Comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 106
Ilustración 196. Planta de luminarias en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 107
Ilustración 197. Distribución y cálculo de luminarias en Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 107
Ilustración 198. Render de distribución de luminarias en Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 107
Ilustración 199. Render de distrubución de luminarias en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 108
Ilustración 200. Planta de luminarias de dormitorio ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 108
Ilustración 201. Distribución de luminarias en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 108
Ilustración 202. Planta de luminarias de dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 109
Ilustración 203. Distribución de luminarias en servicio sanitario. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 109
Ilustración 204. Render de distribución de luminarias en servicio sanitario. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 109
Ilustración 205. Distribución de luminarias en Lobby. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 110
Ilustración 206. Planta de luminarias de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 110
Ilustración 207. Render de distribución de luminarias en Lobby. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 110
Ilustración 208. Render de distribución de luminarias en pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 111
Ilustración 209. Planta de luminarias del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 111
Ilustración 210. Distribución de luminarias en pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 111
Ilustración 211. Distribución de luminarias en apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 111
Ilustración 212. Render de distribución de luminarias en apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 111
Ilustración 213. Planta de luminarias del apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux 112
Ilustración 214. Panel SHARP (ND-R245A5) DE ALTA EFICIENCIA. Fuente: www.sharp.com 112
Ilustración 215. Máscada de sombra planta de apartamento-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect Autodesk 113
Ilustración 216. Dimensiones de distribución de paneles solares Sharp. Fuente: www.sharp.com 113
Ilustración 217. Máscara de radiación solar de planta de apartamento-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 113
Ilustración 218. Máscara de sombra de paredes interiores al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect Autodesk 114
Ilustración 219. Máscara de radiación solar de paredes internas al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 114
Ilustración 220. Máscara de sombra de paredes exteriores al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 114
Ilustración 221. Máscara de sombra de paredes exteriores al oeste-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 115
Ilustración 222. Máscara de radiación solar en paredes externas al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia en base a Ecotect 115
Ilustración 223. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al oeste-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 115
Ilustración 224. Máscara de sombra de paredes exteriores al este-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 115
Ilustración 225. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al este-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 116
Ilustración 226. Máscara de sombra de paredes exteriores al norte-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 116
Ilustración 227. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al norte-1/abril. Elaboración propia con base en Ecotect 116
Ilustración 228. Máscara de sombra de losa de techo-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 117
Ilustración 229. Máscara de sombra del petril o base del edificio-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 117
Ilustración 230. Máscara de radiación solar en petril o base del edifico-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 117
Ilustración 231. Máscara de radiación solar en losa de techo-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 117
Ilustración 232. Análisis por insolación anual de las plantas al sur (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 118
Ilustración 233. Análisis de insolación anual en las plantas arquitectónicas del norte (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 118
Ilustración 234. Análisis por insolación anual de las plantas al norte en perspectiva. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 118
Ilustración 235. Análisis de insolación anual en las plantas del este (planta). Elaboración propia con base en Ecotect 119
Ilustración 236, Análisis por insolación anual de las plantas al sur (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 119
Ilustración 237. Análisis de insolación anual en las plantas del oeste (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 119

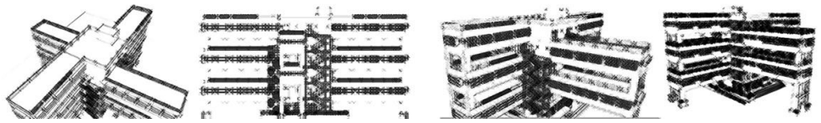


Ilustración 238. Análisis de insolación anual en las plantas del este (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 119
Ilustración 239. Vista de insolación recibida al año en la terraza social al norte (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect. 120
Ilustración 240. Análisis de insolación anual enl as plantas del oeste (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 120
Ilustración 241. Análisis de insolación anual en las terrazas sociales al norte (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 120
Ilustración 242. Análisis de insolación anual en losa terraza-social al sur (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 120
Ilustración 243. Análisis de insolación anual en las plantas terrazas-sociales al oeste (planta). Fuente: Elaboración propia en base a Ecotect 121
Ilustración 244. Análisis de insolación anual en la losa terraza-social al sur (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 121
Ilustración 245. Análisis de insolación anual en la losa terraza-social al este (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 121
Ilustración 246. Análisis de insolación anual en las losas terrazas-sociales al este (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 121
Ilustración 247. Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 122
Ilustración 248. Análisis de insolación anual en las losas terrazas-sociales al oeste (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 122
Ilustración 249. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 122
Ilustración 250. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 122
Ilustración 251. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 122
Ilustración 252. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 253. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 254. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del norte. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 255. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 256. Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 257.Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 123
Ilustración 258. Eps protegiendo 21/Sept/8:07pm al Este. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 259.Eps protegiendo 21/Sept/10:07pm al este. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 260. Eps protegiendo el 21/Diciembre/3:10pm al Sur. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 261. Eps protegiendo el 21/Diciembre/10:10am al Sur. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 262. Ángulo de diseño de Eps Horizontal + vertical. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 263. Eps protegiendo 21/junio/1:20pm al Oeste. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 264. Eps protegiendo 21/junio/4:20pm al oeste. Fuente: Elaboración propia 124
Ilustración 265. Eps protegiendo 21/marzo/4:27pm. Fuente: Elaboración propia 125
Ilustración 266. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 125
Ilustración 267. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 125
Ilustración 268. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 125
Ilustración 269. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 126
Ilustración 270. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 126
Ilustración 271. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 126
Ilustración 272. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 126
Ilustración 273. Panel covintec. Fuente: www.hopsa.com 127
Ilustración 274. Panel Acustisón-50A. Fuente: www.acústicaintegral.com 127
Ilustración 275. cielo falso de dormitorio ppal con panel acustisón-50A. Fuente: Elaboración propia 127
Ilustración 276. Cálculo 1 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 127
Ilustración 277. Cálculo 3 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 128
Ilustración 278. Cálculo 2 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 128
Ilustración 279. Cálculo 5 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 128
Ilustración 280. Cálculo 4 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 128
Ilustración 281. Gráfica de los tiempos estimados de reverberación. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 129
Ilustración 282. Niveles absolutos de los rayos sonoros existentes. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 129
Ilustración 283. Niveles relativos de los rayos sonoros. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect 129
Ilustración 284. Planta de rutas de evacuación de Lobby/apartamentos. Fuente: Elaboración propia 129
Ilustración 285. Planta de evacuación de apartamento. Fuente: Elaboración propia 130
Ilustración 286. Planta de sistema contra incendios. Fuente: Elaboración propia 131

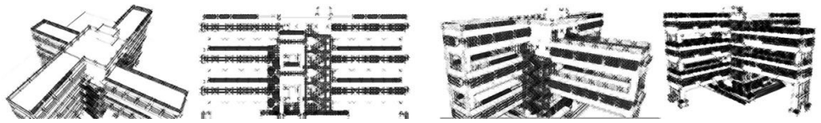


Ilustración 287. Planta de rutas de evacuación de conjunto. Fuente: Elaboración propia.... 132
Ilustración 288. "Tetris" de Nintendo. Fuente: www.juegosNest.com 132
Ilustración 289. Generador eólico casero. Fuente: eltallercito.org..... 133
Ilustración 290. Planta de conjunto. Fuente: elaboración propia 133
Ilustración 291. Trébol. Fuente:www.pics.com 133
Ilustración 292. Propuesta de concepto generador 3. Fuente: Elaboración propia 133
Ilustración 293. Propuesta de concepto generador 2. Fuente: Elaboración propia 133
Ilustración 294. Propuesta de concepto generador 1. Fuente: Elaboración propia 133
Ilustración 295. Perspectiva de edificio Multifamiliar "tetris social" 21 de junio/2:30pm. Fuente: Elaboración propia 134
Ilustración 296. Propuesta de concepto generador 6. Fuente: Elaboración propia 134
Ilustración 297. Propuesta de concepto generador 5. Fuente: Elaboración propia 134
Ilustración 298. Propuesta de concepto generador 4. Fuente: Elaboración propia 134
Ilustración 299. Propuesta final de concepto generador. Fuente: Elaboración propia..... 134
Ilustración 300. Perspectiva del área verde y juegos del Multifamiliar tetris social 21 junio/9:45am. Fuente: Elaboración propia..... 135
Ilustración 301. Demostración de uso de formas puras en volumen. Fuente: Elaboración propia 135
Ilustración 302. Vista de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia 135
Ilustración 303. Estudio de fachada-Elevación arquitectónica 1. Fuente: Elaboración propia 136
Ilustración 304. Vista de Circulación general del edificio con énfasis en la gradas. Fuente: Elaboración propia 136
Ilustración 305. Perspectiva de edificio multifamiliar tetris social. Fuente: Elaboración propia 136
Ilustración 306. Análisis de terraceo y movimientos de tierra. Fuente: Elaboración propia con base en Surfer..... 137
Ilustración 307. Panel de covintec. Fuente: www.hopsa.com.ni..... 137
Ilustración 308. Detalle de fijación de Vigas W con cerchas pratt y atiezadores. Fuente: Elaboración propia 138
Ilustración 309. Perspectiva de propuesta estructural para edificio. Fuente: Elaboración propia 138
Ilustración 310. Detalle de fijación de cerchas a anillo de compresión de acero. Fuente: Elaboración propia 138
Ilustración 311. Vista aérea de propuesta estructural del edificio. Fuente: Elaboración propia 139
Ilustración 312. Detalle de fijación de columnas de arriostre con pedestales y losa secundaria de cimentación. Fuente: Elaboración propia 139
Ilustración 313. Detalle de losas de cimentación principal nervada, pedestales y losas secundarias. Fuente: Elaboración propia 139
Ilustración 314. Diagrama de comportamiento de cargas. Fuente: Elaboración propia 139
Ilustración 315. Planta de administración modulada a paneles de covintec. Fuente: Elaboración propia 140
Ilustración 316. Planta de apartamentos modulada a paneles de covintec con resolución de circulación. Fuente: Elaboración propia 140
Ilustración 317. Textura de barro en circulación petatonal general. Fuente: www.texturasskp.com 141
Ilustración 318 .Láminas de durock http://tablarocaguadalajara.com/precio/dupont/tyvek-dupont/ 141
Ilustración 319. Espacios para tubería de agua potable y aguas negras. Fuente: Elaboración propia. 142
Ilustración 320. Espacio de canalización y tuberías de agua potable y aguas negras en cámara de aire de cielo falso. Fuente: Elaboración propia 142
Ilustración 321. Perspectiva exterior frontal 1. Fuente: Elaboración propia 143
Ilustración 322. Perspectiva exterior del acceso de carga pesada y camión de basura. Fuente: Elaboración propia 143
Ilustración 323. Perspectiva exterior de acceso vehicular-garita y acceso peatonal. Fuente: Elaboración propia 143
Ilustración 324.Perspectiva exterior del estacionamiento-admón. y edificios. Fuente: Elaboración propia 144
Ilustración 325. Perspectiva exterior de admón. Y área verde. Fuente: Elaboración propia .144
Ilustración 326. Perspectiva exterior de circulación peatonal, estacionamiento y admoón. Fuente: Elaboración propia 144
Ilustración 327. Perspectiva exterior hacia el estacionamiento y admón. Fuente: Elaboración propia 144
Ilustración 328. Perspectiva exterior del cafetín 11:00am. Fuente: Elaboración propia.....145
Ilustración 329. Perspectiva exterior de admón. Y circulación peatonal. Fuente: Elaboración propia 145
Ilustración 330. Perspectiva exterior de cafetín 2/5:30pm. Fuente: Elaboración propia.....145
Ilustración 331. Perspectiva exterior de área de desechos. Fuente: Elaboración propia 145
Ilustración 332. Perspectiva de la terraza social hacia el lobby general. Fuente: Elaboración propia 146
Ilustración 333. Perspectiva de la terraza social hacia el exterior 1. Fuente: Elaboración propia 146
Ilustración 334. Perspectiva exterior de losa de techos con paneles solares. Fuente: Elaboración propia 146
Ilustración 335. Perspectiva de la terraza social hacia el exterior 2. Fuente: Elaboración propia 146
Ilustración 336. Perspectiva exterior de área de juegos. Fuente: Elaboración propia.....147
Ilustración 337. Perspectiva exterior de acceso principal a edifico 1. Fuente: Elaboración propia 147
Ilustración 338. Perspectiva exterior (vista altura humana hacia la parte superior del edificio. Fuente: Elaboración propia 147
Ilustración 339. Perspectiva exterior de acceso principal a edificio 2. Fuente: Elaboración propia 147
Ilustración 340. Perspectiva exterior de acceso principal peatonal. Fuente: Elaboración propia 148

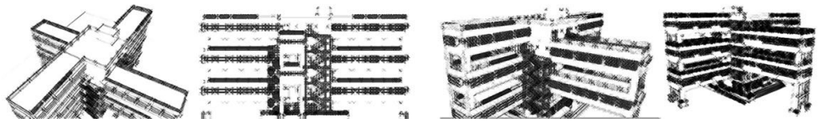


Ilustración 341. Perspectiva exterior 1 del edificio. Fuente: Elaboración propia..... 148
Ilustración 342. Perspectiva exterior frontal nocturna. Fuente: Elaboración propia..... 148
Ilustración 343. Perspectiva exterior 2 del edificio. Fuente: Elaboración propia..... 148
Ilustración 344. 149
Ilustración 345. Perspectiva exterior nocturna de edifico. Fuente: Elaboración propia 149
Ilustración 346. Perspectiva exterior de conjunto. Fuente: Elaboración propia 149
Ilustración 347. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 1. Fuente: Elaboración propia149
Ilustración 348. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 2. Fuente: Elaboración propia150
Ilustración 349. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 3. Fuente: Elaboración propia150
Ilustración 350. Perspectiva interna 1 de dormitorio principal. Fuente: Elaboración propia . 150
Ilustración 351. Perspectiva interna 2 de dormitorio principal. Fuente: Elaboración propia . 150
Ilustración 352. Perspectiva interna 1 de dormitorio 1. Fuente: Elaboración propia..... 151
Ilustración 353. Perspectiva interna 2 de dormitorio 1. Fuente: Elaboración propia..... 151
Ilustración 354. Perspectiva interna 2 de dormitorio 2. Fuente: Elaboración propia..... 151
Ilustración 355. Perspectiva interna 2 de dormitorio 2. Fuente: Elaboración propia..... 151
Ilustración 356. Perspectiva interna 1 de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia . 152
Ilustración 357. Perspectiva interna 2 de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia . 152
Ilustración 358. Perspectiva interna 1 de Lobby y cuarto de servicio. Fuente: Elaboración propia 152
Ilustración 359. Perspectiva interna 2 de Lobby y cuarto de servicio. Fuente: Elaboración propia 152
Ilustración 360. Perspectiva interior 1 de circulación general en apartamentos. Fuente: Elaboración propia 153
Ilustración 361. Perspectiva interior de circulación general y escaleras. Fuente: Elaboración propia. 153
Ilustración 362. Perspectiva interna de elevador y escaleras en área de apartamentos. Fuente: Elaboración propia 153
Ilustración 363. Perspectiva interna de pasillo en dormitorios. Fuente: Elaboración propia. 153
Ilustración 364. Perspectiva interna de recepción en admón. Fuente: Elaboración propia .. 154
Ilustración 365. Perspectiva interna de lavanderia. Fuente: Fuente propia..... 154
Ilustración 366. Perspectiva interna de pasillos en Admón. Fuente: Elaboración propia 154
Ilustración 367. Perspectiva interna de sala de juntas en admón. Fuente: Elaboración propia 154
Ilustración 368. Cálculo de área acristalada en Lobby. Fuente: Elaboración propia 161
Ilustración 369. Cálculo de área acristalada en Dormitorio ppal. Fuente: Elaboración propia 161
Ilustración 370. Cálculo de área acristalada en recibidor. Fuente: Elaboración propia 161
Ilustración 371. Cálculo de área acristalada en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia 161
Ilustración 372. Arq. Michael Smith,. Fuente: www.nacion.com 162
Ilustración 373. indices de iluminación en lux. Fuente: airfal.com 163
Ilustración 374. Ficha técnica acústica de panel acustison-50A. Fuente: Acusticaintegral.com 163
Ilustración 375. Permeabilidad en ventanas. Fuente: Curso de graduación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 2013 163
Ilustración 376. Recomendaciones de ubicación de ambientes. Fuente: Curso de graduación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 2013 163

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores y elementos que condicionan al clima. Fuente: Elaboración propia con referencia en: Fernando Carreto Bernal, Raúl González Pérez, Juan Villavicencio. Geografía General. Toluca, México, 1989. 22

Tabla 2. Iluminancia y valores de luminancias. Fuente: Elaboración propia con base en: Serra, Rafael. Arquitectura y energía, Barcelona, ediciones UPC. 1999 25
Tabla 3. Propiedades Térmicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia con base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998 26
Tabla 4. Propiedades Termicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia con base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998 26
Tabla 5. Propiedades Térmicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia en base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998 26
Tabla 6. Dimensiones mínimas de lotes de terreno. Fuente: Plan regulador managua, Alcaldía de Managua. 2004 44
Tabla 7. Tabla de estacionamientos. Fuente: NTON 2004 46
Tabla 8. Dimensiones mínimas de un módulo básico. Fuente: Normas mínimas de dimensionamiento habitacional MTI.....46
Tabla 9. Dimensiones mínimas para vivienda. Fuente: Normas mínimas de dimensionamiento habitacional MTI.....46
Tabla 10. Ficha técnica Edificio multifamiliar en Miraflores. Fuente: Elaboración propia con base en www.plataformaarquitectura.com 51
Tabla 11. Metodología de Szockolay /Modulo 1/Curso de Titulación Bioclimático/Arq. Eduardo Mayorga/UNI-2013. Adaptación de los autores para anteproyecto.....56
Tabla 12. Clasificación del Clima de Nicaragua/ Elaborada con base en información de INETER.....57
Tabla 13. Temperaturas del aire en Managua. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 64
Tabla 14. Datos de humedad, pluviosidad y viento en Managua. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 64
Tabla 15. Diagnósis del rigor térmico. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 64
Tabla 16. Indicadores. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 64
Tabla 17. Recomendaciones para el diseño arquitectónico bioclimático. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 65
Tabla 18. Ficha técnica del distrito 3. Fuente: Elaboración propia con base en datos del MANFUT/www.manfut.org/managua/barrios/Distrito3.html.....69

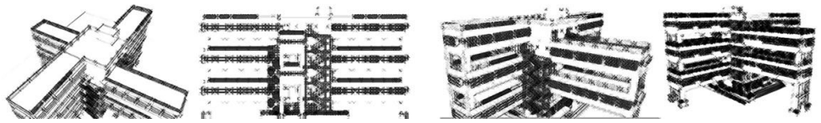


Tabla 19. Dimensiones del terreno. Fuente: Elaboración propia en base a visita de sitio..... 69
Tabla 20. Características de vía Colectora Primaria. Fuente: elaboración propia con base en datos del Plan Regulador de Managua. 76
Tabla 21. Zonas de terreno por pendientes. Fuente: Elaboración propia..... 82
Tabla 22. Catalogación de porcentajes de pendientes. Fuente: Elaboración propia con base en Reglamento nacional de la construcción. 82
Tabla 23. Programa arquitectónico Multifamiliar Tetris Social. Fuente: Elaboración propia... 84
Tabla 24. Comparación de precios en metros cuadrados de construcción entre covintec y mampostería. Fuente: Elaboración propia 141
Tabla 25. Factores ambientales de impactos negativos del anteproyecto. Fuente: Elaboración propia 155
Tabla 26. Histograma de evaluación ambiental del ciclo de vida del anteproyecto. Fuente: Elaboración propia 156

INDICE DE PLANOS

A-01 PLANTA DE CONJUNTO

A-02 ELEVACIONES DE CONJUNTO

A-03 PLANTA ARQUITECTONICA DE APARTAMENTOS

A-04 PLANTA DE COTAS DE APARTAMENTOS Y LOBY

A-05 PLANTA DE TECHOS APARTAMENTOS

A-06 ELEVACION 1 DE APARTAMENTOS

A-07 ELEVACION 2 DE APARTAMENTOS

A-08 ELEVACION 3 DE APARTAMENTOS

A-09 ELEVACION 4 APARTAMENTOS

A-10 SECCION A-A’ APARTAMENTOS

A-11 SECCION B-B’ APARTAMENTOS

A-12 PLANTA ARQUITECTONICA DE ADMINISTRACION

A-13 PLANTA ARQUITECTONICA DE TECHOS ADMINISTRACION

A-14 ELEVACIONES ARQUITECTONICAS 1 Y 2 ADMINISTRACION

A-15 ELEVACIONES ARQUITECTONICAS 3 Y 4 ADMINISTRACION

A-16 SECCIONES ARQUITECTONICAS ADMINISTRACION

S-01 PLANTA DE FUNDACIONES APARTAMENTOS

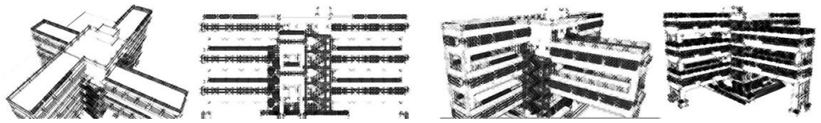
S-02 PLANTA DE ENTREPISO APARTAMENTOS

S03 ELEVACION ESTRUCTURAL 1

S-04 ELEVACION ESTRUCTURAL 2

S-05 ELEVACION ESTRUCTURAL 3

S-06 ELEVACION ESTRUCTURAL 4



RESUMEN

El diseño bioclimático de la propuesta de un Anteproyecto de edificio Multifamiliar de interés social para Managua, representa un reto hacia el cambio de nuevas herramientas de análisis durante el proceso de diseño, para obtener un resultado hacia el confort interior y exterior así como también la generación de calidad de vida de las personas que lo habiten. En todo caso la propuesta de diseño en este trabajo ha sido sometida a diversos análisis de ventilación, iluminación, acústica e irradiación solar con el fin de determinar los niveles de habitabilidad adecuada con el ahorro energético, concentrando estrategias de climatización pasiva, es decir que la propuesta obedece a métodos que permiten generar de manera natural el confort. Por esto también se utilizaron datos meteorológicos de la ciudad de Managua, estableciendo relaciones de geo-localización del sitio propuesto para desarrollar el diseño. La memoria descriptiva de este anteproyecto presenta una analogía de materiales que por sus características físicas son idóneos para generar una respuesta versátil, económica y sobre todo que posean una integración moderadamente negativa con el medio ambiente. Así mismo el estudio físico del terreno muestra que la integración de la propuesta mantiene una relación positiva con el entorno inmediato no solo en términos bioclimáticos sino también arquitectónicos dada la cercanía con edificios tipológicos de carácter comercial que permiten la inserción paisajística entre las formas del diseño del edificio multifamiliar en el sector, propiciando no solo el confort físico sino también psicológico en donde la percepción del usuario juega un papel fundamental en la función del diseño descrito en este documento de tesina.

En los planos se hace mención al nombre de ‘‘3D FACTOR ARQUITECTOS’’, el cual es la asociación profesional de los autores de esta tesina, en un solo ente proyectista de desarrollos arquitectónicos.

INTRODUCCION

La ciudad Leal Villa de Santiago de Managua a través de sus ciento sesenta y un años de historia como capital de la República de Nicaragua; ha atravesado por diversas situaciones socioculturales, los cuales han influenciado de manera tal sus actividades económicas y por ende su arquitectura.

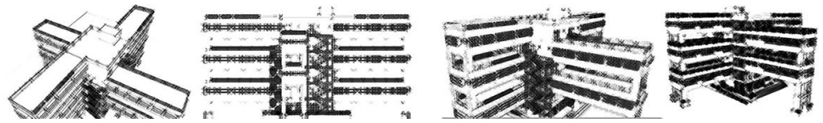
Cabe señalar las necesidades habitacionales en donde la misma situación económica permitía desahogadamente el desarrollo horizontal de la ciudad abarcando un espacio mayor dentro del uso de suelo que en esa época aún no estaba definido.

Por ende la tipología arquitectónica de vivienda multifamiliar en dependencia del volumen que posean son una solución habitacional viable en contra del crecimiento vertiginoso horizontal de la ciudad, brindando también soluciones de este tipo en lugares donde la demanda de vivienda es alta y las tierras disponibles para construir son escasas ya sea por su valor o uso de suelo estipulado en las normativas del plan regulador de Managua incrementando el déficit de vivienda actual.

Con base en lo anterior la este trabajo se centra en integrar con el entorno, un anteproyecto de edificio multifamiliar de interés social con características bioclimáticas y presume de esta manera los usos de sistemas pasivos de confort humano que sea apto y accesible a varios sectores sociales y que desde un punto de vista urbano pueda contribuir con el ordenamiento de la ciudad de Managua.

No obstante el estudio de este anteproyecto se realizara mediante metodologías y herramientas bioclimáticas, conllevando de esta manera a estudios de modelos análogos, análisis de sitios para diseñar, funciones de los elementos de la tipología arquitectónica con entrevistas a especialistas acerca del tema y su viabilidad respectivamente.

Cabe señalar el uso del nombre y logotipo en planos de anteproyecto ‘‘3D FACTOR ARQUITECTOS’’ con el cual se hace referencia a la asociación profesional de los autores de esta tesina como un solo proyectista.



ANTECEDENTES

Con el inicio de la Modernidad en el siglo XX en América Latina , se pretendió readaptar el espacio de manera tal que las primeras concepciones de ciudades verticales y de conjuntos habitacionales dirigidos hacia una tipología multifamiliar genero un reordenamiento espacial y urbano así mismo la importación de un modelo arquitectónico inadecuado para el medio en el cual estaba siendo propuesto y que no solucionaba socialmente los problemas habitacionales de los países más desarrollados de Latinoamérica en ese momento. Se incursiono en sistemas constructivos de hormigón pretensado para la edificación de viviendas en México y Argentina conformando así las primeras unidades de vivienda prefabricadas.

En Nicaragua en 1972, después del terremoto de Managua, la capital experimentó un cambio en el sector de la vivienda y la habitabilidad con un déficit de 54000 viviendas afectadas y el 90% de los edificios dañados, marcando el déficit de vivienda más alto de Centroamérica ya que en la capital la tipología habitacional aún mantenía las remanencias de la época colonial y ciertos vestigios de algún tipo de reglamento para el uso de suelo. En la década de los 80 en el año 1982 el ministerio de vivienda y asentamientos humanos (MINVAH) edifico módulos verticales de carácter habitacional los cuales en Managua fueron normados para soportar cargas sísmicas con un sistema constructivo de mampostería reforzada, ejemplo de esta planificación son los complejos de San Antonio en la capital que mantienen similitud con FUNDECI en León, con el Héroes y Mártires del Ayapal en Chinandega y con los multifamiliares de Rio Grande en Matagalpa.

En la actualidad Nicaragua no posee propuestas de diseño de edificios multifamiliares con enfoque bioclimático, tomando como punto de partida el estudio del microclima de la ciudad, diseños que contengan en su planificación la amplia relación con el confort de sus ocupantes ya que si bien es cierto los diseños y planificaciones de los multifamiliares existentes poseen en su arquitectura estudios y criterios básicos escuetos sobre esta temática, no se caracterizan en proporcionar propuestas autosustentables que a mediano plazo constituyan un interés entre la preservación, conservación y estudio del medio amiente con el entorno sobre el cual estarán diseñados.

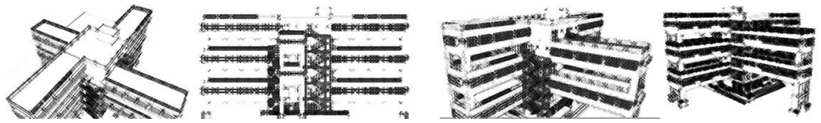
JUSTIFICACIÓN

La vivienda es un factor elemental en toda sociedad de cualquier país o ciudad cuya principal característica funcional es brindar protección, albergue y privacidad, no obstante debe mantener correlación con el entorno inmediato con un ambiente grato y saludable donde será diseñada.

En Managua los problemas fundamentales respecto al diseño de viviendas, es el mal uso de los recursos naturales y el uso inadecuado del suelo dando origen a los asentamientos humanos. Se deben implementar planes de diseño para viviendas de carácter vertical con enfoques bioclimáticos y/o en todo caso con el tema de estudio para garantizar el acoplamiento sustentable de este tipo de edificaciones cuya principal característica funcional yace en el principio espacial de una vivienda.

El uso de edificios multifamiliares resulta factible debido a que los costos por unidad de habitación disminuyen ya que comparten características estructurales, espaciales y el mismo sistema constructivo, pero en este caso la innovación recae en los usos de sistemas bioclimáticos para generar confort en la etapa de anteproyecto que es donde el concepto temático de esta investigación tiene mayor solidez. Esto implica la caracterización entre el microclima del sitio y los sistemas pasivos de climatización diseñados conforme a la tipología multifamiliar. Por tanto en la concepción bioclimática de este anteproyecto se estima la incorporación de sistemas pasivos de climatización, destinados a acompañar las necesidades básicas de la configuración espacial correspondientes al sector social para el cual será diseñado, con esto se pretende llegar a zonas catalogadas de alta densidad de vivienda y seleccionar el sitio adecuado para la propuesta del anteproyecto. En cuanto a la característica social del anteproyecto se pretende dar a conocer la propuesta a organismos que posean interés en la temática como el Instituto de la Vivienda Urbana y Rural (INVUR), Alcaldía de Managua, etc. y promover de esta manera el uso de técnicas de arquitectura sustentable, contribuyendo socialmente en dos puntos claves que es la disminución del déficit de vivienda y la implementación de técnicas bioclimáticas en el diseño de multifamiliares.

A nivel académico el tema servirá de consulta e investigación y contribuirá con el aprendizaje y concientización de estudiantes de arquitectura, especialistas y público en general interesado en la temática, no obstante este trabajo será de utilidad para optar al título de arquitecto por parte de los autores de esta tesina.



HIPOTESIS

La incorporación de estrategias bioclimáticas en el proceso de diseño de un anteproyecto de edificio multifamiliar, permitirá diseñar una propuesta arquitectónica acorde a los niveles de confort requeridos para esta tipología, integrada al entorno, respetuosa del medio ambiente y que al mismo tiempo esté dentro del contexto de interés social dirigido a núcleos de familias de escasos recursos económicos. Un manejo eficiente del diseño para el abastecimiento servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, como pautas hacia la congruencia de cálculos y aplicación de ecotecnias con el estudio formal del diseño, cuyo eje central es el confort de los usuarios de acuerdo a sus necesidades y actividades diarias. Todo lo anterior en una etapa posterior al anteproyecto, aportará a que los usuarios del sector social antes mencionado vivan de forma digna, asumiendo bajos costos en el mantenimiento de sus respectivos apartamentos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar anteproyecto de edificio multifamiliar de interés social con énfasis en criterios bioclimáticos en la ciudad de Managua, Nicaragua.

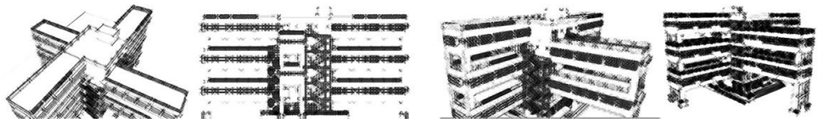
OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Definir los criterios y conceptos relativos al bioclimatismo y a la tipología arquitectónica objeto de estudio, a través de la elaboración de un marco teórico.

2. Caracterizar las condiciones climáticas predominantes en la ciudad de Mangua, en vías de seleccionar las estrategias de confort más adecuadas.

3. Determinar las potencialidades y restricciones del sitio del anteproyecto y su entorno inmediato, a través un análisis de sitio.

4. Desarrollar la propuesta de anteproyecto de edificio multifamiliar bioclimático para la ciudad de Managua.

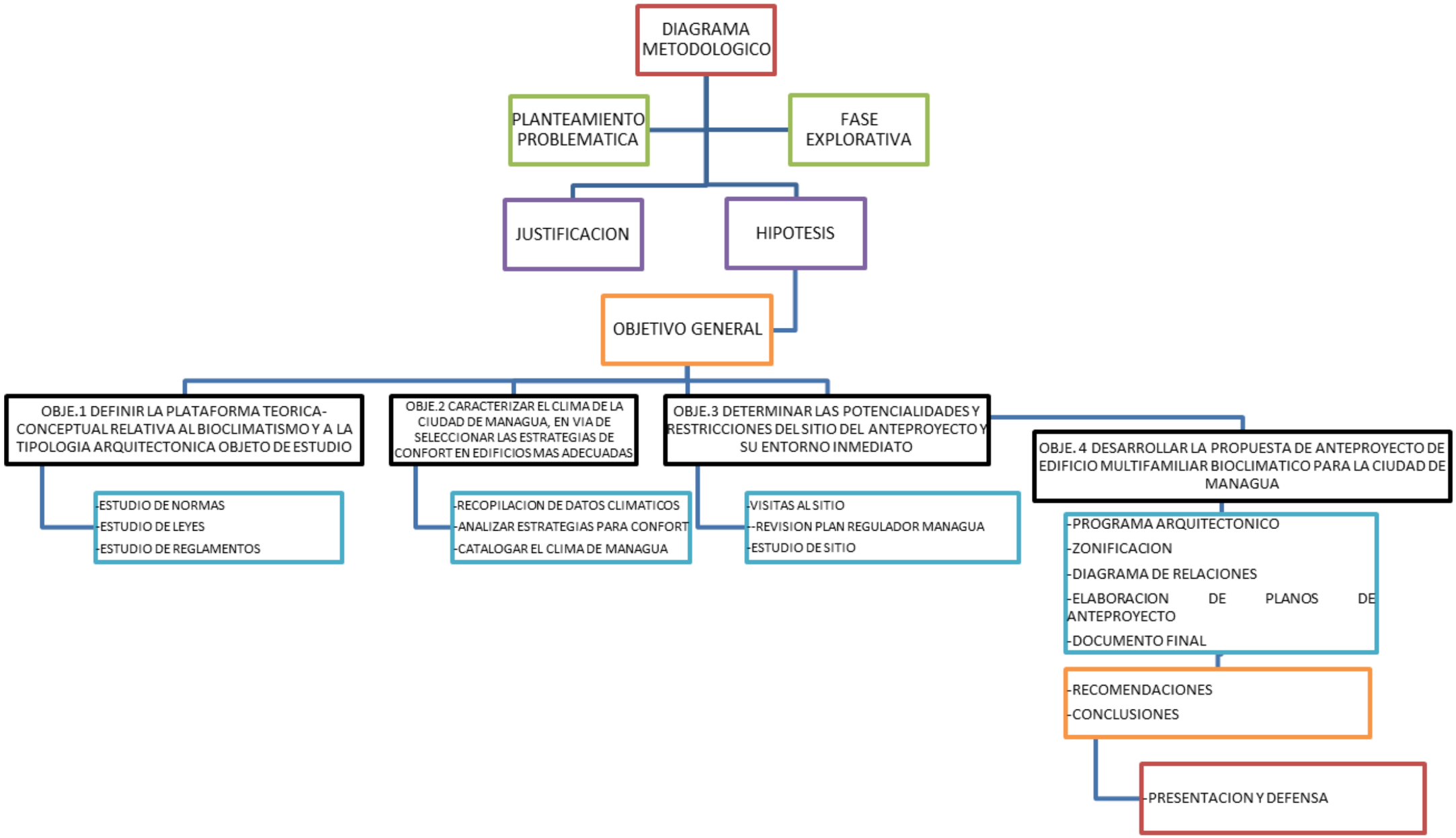


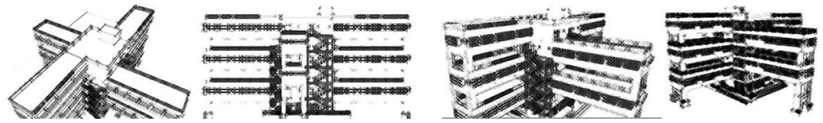
DISEÑO METODOLOGICO

CUADRO DE CERTITUD METODICA

TEMA	**ANTEPROYECTO DE EDIFICIO MULTIFAMILIAR DE INTERES SOCIAL CON ENFASIS EN CRITERIOS BIOCLIMATICOS, EN LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA**			
OBJETIVO GENERAL	Elaborar anteproyecto de edificio multifamiliar de interés social con énfasis en criterios bioclimáticos en la ciudad de Managua, Nicaragua.			
Objetivo específico 1	**Método**	**Técnicas utilizadas**	**Principales fuentes de información**	**Resultados**
Definir la plataforma teórica-conceptual relativa al bioclimatismo y a la tipología arquitectónica como objeto de estudio.	Método conceptual o explorativo. Método descriptivo.	Descripción de varias teorías acerca del bioclimatismo, estrategias, y criterios de diseño.	Libros de autores expertos en el tema, folletos, presentaciones proporcionadas en el curso.	La debida sustentación teórica, conceptual, normativa y legal para la tesina.
Objetivo específico 2	**Método**	**Técnicas utilizadas**	**Principales fuentes de información**	**Resultados**
Caracterizar el clima de la ciudad de Managua, en vía de seleccionar las estrategias de confort en edificios más adecuadas.	Método analítico. Método descriptivo	Recopilación de datos a nivel documental. Análisis de la información en general.	Visitas al sitio. Estudio del consultan climate conforme el clima de Managua. Consultas al plan regulador Managua de los planes parciales.	Caracterización climática de Managua, estudio del comportamiento de los elementos y factores que condicionan el clima de Managua. Valoración de las variantes en el clima. Y selección de estrategias bioclimáticas para el diseño
Objetivo específico 3	**Método**	**Técnicas utilizadas**	**Principales fuentes de información**	**Resultados**
Determinar las potencialidades y restricciones del sitio del anteproyecto y su entorno inmediato.	Método analítico	Análisis de las restricciones físico-naturales de los planes parciales del Plan regulador Managua. Visitas de campo con análisis visual inmediato.	Levantamiento del sitio y Plan regulador Managua.	Obtener criterios de diseño a partir de las debilidades y potencialidades del sitio y su entorno inmediato.
Objetivo específico 4	**Método**	**Técnicas utilizadas**	**Principales fuentes de información**	**Resultados**
Desarrollar la propuesta de anteproyecto de edificio multifamiliar bioclimático para la ciudad de Managua.	Método descriptivo	Estudios por analogías	Libros, folletos, presentaciones impartidas por el arquitecto Eduardo Mayorga especialista en arquitectura bioclimática y su asesoría.	Se obtiene la propuesta a nivel de anteproyecto, elaboración de y memoria descriptiva.

DIAGRAMA METODOLOGICO





CAPITULO 1
1. MARCO TEORICO

1.1 Conceptos y definiciones de arquitectura bioclimática

En esta etapa se presentarán diferentes conceptos, definiciones y ciertas referencias relacionadas con la arquitectura bioclimática y el clima, que serán utilizados por los autores de este trabajo como fundamento para la propuesta de anteproyecto, desde los puntos de vista arquitectónicos, bioclimáticos, teórico y legal.

Hablando de bioclimatismo

-Arquitectura bioclimática: El concepto de arquitectura bioclimática es complejo y, a pesar del hecho de ser una disciplina relativamente reciente en el campo de la arquitectura, su estudio en profundidad requiere de unos conocimientos que tienen un determinado tiempo de aprendizaje, derivado del gran número de materias que hay que estudiar y relacionar. La existencia de bibliografía especializada, así como de programas de simulación por ordenador, muestran hasta qué punto se trata de una disciplina desarrollada y con posibilidades objetivas de aplicación.

Ilustración 1 La Casa Mariposa. Arquitecto Luis de Garrido, Valencia, España. Fuente: http://www.arqhys.com/arquitectura-bioclimatica-en-galicia.html

Se puede definir como aquella que tiene por objeto la consecución de un elevado nivel de confort mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio a las condiciones climáticas de su entorno. Se trata, pues de una arquitectura adaptada al medio ambiente, sensible al impacto que provoca en la naturaleza, y que intenta minimizar el consumo energético y con él, la contaminación ambiental.

El principio inseparable esencial del bioclimatismo es, utilizando las palabras de Jean-Louis Izard, "construir con el clima", siendo este concepto de la idea de lugar como circunstancia singular en la que se desarrolla la arquitectura y con la que ésta se relaciona.[1]

En la actualidad se está iniciando en el campo de la Arquitectura una etapa de replanteamientos teóricos desde nuevos puntos de vista; de rediseños de elementos con la aceptación de nuevas prioridades medioambientales; de aparición de nuevos materiales, nuevas soluciones con distintos modos de producción y nuevas solicitaciones sociales.

En lo que al clima se refiere

-Clima: Según Jorge D. Czajkowski y Analía F. Gómez. “El clima se define como el estado medio de la atmósfera, está representado por el conjunto de elementos y fenómenos meteorológicos referidos a un período de al menos 30 años, por las variaciones periódicas y no periódicas y por el desarrollo normal del tiempo en el transcurso del año”.[2]

A lo anterior se puede decir que el estudio correcto del clima para todo anteproyecto bioclimático es uno de los factores que marcan la pauta para una propuesta que cumpla con los requisitos de ser llamada arquitectura y no construcción.

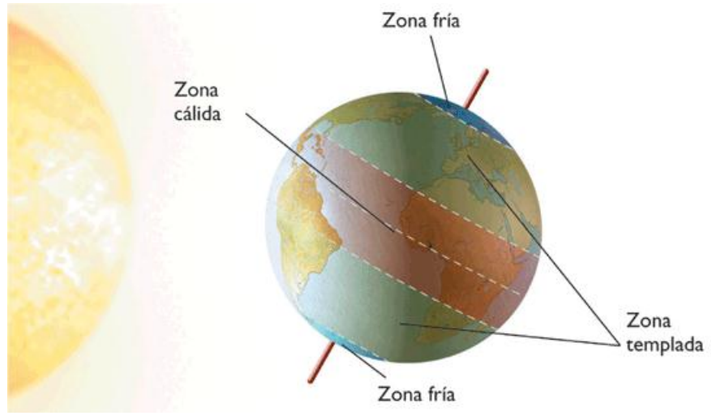
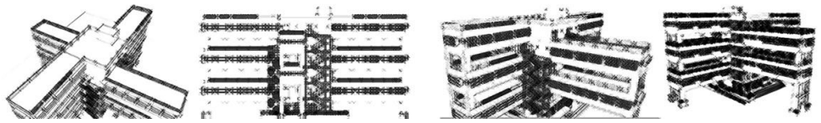


Ilustración 2. Zonas climáticas. Fuente: factoresdelasamericas.blogspot.com

El término clima se puede utilizar para referirnos a una “realidad física” objetiva, independiente de la percepción humana, o a una “realidad cultural” subjetiva, ligada a esta percepción. La visión objetiva del clima se suele estructurar en función de un conjunto de elementos climáticos perceptibles (temperatura, precipitación, etc.) y de factores interpretativos no siempre perceptibles (astronómicos, geográficos, físico-químicos, bióticos, económicos, demográficos y culturales) que se consideran objetivos, en tanto que la visión subjetiva se representa en función de una

[1] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.
[2] Jorge D. Czajkowski y Analía F. Gómez. capítulo 2 del libro: Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia. La Plata. 1994.



serie de parámetros adaptativos relacionados con la subsistencia y la calidad de vida humana (evapotranspiración, bienestar térmico, etc.), que para ser adaptativas deben ser comprensivas, operativas, rentables, competitivas y comunicables.[3]

La complejidad de un problema o proyecto depende de los factores significativos y de sus interacciones, mientras que la comprensión de una visión depende de los factores que puedan considerarse. En general, la comprensión debe adecuarse a la complejidad de los problemas, la cual varía con el aumento de la población, de modo que, al aumentar ésta, hay que asumir una visión más comprensiva sobre el clima para garantizar la subsistencia y la calidad de vida.[4]

-Climatología: Es la ciencia que se dedica al estudio de las variaciones del tiempo meteorológico en las diversas zonas de la tierra a lo largo del año, obteniendo información del tipo general a través de datos acumulados durante largos períodos.[5]

-Al *clima* lo condicionan distintos **factores y elementos**, estos son los que modifican los valores o resultados de los agentes atmosféricos. Los factores se dividen en cósmicos y geográficos.[6] A continuación se hacen referencia a cada uno de dichos factores:

FACTOR/ELEMENTO	DEFINICION	INFLUENCIA EN ARQUITECTURA
Cósmicos		
Radiación solar	La principal fuente de energía de la atmósfera es la radiación solar en forma de rayos lumínicos y calóricos que el sol radia en forma de ondas cortas.	En arquitectura la radiación solar significa uno de los puntos en tomar bastante en cuenta a la hora de diseñar, ya que por medio de esta los materiales constructivos ganan o pierden energía en forma de calor, lo cual influye en los ambientes internos y externos.
Latitud	Por la configuración esférica del planeta no se recibe la misma cantidad de energía solar debido al ángulo de incidencia de los rayos solares. En el ecuador caen perpendiculares y conforme nos acercamos a los polos la caída será más oblicua, perdiendo eficacia al extenderse sobre una superficie mayor. De no existir otros factores, la distribución de la temperatura seria uniforme conforme aumenta la latitud	Conforme a la latitud en que se encuentre el sitio en el cual se ha de diseñar, es que se podrán escoger las apropiadas estrategias de diseño bioclimático, ya sean enotecnias o criterios de ventilación o iluminación pasiva, ya que el ángulo en referencia a la posición del sol juega un papel muy importante en cuanto a luz y ganancia de energía en lo envolventes.
Geográficos		
Distancia al mar	Una mayor lejanía respecto al mar aumenta el efecto de la continentalidad en el que los cambios de temperatura diarios y estacionales son bruscos y la humedad atmosférica se reduce sobre la superficie. En las cosas el clima se modera debido a la regulación de las masas acuáticas que se enfrían y se calientan más lentamente que los continentes.	Esto influye en cuanto a la elección de los materiales de construcción de dichas obras bioclimáticas, ya que a medida que nos acercamos al nivel del mar la temperatura aumenta, por lo tanto se usan materiales y estrategias de diseño que te permitan soltar o conducir el viento en post de renovar el aire de los ambientes.
Corrientes marinas	Es un movimiento superficial de las aguas de los océanos y en	Este factor crea en cierta parte las corrientes de viento

[3] De Nicolás Sevillano, Juan Pedro. Crisis ambiental, y confort térmico en las Canarias, España. 2012.
[4] Idem
[5] Carreto Bernal, Fernando. González Pérez, Raúl, Villavicencio, Juan José. Geografía general. Toluca, México, 1989.
[6] Carreto Bernal, Fernando. González Pérez, Raúl, Villavicencio, Juan José. Geografía general. Toluca, México, 1989.

	menor grado, de los mares más extensos. Estas corrientes tienen multitud de causas, principalmente, el movimiento de rotación terrestre (que actúa de manera distinta y hasta opuesta en el fondo del océano y en la superficie) y por los vientos constantes o planetarios, así como la configuración de las costas y la ubicación de los continentes.	que circulan en el planeta, por lo tanto es un factor a tomar en cuanto más se este del mar, lo ideal sería aprovechar dichas corrientes de viento creadas por las corrientes marinas haciendo permeables las paredes al viento, sin embargo en cierta medida por la noche impedir el paso de las mismas, puesto que se dan cambios de temperatura.
Altitud	La atmósfera se calienta principalmente por el contacto con la superficie terrestre. Por lo que disminuye la temperatura en la medida que aumenta la altitud. Por cada kilómetro la temperatura desciende 6°C. Además por ser menos espesa la capa gaseosa que descansa en las montañas, el calor escapa más rápidamente en las noches.	La arquitectura en puntos geográficos altos es muy distinta a los de los lugares bajos, se toman en cuenta criterios de diseño para ganar calor por el día en lugares fríos, y para ventilar y ganar menos radiación solar en horas sol en lugares más bajos.
Vegetación	El término vegetación se utiliza para nombrar al grupo de los vegetales que existen en un cierto espacio geográfico. La abundancia de vegetación disminuye el calor y hace que se produzcan más lluvias.	Hoy en día son más los edificios de carácter bioclimático que incorporan la vegetación ya no solo como ornamentos, sino que como una forma más de aislarse de las ganancias de

		energía solar, como purificador y filtrador del aire en cuanto al polvo, etc.
Termodinámicos		
Temperatura	Recibe este nombre la cantidad de calor que existe en la atmósfera. Se está formalizando en el mundo la medición de esta, utilizando la escala en grados centígrados.	La temperatura juega un papel importante ya que nunca es constante, sus cambios son relativos y los envolventes reaccionan de manera distinta a los cambios de temperatura que se pudieran dar según las estaciones climáticas de un lugar geográfico en particular.
Presión atmosférica	Es el peso que tiene la masa de aire en algún lugar y tiempo dados. Se mide en milibares al nivel del mar la presión es de 1.013 mb y disminuye a medida que aumenta la altitud. La presión atmosférica varía con la temperatura. Una masa de aire frio es pesada comparada con otra de igual volumen pero de mayor temperatura.	El aire caliente al ser más pesado que el frío, se acumula en las partes más altas de los ambientes haciendo difícil lograr de manera efectiva las renovaciones de aire, por lo tanto el diseñador debe usar la estratificación del aire como método de ventilación, al hacer vanos en los puntos más altos de las paredes para que de esta forma el ambiente este mejor ventilado.
Vientos	Es una masa de aire en	El arquitecto tiene que

	movimiento. Se desplaza de las zonas de mayor presión atmosféricas a las de menor presión. Se les responsabiliza de los cambios súbitos de tiempo al acarrear masas gaseosas, de temperatura y humedad radicalmente distintas que las precedentes.	diseñar de tal forma que pueda controlar la dirección de los vientos, del cómo entren y salgan, ya que ayudan enormemente a las renovaciones de aire que necesitan los ambientes, poco viento es malo y mucho también, por lo tanto debe usar barreras de viento asi como captores de viento según sea la necesidad mas demandante.
Acuosos		
Humedad	Así es denominada la cantidad de vapor de agua existente en la atmósfera en un lugar y momentos dados. Es el resultado de la evaporación de los mares y las aguas continentales.	Ciertos lugares en el planeta poseen el clima tropical húmedo así como el nuestro, la presencia de humedad en el ambiente provoca la sensación de bochorno, por lo tanto se deben tomar en cuenta las fuentes de agua próximas a los sitios de diseño, y evitar dejar estanques o lagos artificiales en ausencia de sombra.
Precipitaciones	Con este nombre se agrupan las lluvias, nevadas y granizadas. Se estima que al año se precipitan 520,000 km³ de agua sobre el planeta, de	Según la zona climática es que se dan los diferentes tipos de precipitación, por lo tanto en las zonas del hemisferio norte se diseñan
	ellos 109 en los continentes y 411 en los mares.	los techos con más pendiente para evitar que la acumulación de nieve haga colapsar los techos y se usan otros tipos de materiales para la cubierta, mientras en las zonas tropicales se diseña con materiales adaptados a las lluvias frecuentes.
Nubosidad	Cuando la temperatura ambiental disminuye, la humedad atmosférica pasa del estado gaseoso al líquido formado en las nubes, constituido por pequeñísimas gotas de agua.	La presencia de nubosidad indica que se debe seleccionar un tipo de material que sea resistente a este factor climático, ciertos metales son víctimas de la oxidación y posteriormente a la corrosión debido a la nubosidad constante.

Tabla 1. Factores y elementos que condicionan al clima. Fuente: Elaboración propia con referencia en: Fernando Carreto Bernal, Raúl González Pérez, Juan Villavicencio. Geografía General. Toluca, México, 1989.

1.2 Estrategias bioclimáticas en arquitectura

1.2.1 ¿Qué son las estrategias bioclimáticas?

Muchos conocedores y expertos en el tema seguramente compartirán el pensamiento de que la arquitectura es un trabajo social, es para toda la sociedad, por lo tanto se debe buscar lograr siempre un bienestar que venga de lo individual a lo macro enfatizando en la tendencia bioclimática en este caso, puesto que va dirigida a tratar de resolver o mitigar ciertos daños ambientales que provocan

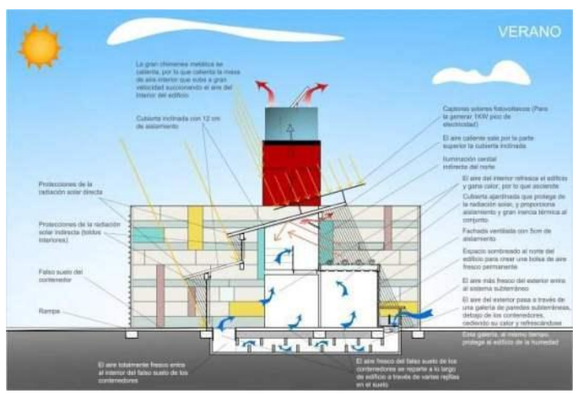
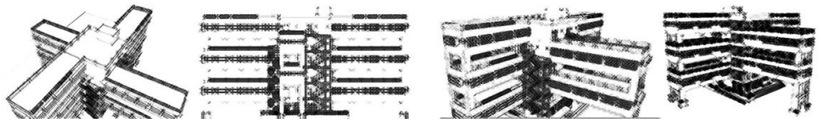


Ilustración 3. Empleo de estrategias bioclimáticas de R4 house. Arq. Luis de Garrido, Valencia, España. Fuente: http://vnorte.wordpress.com/



las construcciones convencionales de hoy en día.

Es por eso que las estrategias bioclimáticas en arquitectura como tal tienen un principal objetivo, mejorar las condiciones de bienestar de los espacios interiores con una reducción significativa en costos energéticos, para lograr esto se aplican técnicas bioclimáticas que trabajan en base a dos requisitos elementales: que durante la época fría del año se minimicen las pérdidas térmicas a través del tipo de cerramiento elegido, y durante la época cálida evitar y eliminar el sobrecalentamiento ganado por la radiación de las horas sol.

Estas estrategias son las decisiones que se toman en la parte de diseño para dar una respuesta eficiente frente a las características propias del clima de un lugar determinado. Dichas repuestas serán las que correspondan al conjunto de factores que clasifican el clima del lugar.

1.2.2 Razón de ser de las estrategias bioclimáticas, su postura:

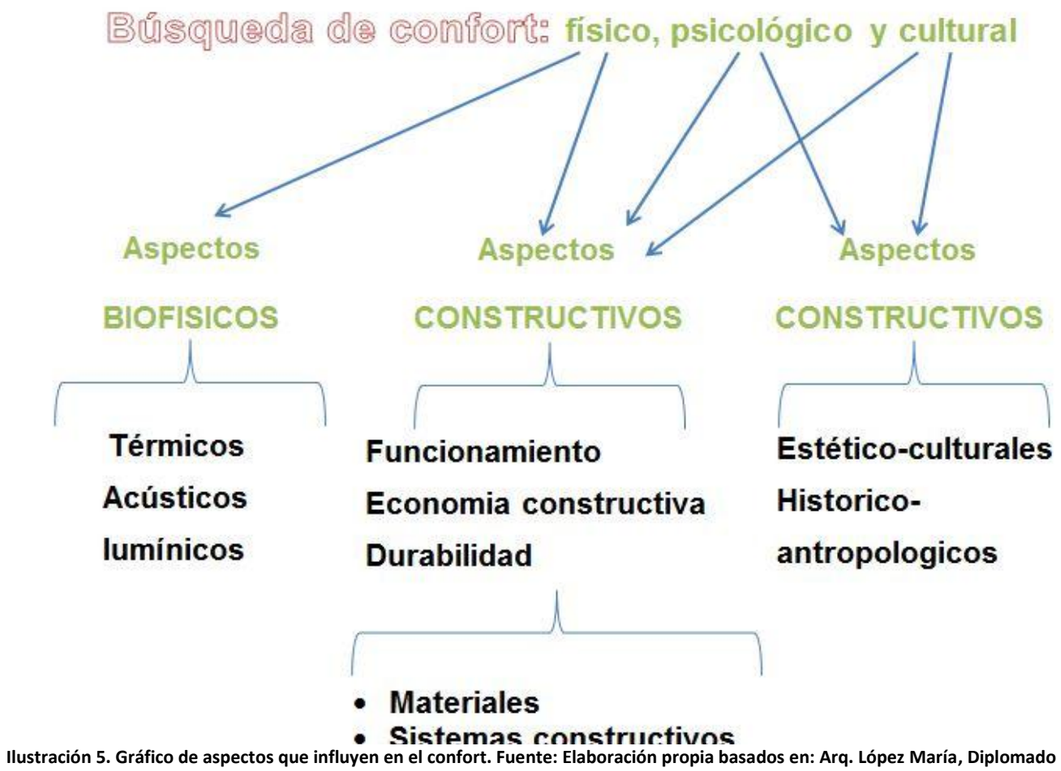


Ilustración 5. Gráfico de aspectos que influyen en el confort. Fuente: Elaboración propia basados en: Arq. López María, Diplomado internacional "Acercamiento a criterios arquitectonicos ambientales para comunidades aisladas en áreas naturales protegidas en Chiapas"

Cuando hablamos de confort debemos tocar otros términos que están vinculados entre sí, como factores físicos y psicológicos. Generalizando se puede decir que los aspectos de relevancia que incorpora la postura de las estrategias bioclimáticas giran alrededor de la búsqueda del confort físico, psicológico y cultural.

El confort físico se logra por medio de consideraciones de aspectos biofísicos y constructivos por supuesto, el confort psicológico y cultural se introducen a partir de las consideraciones de aspectos meramente antropológicos.[7]

1.2.3 Aspectos biofísicos:

-Aspectos climáticos-térmicos: Están como referentes fundamentales: la calidad del aire para la adecuada y sana respiración, con los posibles olores, el cual tiene muy difícil su evaluación y que a menudo se considera a través del parámetro de renovaciones de aire; y el confort térmico, en donde intervienen los complejos fenómenos de intercambios de energía entre el cuerpo y el ambiente y que se suele considerar a través de los parámetros de temperatura del aire y temperatura radiante, humedad del aire, ventilación, etc…

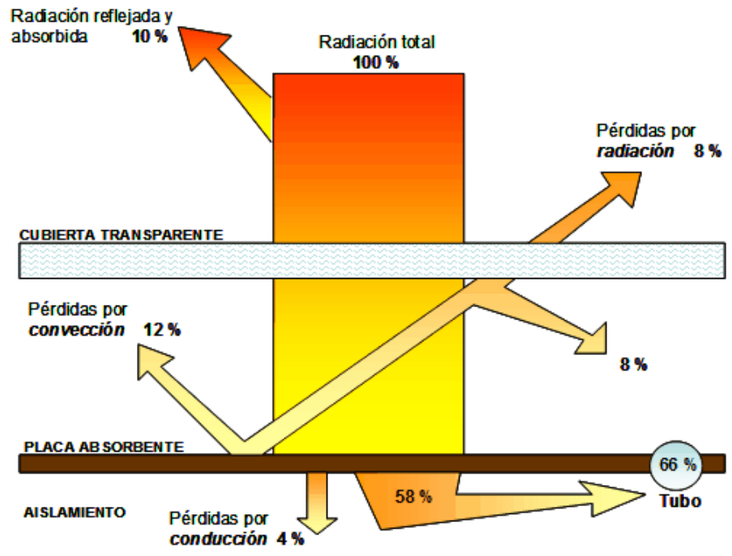
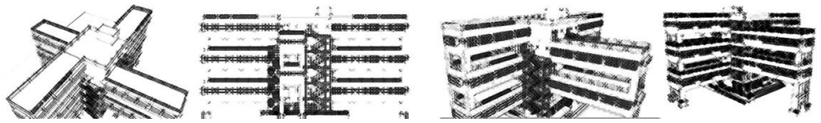


Ilustración 4. Gráfico pérdidas y ganancias de calor. Fuente: Curso de energía solar. http://www.adrformacion.com/

Se puede decir que se alcanza un verdadero confort térmico cuando se dan al mismo tiempo las dos siguientes condiciones:

- Cuando la cantidad de calor producida por el metabolismo es igual a la cantidad de calor cedida al ambiente en reposo absoluto y en un estado de comodidad relativa.
- Y cuando en ninguna parte del cuerpo se percibe sensación alguna de frio o calor.

[7] López de Asiain, Jaime. "Arquitectura, ciudad, medioambiente". Universidad de Sevilla, Sevilla. 2001



Fuentes energéticas naturales: En el entorno donde nos desarrollamos existen fuentes energéticas naturales, los cuales influyen de una u otra manera en las condiciones térmicas que nos afectan. Disponemos de fuentes energéticas básicas:

- La radiación solar, es la principal fuente de energía.
- El aire que circula en el exterior, siempre y cuando esté a más de 24 °C.
- El metabolismo interno. [8]

-**Aspectos acústicos:** el confort acústico se consigue cuando son adecuadas las condiciones de reproducción sonora y se evitan las molestias que producen los sonidos no deseados (ruidos) en el interior de un local, un ruido puede ser molesto aunque tenga nivel de intensidad bajo, se produce la molestia por el hecho de ser sonido indeseado. Un sonido se considera excitante a partir de los 50 db y puede llegar a producir lesiones a partir de los 95-100 db. Aunque el oído humano percibe frecuencias de entre 16 y 20,000 Hz, es más receptivo para la zona comprendida entre 200 y 5000 Hz. Dentro de esta franja tiene mayor sensibilidad para las frecuencias graves (<250 Hz) que agudas (>1000 Hz), siendo estas últimas más perjudiciales para el oído.

Reverberación, es el principal aspecto que influye en la acústica interior de un recinto. Consiste en la persistencia de un sonido después de haber cesado su emisión y está motivada por las reflexiones múltiples de las ondas sonoras sobre las superficies que limitan dicho recinto.

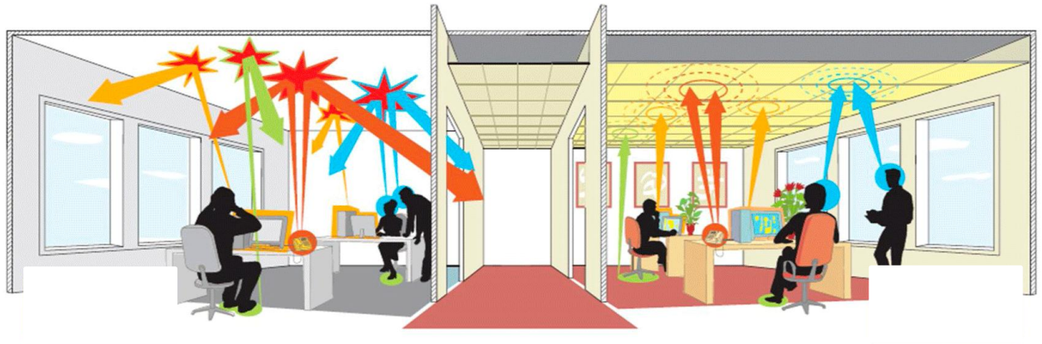


Ilustración 7. Gráfico de buena acústica y mala acústica. Fuente: www.profesionalhoreca.com

Tiempo de reverberación de un local es el lapso de tiempo que tarda un sonido en dejar de ser percibido por el oyente al cesar la fuente sonora; si en un local se emite un sonido que se registra con un nivel de 90 db, el tiempo necesario para que se perciba con un nivel de 30 db será el tiempo de reverberación del local.

Un tiempo de reverberación demasiado largo hace que en una conversación normal se superpongan las sílabas y que el sonido sea pastoso y poco claro; un tiempo demasiado corto convierte los sonidos en secos e incoloros, debiéndose consumir más energía para conseguir un determinado nivel sonoro, etc… Debe considerarse que distintas utilizaciones de los locales comportan distintos tiempos de reverberación óptimos.

Focos y niveles de producción de ruidos internos y externos: Los focos de producción de ruido pueden ser innumerables, tanto externos como internos. Se ha de considerar la importancia de los ruidos que generan los electrodomésticos, muchas veces no esperados o casi banalizados a pesar de su nivel sonoro.

Externos: tráfico, vecinos, agua, viento, lluvia, etc…

Internos: electrodomésticos, música conversaciones, televisión, etc… [9]

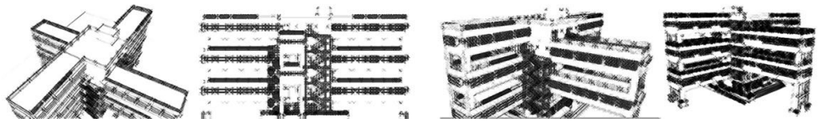
-Aspectos lumínicos: Para decir que se goza de confort visual, la visión debe percibir con facilidad aquello que interesa ver. Por lo tanto intervienen tres parámetros de mucha importancia: la iluminancia, el deslumbramiento y el color de la luz.

La iluminancia o cantidad de luz se mide en lux (1 lux=lumen/m²). Sin embargo el ojo humano puede apreciar iluminancias comprendidas entre 3 y 100,000 lux, pero para poder desarrollar cómodamente una actividad necesita como mínimo desde 100 lux, en caso de

Ilustración 6. Iluminación cenital del Panteón de Roma, Italia. Fuente: www.construmatica.com

[8] López, María. Diplomado internacional ACAACAAPC. Chiapas. 2003

[9] López de Asiain, Jaime. "Arquitectura, ciudad, medioambiente". Universidad de Sevilla, Sevilla. 2001



carencia visual alta hasta 1000 lux. En este punto es también muy importante la cantidad de luz relacionada con la luminancia, ya que en el caso de ser excesiva provoca el deslumbramiento.

Niveles lumínicos medios: estos tienen una calidad relativa, debido a que son obtenidos en base a estadísticas, situaciones y factores variables que pueden condicionar la visibilidad o correcta percepción, a continuación algunos valores definidores lumínicos:

ILUMINANCIA (valores generales)	
Actividades con esfuerzo muy alto, dibujo de precisión, joyería, etc.	1,000 lux
Actividades con esfuerzo visual alto o muy alto de poca duración, lectura, dibujo, etc.	750 lux
Actividades con esfuerzo visual medio o alto de poca duración, trabajos generales, etc.	500 lux
Actividades con esfuerzo visual bajo o medio de poca duración, almacenaje, circulación.	250 lux

VALORES DE LUMINANCIAS (correspondencia con iluminancias)		
Código visual	Luminancia (cd/m²)	Iluminancia horizontal (lux)
Rostro humano muy poco visible	1	20
Visión correcta al rostro	10-20	200
Optimo con trabajos normales	100-400	2,000
Superficies con reflexión >0.20, muy iluminadas	>1,000	20,000

Tabla 2. Iluminancia y valores de luminancias. Fuente: Elaboración propia con base en: Serra, Rafael. Arquitectura y energía, Barcelona, ediciones UPC. 1999

1.2.4 Aspectos constructivos

Aspectos de funcionamiento: En el diseño bioclimático es fundamental mantener en cuenta los aspectos de funcionamiento de los elementos constructivos, ya que se fallaría en solo pensar llenar los requisitos bioclimáticos y ver de lejos lo constructivo ya que se pondría en riesgo un proyecto entero, deben ir de la mano. Los distintos materiales funcionaran de manera diferente según sus características y propiedades y según sea su uso.

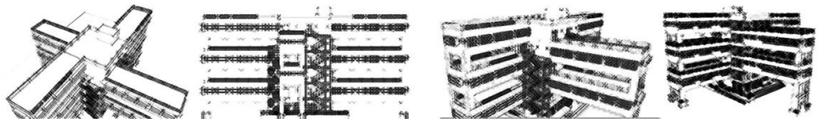
La eficacia y eficiencia de los distintos elementos constructivos para el control o manipulación de las condiciones térmicas, lumínicas y acústicas se definen por la manera en que los materiales empleados absorben, transmiten, conducen y acumulan energía.[10]

El **desfase térmico** Indica el período de tiempo entre el momento en el que una forma de radiación incide sobre un elemento y el momento en que, tras atravesarlo, es cedida al otro lado. Es un dato de gran interés, pues en función de los materiales usados y sus espesores, se puede controlar el período del día en el que empezará a penetrar el calor acumulado.
Se mide en horas.[11]

Sería absurdo el someterse a solo una clase de construcción sobre materiales y elementos constructivos, simplemente cada material es útil según sus propiedades, y se utilizan según lo que se quiere lograr, las características principales que se deben tomar en cuenta son: resistencia térmica, capacidad térmica, coeficientes de transmisión, absorción, reflexión y refracción de la luz.

PROPIEDADES TÉRMICAS DE DISTINTOS MATERIALES			
Material	Densidad kg/m³	Color especifico Wh/kg °C	Conductividad térmica W/m °C
Estructural			
Granito	2.600	2,5	0,25
Hormigón aligerado	1.200	0,4	0,28
Hormigón denso	2.100	0,23	1,30
Obra de ladrillo			
Ligero	1.300	0,22	0,40
Medio	1.700	0,22	0,75
Denso	1.900	0,22	1,0
Exteriores			
Mármol	2.500	0,22	2,0

[10] López, María. Diplomado internacional ACAACAAPC. Chiapas. 2003
[11] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



Vidrio-ventana	2.500	0,5	1,05
PVC rígido	1.350	0,29	0,16
Aluminio	2.800	0,25	160
Acero al carbono	7.800	0,1	450
Acabados			
Yeso	950	0,23	0,16
Parquet	650	0,33	0,14
Aislantes			
Lana mineral	300	0,28	0,06
Poliestireno expandido	30	0,39	0,038
Espuma formaldeido	10	0,39	0,04
Vidrio celular	175	0,28	0,17

Tabla 3. Propiedades Térmicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia con base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998

Materiales	Fluctuaciones de temperatura en función del espesor del muro					
	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	60cm
Adobe	…	10°C	4°C	4°C	5°C	…
Ladrillo	…	13°C	6°C	4°C	…	…
Hormigón	…	15°C	8°C	5°C	3°C	3°C
Ladrillo (magnesio)	…	19°C	13°C	9°C	7°C	5°C
Agua	17°C	10°C	7°C	6°C	6°C	5°C

Tabla 4. Propiedades Termicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia con base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998

MATERIALES	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA (kcal/hm°C)	ESPESOR RECOMENDADO (cm)
Adobe	0.45	20-30
Ladrillo	0.63	25-35
Hormigón	1	30-45
Agua	…	15 o más

Tabla 5. Propiedades Térmicas de distintos materiales. Fuente: Elaboración propia en base en Olgyay, Víctor, Arquitectura y clima, Barcelona, editorial Gustavo Gili. 1998

1.2.5 Aspectos de economía constructiva: Al pensar en estrategias bioclimáticas para el diseño arquitectónico, se toma de forma casi inmediata la idea fundamental acerca del aprovechamiento de los recursos naturales, de una manera racional y consciente, es por eso que se sugiere la utilización de recursos locales, debido a que se reducen costos vitales en la obra, como los costos de transporte que suelen ser bastante caros consecuencia de las alzas del combustible, por lo general cada región del país tiene su cultura constructiva correspondiente a sus necesidades y posibilidades.[12]

Aspectos de durabilidad: Generalmente las mismas culturas constructivas son las que muchas veces determinan el correcto funcionamiento de los materiales, no sólo al inicio de la obra, sino también en su continuidad en el tiempo, en su ciclo de vida útil se podría decir. La edificación debe concebirse en base a su potencial funcionamiento en el tiempo. Se recomienda por eso optimizar el buen uso de los materiales o recursos constructivos, se ha de valorar para estos fines la modulación de los mismos, para evitar desperdicios sin sentido o “cuchillas” como se le llama popularmente en Nicaragua, ya que esto solo crea basura y pérdida de dinero, esto se puede lograr modulando las áreas en base a los materiales como si de un rompecabezas se tratara, en los últimos años se han diseñado paneles constructivos los cuales aligeran el tiempo en obra, lo cual es un significativo ahorro de plata, poseen propiedades termo-acústicas y altas resistencias a sismos y esfuerzos estructurales, esto en cierta forma crea ventajas y desventajas; las ventajas son los costos reducidos, pero la desventaja principal es el acceso a este tipo de panelización. Sin embargo hay quienes dicen que toda obra con enfoque bioclimático siempre tiene costos

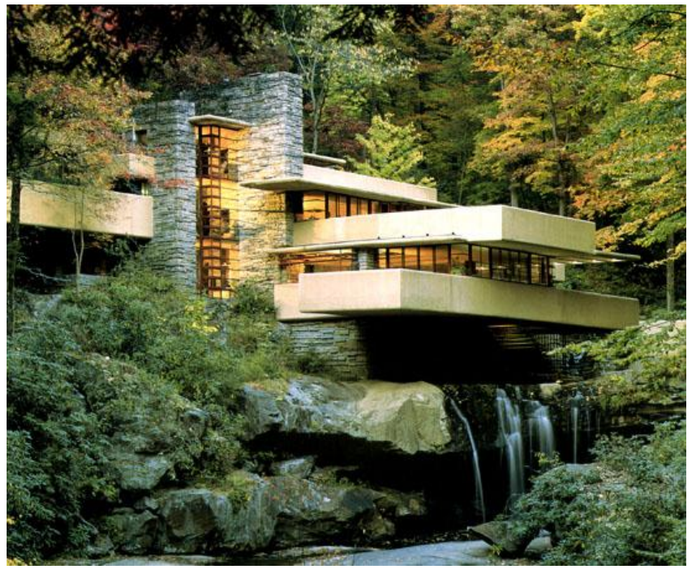
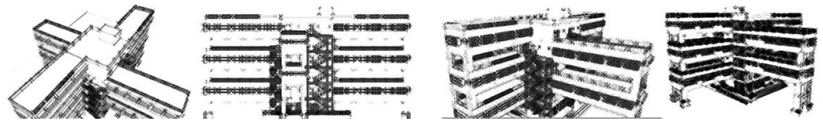


Ilustración 8. La casa Kauffman "casa de la cascada" del arquitecto norteamericano Frank Lloyd Wright. Fuente: www.plataformaarquitectura.cl

[12] López, María. Diplomado internacional ACAACAAPC. Chiapas. 2003



altos, pero que a largo plazo se ve el ahorro en cuanto a energía por ende en dinero de los respectivos usuarios.

Uno de los mejores ejemplos de un buen uso de materiales locales, en elección, modulación y durabilidad en la arquitectura mundial es la “Casa de la cascada” del arquitecto Norteamericano Frank Lloyd Wright. Da la impresión de que la obra ya estaba ahí, que surgió por medio de la naturaleza. Sin embargo posee ciertas molestias acústicas por el ruido de la cascada.

1.2.6 Aspectos antropológicos y culturales

Estos aspectos son especialmente determinantes del confort psicológico del usuario de cualquier edificación. Desde el último siglo y comienzos de este se ha observado continuamente y sufrido en muchos casos la problemática del desarraigo, de una confusión poblacional motivada por la pérdida de raíces, costumbres y tradiciones provocadas por la globalización que se expande cada día más. El desarraigo viene motivado además por un alejamiento de la sociedad original a la que pertenecía el sujeto. Sin embargo no hay que olvidar que la arquitectura tiene una gran responsabilidad, “la arquitectura siempre es marco de la sociedad, es donde se desarrolla esta, donde tiene su pasado, presente y futuro y donde se permite el cambio gradual de las condiciones estético-culturales que marca la historia”. Debido a esto es que los aspectos histórico-antropológicos y estético-culturales siempre deben estar presentes a la hora de tomar el problema del diseño arquitectónico-bioclimático ya que la intención principal siempre será la búsqueda de un confort y con ello una mejor calidad de vida, y un menor impacto al ambiente.[13]

1.3 Estado actual de la arquitectura referente al bioclimatismo

Los inicios del bioclimatismo se remonta allá por los años 70, consistió en una postura alimentada por los estudios de los sistemas naturales y culturales, totalmente distinto al que en ese momento aportaba el movimiento moderno. Se produjo entonces una voluntad, la cual consistía en no reducir todo aquello que pudiera tener que ver con la producción de la ciudad o de las nuevas formas de arquitectura a un problema científico o ingenieril, y mucho menos a una elaboración formal o historicista.

Tres factores son los que se destacan dentro de esa voluntad:

- La prominente **evolución** de la actitud científica y tecnológica, a partir de los años 60, que iba en el sentido de corregir el excesivo optimismo con que la ciencia se planteaba la posibilidad de intervenir en los sistemas humanos y naturales y que además conllevaba a respetar esos sistemas, a los que, claramente se estaban dañando, destruyendo con carácter irreversible.

Ilustración 9. Casa de adobe en Granada, Nicaragua. 2011 por Juan Sibaja. Fuente: Casasantiguas.net

- La **sociedad** como tal, se ha vuelto cautelosa respecto a los excesos de la tecnología y respecto al hecho de que sea predominantemente la ciencia la que sirva para proyectar nuestro propio futuro.
- La **incorporación,** que en todo caso es posible hacer, de una actitud dialógica en las posturas que los arquitectos van tomando con el trato a la naturaleza. El entorno natural y la arquitectura deben interrelacionarse e influirse mutuamente.[14]

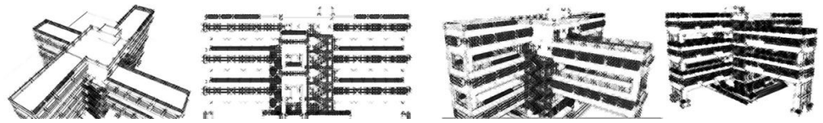
Hoy en día se pone de moda un nuevo enfoque arquitectónico que quiere como fin el recuperar la influencia del lugar en las decisiones íntimas del diseño, sin embargo que empieza básicamente en considerar las condiciones climáticas, y que no renuncia a la necesidad de incorporar aspectos históricos y culturales del mismo.

Lo anterior coincide con la crisis de energía mundial que se dio allá por 1974 y con la constante preocupación de los efectos contaminantes de la sociedad, creándose así una cierta confusión disciplinar. Se da una colaboración por parte de varios tipos de científicos en los temas de arquitectura, precisamente en arquitectura solar, sistemas solares pasivos, arquitectura biosolar, etc. Se forman numerosas asociaciones y

Ilustración 10. Embajada de España en Granada, Nicaragua. 2013. Fuente: colección propia

[13] López de Asiain, Jaime. “Arquitectura, ciudad, medioambiente”. Universidad de Sevilla, Sevilla. 2001

[14] López de Asiain, Jaime. “Arquitectura, ciudad, medioambiente”. Universidad de Sevilla, Sevilla. 2001



movimientos en que los arquitectos participan pero donde se encuentran un poco confusos y algo marginados por lo predominantes de los aspectos científicos y técnicos que se discuten, ahogando por así decirlo el verdadero desarrollo de la arquitectura en sí misma.[15]

En la ilustración 9 y 10 respectivamente se puede apreciar una diferencia en cuanto a la arquitectura, en la primera se ve el estilo tradicional de la ciudad de Granada, sin embargo en el mismo contexto de la ciudad se encuentra la otra edificación con intenciones del movimiento bioclimático.

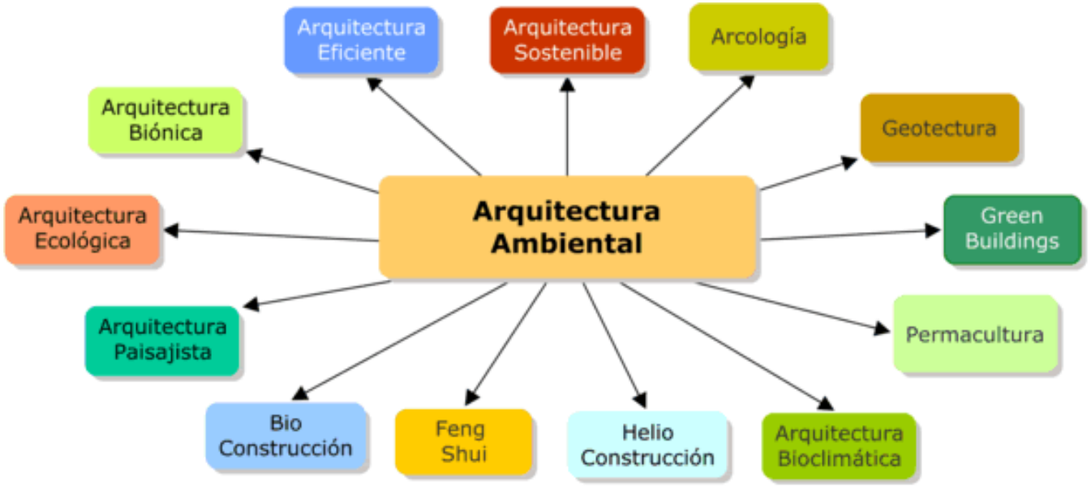


Ilustración 11. Diagrama componentes de la arquitectura ambiental. Fuente: artevidasocial.blogspot.com

1.4 Estrategias generales en función del clima

1.4.1 Clima cálido-seco: Es caracterizado por las altas temperaturas durante el día y bastante frías por las noches.

Recomendaciones de diseño:

- Son convenientes ubicaciones que protejan en verano de la radiación solar y de los vientos cálidos; en el interior de bosques (más frescos y húmedos), en áreas geográficas deprimidas (si son zonas muy secas y no tienen problemas de frío y humedad en invierno) y en zonas cercanas a masas de agua, ya que refrescan el ambiente al evaporarse.
- Se intenta reducir la exposición a la radiación solar mediante asentamientos compactos e incluso semienterrados, generando sombras proyectadas de unas superficies sobre otras, pintadas de colores claros para reflejar los rayos solares.
- Al producirse una gran oscilación de temperaturas día-noche, se utilizan materiales de gran inercia térmica para retrasar la entrada de calor diurno al interior. Los aislamientos colocados en la cara exterior de la obra aseguran que sólo una pequeña parte del calor exterior atraviese la piel del edificio hasta su interior, mientras que la masa interior absorberá el calor generado en el interior del edificio para liberarlo por la noche, cuando la temperatura es mucho más baja.

Ilustración 14. Casa con patio interno con fuente de agua en Cádiz, España. Fuente: www.sitesgoogle.com

- La inclusión de patios, con presencia de agua y plantas para humidificar el ambiente, facilita el almacenamiento del aire fresco de las noches.
- Es necesario evitar una excesiva permeabilidad al aire caliente diurno en verano. Las aberturas al exterior, son pocas, pequeñas, y protegidas mediante voladizos, persianas o vegetación, se cierran en las horas de más calor y se abren por la noche al aire fresco.[16]

Ilustración 13. Complejo habitacional semienterrada en Tunisia. Fuente: Mayorga, Eduardo. Arq. Curso de titulación Diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

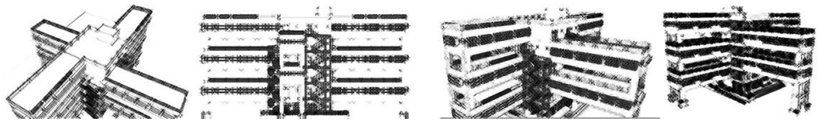
1.4.2 Clima Frío: Este tipo de clima se caracteriza particularmente por poseer temperaturas bajas en invierno y suaves durante la estación de verano.

Recomendaciones para el diseño:

Ilustración 12. Museo de arte contemporáneo en Helsinki, Finlandia. 1998. Fuente: eldesiertodehielo.blogspot.com

[15] López, María. Diplomado internacional ACAACAAPC. Chiapas. 2003

[16] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013



- Las edificaciones se agrupan, protegiéndose mutuamente del viento, o se entierran. Son construcciones compactas, herméticas y fuertemente aisladas, con el mínimo de superficie expuesta al frío exterior para mantener el calor generado en el interior, Sin embargo, cuando el grado de radiación solar lo permita, es fundamental propiciar el asoleo de los edificios, protegiéndolos al mismo tiempo del frío exterior.
- La edificación debe situarse en laderas orientadas al sur y protegidas del norte, por ejemplo, mediante la vegetación, que puede actuar como pantalla de protección frente a los vientos fríos.
- Las ubicaciones próximas al mar pueden ser aconsejables porque suavizan las temperaturas, mientras que las cercanas a ríos o lagos pueden provocar el estancamiento de la humedad con el consiguiente aumento de la sensación de frío y la aparición de nieblas que interfieren la radiación solar.[17]

1.4.3 Clima templado: Básicamente consisten en climas complejos, ya que es una combinación de los anteriores en diferente grado. Uno de los más representativos es el clima mediterráneo (templado – cálido – húmedo, con verano seco) que presenta tres variantes; continental, marítimo y de montaña.

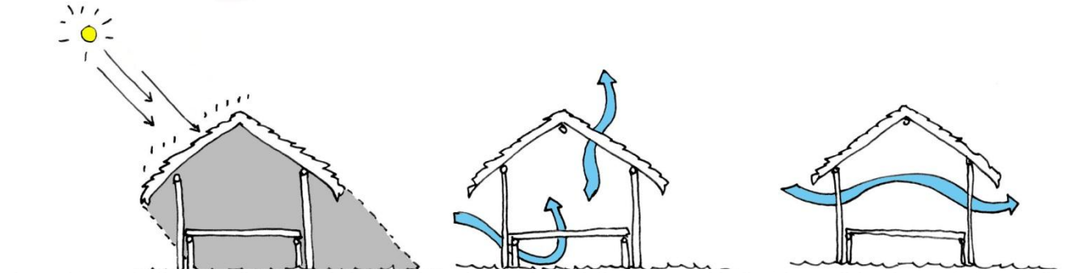


Ilustración 15. Gráfico para climas templados, emplazamiento sobre palafitos. Fuente: bioclimática tradicional.www.farfanestrella.es

Recomendaciones para el diseño:

- En climas mediterráneos continentales son aconsejables las aberturas al sur que permitan el aprovechamiento de la energía solar en invierno, siempre que dispongan de protección solar en verano y aislamiento (por ejemplo contraventanas interiores) para las épocas frías. Debe facilitarse la ventilación selectiva (en las noches estivales), pero sin descuidar la incidencia de los vientos fríos invernales.
- La inclusión de masa térmica interior facilitará la absorción del exceso de calor diurno interior, por lo que es recomendable la colocación del aislamiento por la parte exterior de los cerramientos soleados. En cerramientos sin posibilidad de captación en invierno, el aislamiento facilitará su calefacción mediante energías añadidas.[18]

[17] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

1.4.4 ¿Cómo diseñamos en nuestro clima cálido-húmedo?

El clima Cálido Húmedo se caracteriza por las altas temperaturas diurnas y nocturnas y por su elevada humedad ambiental.

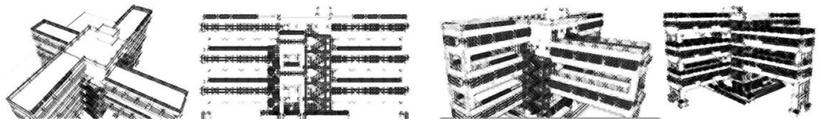
Algunas recomendaciones para diseñar:

- Es necesaria una fuerte protección frente a la radiación directa y difusa; persianas, celosías, voladizos, pero más importante es garantizar una buena ventilación diurna y nocturna que aumente la sensación de bienestar.

Ilustración 16. Casa de la madre del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica, ejemplo de estrategias incorporadas en climas cálidos-húmedos. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004

- Para aumentar el confort en los días más calurosos se ha de aumentar la velocidad Del aire que incide sobre los ocupantes, por su efecto refrigerante directo y por el enfriamiento derivado de una evaporación más rápida del sudor. La disposición de los edificios, alargados y estrechos, con un factor de forma elevado y con aberturas importantes, no debe crear barreras al paso de los vientos suaves.
- Las edificaciones poco asentadas en el terreno favorecen la circulación del aire y, en consecuencia, la disminución de la humedad. Por lo tanto, son aconsejables los emplazamientos elevados porque proporcionan mayor posibilidad de ventilación. En climas muy húmedos es recomendable la construcción separada del terreno (palafitos) para obtener una mayor exposición a las brisas.
- En zonas muy húmedas no se recomienda ubicaciones cercanas a bosques, ya que aumentan la humedad ambiental y obstaculizan el paso del viento. Por el contrario, las

[18] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013



ubicaciones próximas al mar son aconsejables, mientras que las cercanas a ríos o lagos deben garantizar las corrientes de aire que eviten el estancamiento de la humedad.

- Las formas dispersas (poco compactas) facilitan las posibilidades de ventilación, al mismo tiempo que aumentan la refrigeración nocturna por la mayor superficie de radiación a la bóveda celeste durante la noche.

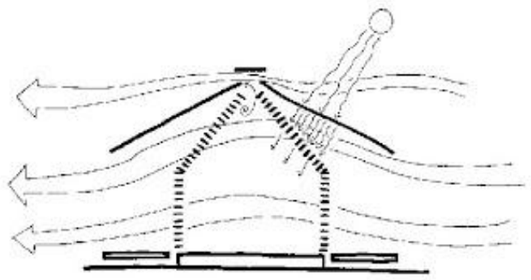


Ilustración 17. Esquema de estrategia de ventilación en la obra del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004

- Los retranqueos en fachada pueden ser convenientes pero si son excesivos y no están convenientemente diseñados, pueden provocar el estancamiento del aire en algunas áreas, impidiendo el control dl calor y la humedad.
- Las cubiertas y fachadas sobrepuestas y ventiladas ayudan a refrigerar el edificio.
- La inercia térmica no supone siempre una ventaja ya que son muy reducidas las variaciones de temperaturas día-noche y entre estaciones.
- Es necesario favorecer la circulación del aire mediante huecos de ventilación. Para ello se colocarán las aberturas en fachadas opuestas (soleadas-en so mbra), o en diferentes plantas para favorecer el tiraje térmico (sótano-bajo cubierta), siendo aconsejable la inclusión de corredores.

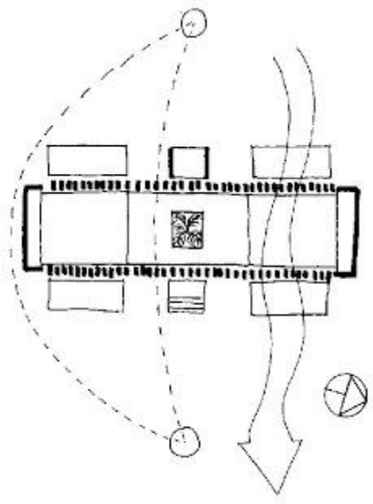


Ilustración 18. Diagrama de ventilación en planta de la obra del arquitecto Benjamín García Saxe en Costa Rica. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. 2004

- Las grandes alturas interiores permitirán la estratificación del aire caliente. Es conveniente elegir colores claros y superficies rugosas en fachadas y en cubiertas.[19]

Según Profesor Javier Neila, en su libro *arquitectura bioclimática en un entorno sostenible* las estrategias edificatorias en climas cálidos-húmedos serían:

- Espacios exteriores en torno a la vivienda para realizar la vida en ellos.
- Voladizos que generen sombras en los espacios exteriores.
- Huecos grandes para facilitar la ventilación, protegidos con celosías, contraventanas, cotinajes, etc., para dificultar la entrada de la radiación solar.
- Colores de las fachadas claros para reflejar la radiación solar.
- Muros y cubiertas ligeros que faciliten la autoventilación.
- Construcciones sobreelevadas para facilitar la ventilación por debajo del edificio y evitar la entrada de la humedad del suelo.[20]

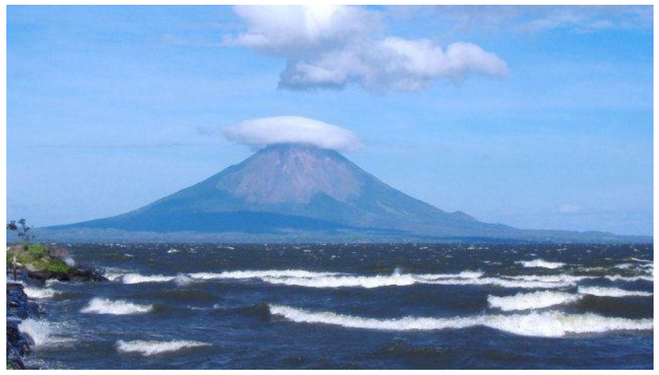


Ilustración 19. Vista del lago Xolotlán en Managua, Nicaragua. Fuente: www.nuevaya.com.ni

Con base a lo anterior, referido al clima cálido-húmedo que es el que existe en Managua, en el sitio elegido, podemos agregar que en nuestro caso particular, el microclima consta de bastante presencia de humedad en el ambiente ya que existen grandes cuerpos de agua a considerar, como lo son: el lago Xolotlán y las lagunas de Tiscapa, Nejapa y Asososca que contribuyen a la sensación de bochorno en la mayoría de las horas sol y que continua por las noches, además de eso su "altura media sobre el nivel del mar es de 50 metros"[21] y ya se tiene por entendido en este documento que entre más cerca del nivel del mar se esté, existe un aumento de temperatura. Por lo tanto se tendrán que usar estrategias que optimicen la ventilación, pero que al mismo tiempo se aproveche la iluminación natural.

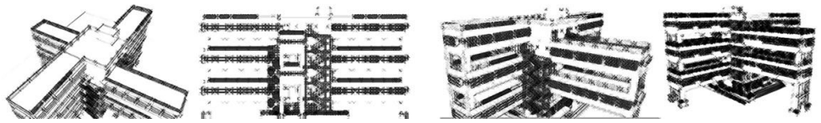
1.5 Otras estrategias bioclimáticas

1.5.1 Masa térmica del edificio: Esta es una estrategia para el control de la temperatura en los edificios, que se vale de las propiedades termo físicas de los materiales de construcción.

[19] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

[20] Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, 2004.

[21] Alcaldía de Managua, Dirección de planificación/estadísticas. Caracterización del municipio de Managua. 2005



Los materiales pesados tienen capacidad de almacenar gran cantidad de calor, proporcionando una oscilación de temperatura interna inferior a la oscilación de la temperatura externa, al mismo tiempo posibilitan un retardo del paso del calor del exterior al interior.

Esta estrategia es apropiada para lugares donde la diferencia de temperatura el día y la noche sea elevada, lo que significa que la presión de vapor es baja. [22]

La aplicabilidad de masa térmica está limitada por al momento en que la humedad alcanza valores superiores a la zona de bienestar térmico.

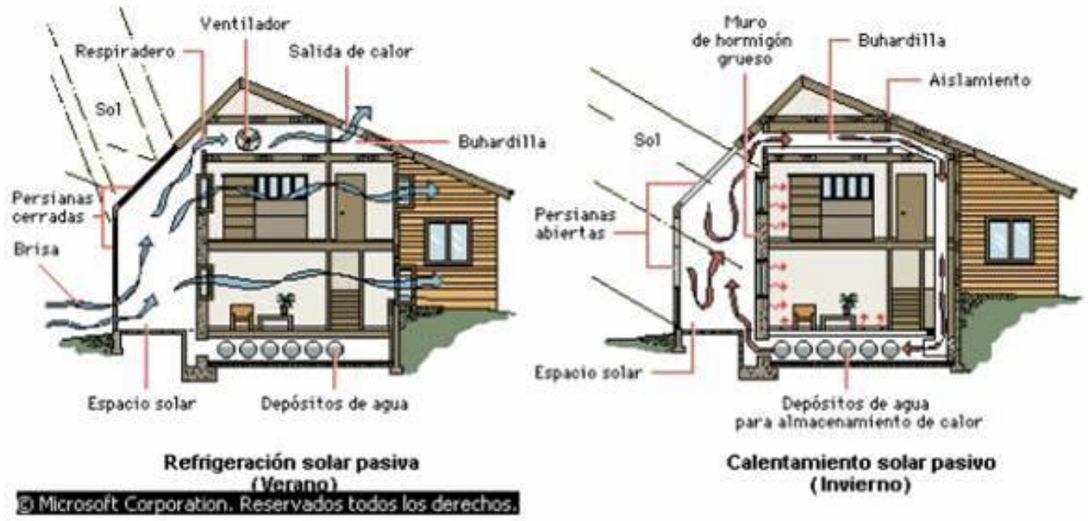


Ilustración 22. Representación de la estrategia "masa térmica del edificio" Durante el verano y el invierno respectivamente. Fuente: www.microsoftcorporation.com

En la ilustración 20 se puede apreciar el querer disipar el calor por el verano con la estrategia del edificio en conjunto con otras estrategias de ventilación e iluminación, ayudados también por los materiales de construcción, y por el invierno se preocupa por ganar el mayor calor durante las horas sol con el fin de

Ilustración 20. Ejemplo uso de la estrategia masa térmica y ventilación nocturna en Túnez. Fuente: Mayorga, Eduardo. Arq. Curso de titulación Diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

[22] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

mantener el bienestar humano durante las 24 horas.

1.5.2 Masa térmica y ventilación nocturna: La efectividad de la estrategia se puede aumentar utilizando como medio de enfriamiento adicional la ventilación nocturna, que básicamente consiste en mantener el edificio cerrado durante las horas calurosas del día y ventilar la masa estructural a la noche, cuando las temperaturas son menores Para obtener mayores ventajas de esta estrategia de diseño, es importante reducir al máximo la ganancia de calor en la edificación, protegiendo del sol las aberturas y haciendo las paredes exteriores que reciben el sol lo más reflejantes posibles.[23] La ilustración 21 muestra como se puede aprovechar la masa termica del edificio para ventilar por la noche usando materiales de barro, y grandes anchos de muro con ventanillas pequeñas pero con paredes altas.

1.5.3 Enfriamiento evaporativo: Este principio de enfriamiento consiste en hacer pasar una corriente de aire caliente y seco sobre una superficie con agua, o a través de un material humedecido. El agua se evapora, consumiendo para ello una cantidad de energía que toma del aire. De este modo se produce una reducción de la temperatura del aire y un aumento de su humedad. El límite máximo de temperatura en que es aplicable esta estrategia depende de la capacidad de enfriamiento del aire que es movido en todo el edificio. [24]

A nuestro criterio, en nuestro tipo de clima es válido usar este tipo de estrategia, debido a que en nuestro medio ambiente aun contamos con mucha vegetación, y es un método para enfriar el aire bastante barato y accesible.

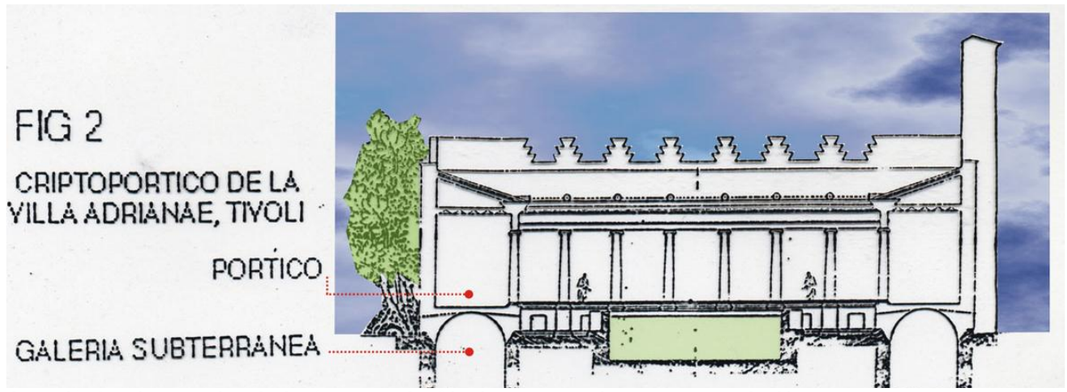
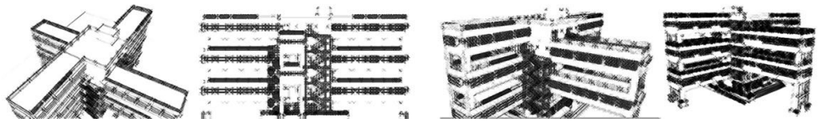


Ilustración 21. Diagrama ejemplo de cómo crear el enfriamiento evaporativo. Fuente: www.hackitectura.net

[23] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

[24] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013



1.5.4 Calentamiento pasivo: En regiones donde las temperaturas mínimas extremas son menores de 20° y sus medias diarias se encuentran dentro de la zona de bienestar térmico, es posible controlar las condiciones internas mediante edificaciones de gran capacidad de almacenamiento de calor. En este caso se pretende que el edificio absorba y almacene cierta cantidad de calor durante el día y lo desprenda hacia el interior durante la noche cuando las temperaturas son bajas.

Utilizar en las superficies exteriores colores oscuros, ventanales expuestos a la radiación solar, protegerse de los vientos fríos, son aspectos básicos a considerar en el diseño de edificios en esas condiciones.

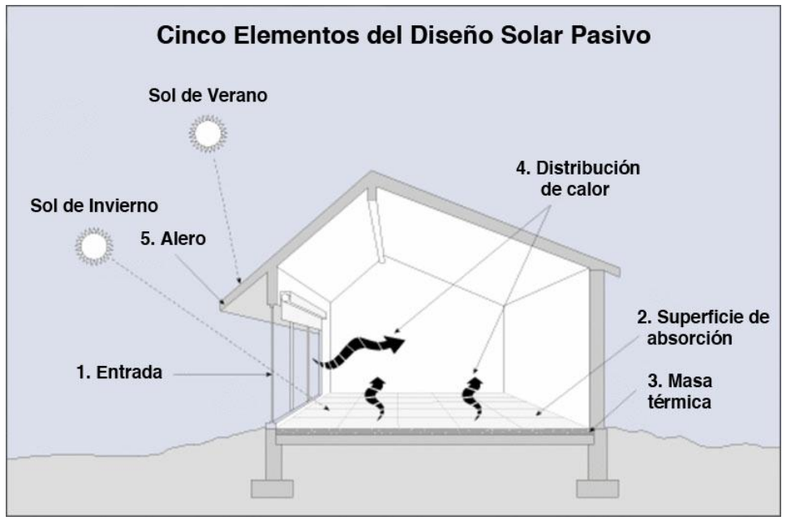


Ilustración 23. Método de calentamiento pasivo. Fuente: ponce.sdsu.com

Existe una gran variedad de sistemas pasivos de calentamiento, basados en el aprovechamiento de la energía solar y la utilización del edificio como medio de transformación y almacenamiento de energía calorífica. Estos sistemas están condicionados por cuatro formas de disponer la energía del sol; *captación, almacenamiento, distribución y conservación.*[25]

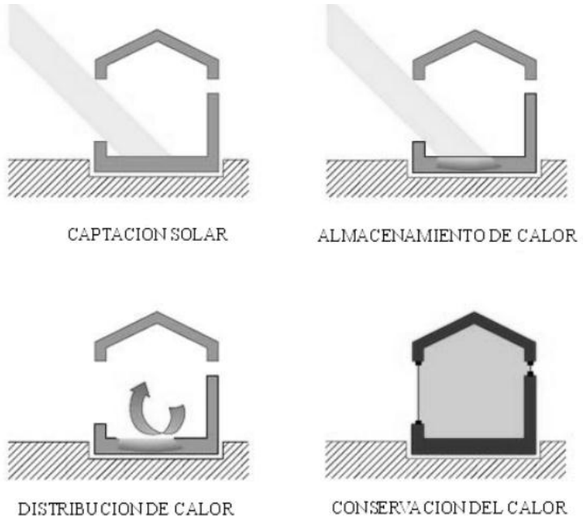
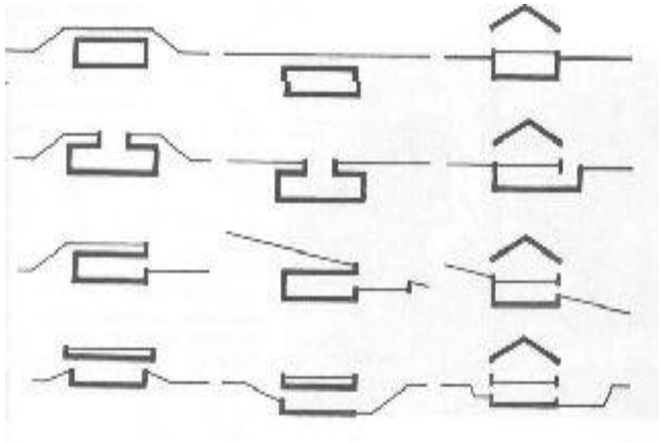


Ilustración 24. Ilustración 24. Distintas formas de captar calor. Fuente: Mayorga, Eduardo. Curso de titulación DACEB. 2013

De la buena, eficiente y eficaz captación solar dependen muchos factores de confort.

1.5.5 Aprovechamiento climático del suelo: La elevada inercia térmica del suelo provoca que las oscilaciones térmicas del exterior se amortigüen cada vez más según la profundidad. A una determinada profundidad, la temperatura permanece constante (es por eso que el aire del interior de las cuevas permanece a una temperatura casi constante e independiente de la temperatura exterior). La temperatura del suelo suele ser tal que es menor que la temperatura exterior en verano, y mayor que la exterior en invierno, con lo que siempre se agradece su influencia. Además de la inercia térmica, una capa de tierra puede actuar como aislante adicional.[26]

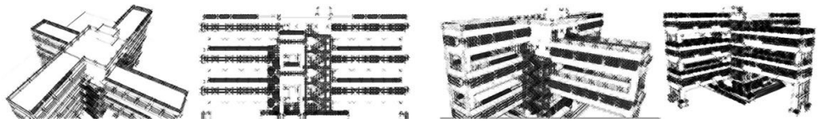


{Ilustración 25. Formas de usar el suelo para climatizar pasivamente. Fuente: Neila, Javier, Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible, 2004.

Ilustración 26. Uso del suelo como controlador térmico, Palacio de Aiete en San Sebastián, España. Isuuru Arquitectos. Fuente: diariodesing.com

[25] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013

[26] Mayorga, Eduardo. Curso de titulación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático, Universidad Nacional de Ingeniería. 2013



1.6 Factores determinantes para el diseño bioclimático

Los factores cuya influencia modifican las condiciones climáticas antes obtenidas son: la forma del terreno con sus peculiaridades topográficas, el tipo de superficie, la vegetación, la presencia de agua y la naturaleza del área y de sus alrededores.[27]

1.6.1 Formas y tipo del territorio: Con respecto a la radiación solar hay que tener en cuenta las formas geométricas del área en dos niveles: las orientaciones y valor de sus pendientes, que afectan al grado de insolación de las distintas superficies y, por tanto, a su temperatura, creando gradientes térmicos entre lugares próximos (ver ilustración 27). Estas formas quebradas, dependiendo de su magnitud y orientación, pueden formar obstrucciones a los rayos solares dejando unas áreas en sombra y otras soleadas cuyas temperaturas serán distintas, marcando aún más los gradientes de temperaturas entre puntos muy próximos, en las que varían el número de horas de insolación. La diferencia de radiación en las distintas superficies de una misma área influye en la distribución de las temperaturas dentro de ella interviniendo en la formación de brisas. Las áreas sobrecalentadas crearán corrientes de aire de tipo ascendente, y los gradientes de temperatura provocarán brisas en el sentido de conseguir el equilibrio.

Las formas geográficas pueden variar las características de los vientos de modo que los vientos dominantes en el sector no coinciden en dirección e intensidad con los generales de la zona. Las características topográficas pueden crear áreas protegidas en las que la velocidad es prácticamente nula y otras sobreexpuestas en las que el valor de la velocidad del viento es superior a la de los datos ofrecidos por el observatorio meteorológico. La velocidad del viento en lo alto de una colina se acelera por compresión de las corrientes de aire (ver ilustración 28).

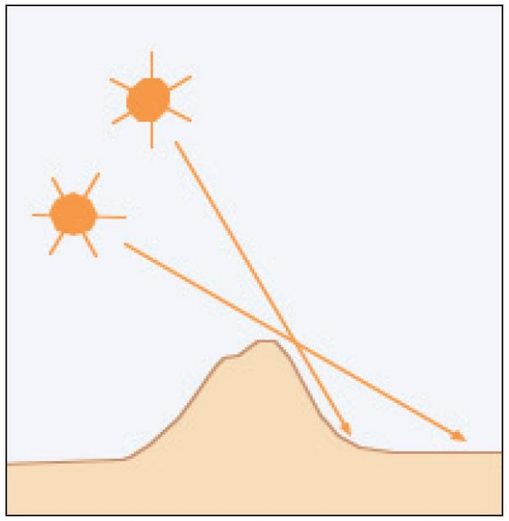


Ilustración 28.Obstrucciones solares. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

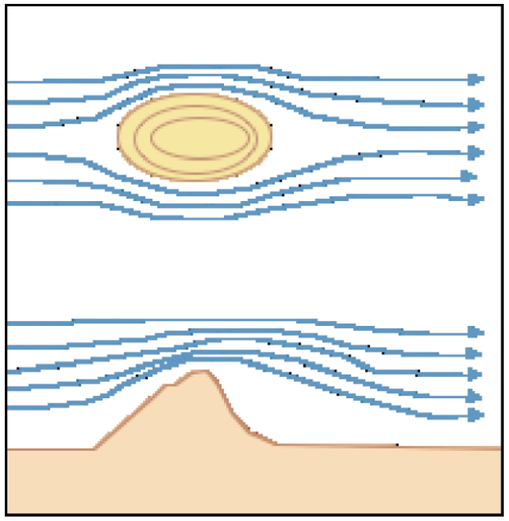


Ilustración 27. Acción del viento en una Colina. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Otro factor a tener en cuenta es el tipo de material de que están compuestos los terrenos: incide en la reflexión de los rayos solares y por tanto en la radiación incidente sobre el entorno. Por otro, lado, por su capacidad de recoger agua y devolverla lentamente, influye en la humedad ambiental, y de un modo indirecto, en el tipo de vegetación que se encuentra o puede ser plantada en las proximidades.[28]

1.6.2 El agua:

La presencia de agua, tanto superficial como subterránea, influye en las cualidades climáticas del área próxima. En general, su acción es la de modificar las condiciones de humedad y las de temperatura.

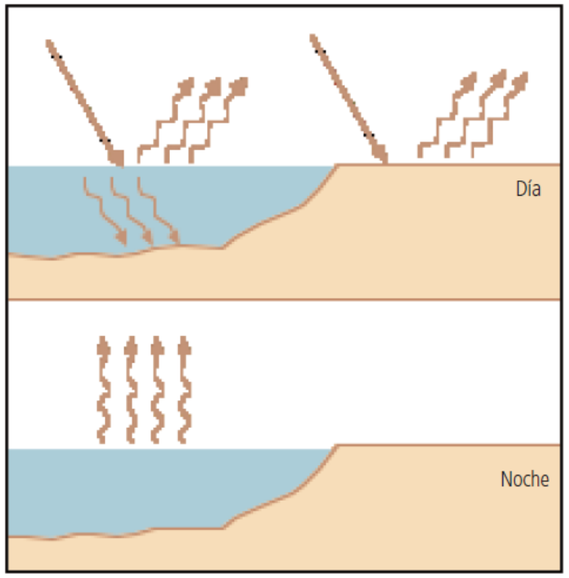


Ilustración 29. Acción regulador térmico masa agua. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

-Aguas superficiales: Dado que las masas de agua no se calientan tanto como la tierra cuando están sometidos a radiación ni se enfrían demasiado durante la noche es por lo que actúan como reguladores térmicos (ver ilustración 29). La temperatura superficial, bastante estable, influye en la temperatura del aire adyacente, produciendo un enfriamiento durante el día y templándolo durante la noche.[29]

-Aguas profundas: se abastece la mayor parte de la población canaria, no producen en sí mismos alteraciones a las constantes climáticas. Su presencia, sin embargo, puede ser definitiva para la existencia de otros elementos como la vegetación, que sí interviene; en este

[27] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[28] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[29] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

sentido un aprovechamiento bien estudiado de estos acuíferos sí puede influir en las condiciones medioambientales de un terreno.

Muchas veces son también un factor determinante de la capacidad de un territorio para albergar determinados usos humanos, entre ellos el urbano.

Dentro de este factor es necesario tener en cuenta la vulnerabilidad, riesgo de contaminación de los acuíferos, pues un mal proyecto de desarrollo de las actividades puede eliminar absolutamente la capacidad de acogida de la zona para los usos previstos (ver ilustración 31).

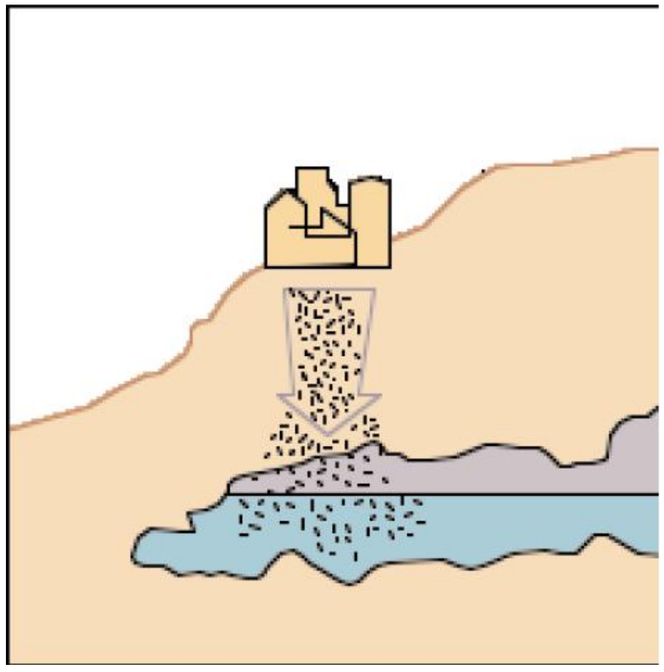


Ilustración 32. Riesgo de contaminación. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

1.6.3 Masas de vegetación

La vegetación es un elemento modificador del clima en todos sus aspectos y en todas las escalas, desde los bosques que crean mesoclimas a las pequeñas terrazas de cultivo que modifican microclimáticamente su entorno.

La capa vegetal interviene en la modificación de la temperatura de la zona por su condición de absorber la luz solar, por el efecto de sombra y por la humedad de su transpiración, que modifica la temperatura del aire, corrigiendo las temperaturas medias y las oscilaciones máximas-mínimas.[30]

Las áreas cubiertas de plataneras, cultivos y matorral bajo son ejemplos de zonas cubiertas de vegetación donde la temperatura de la superficie es enfriada por la evaporación del agua transpirada a través de las hojas. Como las superficies de las hojas no se calientan mucho por el sol, este proceso reduce la temperatura del aire sobre la vegetación a lo largo del día (ver ilustración 30).

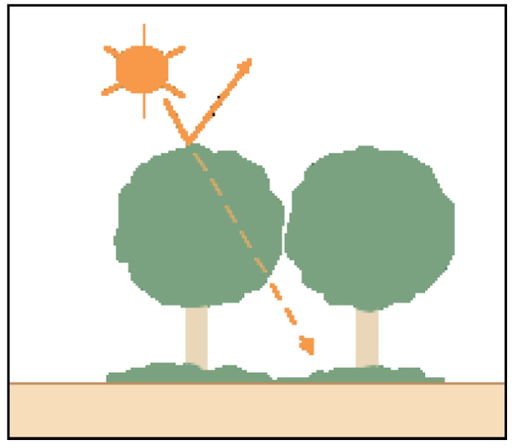


Ilustración 31. Absorción selectiva. Radiación solar. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

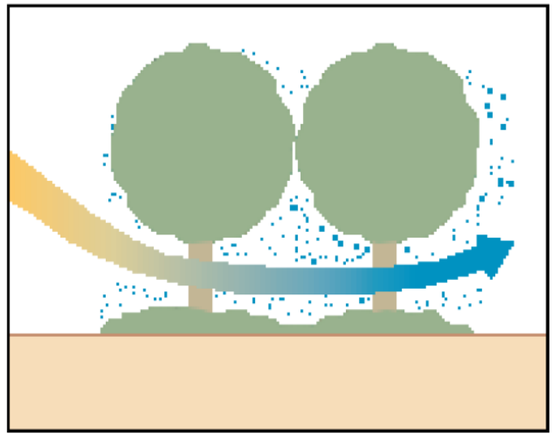


Ilustración 30. Humectación por evapotranspiración. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

La evapo-transpiración es el conjunto de pérdidas de agua en forma de vapor por la superficie del suelo (evaporación) y por la vegetación (transpiración); está influenciado por factores que dependen del tipo de suelo, de las condiciones climáticas y del tipo de vegetación (hay períodos en que las plantas necesitan mucha agua mientras en otros son poco sensibles a ella).

La humedad relativa del aire queda modificada por el fenómeno de evapo-transpiración, además de por la fijación de humedad que producen las plantas en sí mismas (ver ilustración 32). Dependiendo del tipo de cubierta vegetal los vientos se modifican en cuanto a su intensidad, y en función de su densidad y altura pueden convertirse en obstáculos que en determinadas zonas cambien además su dirección.

Por otra parte, la vegetación cambia los contenidos del aire fijando el polvo, enriqueciendo su contenido en oxígeno y reduciendo la cantidad de anhídrido carbónico.

La vegetación es uno de los elementos importantes a ser integrado en el diseño bioclimático, aprovechando sus efectos generales, sus posibilidades por especies (tamaño, contenido en

[30] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

agua, captación de radiación, tipo de sombra) y sus distintos comportamientos estacionales (hoja caduca o perenne, cambio de color, etc.).[31]

1.6.4 Mesoclimas específicos creados por condiciones geográficas especiales

-Mesoclimas de montaña: Las condiciones climáticas de las áreas montañosas son significativamente diferentes de las de los vecinos terrenos planos.

La radiación y la dirección de los vientos varían con la topografía, y por ello cada vertiente tendrá distintas características.

En una montaña aislada se aprecian procesos de calentamiento y enfriamiento más rápidos que en una planicie. Las oscilaciones de temperatura en la cima de una montaña son mayores que en el llano.

En las laderas de las montañas, dependiendo de su orientación, el sol puede incrementar la temperatura y las superficies recalentadas generan una corriente de aire superficial caliente ascendente por la ladera durante el día. Por la noche, cuando las superficies se enfrían, el gradiente de temperatura decrece y finalmente se invierte, circulando el aire, frío, en dirección contraria, es decir, descendente.

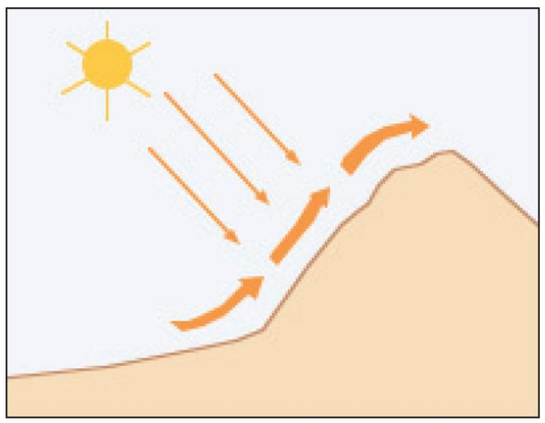


Ilustración 35. Acción viento y lluvia en montaña. Dia. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

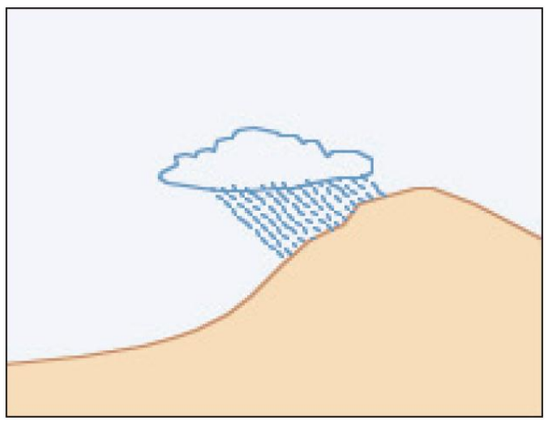


Ilustración 33. Acción viento y lluvia en montaña. Mayor frecuencia de precipitaciones. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

El viento, en su interacción con el relieve, ejerce una influencia notable. Al incidir sobre una montaña, el viento se desvía vertical y horizontalmente. Las presiones son mayores en la zona de barlovento que en la de sotavento, apareciendo aquí incluso depresiones. Las mayores velocidades se alcanzan en la cumbre y las menores en las zonas más bajas a sotavento.[32]

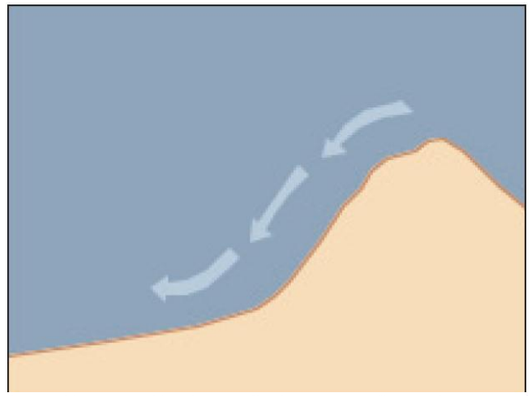


Ilustración 34. Acción viento y lluvia en montaña. Noche. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

-Mesoclimas de valles y barrancos: Debido a los gradientes de temperatura que se producen en las laderas, el aire tiene movimientos de ascenso (diurno) y descenso (nocturno) en laderas de valles y barrancos. A estos efectos, se añade el movimiento longitudinal en el fondo del mismo debido a los efectos de compresión-descompresión producidos por los desplazamientos laterales (ver ilustración 36).

Estos movimientos pueden verse incrementados o disminuidos por la posición del valle con respecto a los vientos dominantes.

Una situación paralela a los mismos aumentará el efecto de corriente longitudinal en el fondo del mismo, una posición perpendicular disminuirá dicho efecto y dará más protección a las zonas inferiores del valle.[33]

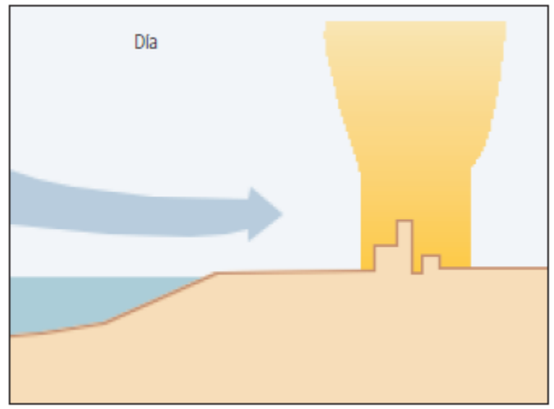
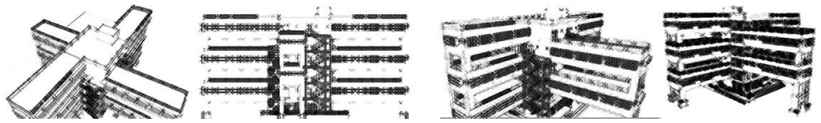


Ilustración 36. Circulación de brisas en valles y barrancos. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[31] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[32] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[33] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



-Mesoclimas con proximidad al mar: La influencia general del mar en zonas costeras ha quedado señalada anteriormente y, normalmente, su influencia se refleja en los datos de los observatorios próximos. Dentro de una franja relativamente estrecha a lo largo de la costa, el mar tiene un efecto modificador en la variación diaria de temperaturas.

En un tiempo moderadamente soleado, la tierra está más caliente que el mar, lo que hace que exista una brisa marina que fluye desde el mar hacia la tierra. Este efecto es mayor por la tarde y es un rasgo significativo en las áreas costeras. La dirección del viento tiende a hacerse contraria durante la noche. Este efecto es más notorio en las épocas de primavera y verano (ver ilustración 37).

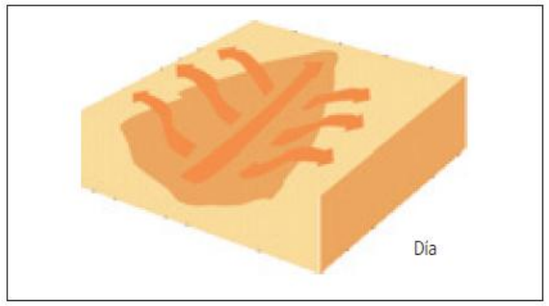


Ilustración 37. Acción térmica masas de agua. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Existe además un gradiente de temperatura dirigido perpendicularmente hacia el mar, que se extiende a una franja relativamente estrecha. El gradiente varía de sentido al pasar del día a la noche.[34]

-Mesoclimas en núcleos urbanos: El clima de las ciudades constituye un ejemplo de mesoclima artificial. El clima urbano está modificado fundamentalmente en características como la temperatura, la velocidad del viento, la contaminación del aire y la visibilidad.

Los grandes núcleos urbanos crean verdaderos Mesoclimas independientes de su entorno. Los factores más importantes a tener en cuenta son los siguientes:

· La rugosidad del conjunto, que disminuye la convección natural del suelo.

· La disminución del albedo medio de las superficies, que conduce a fuertes calentamientos bajo el sol.

· El calentamiento de los pavimentos urbanos, muy marcado en el caso de estas islas por la verticalidad de la incidencia de los rayos solares en las horas centrales del día.

· La emisión de contaminantes, que aumentan la concentración de partículas sólidas en suspensión y modifican la transparencia de la atmósfera produciendo efecto invernadero.

· Las emisiones de calor debidas a la circulación de vehículos y a los sistemas de climatización.

· La reducción del porcentaje de cubierta vegetal y la impermeabilización de los suelos que alteran los procesos hídricos, modifican su balance y privan a la ciudad de un factor natural de enfriamiento por consumo de calor latente.

· La complejidad en la determinación de la dirección y velocidad del viento y por tanto, de los flujos y corrientes de aire en el interior de la ciudad. Esta característica es consecuencia de las turbulencias que se generan en el interior de las urbes a causa de los múltiples fenómenos físicos debidos a las formas y disposiciones relativas de los edificios, que actúan como sistema de barreras.

En general, todos estos factores contribuyen a elevar de forma sensible la temperatura media y a disminuir la oscilación diaria de temperaturas máxima y mínima en las grandes aglomeraciones en todas las estaciones, lo cual puede conducir a situaciones insoportables en los meses de verano.[35]

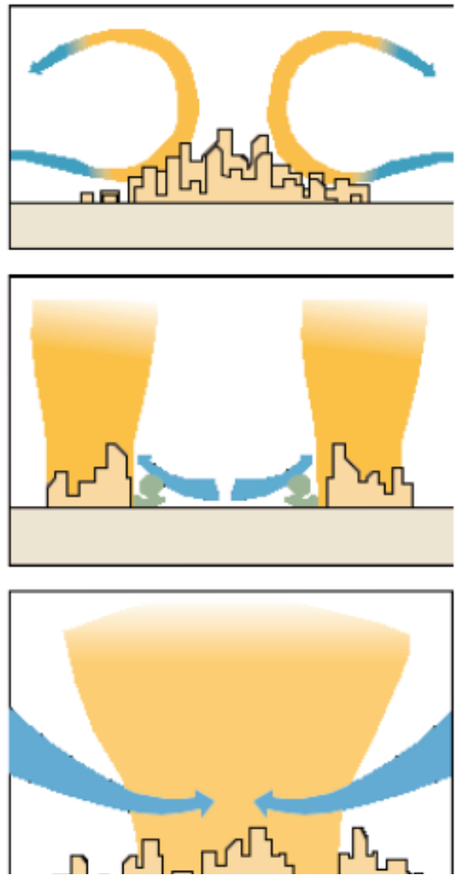


Ilustración 38. Circulación de aire en núcleos urbanos. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

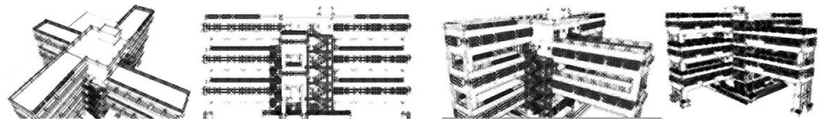
1.6.5 Condiciones topográficas y tipo de suelo

Hay tres elementos importantes en el estudio de las condiciones topográficas del lugar: la topografía propia, la posición relativa del punto de actuación con respecto a las colindantes y las obstrucciones materiales debidas a las formas del terreno (ver ilustración 39).[36]

[34] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[35] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

[36] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



-Pendiente: Del mismo modo que se vio en el apartado del entorno, la pendiente, en su valor y orientación, influyen directamente en la cantidad de radiación que puede recibir.
La pendiente interviene en otros factores no bioclimáticos pero sí muy importantes, como son la estabilidad (dependiente también del tipo de suelo) y la accesibilidad. La orientación de la pendiente será también importante en cuanto a la ventilación, según se encuentre a barlovento o sotavento de los vientos principales en el lugar.

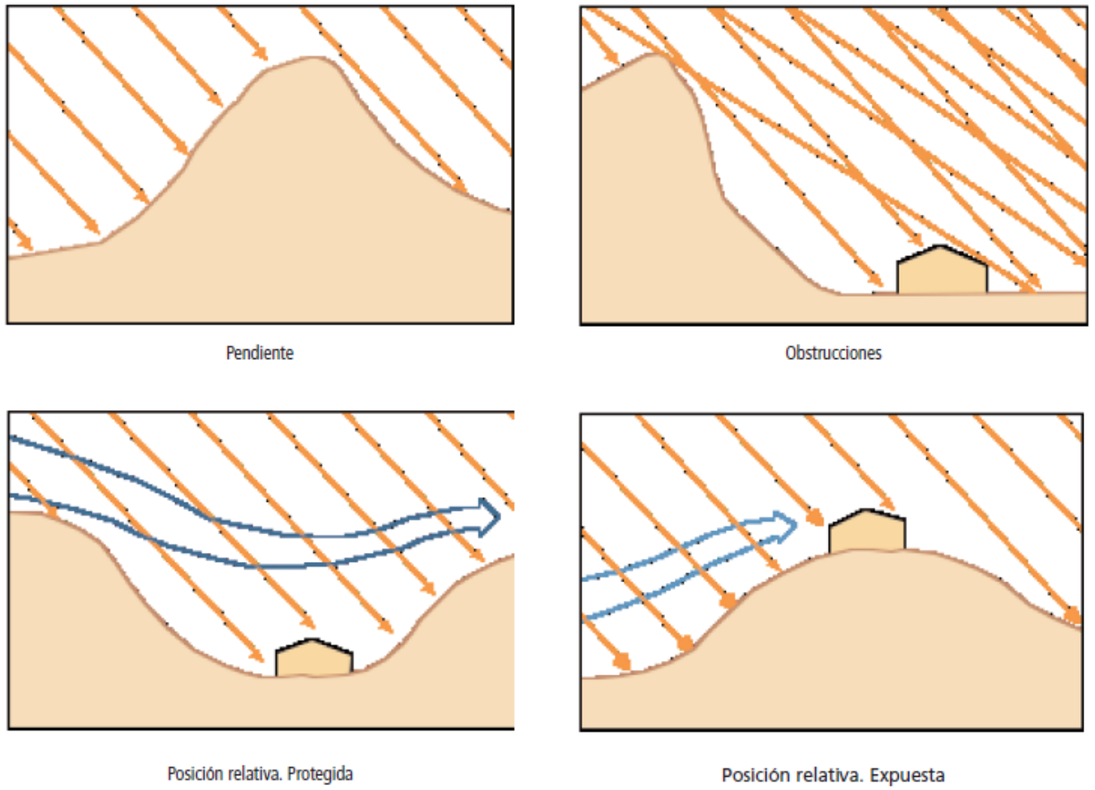


Ilustración 39. Condiciones topográficas. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

-Posición relativa: La posición relativa con respecto a las formas adyacentes le dará su condición de protegida o expuesta con respecto a los agentes atmosféricos. Normalmente se puede decir que cuanto más expuesta esté una edificación, tendrá oscilaciones térmicas más acentuadas, temperaturas ligeramente mas frías y mayores posibilidades de ventilación e iluminación.

-Obstruciones: Las magnitudes relativas de determinados accidentes geográficos muy próximos y en las orientaciones precisas, pueden suponer obstáculos para la radiación y/o la ventilación.

Lógicamente habrá que hacer el estudio pormenorizado de las obstrucciones solares contando con las trayectorias diaria y estacional del sol para conocer en cada una de ellas cuál es el número de horas de soleamiento con que cuenta el punto.

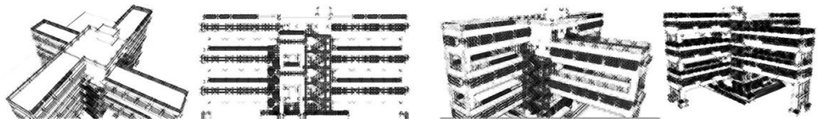
-Agua: La proximidad al agua es un factor de enorme importancia.
Como siempre ocurre, su presencia modifica las condiciones de humedad del aire y por medio de procesos de evaporación absorbe calor enfriando el ambiente.
Por otra parte, el alto valor del calor específico del agua la convierte en un elemento estabilizador de la temperatura disminuyendo la oscilación de la misma.
La presencia de agua superficial es siempre definitiva para el binomio temperatura-humedad del que básicamente depende el bienestar humano.

-Tipo de terreno: El tipo de terreno de los alrededores del proyecto arquitectónico y su respuesta energética tienen influencia en las posibilidades de obtención de confort dentro del espacio arquitectónico proyectado.
Dependiendo de su relación con el edificio puede afectar en mayor o menor grado a la inercia térmica del mismo, y con ello, a la respuesta interior a las oscilaciones y valores de la temperatura exterior.
Afecta por un lado a la reflexión de los rayos solares (albedo) y, por tanto, a la radiación incidente sobre el edificio; por otro su capacidad de recoger agua y devolverla lentamente influye en la humedad ambiental, y de un modo indirecto, influye en el tipo de vegetación que se encuentra o puede ser plantada en las proximidades, pues las distintas cualidades termofísicas, especialmente la capacidad calorífica y el porcentaje de reflexión de los rayos solares (albedo) de unos y otros, intervendrán en la distribución de las temperaturas superficiales y por tanto en los movimientos locales de aire.[37]

1.7 Criterios de diseño bioclimático

1.7.1 Efectos según la forma de la edificación

[37] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



De los resultados obtenidos por los efectos que el viento ejerce sobre los sólidos que se interponen en su camino, se pueden establecer una serie de clasificaciones. Las que se exponen a continuación están relacionadas con los efectos de obstrucción que los edificios producen entre sí.

a. Efecto de esquina.

Aumenta al ponerse en contacto la zona de sobrepresión de la cara expuesta con la depresión que se produce en el lateral del edificio. El efecto se produce independientemente de la altura del edificio, aunque aumenta con ésta y es mayor en los edificios de planta rectangular que en los de planta cuadrada (ver ilustración 40).

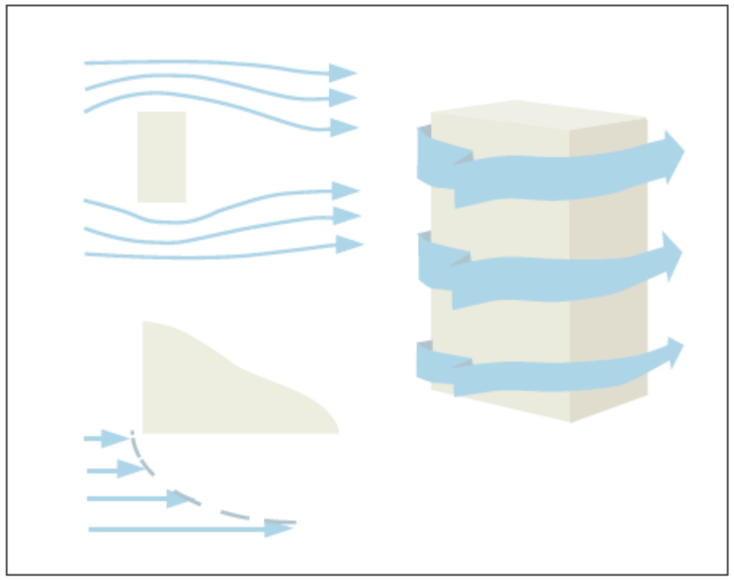


Ilustración 40. Efecto de esquina. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

El incremento de velocidad para una altura de 15 m (5 plantas) es de 1,2 veces en edificios de planta rectangular.

Este efecto se ve acentuado por un gradiente horizontal de velocidades que se produce en la esquina, con valor mínimo en ese punto, y que va creciendo a medida que es mayor la separación.[38]

b. Efecto Venturi

Cuando dos elementos de barrera se encuentran implantados de manera que formen un colector, se crea una aceleración a nivel de suelo. El factor se refuerza cuando las esquinas de dichos elementos acaban en formas curvas en el estrechamiento o cuando se prolongan detrás de él divergiendo (Ver ilustración 41).

Sus condiciones de existencia son tales que la dirección del viento ha de ser coincidente aproximadamente con la bisectriz del ángulo que se forma en el estrechamiento y la separación entre edificios esté comprendida entre 0,5 y 4 veces la altura de los edificios.

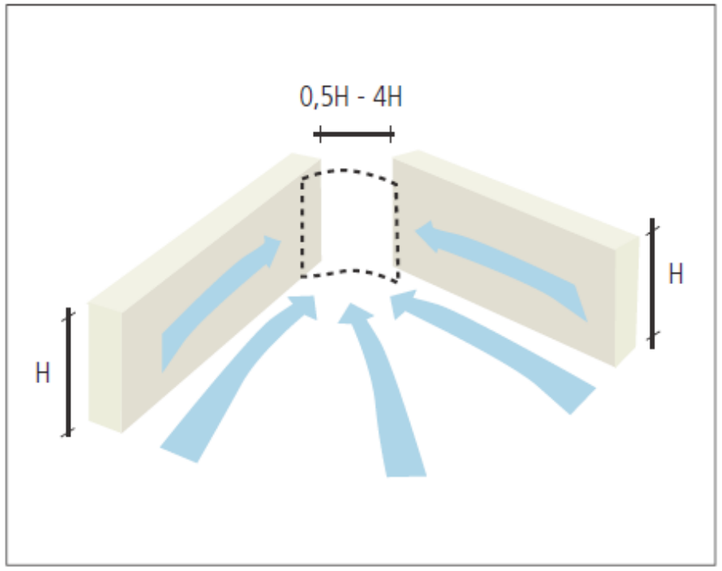


Ilustración 41. Efecto Venturi. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

c. Efecto de abertura

El viento rodea el obstáculo, elevado con respecto al suelo, y se reparte entre la zona baja de la edificación (con mayor intensidad) y la zona superior (con menor intensidad) (ilustración 42).

El efecto aumenta con la altura del edificio, siendo mayor cuanto más perpendicular a la fachada sea la dirección del viento.

En las aberturas con pantallas el efecto es mayor que en los pasadizos, extendiéndose la zona afectada en una dimensión igual a la de la abertura: como ejemplo para una altura de 5 plantas, el incremento de la velocidad del viento en la zona afectada es de 1,2 veces con respecto a la velocidad inicial.

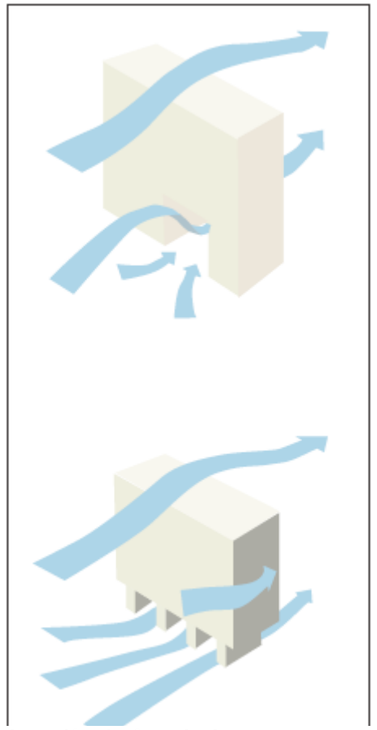
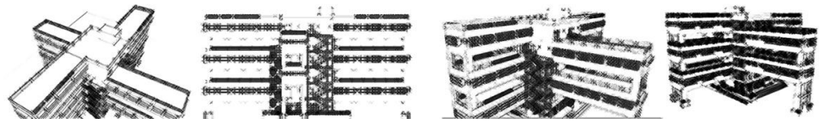


Ilustración 42. Efecto de abertura. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

1.7.2 "Brise-soleil" o parasoles (EPS-Elementos de protección solar)

Bajo esta denominación se comprenden todos aquellos dispositivos arquitectónicos, fijos o móviles, exteriores al

[38] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



plano de la fachada y susceptibles de dar sombra a toda o parte de la misma (Ver ilustración 43).

Los materiales constitutivos pueden ser muy variados: hormigón, madera, aluminio, vidrios de seguridad y, en general, cualquier materia rígida con un mínimo de estabilidad ante la variación de temperaturas.

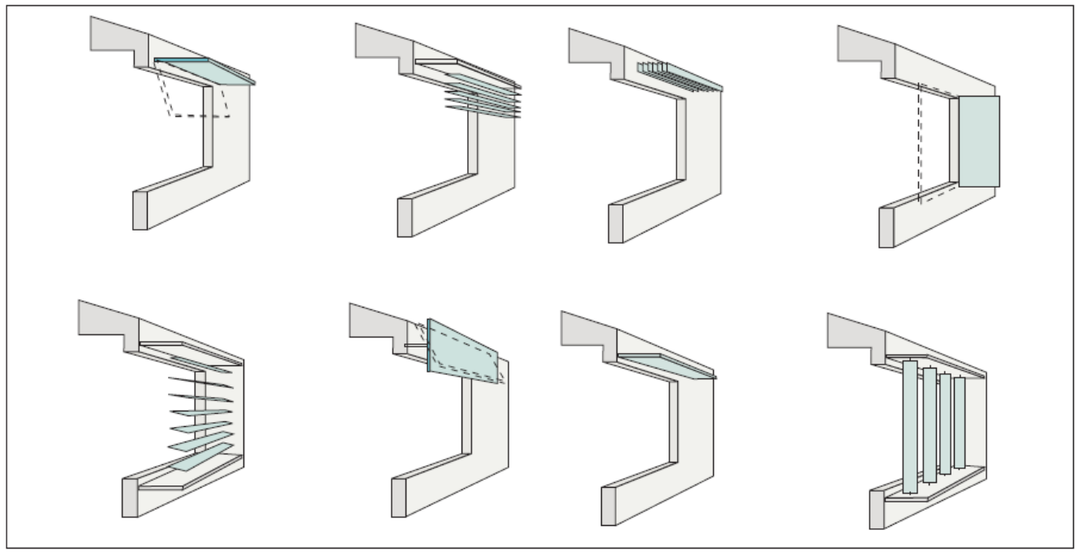


Ilustración 43. Diferentes configuraciones de elementos de protección solar. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Su eficacia es función de su débil inercia térmica, de su alto poder reflector y de su forma y dimensiones, que estarán determinadas por la exposición de la fachada, la latitud, la superficie y la orientación de los elementos a proteger.
En nuestras latitudes las fachadas con orientación sur, estos medios podrán ser horizontales o verticales. En las este-oeste, la disposición deberá ser obligatoriamente vertical, al ser el ángulo de incidencia casi perpendicular al plano.

Los "brise-soleil" horizontales pueden ser fijos o móviles, pero los verticales serán preferentemente móviles y orientables, a fin de no perder parte de su eficacia en ciertas horas del día.

Los sistemas móviles están compuestos por láminas opacas, o al menos translúcidas, cuyo eje de giro permite su regulación conforme al ángulo de incidencia de los rayos solares, impidiendo su paso, así como el de los reflejados. Como orientación se puede decir que las láminas deben tener una anchura igual a 1,5 "L", siendo "L" el espacio existente entre dos láminas.

La realización de parasoles fijos suele ser más complicada, pues para mantener su funcionamiento durante un período de tiempo, se obtienen grandes dimensiones que pueden resultar excesivas por exigencias derivadas de la orientación del edificio.[39]

Las formas y combinaciones que pueden adoptar estos sistemas pueden llegar a ser infinitas.

Vegetación

Interponer elementos arbóreos delante del hueco, en edificios de relativa altura, da resultados generalmente muy positivos, dependiendo tanto del tipo de árbol, como de su desarrollo biológico particular (ilustración 44); las recomendaciones para su utilización serían: árboles de hoja caduca para orientaciones, E, SE, S, SO y O; emparrados caducos horizontales a Sur, y cortinas vegetales o trepadoras a E, O y N. Obviamente este sistema puede intervenir tanto en la protección de huecos como en la de los cerramientos creando espacios en sombra.[40]

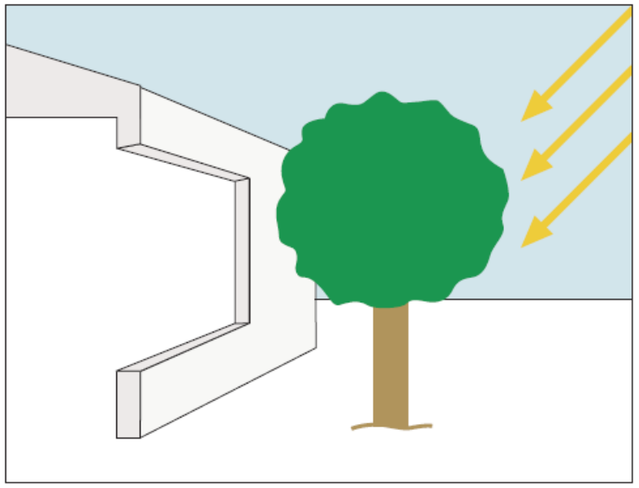
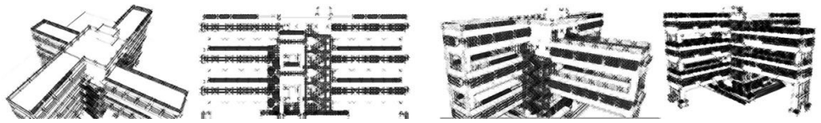


Ilustración 44. Protección solar mediante vegetación. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

1.7.3 Estrategias bioclimáticas Ventilación natural

El diseño de la vivienda puede ayudar a la creación de corrientes de aire por medio de:
· Diferencia de presión debida al viento.
· Ventilación cruzada (ilustración 49).
· Diferencia de presión entre las fachadas del edificio (Ilustración 47).
· Diferencia de presión entre el exterior y el interior.

[39] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.
[40] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



· Succión provocada por la ascensión de masas de aire más caliente al facilitarles la salida al exterior (efecto chimenea) (ilustración 48).

La ventilación forzada se realiza mediante un ventilador que impulse el aire del exterior hacia el interior o por un extractor activo o solar-pasivo que extraiga el aire del interior.

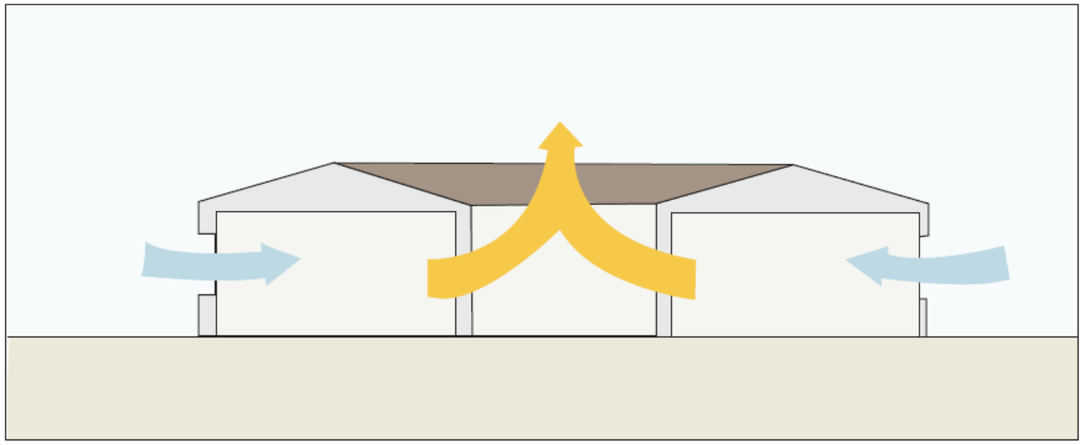


Ilustración 45. Ventilación por diferentes condiciones en la fachada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Ventilación cruzada

Se produce al realizar dos aberturas situadas en fachadas opuestas, que deben dar a espacios exteriores (ilustración 46).

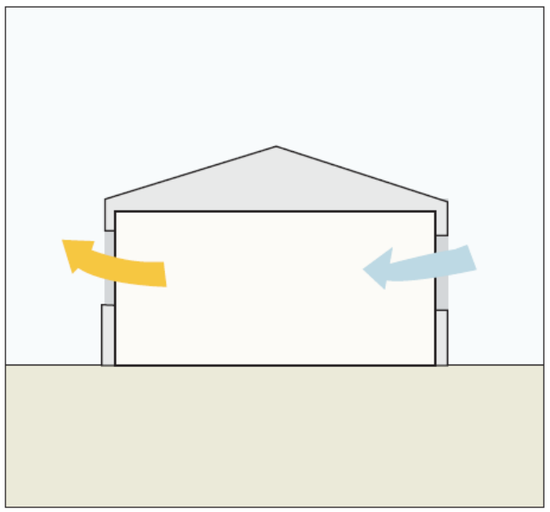


Ilustración 47. Ventilación cruzada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

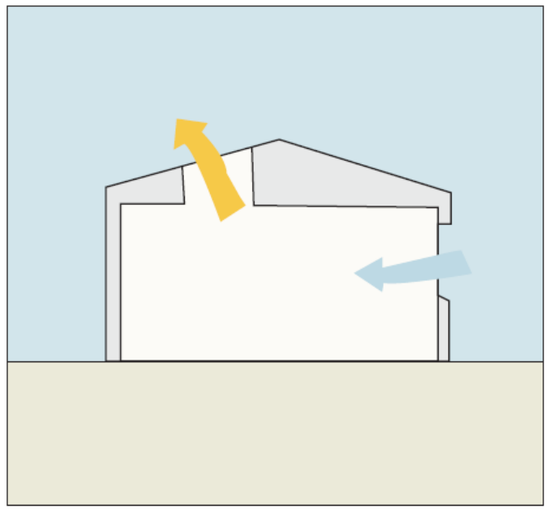


Ilustración 46. Ventilación por succión vertical. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Estas aberturas se deben orientar en el sentido del viento, para aprovechar las brisas existentes. También se pueden crear en el caso de disponer de dos fachadas opuestas que no reciban radiación solar simultáneamente, con lo que se crea una diferencia térmica que provoca el movimiento del aire.[41]

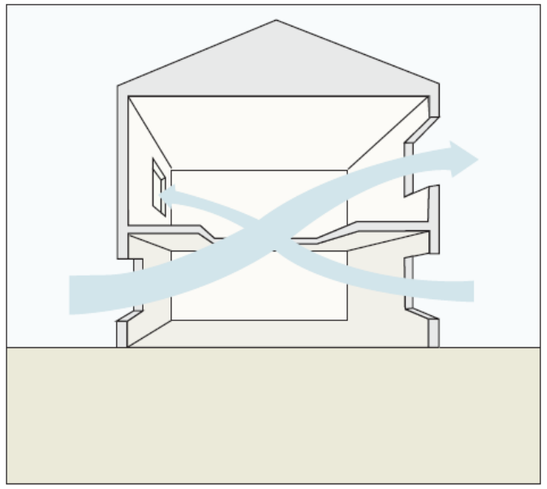


Ilustración 49. Ventilación cruzada. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

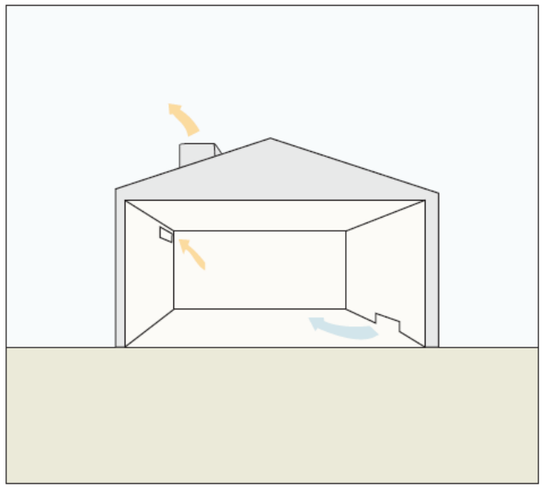


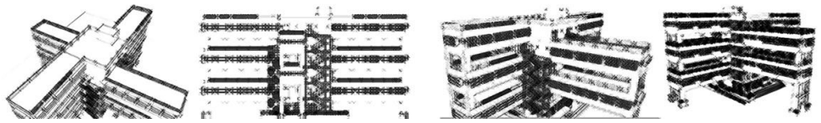
Ilustración 48. Ventilación efecto chimenea. Fuente: De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.

Principios de la ventilación cruzada

Se genera la máxima presión del viento a barlovento de un edificio cuando la fachada es “normal” (perpendicular) a la dirección del viento. Un viento que incide a 45° reduce la presión en 50%.

Parece evidente que se logre la mayor velocidad del aire en el interior si el viento entra en forma perpendicular a la fachada; sin embargo, Givoni encontró que si el viento incide a 45°, aumenta la velocidad media del aire interior (ilustración 52).[42]

[41] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.
[42] García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura “El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005



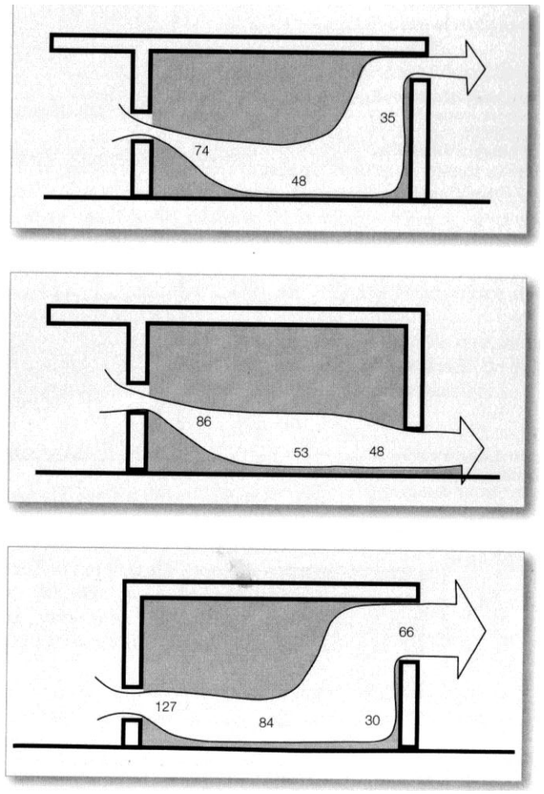


Ilustración 52. Diferentes flujos de viento en secciones arquitectónicas. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura "El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005

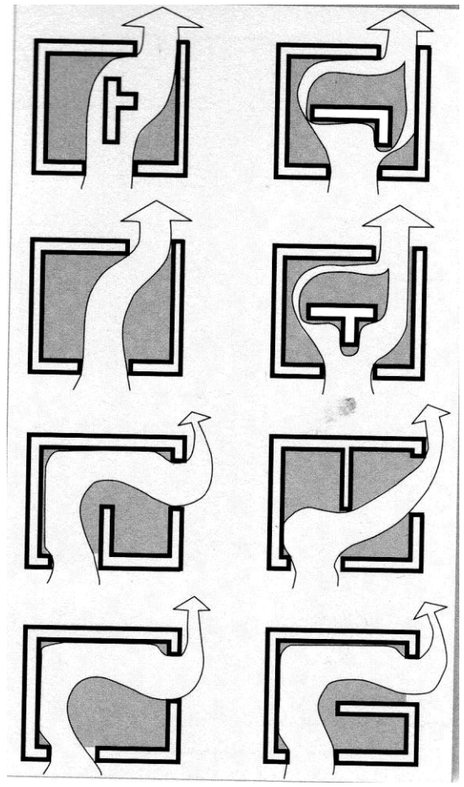


Ilustración 51. Diferentes flujos de vientos en el interior. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura "El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005

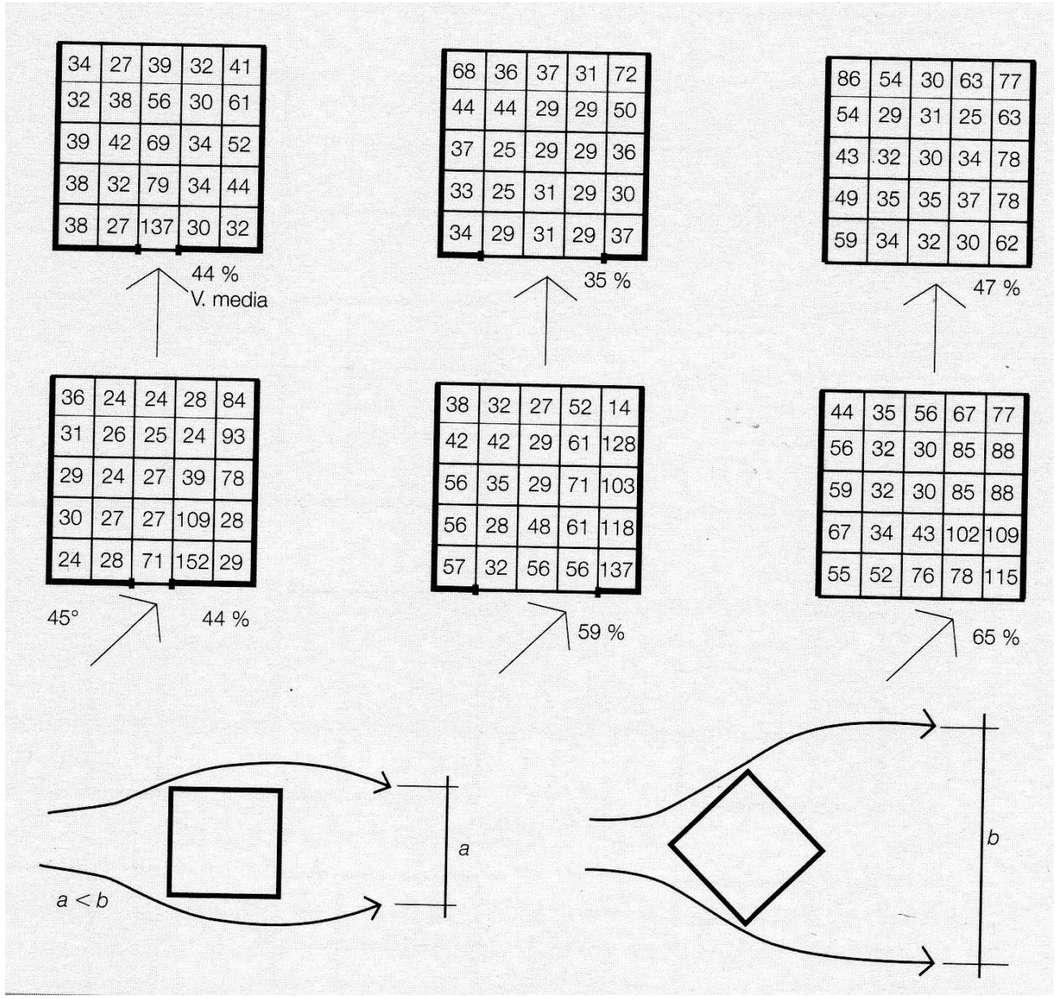


Ilustración 50. Comparación del efecto de la dirección del viento en diversas configuraciones de espacios. Cuando el viento incide a 45° en la abertura de entrada, la sombra de viento es más ancha. Fuente: García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Viento y arquitectura "El viento como factor de diseño arquitectónico. 2005

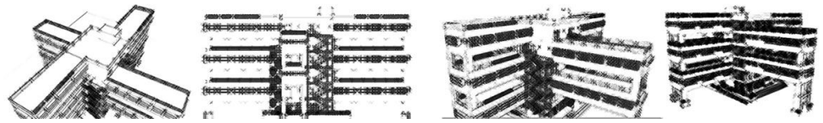
Esto puede explicarse si se sabe que cuando el edificio se encuentra a 45° se crea una mayor velocidad a lo largo de las fachadas de barlovento; por consiguiente, la sombra del viento es más ancha, la presión negativa (efecto de succión) aumenta y el flujo del aire interior se incrementa.[43]

Efecto chimenea

Se realiza una abertura en la parte superior del recinto que provoca una extracción vertical. También se realizan aberturas inferiores para la entrada del aire fresco, este método evita la estratificación del aire. Cuando las temperaturas exteriores son muy altas no se producen buenas extracciones del aire interior (ilustración 45).[44]

1.8 Criterios de diseño para multifamiliares

[43] Koeningberger, O.H. Szokolay, Steve. Manual of tropical housing and building. Longman, Londres, 1974.
[44] De Luxán García, Margarita. Reymundo Izard, Araceli. Manual de diseño bioclimático para Canarias, España, 2012.



El problema habitacional existente en el país asciende a más del medio millón de viviendas en el ámbito nacional, representando el 65% del total de unidades actuales, lo que es un indicio del incremento acelerado de la población como consecuencia del crecimiento vegetativo y la inmigración debido a diversos acontecimientos políticos, económicos y sobre todo, por efectos de desastres naturales. Todo ello conlleva a la ampliación de las ciudades de forma desorganizada afectando la calidad de vida de sus habitantes y los costos para el mejoramiento de las mismas.[45]

Ilustración 53. Viviendas solidarias por parte del Gobierno de Nicaragua. Fuente: www.lavozdelsandinismo.com

El déficit Habitacional desigual en todo el territorio nacional tiene como resultado mayores inversiones en ciertas zonas urbanas del país, excluyendo otras que de igual forma presentan dificultades habitacionales no menos importantes, tal es el caso del municipio de Ciudad Sandino, el cual requiere de la elaboración de proyectos habitacionales.[46]

Como consecuencia del crecimiento de la población urbana, la insuficiencia de viviendas en el ámbito latinoamericano es un problema incuestionable que afecta el desarrollo armónico de sus habitantes, generando una sucesión de dificultades que maltratan la integridad de las sociedades. El traslado consistente del campo a la ciudad, que representa un 74% del total de la población urbana en América Latina y el Caribe.[47]

1.8.1 ¿Por qué edificios multifamiliares?

En Nicaragua el desarrollo de construcciones de viviendas unifamiliares no solventa de forma satisfactoria la problemática habitacional, al contrario, los efectos de estos proyectos podrían presentar consecuencias graves al generar un crecimiento de las ciudades que resultan en gastos de expansión de servicios por realizarse en zonas alejadas de los centros existentes en la búsqueda de terrenos a bajos precios, aumentando también las dificultades de transporte hacia las áreas de desarrollo económico, desencadenando consecuencias ambientales poco sostenibles que perjudicarían aún más la calidad de vida en la ciudad.[48]

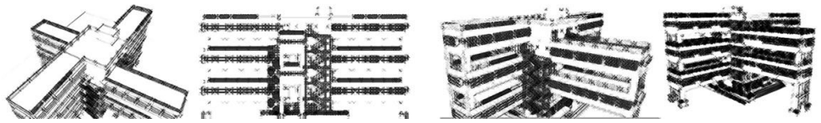
"La calidad de vida de los ciudadanos depende de factores sociales y económicos y también de las condiciones ambientales y físico-espaciales. El trazado de las ciudades y su estética, las pautas en el uso de las tierras, la densidad de la población y de la edificación, la existencia de los equipamientos básicos y un acceso fácil a los servicios públicos y al resto de actividades propias de los sistemas urbanos tienen una importancia capital para la habitabilidad de los asentamientos humanos"[49]

Los multifamiliares son edificios de varias plantas con dos o más viviendas en cada una de ellas.[50] A Diferencia de las viviendas unifamiliares, los multifamiliares permiten densificar sobre menos superficie de terreno una mayor cantidad de unidades habitacionales. En la búsqueda de opciones sustentables para el desarrollo de las ciudades, considerando como base fundamental el progreso armónico del hombre y la mujer, impulsamos la construcción de viviendas multifamiliares por representar ventajas que aportarán al progreso urbano y al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Estamos conscientes que *no existe la vivienda que posea las ventajas absolutas, cada forma de vivienda tiene sus ventajas y sus inconvenientes*[51], pero existe el derecho a la diversidad, y en ello está la libertad de optar por lo que consideremos más conveniente.

Ventajas ambientales

- Favorece la conservación del medio ambiente evitando la explotación incontrolada de los suelos.
- Aminora la modificación del medioambiente natural y los efectos que éstos presentan para el confort climatológico en las ciudades.

[45] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.
[46] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.
[47] Mc Donald, Joan. Arquitecto. Los desafíos de América Latina y el Caribe en el campo de los asentamientos humanos.
[48] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.
[49] Rueda, Salvador. Modelos de ordenación de territorios más sostenibles. Barcelona. 2002
[50] Diccionario VOX, lengua española. Bibliograf. S.A. Barcelona, 1995.
[51] Hoffman, Hubert. Conjunto de residenciales de baja densidad. 1967



- El empleo de edificios en altura se traduce a más espacios verdes accesibles al hombre de la ciudad.[52]

Ventajas tecno-económicas

El ahorro en la construcción de viviendas en edificios multifamiliares es evidente:

- Por la concentración de todas las instalaciones. Ej: áreas húmedas (servicios sanitarios, cocinas, áreas de lavado).
- El movimiento de tierra y replanteo de la obra a construir es menor que si se realizasen viviendas unifamiliares.
- El empleo de paredes medianeras y entrepisos (que funcionan como cubiertas y pisos) reduce costos.
- El mantenimiento urbano de zonas extensas es de mayor costo que el de una ciudad compacta.[53]

Ventajas sociales

- El ahorro de espacio con el empleo de edificios en altura, permitirá crear áreas de reunión social que fomenten el contacto humano necesario para disminuir el individualismo y/o aislamiento del hombre, favoreciendo el sentido de comunidad.
- La interacción de actividades (recreativas, comerciales, habitacional) incentiva una fluidez ciudadana que aporta a la disminución de la pobreza al crearse nuevas formas de empleo y de aprovechamiento del tiempo libre.
- Se proyecta una autosuficiencia local a partir de la mezcla de actividades por el mejor aprovechamiento de suelo que beneficia la sostenibilidad de los nuevos bloques de viviendas.[54]

1.8.2 Vivienda de bajo costo

Se le conoce a las viviendas orientadas a los sectores con limitaciones de recursos, sean del área rural o urbana, son viviendas producto de programas sociales del estado o de grupos de la sociedad civil que se organizan y logran financiamiento totales o parciales para la construcción de dichos programas.[55]

1.8.3 Vivienda de interés social

La vivienda de interés social (VIS) es aquel tipo de solución que está enmarcada dentro de unos valores que no sobrepasan los rangos establecidos en las normas y reciben subsidio por parte del estado.

Se considera vivienda de interés social a una edificación que tiene un costo máximo de construcción sea de hasta 10 mil dólares y el área edificada no sea mayor de los 60 m².[56]

1.8.4 Vivienda en altura

La fisonomía urbana y la estructura social de las ciudades están cambiando progresivamente en todo el mundo. Los nuevos procesos de urbanización comienzan a relacionarse con las formas espaciales existentes, dando lugar a una nueva estructura urbana que caracteriza esta época. En las principales ciudades de Centroamérica, los cambios en la estructura urbana se han sucedido como en la gran mayoría de las ciudades del mundo, y sus habitantes se han visto enfrentados a un proceso de "Renovación urbana" basado fundamentalmente en una densificación en altura.

Ilustración 54. Vivienda en altura Fundeci. Fuente: www.elnuevodiario.com.ni

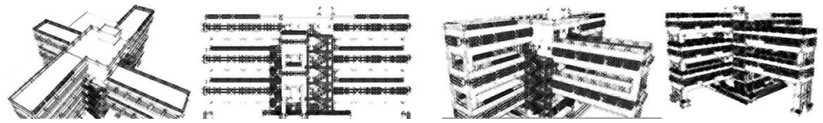
La vivienda en altura corresponde a la alternativa habitacional que propende por la densificación vertical por encima de la horizontal, tradicional en nuestros países.

1.9 Marco legal

1.9.1 Plan Regulador Managua

[52] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.
[53] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.
[54] Conrado Matus, Cela María. Matus Baltodano, Tania Andina. Monografía "Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino". Managua, Nicaragua. 2005.

[55] Arq. Brown, Nelson. Reflexiones sobre la autoconstrucción, Managua. 2002
[56] Documento borrador: Normas de dimensionamiento de desarrollo habitacional. Capítulo III y IV de las definiciones.



1.9.1.1 Reglamento de desarrollo urbano

Dimensiones mínimas de lotes de terreno			
Concepto	**Lote A**	**Lote B**	**Lote C**
Área	105,00 m² Lote esq. 135 m²	170,00 m² Lote esq. 200 m²	210,00 m² Lote esq. 250 m²
Frente mínimo lote intermedio	7,00 m	8,50 m	8,40 m
Fondo mínimo lote intermedio	15,00 m	20,00 m	25,00 m
Frente mínimo lote esquinero	9,00 m	10,00 m	10,00 m
FOS con letrina **Con A. sanit.**	X 0.67	0.45 0.60	0.55 0.60
FOT con letrina **Con A. sanit.**	X 1.34	0.90 1.20	1.10 1.20

Tabla 6. Dimensiones mínimas de lotes de terreno. Fuente: Plan regulador managua, Alcaldía de Managua. 2004

Artículo 5.-Se pueden aplicar las normas de Dimensionamiento de viviendas del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, en todo desarrollo urbano que cumpla lo siguiente:

1. Sean proyectos de vivienda;
2. Sean proyectos realizados por el estado;
3. Estén ubicados en Zona de vivienda de Densidad Media (V2);
4. Proporcionen una vivienda mínima construida;
5. Presente constancia de factibilidad de los servicios públicos de parte del Instituto Nicaragüense de Acueductos y alcantarillados (INAA).[57]

Factor de ocupación del suelo (F.O.S)

- Máximo 0.60 cuando la vivienda tenga acceso a drenaje sanitario.
- Máximo 0.50 cuando la vivienda no tiene acceso a drenaje sanitario.

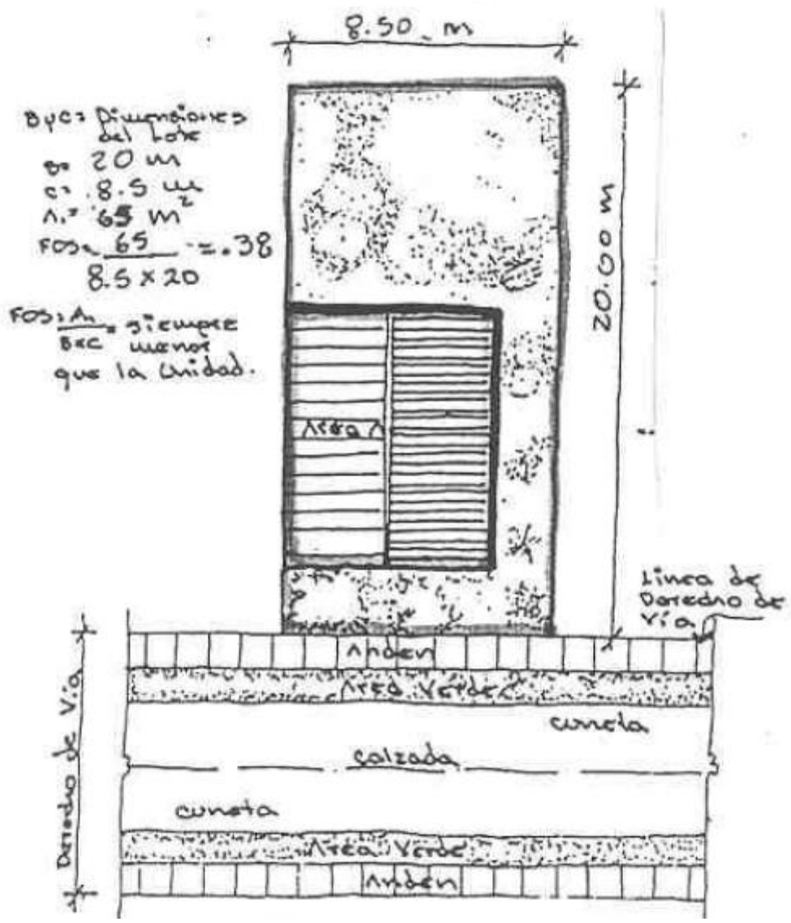


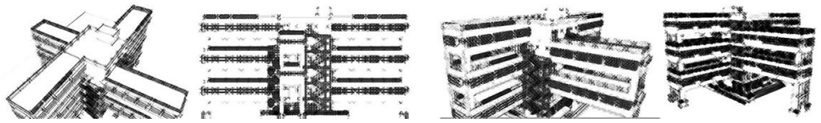
Ilustración 55. Factor de ocupación del suelo. Fuente: Plan regulador Managua. 2004

Lo anterior es el FOS que se ocupa normalmente para viviendas de una sola planta en determinado lote previamente dimensionado, sin embargo para los autores de la tesina era imprescindible la investigación de un Factor de ocupación del suelo que fuese acorde a un edificio de más de una planta para tipología habitacional, por lo que se investigó en la alcaldía de Managua en el departamento de urbanismo dándoles de forma previa la categoría del suelo (v1) y su ubicación, por lo que se obtuvieron los siguientes datos:

Lo mínimo es FOS: 0.55, retiros frontal, lateral y de fondo: 3.00m, 5 plantas máximo, FOS máximo 0.61, retiro frontal 0, retiros laterales y de fondo 3m, 5 plantas máximo.[58]

[57] Alcaldía de Managua. Reglamento de desarrollo urbano para el área del municipio de Managua. La Gaceta. 1982.

[58] Gómez Segura, Vanessa Arq. Alcaldía de Managua, dirección específica de urbanismo, centro cívico Camilo Ortega módulo 1. 2013



Factor de ocupación total (F.O.T)

Máximo: 1.00

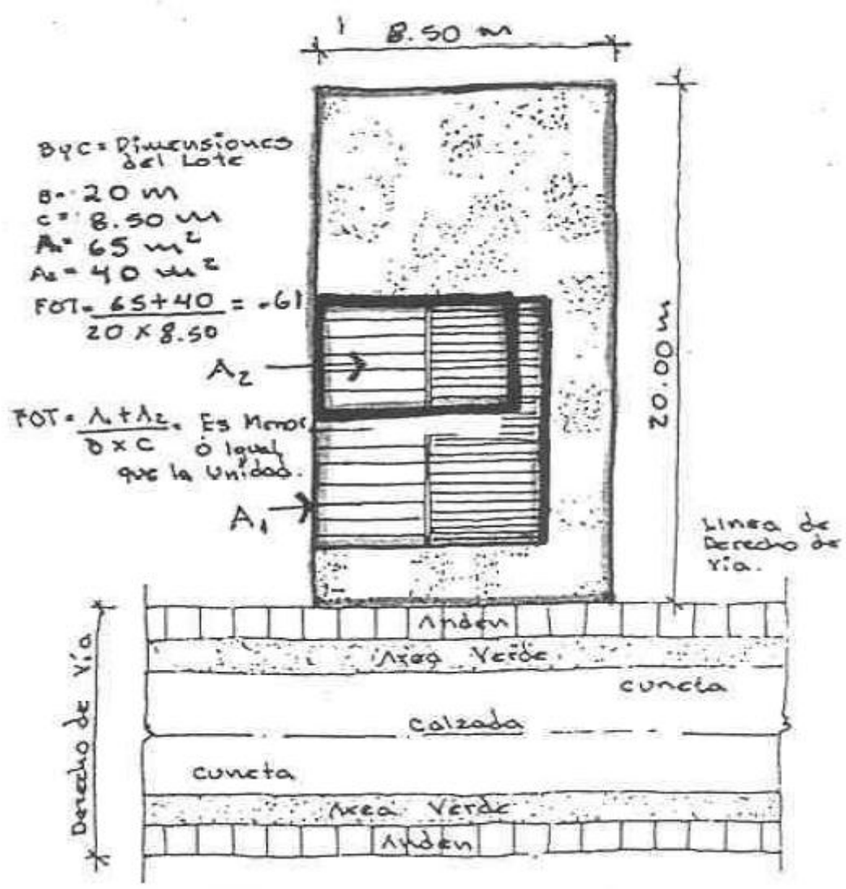


Ilustración 56. Factor de ocupación total. Fuente: Plan regulador Managua. 2004

Datos obtenidos del departamento de urbanismo de la alcaldía de Managua para la tipología en desarrollo: FOT mínimo 2.06, FOT máximo 2.24[59].

1.9.1.2 Reglamento de zonificación de uso de suelo

Uso actual del suelo

En el sector aproximadamente 66,68% del área está urbanizada entre la cual se encuentran unidades habitacionales, industriales y de comercio, áreas verdes.

El Área Urbana del Municipio de Managua, está comprendida entre el borde del Lago Xolotlán al norte de la ciudad y la línea del límite urbano definida en este Reglamento.

La zonificación determina las siguientes clasificaciones de zona según las actividades:

a) Las zonas destinadas a los diversos centros de equipamiento comunitario de la ciudad (C1, C2, C3 y C-4) según la importancia de sus usos y servicios.

b) ***Las zonas de vivienda, en función de los tipos de vivienda según las densidades de población establecidas (V1 y v2).***[60]

En cuanto al uso de suelo, se usará el tipo V1 correspondiente al de vivienda de densidad alta.

1.9.1.3 Ley orgánica de la dirección general de bomberos de Nicaragua

Artículo 26. Instalación de nuevos servicios eléctricos.

Las personas naturales o jurídicas solicitarán a la Dirección General de Bomberos o a cualquiera de las diferentes asociaciones civiles sin fines de lucros denominadas bomberos voluntarios y debidamente certificada y acreditadas como tal por la autoridad de aplicación de la presente ley y su reglamento, el permiso de instalación de un nuevo servicio eléctrico previa inspección del área que comprende desde el punto de transformación a lo interno del inmueble o local**.** Los edificios con una carga superior de 100 personas deben de actualizar la inspección de sus sistemas eléctricos de forma anual.

Artículo 28. Sistemas de protección contra incendios.

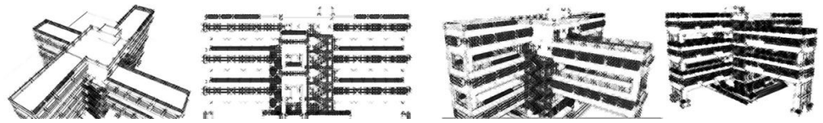
Las personas naturales o jurídicas que desde su calidad de agentes económicos cuyo giro sea la construcción de viviendas o edificios de uso múltiple o para el funcionamiento de instituciones públicas o privadas, deben incluir en el diseño de la obra la ubicación de sistemas fijos o portátiles para la protección contra incendios, de conformidad con las normas y reglamentos técnicos.[61]

1.9.1.4 Reglamento de estacionamiento de vehículos

[59] Gómez Segura, Vanessa Arq. Alcaldía de Managua, dirección específica de urbanismo, centro cívico Camilo Ortega módulo 1. 2013

[60] Alcaldia de Managua. Plan Regulador Managua. Uso de suelo. 2004

[61] Autores varios. Ley organica de la dirección general de bomberos de Nicaragua. 2012



Arto. 2. Todos los desarrollos urbanos y obras de construcción a realizarse deberán tener incorporados los espacios de estacionamiento requeridos por este Reglamento y obtener en el Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, el permiso correspondiente establecido en el Reglamento de Permiso de Construcción para el Area del Municipio de Managua.

Se exceptúan de esta disposición los desarrollos de viviendas individuales de interés social.[62]

Tabla de estacionamientos	
Total de estacionamientos en el edificio	**Estacionamientos accesibles**
1 a 25	2
26 a 50	3
51 a 75	4
76 a 100	5
101 a 200	6
201 a 300	7
301 a 400	8
401 a 500	9
501 a 1000	10
1001 a más	1% del total

Tabla 7. Tabla de estacionamientos. Fuente: NTON 2004

1.10 Marco Normativo

1.10.1 Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales

Dimensiones mínimas de un módulo básico					
Ambientes	**Cantidad**	**Área unitaria m²/persona**	**N° de usuarios**	**Ancho mínimo**	**Total**
Sala	1	1.8	4	3	7.2
Comedor	1	1.6	4	2.7	6.4
Dormitorio	1	4.5	2	2.7	9
Cocina	1	-	-	1.8	8
Servicio Sanitario	1	-	-	2.2	1.8
TOTAL					**32**

Tabla 8. Dimensiones mínimas de un módulo básico. Fuente: Normas mínimas de dimensionamiento habitacional MTI

Arto 22. La vivienda tendrá como norma aplicable 10.00 m² de construcción por habitante como mínimo. Espacio habitable integrado por áreas interiores y exteriores propias para desarrollar las funciones vitales básicas.

Arto 23. El módulo básico, es un concepto de vivienda progresiva con un estándar inicial inferior al de una vivienda mínima, que permite al beneficiario ampliarla de acuerdo a sus necesidades y recursos económicos. Cuenta con un área construida que oscila entre 21 m² y 36 m² de superficie, incluye un área de usos múltiples y un núcleo húmedo.[63]

Dimensiones mínimas para vivienda					
Ambientes	**Cantidad**	**Área unitaria m²/persona**	**N° de usuarios**	**Ancho mínimo**	**Total**
Sala	1	1.8	4	3	7.20
Comedor	1	1.6	4	2.7	6.40
Dormitorio	2	4.5	4	2.7	18.00
Cocina	1	-	-	1.8	8.00
Servicio Sanitario	1	-	-	1.2	1.80
TOTAL					**41**

Tabla 9. Dimensiones mínimas para vivienda. Fuente: Normas mínimas de dimensionamiento habitacional MTI

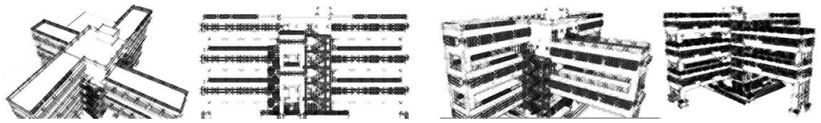
1.10.2 Norma técnica obligatoria nicaragüense

5.14. Estacionamientos:

Los estacionamientos de uso restringido y no restringido, que estén al servicio de un edificio público o privado, deben tener disponibles espacios de estacionamiento de tipo accesible

[62] Alcaldía de Managua. Reglamento de estacionamientos. Managua. 2004

[63] Ministerio de transporte e infraestructura. Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales. 2004



para vehículos que transporten personas con movilidad reducida, en una cantidad acorde a la capacidad y tipología del edificio, así como cumplir con las siguientes características:

5.14. a.Estos espacios deben estar lo más próximo posible a los accesos peatonales y al acceso principal del edificio.

5.14. b.Los espacios deben estar señalizados con el símbolo internacional de accesibilidad en el pavimento y en un rótulo vertical en un lugar visible.

5.14. c. Los espacios de estacionamiento accesibles deben tener dimensiones mínimas para el vehículo de 2,50 m x 5,50 m.

5.14. d.Debe disponerse de una franja compartida y que permita la inscripción de un círculo de 1,50 m de diámetro, colocado en el costado lateral del espacio de estacionamiento.

5.14.e.Se debe evitar sembrar árboles y / o plantas con raíces superficiales que tiendan a deteriorar los pavimentos de los estacionamientos y demás áreas de circulación peatonal.

6.2. **Accesos:**

6.2.a. Al menos uno de los accesos al interior de la edificación debe estar libre de barreras.

6.2.b. En el caso de un conjunto de edificios, al menos uno de los itinerarios que los una entre sí y con la vía pública, ha de cumplir las condiciones establecidas por itinerarios accesibles o practicables.

6.2.c. En el caso de que existan diversos establecimientos públicos en el interior, deben tener al menos, un itinerario accesible que los comunique entre ellos y con la vía pública.

6.2.d. Otra forma de poder lograr la accesibilidad en los edificios públicos y / o privados es mediante la utilización de elementos auxiliares, por ejemplo: plataformas elevadoras.

6.2.e. En el caso de timbres de acceso, éstos deben estar ubicados de forma que estén al alcance de las personas en silla de ruedas. [64]

Nota: Se usarán todas las normas, leyes y criterios de forma integral.

1.11 Modelos análogos

1.11.1 Modelo nacional

En este acápite se muestra el estudio de dos modelos de edificios multifamiliares; uno nacional y otro internacional. En los cuales se deberá hacer hincapié en los diferentes aspectos arquitectónicos que engloban el diseño, así como también en los criterios climatológicos de cada modelo, según su emplazamiento y localización.

Es importante hacer mención que en Nicaragua no se cuenta con ninguna normativa bioclimática para esta tipología, en las cuales los edificios existentes, forman parte de una respuesta social y funcional de módulos básicos habitacionales normados por los criterios de dimensionamiento
mínimo del país.

Para empezar el análisis se deberán tomar en consideración parámetros de estudio en los cuales, es de importancia mencionar los diversos criterios formales en el diseño.

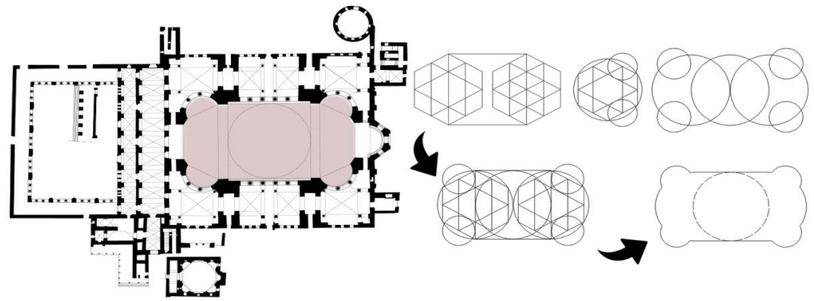


Ilustración 57 Catedral Santa Sofía de Estambul/Planta Arquitectónica. Unidad de las formas

Parámetros de análisis

Parámetros Formales:

Para los elementos de diseño y composición es necesario definir los términos compositivos que engloban el diseño arquitectónico los cuales son la pauta formal del mismo.

Entonces; ¿qué es la composición? Según la arquitecta Inés Claux en su libro “Acerca de la Arquitectura y el Proceso de Diseño’’ plantea que no es más que la organización de cualquier diseño y que es un sistema de interrelaciones que produce una unidad. En donde un diseño arquitectónico es armonioso porque posee Unidad, Ritmo, Equilibrio y Proporción así como la combinación de Color y Textura[65].

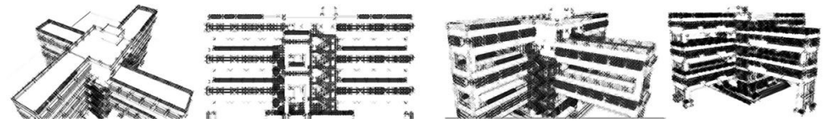
A continuación se define cada elemento compositivo.

Unidad

Es la individualidad de las formas basada en la armonía de las uniones de sus partes relacionadas y ordenadas entre sí, que generan estabilidad y simetría.

[64] Autores Varios, Norma técnica obligatoria nicaragüense (NTON). 2004

[65] CLAUX, Charriquiry Inés/Acerca de la Arquitectura y el Proceso de Diseño/Edición UNI/Managua 1999.



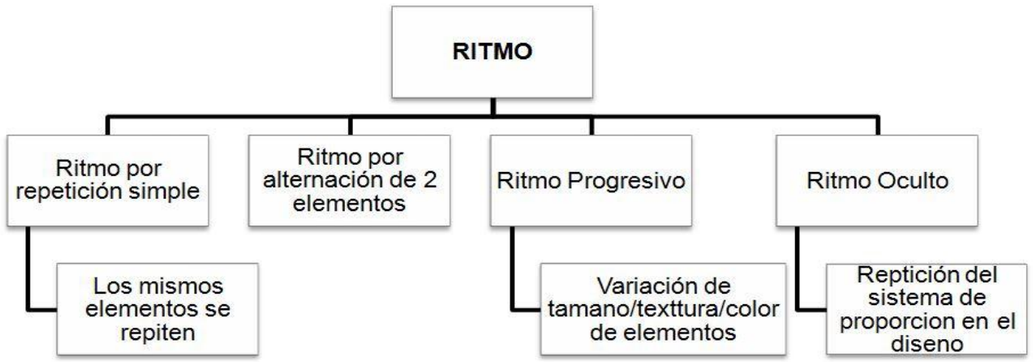


Ilustración 58. Gráfico elaborado a partir de los conceptos del libro "Acerca de la arquitectura y el proceso de diseño de Inés Claux

Ritmo

En arquitectura es la disposición periódica de elementos que genera movimiento visual como una ilusión óptica, esto se logra mediante la disposición, tamaño y contraste ya sea de texturas o color de los objetos.

Ilustración 59. Villa Savoye del Arq. Le Corbusier. Ritmo por repetición en Pilotes y Ventana. Fuente: www.arqhys.com

Equilibrio

En arquitectura es la compensación u orden visual entre los diferentes elementos que conforman un diseño y que también generan simetría. ¿Qué es simetría? Inés Claux la define como la distribución armónica y equilibrada de fases y espacios alrededor de una línea. Esto demuestra la existencia ordenada de las formas -

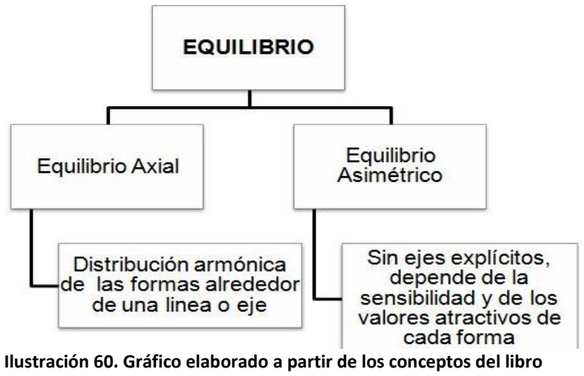


Ilustración 60. Gráfico elaborado a partir de los conceptos del libro "Acerca de la Arquitectura y el Proceso de Diseño'' Arq. Inés Claux.

-dentro del proceso de diseño en el cual el concepto de equilibrio se subdivide en varias partes las cuales se resumen en la ilustración núm. 60.

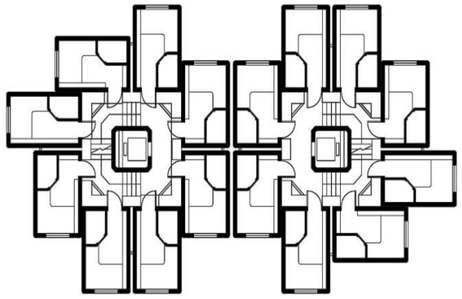


Ilustración 61. Planta del Nagakin Capsule Tower Arq. Kishio Kurokawa/Tokio Japón. Equilibrio Axial en donde la disposición formal ejerce movimiento alrededor del eje de rotación

Proporción.

Trata acerca de la correspondencia de las partes de un diseño con el todo del mismo, generando armonía, que es la combinación de cada uno de los elementos en su totalidad.

Color y Textura.

Con anticipación se ha hecho énfasis en la importancia que posee el color y la textura en términos de confort lumínico al hablar de contrastes, pero en criterios propios de la estética arquitectónica en la búsqueda de la armonía cromática como un efecto compositivo visual que no solo engloba aspectos físicos basados en lumitecnia, sino tambien dentro de la perspectiva de la percepción espacial en el diseño , debido a que cada color refleja un estado psíquico en cada persona y la mala aplicación del mismo generaría por si solo la idea de caos y desorden. En el caso de las texturas, su concepción proviene de las experiencias visuales relacionadas al tacto en donde se puede distinguir el tipo de superficie y material que se está observando.

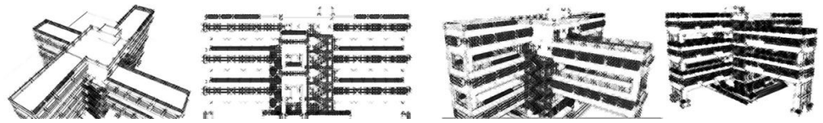
Modelo Análogo Nacional.

Apoyo a la Construcción de Viviendas en Managua, Nicaragua PROVIVIENDA.

Ficha Técnica del Inmueble	
Nombre de la Obra	Pro vivienda
Usos	Habitacional
Diseñador /Constructor	Comunidad Europea/ Gobierno de Nicaragua
Ubicación	Managua, Nicaragua
Área de Terreno	----------
Año de proyecto	2000

Descripción

Pro Vivienda está Ubicado en el Distrito dos de la Ciudad de Managua, Nicaragua. Está rodeado, por los barrios; Santa Ana al Oeste, San Sebastián al Norte y el Reparto San Antonio al Sur. Posee dos vías principales, una pasa en medio del sector la llamada quinta avenida y la otra es la Sección ''Dupla Norte'' que lleva hacia Carretera Norte al Este.



Las primeras viviendas de esta urbanización fueron diseñadas de dos plantas, guardando cierta similitud con las del reparto San Antonio, con la diferencia de que estas últimas tenían más de dos pisos. Luego se ocuparon los predios baldíos para la construcción de casas diseñadas de una sola planta, mismas, que son habitadas hoy en día. Los habitantes de este sector de Managua cuentan con todos los servicios básicos y tres zonas recreativas, las que incluyen un parque infantil, una cancha de baloncesto y un campo de fútbol[66].

Análisis Compositivo Formal.

Ritmo: Se aprecia principalmente hacia el Sur en la disposición lineal sobre el eje horizontal que poseen los módulos. Ver lustración núm.63

Equilibrio: Apreciable solamente en una de tres de las parcelas del conjunto hacia el lado Noroeste, en donde se reconoce la utilización del equilibrio axial de los módulos habitacionales. Ver ilustración núm. 63

Color y textura: En base al criterio cromático y armonías de las formas, los módulos por si mismos presentan, una unidad cromática en el uso de colores complementarios a través de la gama de tonalidades ocres en sus fachadas, entre ellos encontramos el tono de menor intensidad (Beige) como color principal y como secundario una degradación del mismo. Es importante hacer mención que las diferentes texturas y colores que encierran el conjunto habitacional representa en general una disfuncionalidad y desorden hacia el equilibrio psicológico cromático, respecto a los elementos que lo rodean como entorno inmediato, lo cual genera una contaminación visual del sector.

El análisis compositivo llevo a la síntesis de carencia unitaria de los módulos que cuya disposición formal no genera armonía entre los mismos y en donde la proporción debería jugar un papel de peso y en términos de conjunto esto no es apreciable ya que en todo caso el conjunto habitacional no posee orden ni dirección de los elementos que lo conforman.

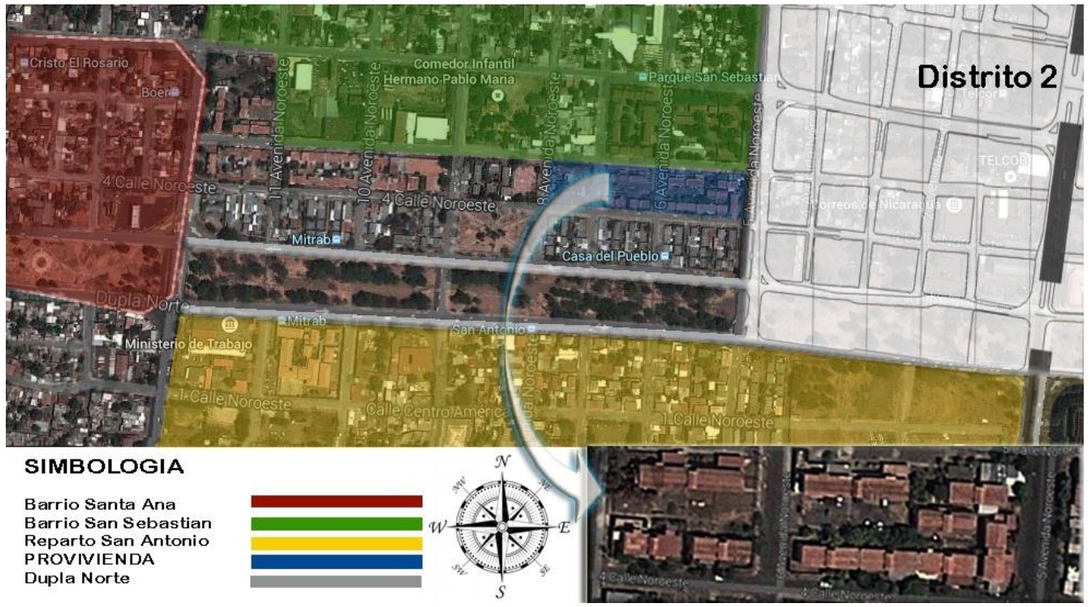


Ilustración 62. Localización Modelo Análogo PROVIVIENDA.

Análisis Funcional.

Pro Vivienda cuenta con una distribución de 2 zonas principales:

- Área de Viviendas: Posee 80 viviendas que se agrupan en dos subconjuntos habitacionales conformados de 48 apartamentos en 12 módulos de 4 unidades y 32 apartamentos en 4 módulos de 8 unidades.

- Área recreativa: Es importante hacer mención que el conjunto habitacional tiene a escasos metros al parque del barrio San Sebastián hacia el norte cruzando la sexta calle al noroeste del mismo, no obstante cuenta con una cancha de football pasando de Este a Oeste la cuarta y quinta calle que forman parte de la locación de los modulos.

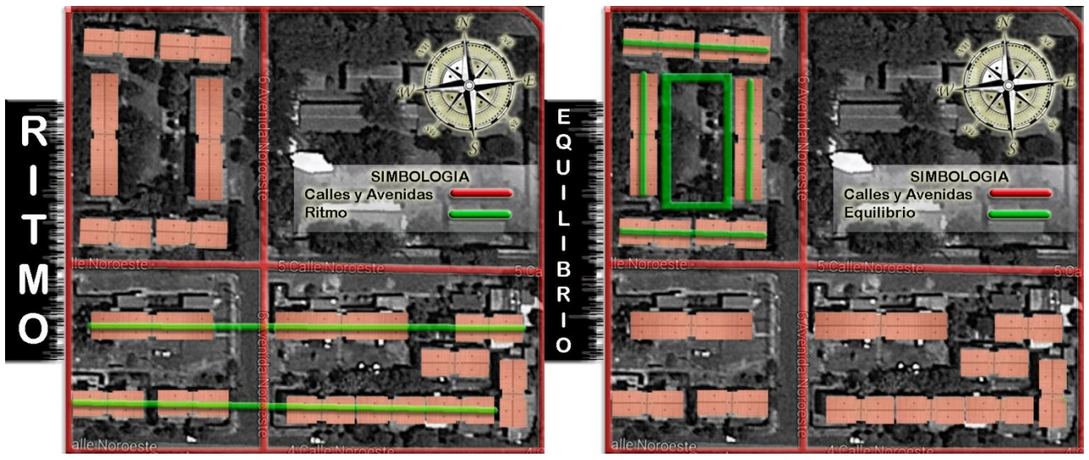
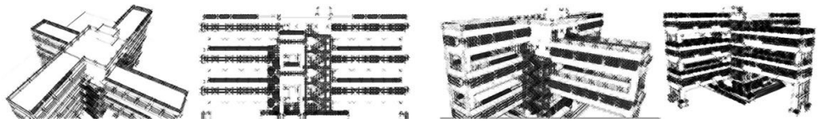


Ilustración 63. Ritmo y Equilibrio de los componentes del conjunto habitacional PROVIVIENDA. Fuente: googleearth 2012

[66]MONTEZ, Rugama Hatzel/ Pro Vivienda San Sebastián con calles danadas/El Nuevo Diario/Edicion 23 de Agosto 2013.



Diseño

Cada apartamento posee un área de 54 metros cuadrados, cada unidad comprendida en los siguientes ambientes:

- Sala : 9 metros cuadrados
- Cocina – Comedor : 9 metros cuadrados
- Ambiente de usos múltiples: 27 metros cuadrados (es importante señalar que este ambiente dada su modulación, puede subdividirse en una o dos habitaciones según la preferencia del usuario).
- Servicio Sanitario y Lavandería: 9 metros cuadrados (comprendidos entre cada ambiente respectivamente sumando el pasillo de circulación)
- Balcón: 3.6 metros cuadrados (ubicados en la segunda planta correspondiente al apartamento superior).
- Escaleras: 18 metros cuadrados.
- Pasillo Planta Alta: 32.4 metros cuadrados.

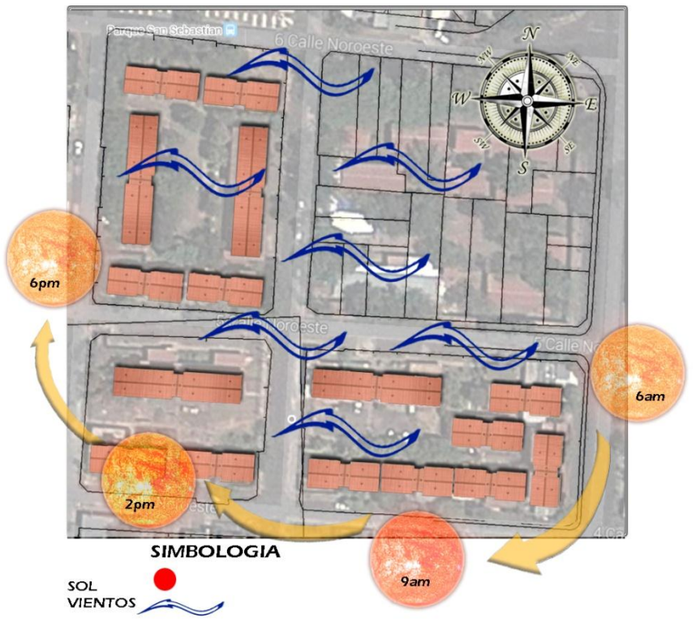


Ilustración 65. Soleamiento y Ventilación del conjunto habitacional PROVIVIENDA. Fuente: Googleearth 2012

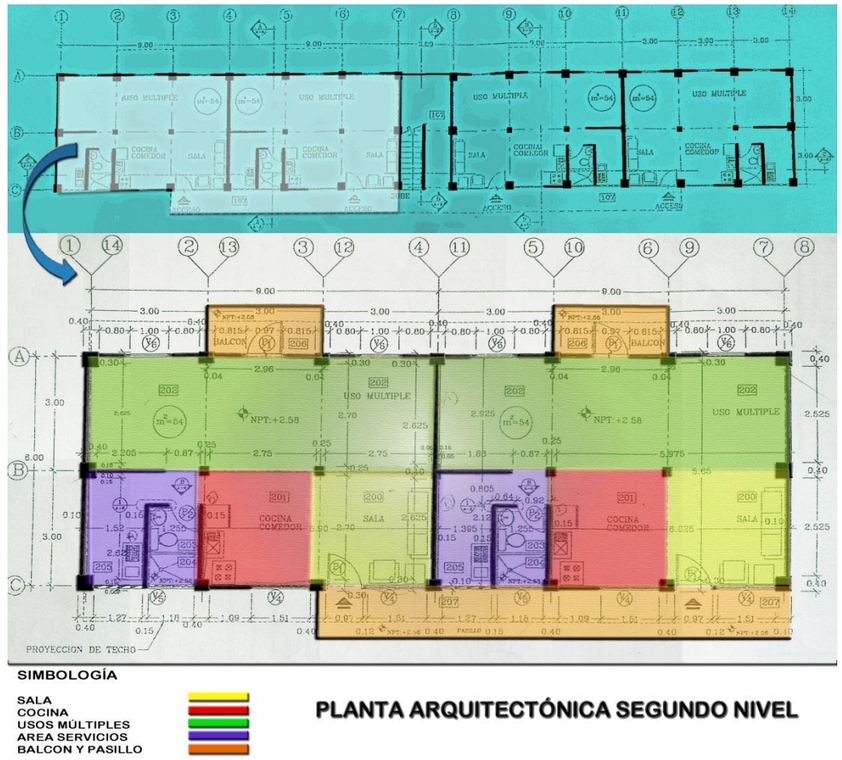


Ilustración 64. Planta Arquitectónica / Planos de Proyecto Apoyo a la Construcción de Viviendas en Managua, Nicaragua PROVIVIENDA. Fuente propia.

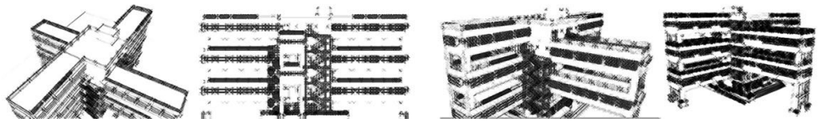
Las viviendas por lo general, sufren cambios en su distribución espacial, debido a las exigencias y necesidades de los usuarios, estas lógicamente enmarcadas hacia la condición económica y el número de habitantes por familia que las habita, en todo caso el diseño de los apartamentos de Pro Vivienda como se ha mencionado con anterioridad, su modulación responde a la necesidad de modificar el área libre del ambiente de “Uso Múltiple” por la adecuación de una o dos habitaciones.

Análisis Bioclimático

En esta parte del análisis se considera el comportamiento de los vientos y del sol respecto a la localización y disposición de los módulos en su conjunto.

Soleamiento.

El movimiento del sol durante el día es en las direcciones (Este-Sur-Oeste), en donde se puede apreciar en la ilustración 9, que en la orientación horizontal de algunos de los módulos (Este-Oeste), la mayor cantidad de iluminación natural e irradiación solar penetra en la



fachada Sur donde se tiene el mayor número de ventanas, por lo tanto también mayor área de captación durante las horas más críticas del recorrido solar diario provocando de esta manera el sobrecalentamiento interior durante las horas nocturnas, que es cuando se produce la llamada temperatura radiante que no es más que la transferencia de calor irradiada por los elementos de cerramiento debido a que durante el día la superficie absorbe grandes cantidades de calor.

En cuanto a los módulos orientados en dirección (Norte-Sur), el área de captación de calor es menor, por tanto la transferencia de calor hacia el interior del edificio es directamente proporcional a la superficie del cerramiento que recibe los rayos solares durante el día. En cuanto a la iluminación, la ubicación de los vanos de ventanas deben ser en las fachadas orientadas hacia el Norte dado que en las horas críticas en esta dirección por lo general se genera sombra, pero en este caso el diseño no posee ventanas en esta orientación creando de esta manera un problema de iluminación natural.

Ventilación

En los módulos orientados en dirección (Este-Oeste) la ventilación técnicamente es deficiente debido a que el recorrido de la masa de aire es paralelo a esta orientación.

En los módulos orientados en dirección (Norte-Sur) se aprecia la mayor área de captación de aire en los edificios, en donde la ventilación se vuelve cruzada, dado que la distancia del recorrido de la masa de viento en el interior responde a una distancia no mayor a seis metros

Ilustración 66. Elevación Principal y Lateral Módulos PROVIVIENDA. Fuente propia

lo cual es beneficioso para que los apartamentos mantengan una renovación permanente de aire. No obstante cabe señalar el tipo de ventana que el diseño utiliza, ya que según los planos responde a una tipología de persianas de aluminio y vidrio lo cual lleva a una entrada de masa de viento del 75% al interior, indicando que los apartamentos orientados en esta dirección, responden a un sistema de enfriamiento por ventilación.

Análisis Constructivo

El conjunto de apartamentos fue edificado con mampostería confinada, esto quiere decir la incorporación de vigas y columnas como estructura principal dejando el bloque de ocho pulgadas para cerramiento.

Existen varias desventajas de este sistema como es la utilización de formaletas de madera lo cual intensifica los desperdicios, mayor tiempo de ejecución de la obra, así como también la limitante constructiva de edificar diseños de más de tres plantas.

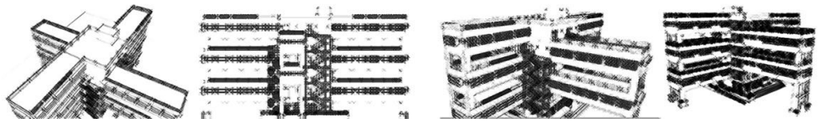
Consideraciones del diseño

- La articulación seccionada del diseño por medio de espacios de circulación como escaleras y pasillos.
- La reutilización de espacios a través del módulo en donde se pueden incorporar ambientes nuevos dentro del apartamento (Esto sucede en área de usos múltiples).
- Ventilación cruzada como estrategia de enfriamiento y criterio bioclimático base en el diseño.

1.11.2 Modelo análogo internacional

Ficha técnica	
Nombre de la obra	Edificio multifamiliar en Miraflores
Uso	Habitacional
Diseñador	Mariana Leguía, arquitecto
Ubicación	Miraflores, Lima, Perú
Área del terreno	300m²
Año del proyecto	2011-2012
Dirección	Calle Alfredo Salazar, Miraflores – Lima.

Tabla 10. Ficha técnica Edificio multifamiliar en Miraflores. Fuente: Elaboración propia con base en www.plataformaarquitectura.com



En un pequeño lote de 10 metros lineales de frente por 30 de fondo se configura este edificio de viviendas, ubicado en una zona céntrica y densa de la ciudad de Lima. El distrito de Miraflores.

El conjunto está compuesto por un semisótano, 7 pisos y azotea. El emplazamiento se ha desarrollado en forma de "L" generando un solo gran pozo de luz, de 5 x 15 metros de largo, para las unidades de vivienda, que se iluminan tanto desde la fachada frontal como desde el mismo aprovechando toda su longitud. Es así que dentro de esta alineación existen 9 departamentos distintos encajados unos con otros a manera de un juego de *"Tetris"* (Ilustración 67).

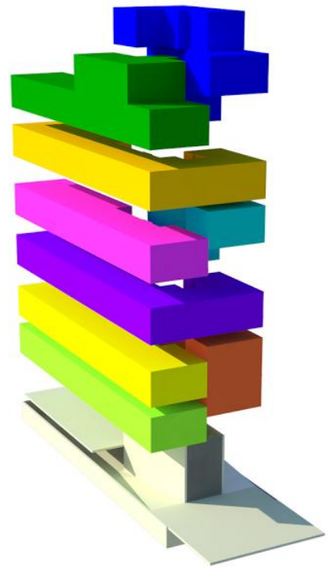


Ilustración 67. Analogía en el juego de video Tetris. Fuente: Llama urban desing

Un aporte importante es la relación con la calle en la que no se ha contemplado la construcción del cerco o muro de 3 metros de altura, que usualmente se ubica al final de retiro (espacio que por norma debe dejarse entre la berma y el edificio de 3 a 5 metros de ancho) el cual generalmente desvincula su relación con la calle. En este caso más bien se integra, al obviar la construcción de este elemento y propone un ingreso directo con un espacio de reposo compuesto por una banca con sombra como parte del gesto frontal de la fachada al nivel de la calle.[67]

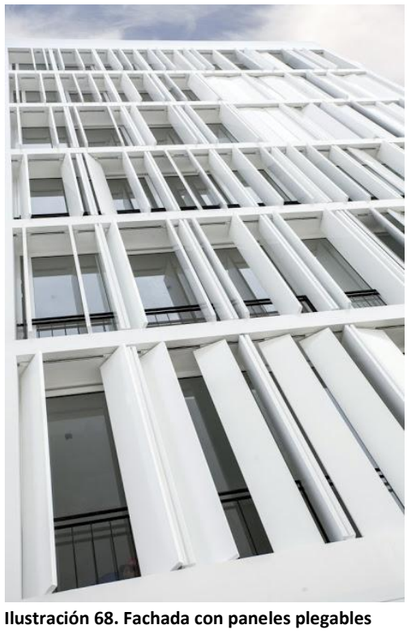


Ilustración 68. Fachada con paneles plegables como parasoles. Fuente: Llama urban desing

La fachada, a partir del segundo nivel en adelante, es una máscara compuesta por 4 elementos, colocados como capas sucesivas: columnas y barandas metálicas así como paneles removibles (corredizos y pivotantes) y ventanas herméticas de piso a techo. Esta máscara, ordena todo el conjunto y lo convierte en un solo elemento modulado. Dentro de este orden, los paneles removibles pueden cambiar de lugar o posición dependiendo del ánimo de los usuarios, haciendo las veces de una gran cortina o celosía que controla la luz, privacidad y registro desde la calle, generando una fachada siempre cambiante (ilustración 68). Esta puede convertirse en una caja cerrada o en una que expresa la vida de sus habitantes dentro de las diversas configuraciones espaciales que el proyecto ofrece.[68]

Ilustración 69. Macrolocalización de la obra. Fuente: google earth 2012

[67] www.plataformaarquitectura.com. 20 de diciembre 2012

[68] www.plataformaarquitectura.com. 20 de diciembre 2012

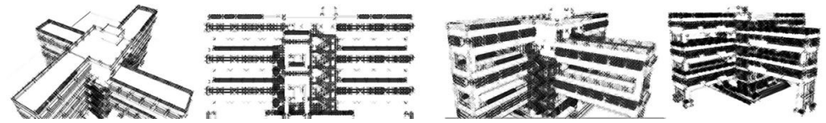


Ilustración 70. Microlocalización de la obra. Fuente: googleearth 2012

En la micro-localización del proyecto se puede apreciar la proximidad al océano pacífico (ilustración 69), de forma similar a nuestro municipio Managua, que está rodeado por el lago Xolotlán y las lagunas antes mencionadas, esto hace que los climas en estudio sean bastante parecidos.

Análisis compositivo formal

Ritmo: Es apreciable en los parasoles y en las ventanas acristaladas en la dirección nor-este.

Equilibrio: Es notable un equilibrio casi perfecto, con una preocupación en lo simétrico por parte de la diseñadora, no así en planta, que presenta una configuración alargada y meramente funcional.

Color y textura: En el exterior posee un color totalmente blanco, con tonos grises en los marcos de ventanas y puertas, en su interior sigue siendo color blanco sin embargo con partes de acabados en madera.

Ilustración 71. Fachada principal. Brise-Soleil. Fuente: Llama urban Desing

Análisis funcional

El multifamiliar de Miraflores cuenta con siete plantas, la planta baja que es dedicada a servicios y circulación pública las otras cinco plantas dedicadas a apartamentos y la última que funciona como una segunda planta de servicios y terrazas.

Cada planta consta de tres apartamentos, cada uno con dos dormitorios, dos baños, una cocina y una sala. En la última planta es una terraza dedicada a servicios y a recreación.

Análisis bioclimático

El principal criterio de diseño bioclimático que posee dicho multifamiliar es el de los protectores solares, ya que cuenta con un novedoso sistema de proporcionar sombra al costado nor-oeste que al mismo tiempo es la fachada del edificio, estos parasoles son del tipo plegables según la hora y la incidencia solar, cada planta recibe un ángulo de insolación distinto, por lo tanto varía la forma en que se pliegan dichos Brise-soleis (ilustración 71).

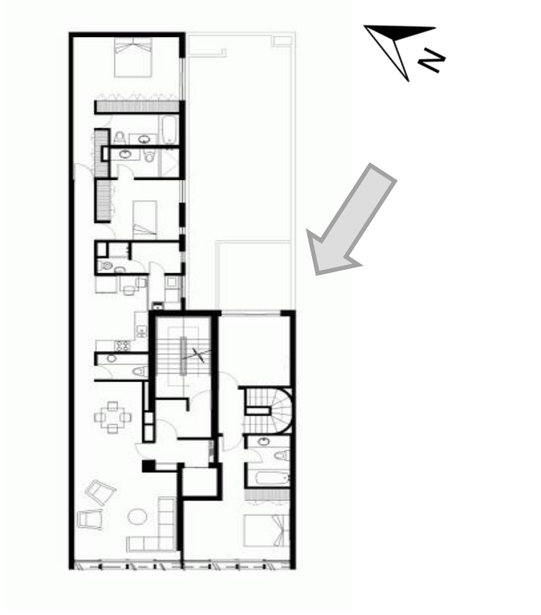


Ilustración 72. Planta tipo de apartamento. Fuente: Llama urban desing

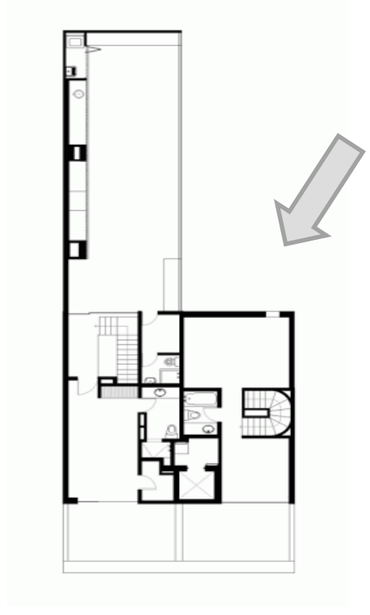
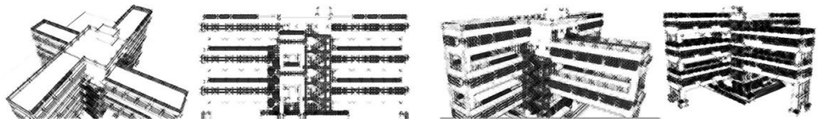


Ilustración 73. Ultima planta-terraza-servicios. Fuente: Llama urban desing



En cuanto a ventilación el viento predominante en Lima Perú durante el año proviene del noreste[69] por lo tanto influye en las aberturas del edificio en un ángulo aproximadamente de 40° lo cual según métodos empíricos de ventilación es excelente.

Análisis constructivo

El edificio es prácticamente de concreto armado con perfiles metálicos en su totalidad, sin embargo sus parasoles poseen un recubrimiento de corcho, aplicado en forma líquida, esto con el fin de reducir la ganancia de calor por radiación directa en las horas sol.

Las losas de entrepiso son de concreto reforzado, los pisos consisten en piezas de madera para evitar la ganancia de calor directa e indirecta, las paredes del oeste son de vidrio traslúcido para aprovechar la iluminación natural ayudados por el coeficiente de iluminación de los colores de las pinturas y texturas. Ciertas texturas en los patios traseros de los apartamentos son rugosas, esto aporta en acústica a reducir sonidos molestos, y a que la superficie se caliente menos (ilustración 74).

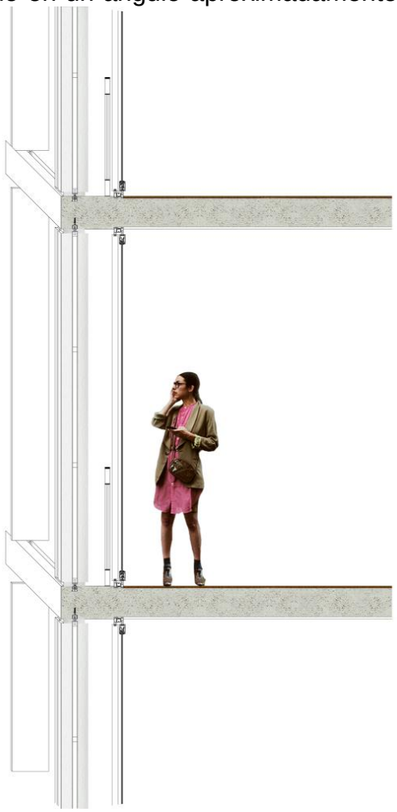


Ilustración 74. Sección constructiva y estructural. Fuente: Llama urban Desing

Ilustración 75. Corte arquitectónico. Fuente: Llama Urban Desing

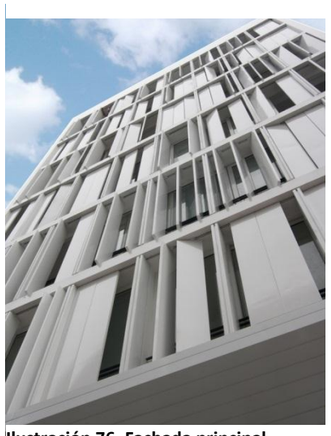


Ilustración 76. Fachada principal. Fuente: Llama urban Desing

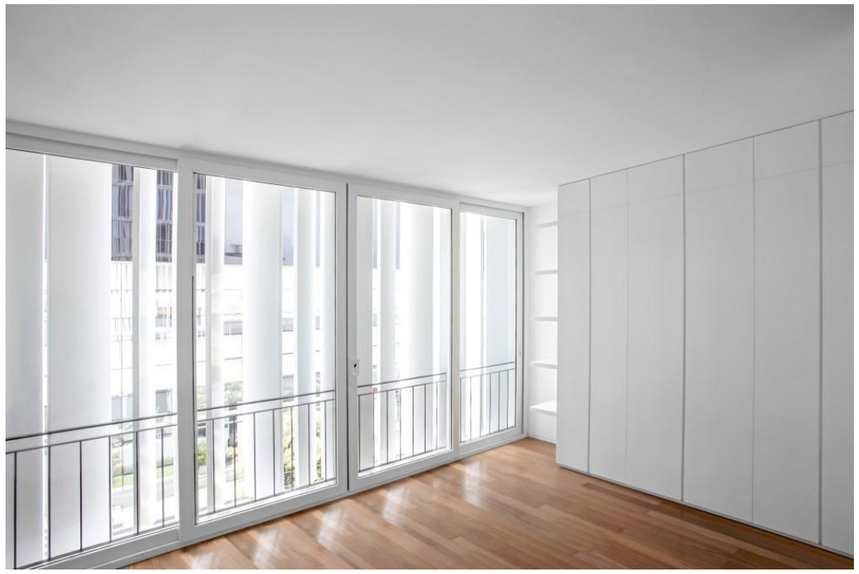
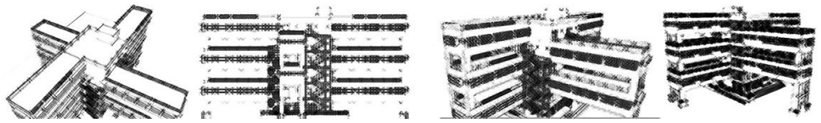


Ilustración 77. Interior de sala. Fuente: Llama urban desing

Ilustración 78. Interior cocina. Fuente: Llama urban desing

[69] ASHRAE. Weather tool. Ecotect Analysis. 2011



Consideraciones para el diseño

Los autores del trabajo concluyen que se puede retomar como ejemplos los siguientes aspectos:

- La aplicación de protectores solares en las fachadas oestes.
- El uso de una configuración alargada en planta, para aprovechar la ventilación cruzada en un ángulo de 45% al menos.
- El aprovechamiento de colores claro para cuestiones de iluminación interna.
- La buena configuración de aberturas acristaladas.
- La incorporación de ciertos materiales y texturas que ayudan a un balance térmico interno.

1.12 Metodologías del diseño bioclimático

Con anterioridad se ha hecho una locución inmediata y técnica hacia lo que se considera bioclimatismo y su participación dentro de la arquitectura contemporánea; no obstante las aplicaciones de diversas conceptualizaciones de elementos y factores condicionantes de la plataforma teórica de la arquitectura ambiental, deben ser sometidas y puestas a prueba a través de diversos métodos que emergen como solución conjuntiva hacia el diseño bioclimático y el proceso de diseño arquitectónico tradicional.

La continua y usual manera de plantear propuestas de diseño en edificios en los últimos años ha obviado la inclusión de sistemas y estudios de variables de confort higrotérmico de los usuarios. En todo caso la arquitectura por si sola debería ser bioclimática partiendo desde los diversos conocimientos basados en el comportamiento del microclima de donde se vaya a elaborar la propuesta, pensando en la comodidad de los habitantes de un edificio haciendo de este, un sistema termodinámico y eficiente procurando consumir el mínimo de energía. Así mismo se presentan puntos importantes de carácter a la sustentabilidad que son aplicables en el diseño.

Existen diversas postulaciones y teorías sobre los métodos bioclimáticos a seguir destinados al diseño de proyectos arquitectónicos las cuales se resumen en el siguiente gráfico:

Cabe señalar que las diversas metodologías representan el camino hacia el acabado de un proyecto en construcción. En lo que al diseño del anteproyecto multifamiliar bioclimático compete, la metodología mas aplicable es Szockolay que se enfoca en un análisis síntesis evaluativo. En el diseño, los métodos han surgido como una forma lógica de proceder para encontrar la solución de un problema. Los procedimientos son formas de actuar, o las acciones consecutivas que deben hacerse para llegar a un objetivo.

Según Szockolay "*Hay varios atributos que todo arquitecto debe tener, sin los cuales, las mejores herramientas serán inútiles". Son los siguientes:*

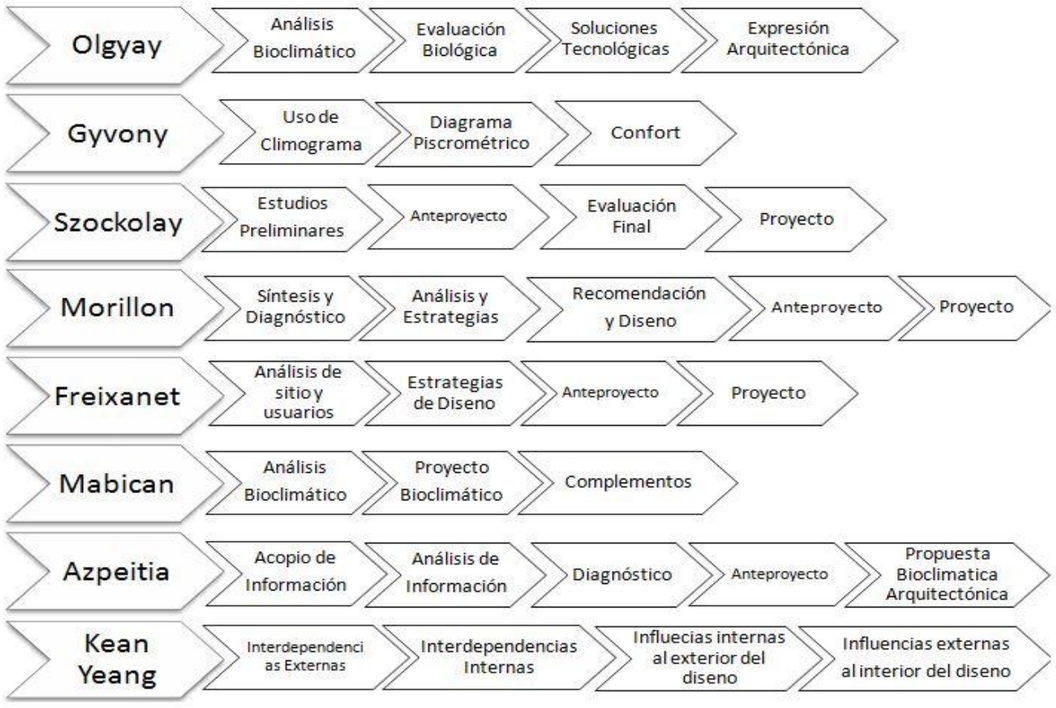
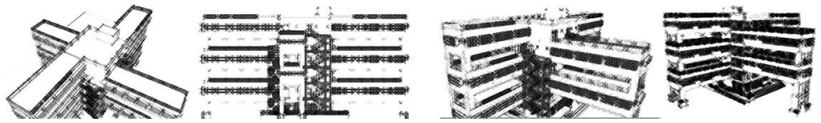


Ilustración 79.Metodologías Bioclimáticas/ Modulo 1/ Curso de Titulación Bioclimático/Arq. Eduardo Mayorga/UNI - 2013. Adaptación de los autores para anteproyecto.

- Concientización energética



- Comprensión conceptual: Es importante remarcar el conocimiento de los diversos conceptos enfocados a la plataforma bioclimática desde el conocimiento y estudio del clima, factores condicionantes y factores físicos del hombre hasta las diversas soluciones.
- Conocimiento y aplicación del método más viable.
- Simplificación del método: En todo caso la cuantificación rápida de algunos cálculos, así mismo determinar si el criterio de diseño es el más acertado[70].

Como se ha expuesto con anticipación las metodologías se basan en el acabado de un proyecto, es decir el sometimiento a prueba de las mismas se hace sobre el elemento construido, por esto se ha retomado la metodología de Szockolay, adaptándola al estudio de este anteproyecto en donde se resume con la siguiente tabla:

Metodología de Szockolay				
Etapas	Objetivos	Información	Herramientas	Producto
Estudios Preliminares	Recopilación Concisa Identificación de Restricciones Estudio de Condiciones Climatológicas Definición de Esquemas Preliminares	Datos Climáticos Normas Antecedentes Tipologías	Análisis Bioclimático Cartas de confort Estrategias de Diseño Programas Climáticos	Definición de Estrategias Definición de Programas Propuesta Energética
Anteproyecto	Generación de Ideas Formulación y Pruebas de Hipótesis de diseño	Conocimiento de geometría solar y de los efectos térmicos de la forma y comportamiento de los materiales.	Pruebas alternativas de refinación por medio de un método simple Evaluación de Criterios	Propuesta de Diseño

Tabla 11. Metodología de Szockolay /Modulo 1/Curso de Titulación Bioclimático/Arq. Eduardo Mayorga/UNI-2013. Adaptación de los autores para anteproyecto.

La idea del uso de metodologías bioclimáticas se hace con el fin de generar una conceptualización integral del diseño arquitectónico, a pesar que la rama del bioclimatismo posea gran información de carácter científica sobre el clima, cabe la interpretación y aplicación de dicha información sobre la propuesta arquitectónica sin dejar a un lado los aspectos creativos del proceso de diseño.

1.13 Conclusiones parciales del capítulo 1

Se ha presentado un marco teórico rico en contenido en cuanto a las bases principales para el fundamento de dicho anteproyecto, todo lo anterior ayuda a los autores a presentar una propuesta que satisfaga los requerimientos arquitectónicos de un edificio multifamiliar, en cuanto a espacios (ambientes) con las dimensiones idóneas para un núcleo familiar, dando así la pauta para crear un programa de necesidades acordes al sector social para el cual se está proyectando dicho trabajo. En este capítulo se ha mostrado la importancia de los sistemas de climatización pasivos, y la forma en cómo van de la mano con decisiones constructivas, estructurales y hasta socio-culturales. Se eligió una estrategia de diseño bioclimático que ayuda a incorporar herramientas dedicadas a la búsqueda del confort. Los dos modelos análogos estudiados dan una pauta necesaria para la concepción del anteproyecto en trabajo.

[70] FREIXANET, Víctor/Metodología de Diseño Bioclimático, Análisis Climático/Tesis de Maestría/2002.

CAPITULO 2

2. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE LA CIUDAD DE MANAGUA, NICARAGUA

Es importante hacer mención la clasificación del clima de Nicaragua dada su posición geográfica en el globo terráqueo, para determinar así el microclima del municipio de Managua.

Nicaragua se encuentra ubicada en el centro del continente Americano entre la línea ecuatorial y el trópico de Cáncer entre los 10˚ y 15˚ 45' de latitud Norte y 79˚30´ y 88˚ Oeste. Dada la ubicación geográfica Nicaragua este cuenta con una variedad de climas tropicales según la clasificación de Koppen. Managua cuenta con un clima tipo AW Clima de Sabana Tropical, se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre Abril) y otra lluviosa (Mayo Octubre). Así mismo dentro de los parámetros a considerar en el análisis climático de Managua se encuentran los siguientes:

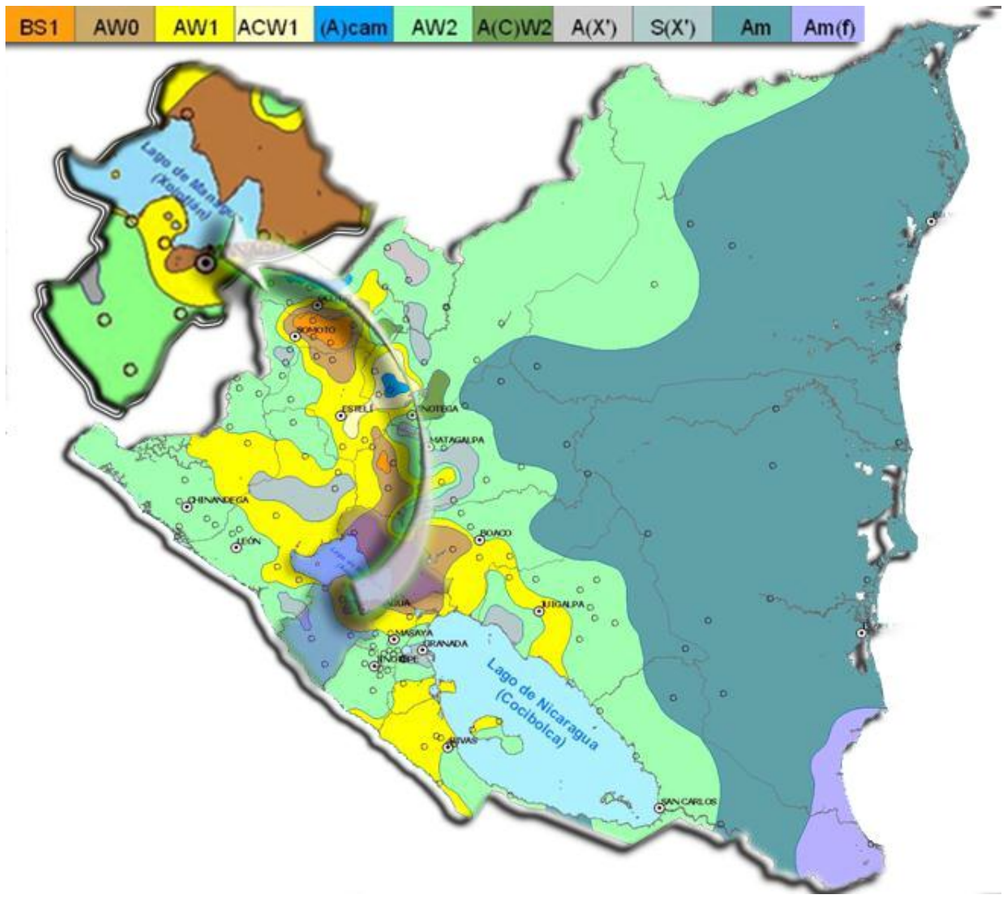


Ilustración 80. Mapa de Nicaragua y su Clasificación del Clima según Koppen/ Modificación con base en Mapa de INETER.

- Temperatura
- Humedad Relativa
- Dirección de los vientos
- Velocidad y frecuencia del Viento
- Radiación Solar
- Iluminación

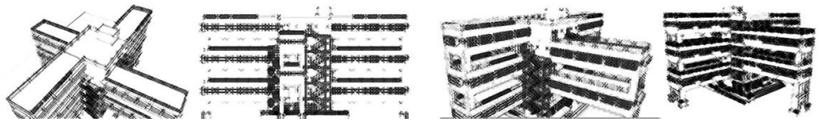
Estos son los factores y elementos principales de análisis que condicionan el clima del municipio de Managua. A continuación se presentan los rangos y zonas de confort de cada uno a lo largo de un año, según la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto Cesar Sandino.

Clasificación del clima de Nicaragua Según Koppen	
AW (AW1 – AW2)	**Clima Sabana Tropical. Clima caliente y subhúmedo con lluvia en verano.**
Am	Clima Monzónico
Af	Clima Caliente y Húmedo con lluvias todo el año
BS1	Clima Seco y Árido
ACam	Clima Templado Lluvioso
Ax'- Sx'	T˚ 19˚C - T˚ 21˚C Precipitaciones distribuidas uniformemente entre 1300mm y 1600mm
A(C)W1 – A(C)W2	T˚ 20˚C - T˚ 22˚C Precipitaciones distribuidas uniformemente entre 1100mm y 1600mm

Tabla 12. Clasificación del Clima de Nicaragua/ Elaborada con base en información de INETER

2.1 Temperatura

En Managua la temperatura oscila aproximadamente entre los 21˚C y 26˚C en la zona de confort anual, donde es importante mencionar que los meses que muestran rangos de



temperaturas bajas absolutas, cuyo registro grafico se encuentra en la zona de bienestar, varían desde Abril a Junio, por ende las temperaturas altas a lo largo del año no se aproximan a los rangos de confort. Así mismo en los meses de Mayo y Enero existe una variación máxima y mínima absolutas de temperatura entre los 34˚C y los 21˚C

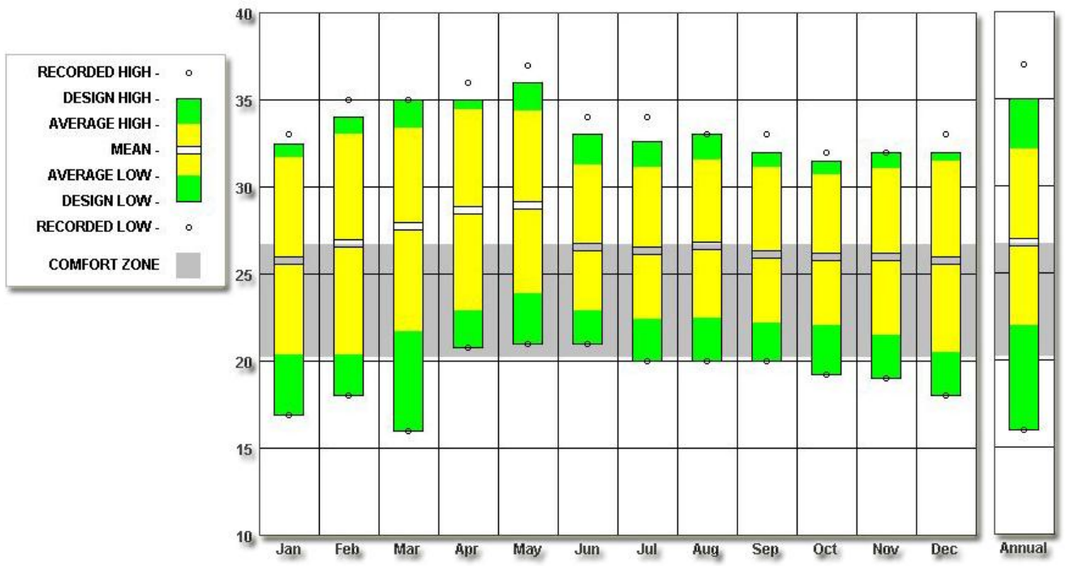


Ilustración 81. Temperatura anual de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino.

respectivamente, cuya variación media anual es de 27.5˚C. No obstante las variaciones de temperatura a lo largo del ciclo anual muestran picos máximos de 38˚C siendo también el registro más bajo de temperatura aproximado de 16˚C en el mes de Marzo.

2.2 Humedad Relativa

Las oscilaciones existentes varían entre los datos medios máximos y medios mínimos absolutos, los cuales están reportados en los meses de Octubre y Abril entre un 92% y

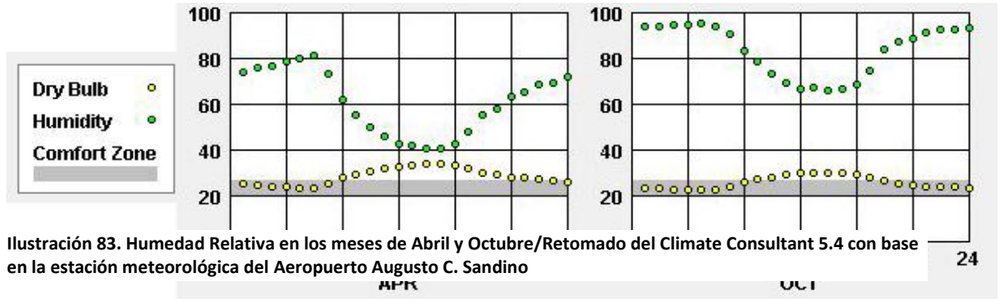


Ilustración 83. Humedad Relativa en los meses de Abril y Octubre/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

54.80% respectivamente, generando una humedad relativa media anual de 73.4%. Todos estos datos basados en registros meteorológicos recopilados a través de 50 años. Así mismo los rangos de confort oscilan entre 20% y 30%.

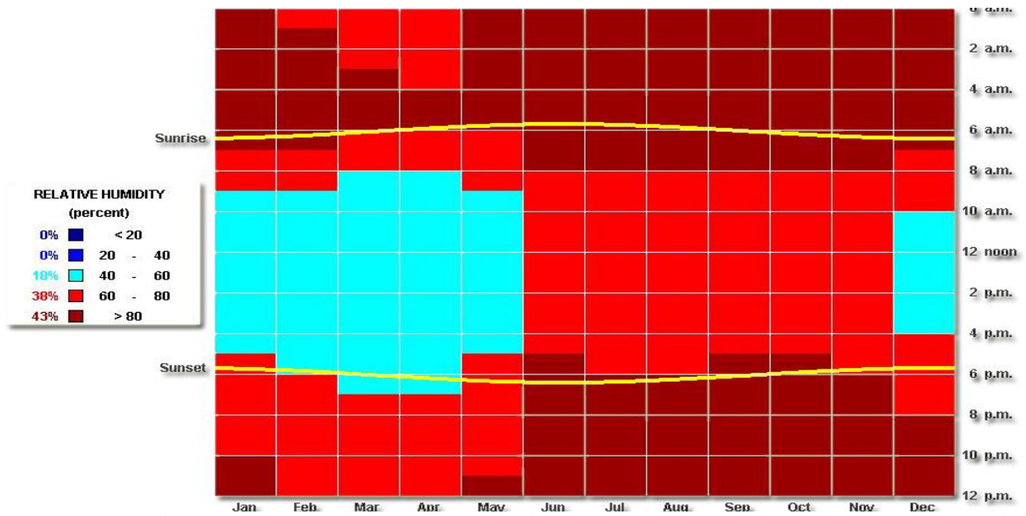
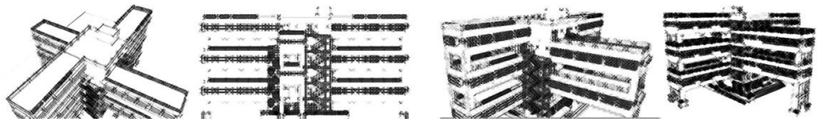


Ilustración 82. Humedad Relativa anual de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino.

En el estudio de las isopletas anuales de humedad, se muestra un análisis desde la salida del sol hasta el crepúsculo, en donde el porcentaje mínimo del 18% en color cyan corresponde a un rango que se encuentra entre los meses de Diciembre hasta Mayo del 40% al 60% de humedad relativa. En los meses de Junio hasta Noviembre, los datos de humedad se mantienen entre el 60% y 80% representado en color rojo. Por tanto con un porcentaje anual mayor en humedad están los meses de Junio a Diciembre que durante horas de la noche muestran índices mayores al 80% esto Coincide le valor máximo de humedad relativa con el mes más lluvioso.

2.3 Dirección de los Vientos

Los vientos predominantes en el municipio de Managua de Enero a Diciembre, provienen del Este en donde los vientos secundarios en un 58% y 42% del Sureste y Noreste respectivamente.



ROSA DE LOS VIENTOS

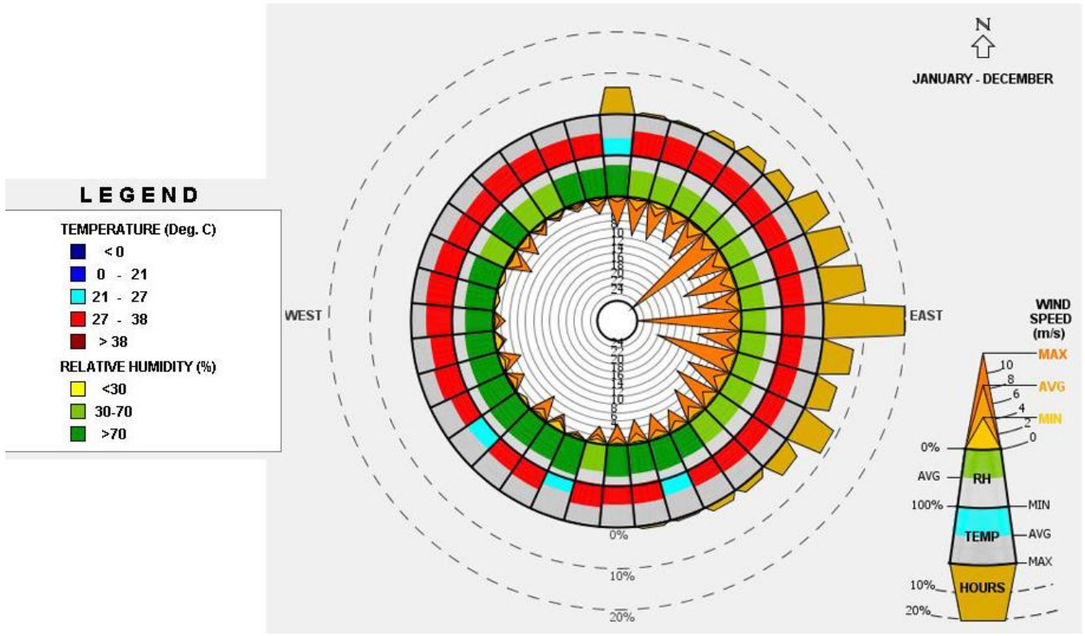


Ilustración 84. Vientos Predominantes en el Municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

En el análisis de la rosa de los vientos se aprecian las diferencias de temperatura a lo largo del año con un rango común entre 21˚C a 27˚C de confort que proviene en del norte y el sur oeste. Así mismo la temperatura común del aire en el municipio de Managua oscila entre los 27˚C y 38˚C. Los vientos con mayor humedad en un rango mayor al 70% proviene principalmente del Oeste con una velocidad mínima casi nula, mientras que el aire que entra por el Este mantiene una humedad entre el 30% al 70%. Pero con menor frecuencia y velocidad.

2.4 Velocidad del Viento

La masa de aire en el municipio de Managua no alcanza altas velocidades, dato que resulta ser determinantes en la toma de decisiones de ventilación cruzada como estrategia básica de diseño. Así mismo los resultados de la estación meteorológica arrojan que las velocidades del viento más altas se registran en el mes de Febrero con aproximadamente 7m/s con una media mensual de 3 m/s, mientras que las velocidades más bajas son durante el mes de Octubre, con 3m/s y una media mensual de 1 m/s. Por tanto cabe señalar que las velocidades anuales oscilan en 1.8m/s a 2 m/s.

VELOCIDAD DEL VIENTO

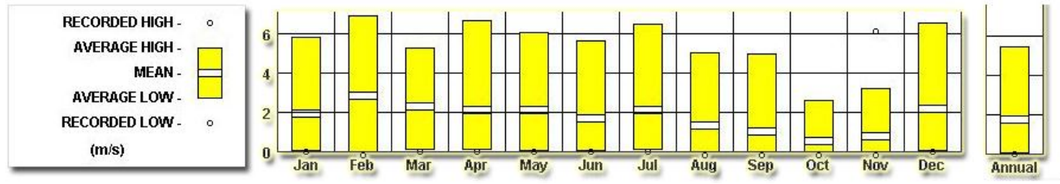


Ilustración 85. Velocidad del Viento Municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica Augusto C. Sandino

2.5 Radiación Solar

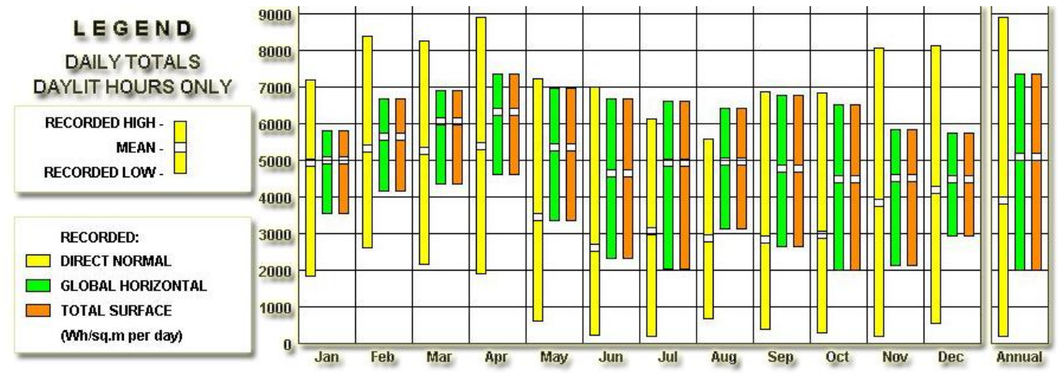


Ilustración 87. Radiación Solar Municipio de Managua/ Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del aeropuerto Augusto C. Sandino

DIAS CON MAYOR Y MENOR ILUMINACIÓN

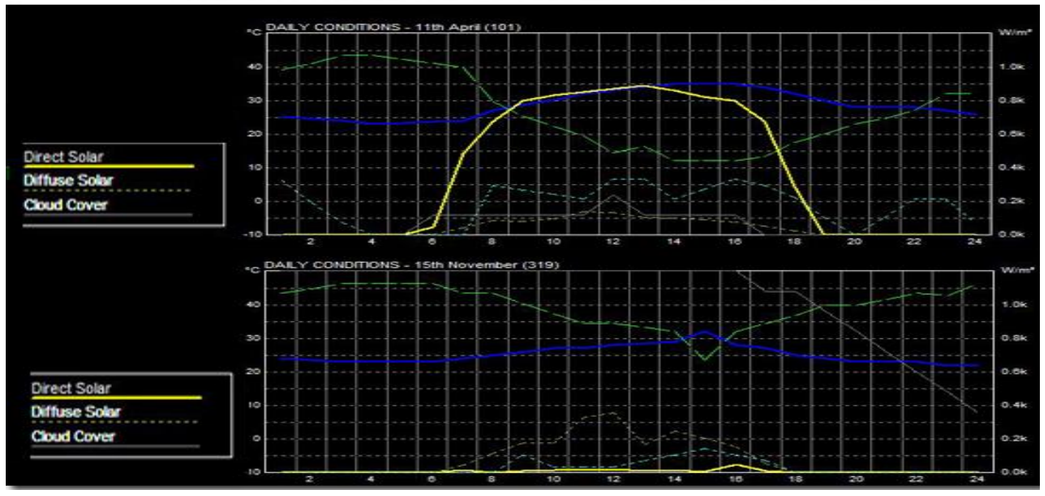
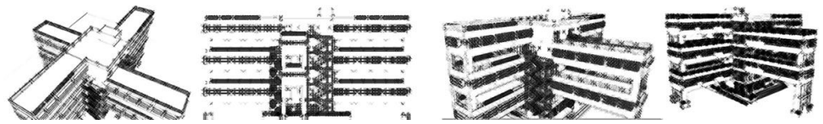


Ilustración 86. Días con mayor y menor Iluminación en Managua/ Retomado de Ecotect con base en datos meteorológicos del Aeropuerto Augusto C. Sandino



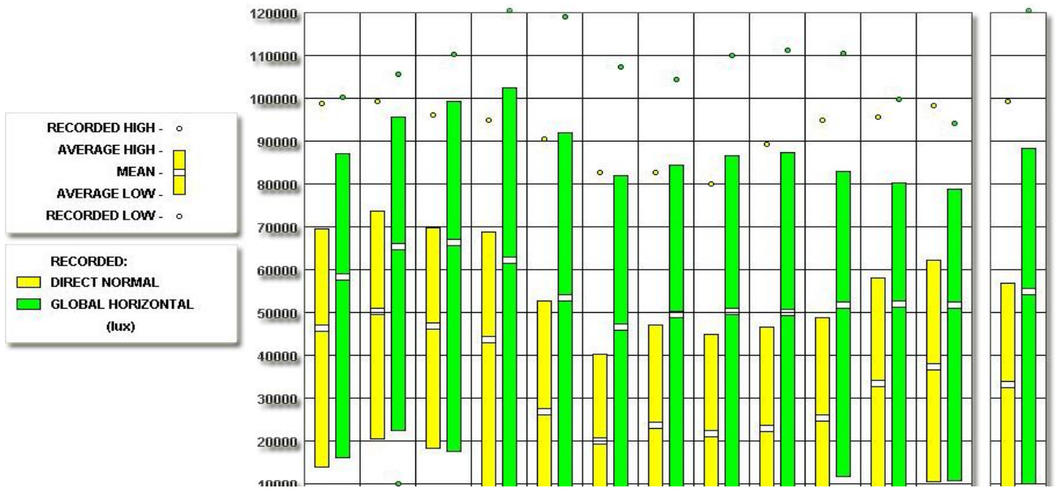


Ilustración 88. Iluminación Natural municipio de Managua/Retomado del Climate Consultant 5.4 con base en la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino.

Como se ha explicado anteriormente la incidencia de radiación solar depende primordialmente de la geolocalización del sitio en el globo terrestre, por tanto la radiación está sujeta también a los movimientos de traslación y rotación de la tierra lo cual determina las épocas y horas de mayor cantidad de radiación recibida en la superficie. En Managua, Abril es el mes con mayor radiación solar que oscila desde los 4600wh/m² hasta los 7700wh/m², mientras que los meses con menor radiación solar son entre Junio y Noviembre entre 4700mh/mts² y 4800wh/mts². El municipio cuenta con una media anual de 5200wh/mts² entre picos altos y bajos de 7700wh/mts² y 2000wh/mts² respectivamente.

2.6 Análisis Psicométrico de confort

El parámetro de rangos de análisis para el clima de Managua en vías de seleccionar estrategias bioclimáticas, con base en la homologación cuantitativa de datos climáticos de las cartas psicométricas sujetas a la temperatura de bulbo seco, tiende a variar por factores cuya diferencia es mínima. Los softwares Autodesk Ecotect System y el Climate Consutant 5.4 muestran dicha comparación de datos del municipio de Managua en donde la estación meteorológica del aeropuerto Nacional somete a prueba sus registros según las normas de la ASHRAE.

Por tanto los diversos elementos que componen el clima están resumidos en las siguientes graficas sujetas a la zona de confort climático en donde se evidencia lo siguiente:

Zona de Confort entre 25˚C y 27.8˚C en Ecotect System mientras que el Consutant muestra un rango de Confort aproximado de 22˚C y 27˚C.

Temperatura

Enero es el mes registrado con la temperatura más baja anualmente, siendo Mayo el de mayor registro de temperatura anual promedio. Ambos datos oscilan entre 21˚C y 34.5˚C respectivamente (ilustración 89).

Humedad Relativa

Los porcentajes anteriormente establecidos en el Consultant Climate muestran la isopleta de humedad y los registros de menor y mayor humedad relativa en los meses de Abril y Octubre respectivamente; mientras que Ecotect evidencia los meses de Julio hasta Octubre con mayor humedad aproximada al 70% respondiendo cualitativamente a que ambas herramientas poseen el mismo rango de humedad (ilustración 83 y 89).

Dirección y Velocidad del Viento

Ambas herramientas poseen la misma dirección del viento predominante que proviene de Este. En cuanto a la temperatura del Aire se evidencia que a velocidades menores a 2.77mts/seg equivalentes a 10km/hr la temperatura es de 25C˚ a 30˚C llegando hasta los 35˚C. Así mismo los datos de humedad relativa en el aire con la misma velocidad oscilan entre 65% y 75% siendo los vientos provenientes del Oeste los de mayor humedad. También Ecotect muestra datos de lluvia sujetos a la misma velocidad promedio del viento oscilan entre los 35mm y 50 mm de lluvia siendo el último dato parte de los vientos que provienen del Oeste.

Radiación Solar

Al igual que el Climate Consutant, Ecotect muestra los meses con mayor irradiación solar en donde la nubosidad es menor, estos están comprendidos entre Marzo, Abril y Mayo en donde la menor irradiación se encuentra en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre cuando la nubosidad es mayor. Guardando similitud con los datos del Climate Consultant al establecer que Abril es el mes con mayor irradiación solar.

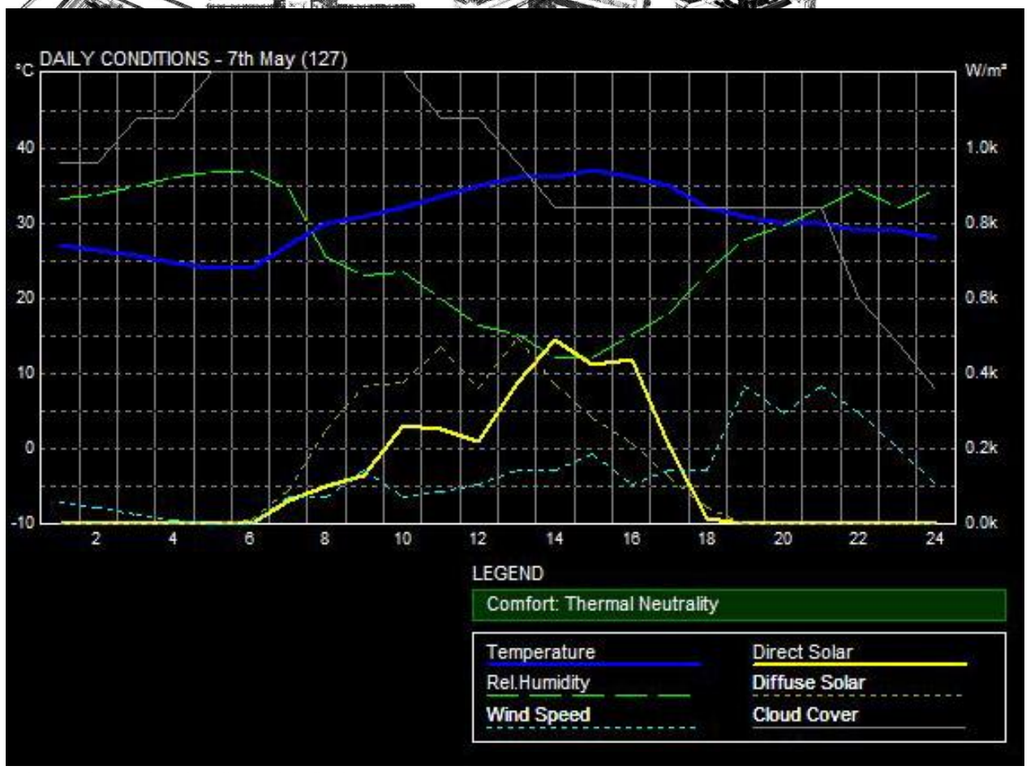


Ilustración 89 Día más caliente del año de Managua. Fuente Autodesk Ecotect System

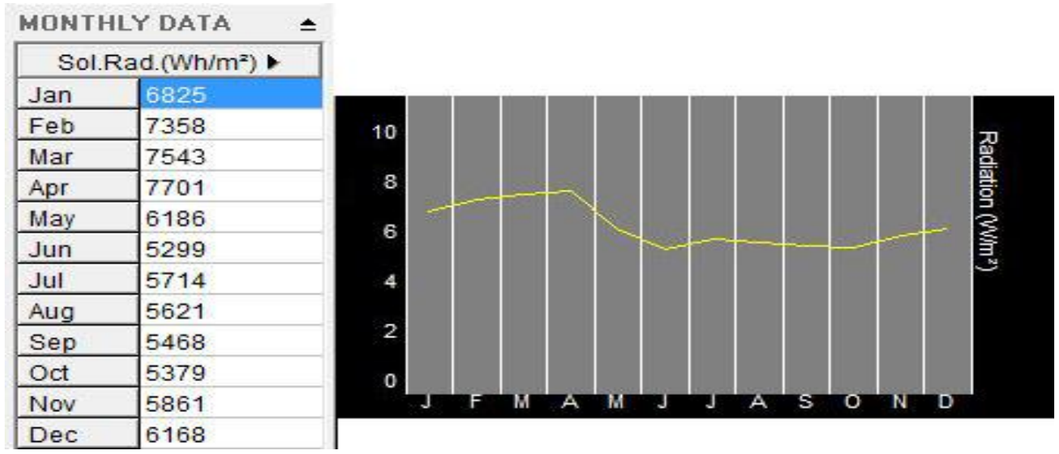


Ilustración 91 Irradiación Solar Mensual. Fuente Autodesk Ecotect System

La selección de estrategias básicas por lo general tienden a ser la ventilación constante y la protección contra el sol con el fin de evitar el exceso de humedad en el ambiente, en todo caso las muestras de los elementos de análisis del clima dan a conocer las posibles estrategias según las cartas psicométricas que a continuación se grafican.

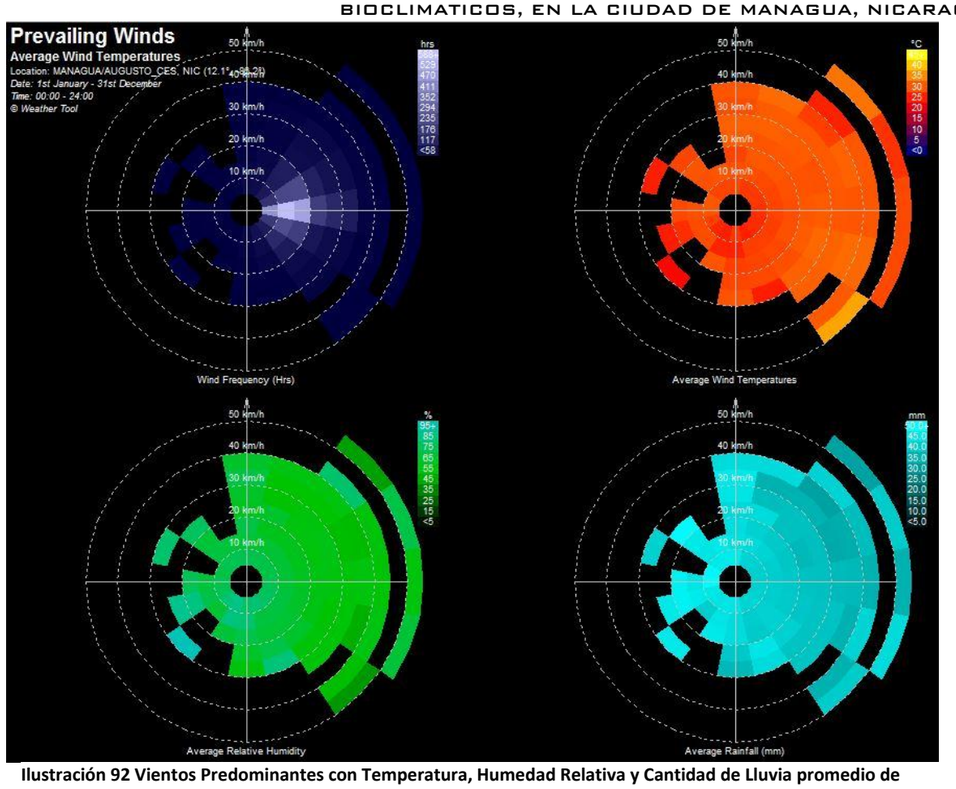


Ilustración 92 Vientos Predominantes con Temperatura, Humedad Relativa y Cantidad de Lluvia promedio de Managua. Fuente Autodesk Ecotect System.

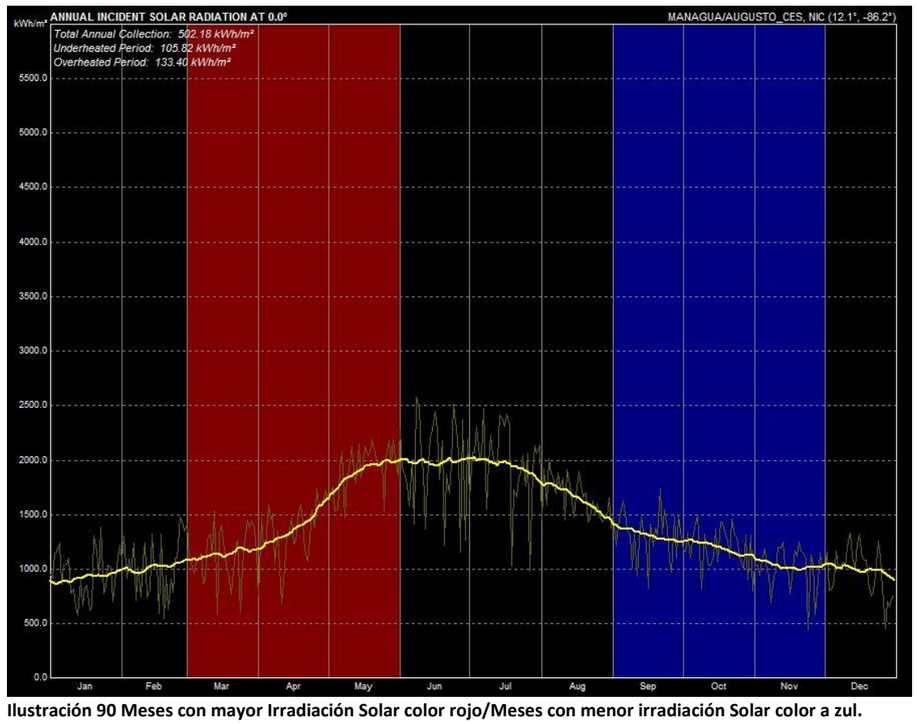


Ilustración 90 Meses con mayor Irradiación Solar color rojo/Meses con menor irradiación Solar color a zul. Fuente Autodesk Ecotect System

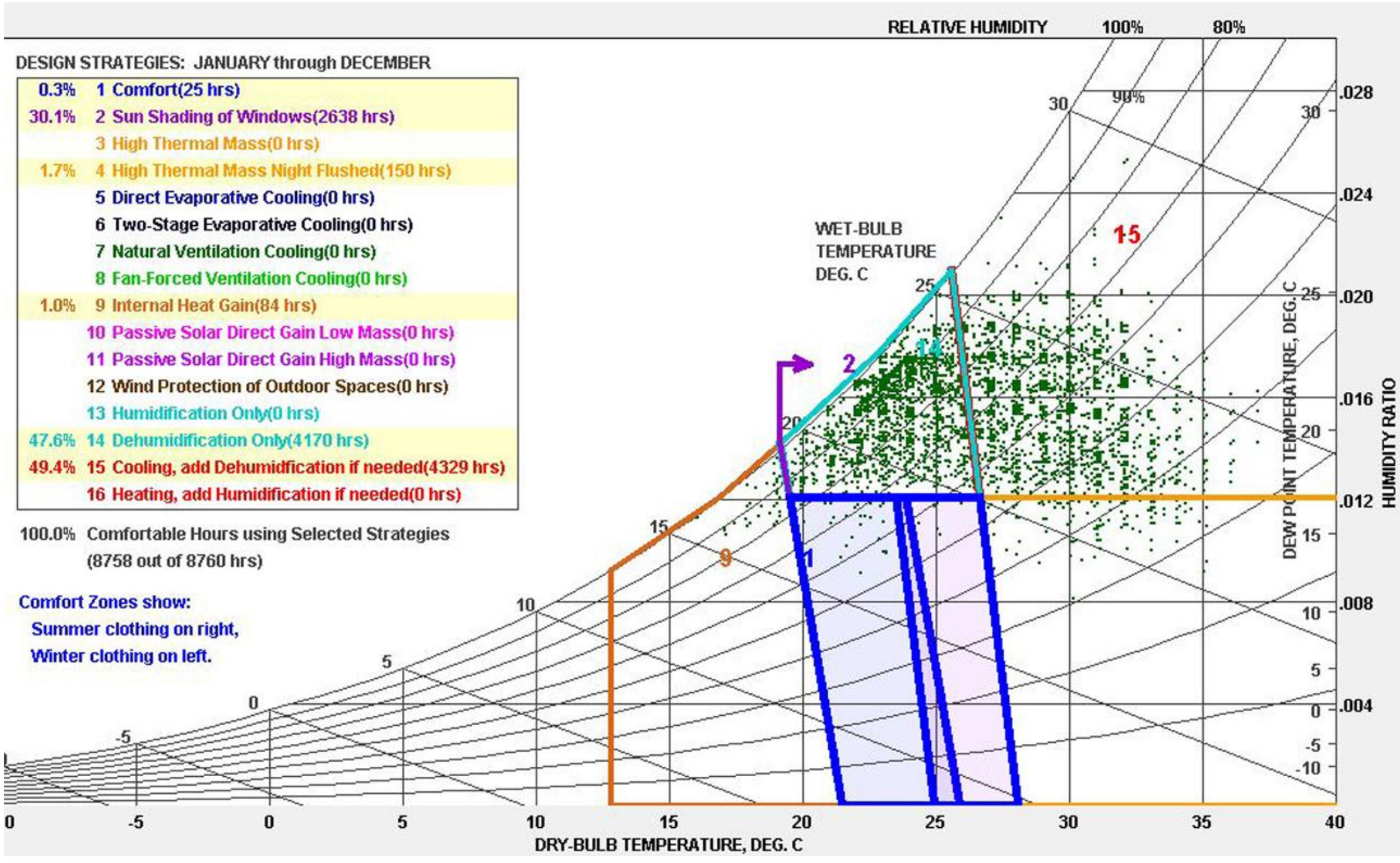
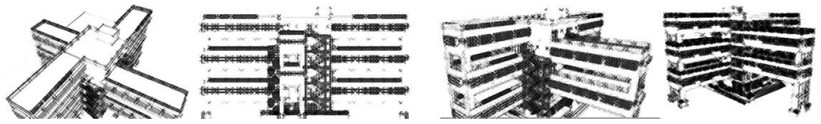


Ilustración 93. Carta psicométrica de Givony. Fuente: Consultant climate 5.4



Psychrometric Chart

Location: MANAGUA/AUGUSTO_CES, NIC
Display: Monthly Mean Minimum/Maximum
Barometric Pressure: 101.36 kPa
© Weather Tool

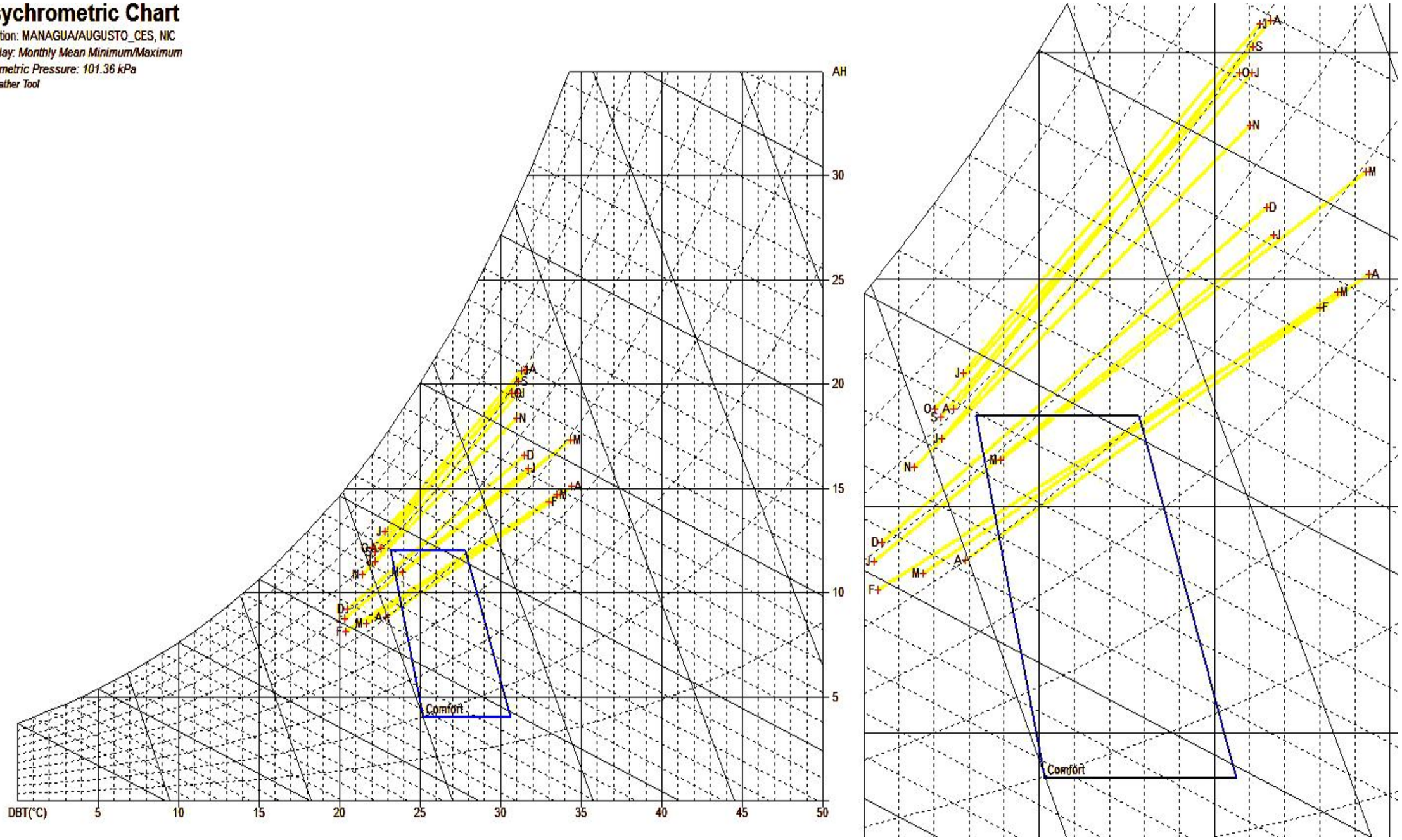
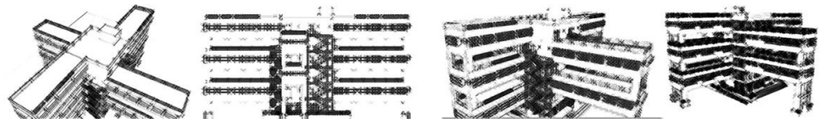


Ilustración 94. Carta psicométrica de Givony. Fuente: Autodesk Ecotect System



2.7 Aplicación de las tablas Mahoney

La aplicación de las tablas Mahoney representa una muy buena herramienta para caracterizar el clima de un determinado sector geográfico, ya que como producto final proporciona recomendaciones interesantes en cuanto a estrategias bioclimáticas de diseño.

TEMPERATURA DEL AIRE ºC														
TEMPERATURA (ºC)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MÁS ALTA	TMA
MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES	33.8	34.8	36	36.6	36.7	34.5	33.7	34.1	33.8	33.3	33.2	33.1	36.7	27.05
MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES	17.4	17.7	18.6	20.2	21.5	21.6	21.1	21.2	21.1	20.6	18.7	17.6	17.4	19.3
VARIACIONES MEDIAS MENSUALES	16.4	17.1	17.4	16.4	15.2	12.9	12.6	12.9	12.7	12.7	14.5	15.5	MÁS BAJA	OMA

Tabla 13. Temperaturas del aire en Managua. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático

Más alta: corresponde al mayor valor de las temperaturas medias máximas.
Más baja: corresponde al mayor valor de las temperaturas medias mínimas.
Tma (temperatura media anual): es el promedio de los doce valores de temperatura medias mensuales.
Oma (oscilación media anual): es el promedio de los valores de más alta y más baja.

HUMEDAD, PLUVIOSIDAD Y VIENTO													
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
HUMEDAD (PORCENTAJE)	MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES	80.4	75.3	72.5	74.1	87.8	91.6	90	89.6	91.7	92	89.3	83.7
	MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES	58.8	55.6	55.3	54.8	58.3	71	71.3	71.5	75.3	74.5	70.7	62.7
	PROMEDIO	69.60	65.45	63.90	64.45	73.05	81.30	80.65	80.55	83.50	83.25	80.00	73.20
GRUPO DE HUMEDAD (GH)		3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
PLUVIOSIDAD (mm)		3.20	0.60	2.90	18.80	185.80	173.70	132.80	143.40	242.60	281.00	67.40	3.40
VIENTO (DIRECCIÓN)	DOMINANTE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	SECUNDARIO	NE	NE	SE	SE	SE	SE	NE	NE	SE	SE	SE	NE

Tabla 14. Datos de humedad, pluviosidad y viento en Managua. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático

TOTAL DE PLUVIOSIDAD (mm)
1,255.60

Los datos climáticos anteriores fueron tomados de INETER proporcionados en el primer módulo del curso de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático impartido por el arquitecto Eduardo Mayorga Navarro, y corresponden a los de la ciudad de Managua.

DIAGNÓSIS DEL RIGOR TÉRMICO												TMA:	27.05
GRUPO DE HUMEDAD		3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
TEMPERATURA (ºC)		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES		33.80	34.80	36.00	36.60	36.70	34.50	33.70	34.10	33.80	33.30	33.20	33.10
BIENESTAR POR EL DÍA	MÁXIMO	28	28	28	28	27	27	27	27	27	27	27	27
	MÍNIMO	23	23	23	23	22	22	22	22	22	22	22	22
MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES		17.40	17.70	18.60	20.20	21.50	21.60	21.10	21.20	21.10	20.60	18.70	17.60
BIENESTAR POR LA NOCHE	MÁXIMO	23	23	23	23	21	21	21	21	21	21	21	21
	MÍNIMO	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
RIGOR TÉRMICO	DÍA	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	NOCHE	B	B	B	B	C	C	C	C	C	B	B	B

Tabla 15. Diagnósis del rigor térmico. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático

Tanto el bienestar por el día y como el bienestar por la noche están definidos por límites de confort donde:

- si la temperatura es superior a los límites de confort = **c (caluroso).**
- si la temperatura está dentro de los límites de confort = **b (bienestar).**
- si la temperatura es inferior a los límites de confort = **f (frío).**

INDICADORES														
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
HUMEDAD														
VENTILACIÓN INDISPENSABLE	H1					√	√	√	√	√	√	√	√	8
VENTILACIÓN CONVENIENTE	H2													0
PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA	H3					√	√			√	√			4
ARIDEZ														
ALMACENAMIENTO TÉRMICO	A1	√	√	√	√									4
ESPACIO PARA DORMIR AL AIRE LIBRE	A2													0
PROTECCIÓN CONTRA EL FRÍO	A3													0

Tabla 16. Indicadores. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático

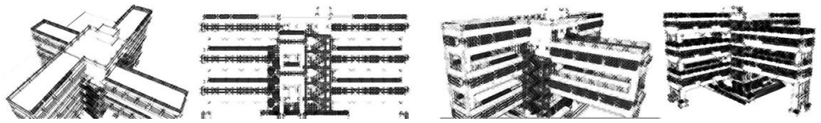
Esta última tabla es de gran importancia, aquí es donde se toman la principales referencias para las recomendaciones estratégicas de diseño bioclimático según Mahoney.

RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

	INDICADORES DE MAHONEY								
	H1	H2	H3	A1	A2	A3		no.	Recomendación
Número de Indicadores	**8**	**0**	**4**	**4**	**0**	**0**			
Distribución				0-10				1	Orientación Norte-Sur (eje largo E-O)
				11-12		5-12			
						0-4		2	Concepto de patio compacto
Espaciamiento	11-12							3	Configuración extendida para ventilar
	2-10							4	igual a 3. pero con protección de vientos
	0-1							5	Configuración compacta
Ventilación	3-12							6	Habitaciones de una galería -Ventilación constante -
	1-2			0-5					
				6-12				7	Habitaciones en doble galería - Ventilación Temporal -
	0	2-12							
		0-1						8	Ventilación NO requerida
Tamaño de las Aberturas				0-1		0		9	Grandes 50 - 80 %
						1-12		10	Medianas 30 - 50 %
				2-5					
				6-10				11	Pequeñas 20 - 30 %
						0-3		12	Muy Pequeñas 10 - 20 %
				11-12		4-12		13	Medianas 30 - 50 %
Posición de las Aberturas	3-12							14	En muros N y S. a la altura de los ocupantes en barlovento
	1-2			0-5					
				6-12				15	(N y S). a la altura de los ocupantes en barlovento. con aberturas tambien en los muros interiores
	0	2-12							
Protección de las Aberturas						0-2		16	Sombreado total y permanente
			2-12					17	Protección contra la lluvia
Muros y Pisos				0-2				18	ligeros -Baja Capacidad-
				3-12				19	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Techumbre	10-12			0-2				20	ligeros. reflejantes. con cámara de aire
				3-12				21	ligeros. bien aislados
	0-9			0-5					
				6-12				22	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico
Espacios nocturnos exteriores					2-12			23	Espacios de uso nocturno al exterior
			3-12					24	Grandes drenajes pluviales

Tabla 17. Recomendaciones para el diseño arquitectónico bioclimático. Fuente: INETER/curso de graduación diseño arquitectónico con enfoque bioclimático

Nota: En la tabla anterior las celdas en color naranja representan el camino hacia las recomendaciones de estrategias bioclimáticas**,** sin embargo del universo propuesto por Mahoney los autores de este trabajo de tesina tomaron solo las que más se acoplan a nuestra región geográfica las cuales están representadas por las celdas en color rojo. La recomendación 1 no se tomó debido a que esto dificultaría la ventilación cruzada en cuanto a la orientación del terreno y el diseño como tal que se predispone su lado más largo en dirección de norte a sur. La número 4 se descarta también por la simple razón que lo que se pretende es captar lo mejor posible los vientos ya que la velocidad media del viento en Managua es baja. La recomendación 14 también se descarta porque las aberturas estarán en las orientaciones Este y Oeste a favor de la ventilación cruzada.



2.8 Iluminación Natural

Es de suma importancia el dato de iluminación natural debido a que posee relación con los datos de radiación solar, dada la característica de poseer aproximadamente la misma capacidad de incidencia durante el año. En Managua, el mes con mayor iluminación es Abril con 10000 lux siendo el dia mas soleado el 11 de Abril. En cambio Noviembre el de menor incidencia con aproximadamente 8000 lux siendo el 15 de noviembre el día con menor iluminación.

Las gráficas arrojadas por el Climate Consultant 5.4 y Autodesk Ecotect System Weather Tool, con datos basados en la estación meteorológica, muestran un grado de congruencias en los meses de Abril y Noviembre, siendo este último parte de los meses con menor iluminación natural a lo largo del año. La Nubosidad es de carácter prioritario en este análisis debido a la capacidad que posee de difuminar los rayos solares como se muestra en (ilustración 86 y 87).

2.9 Estrategias Bioclimáticas según consultan Climate 5.4

Según el análisis del clima del municipio de Managua, el consultor climático ofrece una seria extensa de estrategias en orden de prioridad. Para efecto del anteproyecto a desarrollar se seleccionaron las que más se adecuan a las características de la tipología, las cuales son las siguientes:

- Uso de ventilación Natural, para eliminar el uso de climatización artificial en climas cálidos, siempre y cuando las ventanas estén protegidas y con una orientación

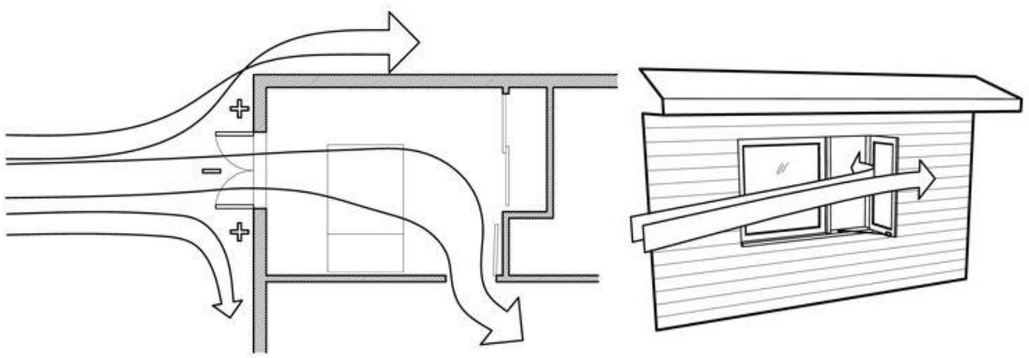


Ilustración 96. Ventilación Natural en espacios internos/Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

adecuada para prevenir brisas.

- Implementación de parasoles y/o protectores solares en ventanas, abiertos en verano y cerrados en invierno, esto con el fin de reducir el uso de aires acondicionados.

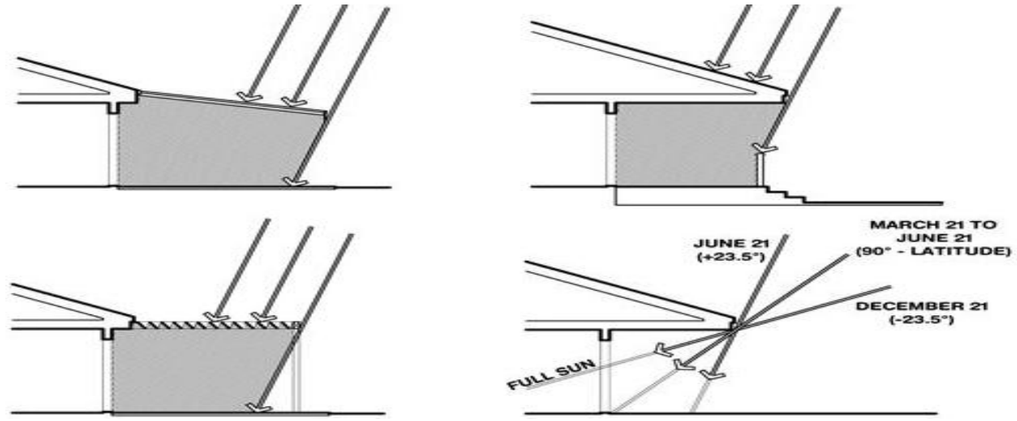


Ilustración 97. Protección Solar en Ventanas/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

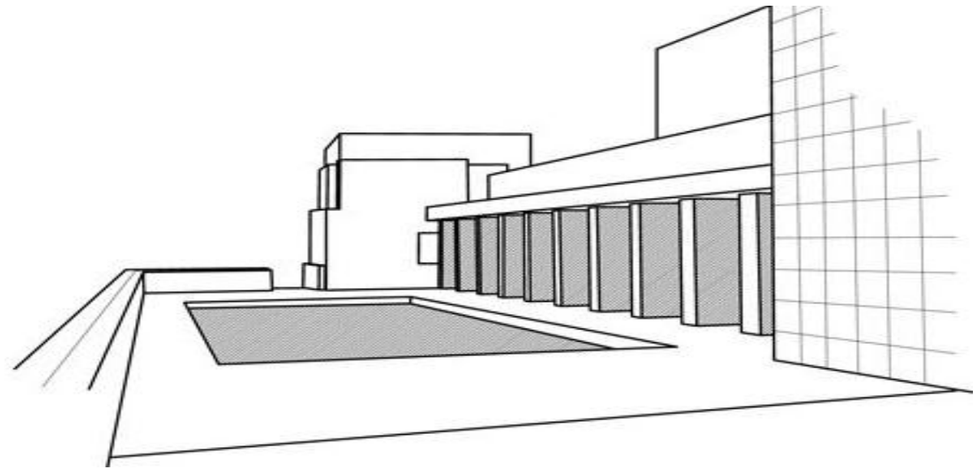
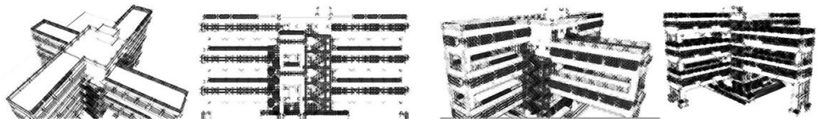


Ilustración 95. Orientación Norte en Ventanas/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

- La orientación de superficies acristaladas deberá ser hacia el norte, protegidos por elementos verticales, cuando no se necesite captación de energía en esa dirección.



- El uso de vegetación y plantación de arbustos con algunos árboles deberán ser hacia el Oeste a 45˚ del Sur, para proteger contra el sol las fachadas orientadas en esa dirección.

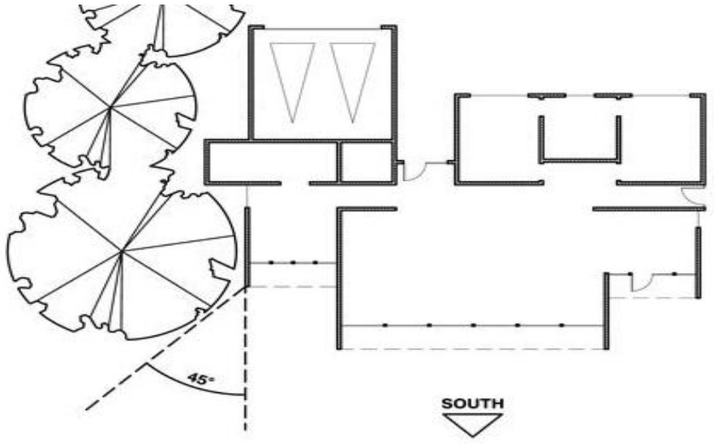


Ilustración 98. Ubicación de arbustos/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

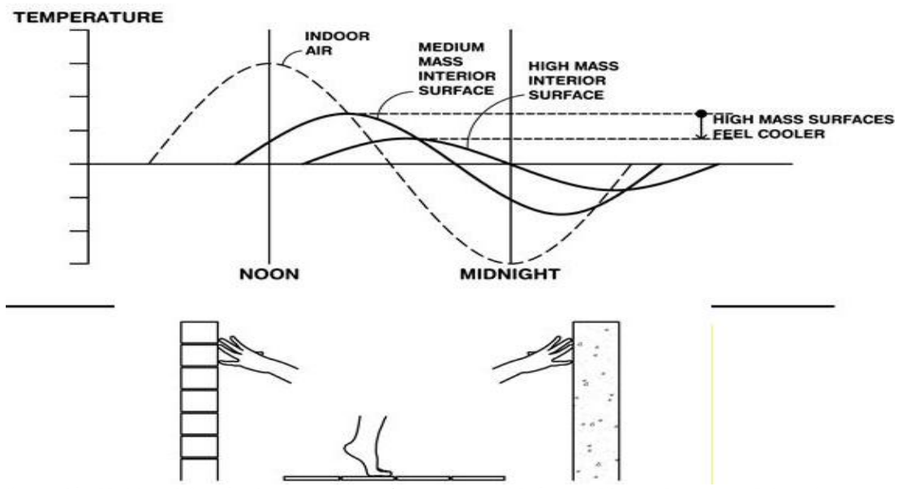


Ilustración 99. Materiales térmicos retardantes/ Retomado del Software Climate Consultant 5.4 con base en datos de la estación meteorológica del Aeropuerto Augusto C. Sandino

- La utilización de materiales de construcción como bloques con enchapes cerámicos o de piedras o cerramientos que contengan cámaras de aire, que naturalmente actúan como retardante térmico hacia el interior, durante la transición del día a la noche.

2.10 Conclusiones parciales capítulo 2

Este capítulo es uno de los más importantes, es una parte medular del trabajo, debido a que se comprende y analiza a través de diversos gráficos y tablas proporcionadas por el consultan climate 5.4 y Autodesk Ecotect System el actuar del clima en Managua, tomando en cuenta días más soleados con el menos soleado, picos mínimos y máximos de temperatura (bulbo seco) cantidades de irradiación solar medidas en W/m², vientos predominantes con sus temperaturas correspondientes según los meses y estaciones climáticas del año. Se concluyen por lo tanto con una serie de recomendaciones en cuanto a estrategias de climatización pasivas, de las cuales se han tomado las idóneas a la situación del diseño bajo las condiciones del microclima en estudio.

CAPITULO 3

3. POTENCIALIDADES Y RESTRICCIONES DEL SITIO DEL ANTEPROYECTO Y SU ENTORNO INMEDIATO

3.1 Ubicación área del proyecto

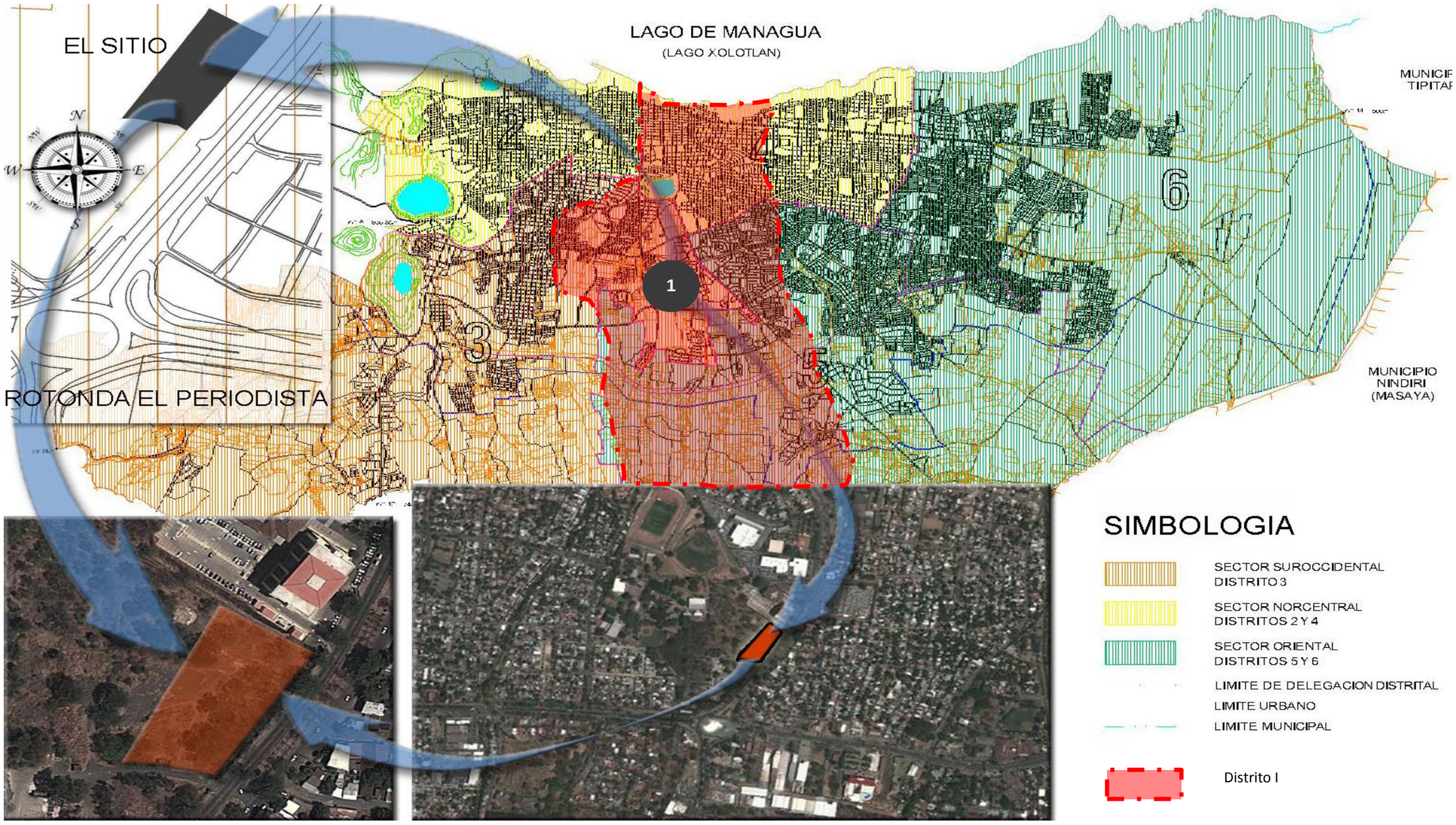
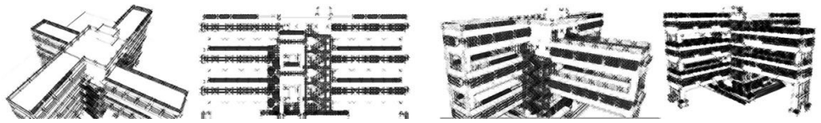


Ilustración 100. Mapas de ubicación, distrital, micro y macro. Fuente: Elaboración propia con base en Plan Regulador Managua y Google earth 2012



El sitio de estudio se encuentra ubicado en el distrito 1 de la ciudad Managua, a unos 200 metros hacia el norte de la rotonda el Periodista.

Ficha Técnica Distrito 1	
Localización	El Distrito 1 se localiza en la parte Sur-Central de la ciudad de Managua.
Norte	Lago Xolotlán
Sur	Municipio del Crucero
Este	Distrito 4 y Distrito 5
Oeste	Distrito 3
Extensión	83.3505 Kilómetros cuadrados
Número de Habitantes	260,639 habitantes
Densidad de Población	3,127 habitantes por kilómetro cuadrado.
Número de Barrios	El Distrito cuenta con 243 Barrios, de los cuales 24 son Residenciales, 3 Barrios Tradicionales, 16 Barrios Populares, 29 Urbanizaciones Progresivas, 68 Asentamientos Espontáneos y 5 Comarca
Número de Viviendas	35, 424 Viviendas
Déficit de Viviendas	8, 116 Viviendas
Equipamiento Urbano	• Universidades (UNAN/UCA/UNI/UAM/UNICIT) • Sede del Gobierno Central • MED/INATEC/ENEL/Banco Central/Biblioteca Banco Central/Superintendencia de Bancos • Sede ONU y 21 Embajadas acreditadas. • Hoteles (Hilton/Holiday) • Hospitales (Bertha Calderon/Militar/ Monte España) • Centros Comerciales (Plaza España/Zumen/7Sur

Tabla 18. Ficha técnica del distrito 3. Fuente: Elaboración propia con base en datos del MANFUT/www.manfut.org/managua/barrios/Distrito3.html

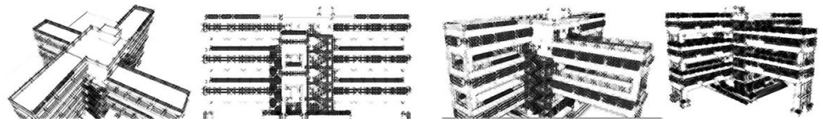
Dimensiones del Sitio	
Lindero Noroeste	165 mts
Lindero Noreste	155 mts
Lindero Suroeste	88 mts
Lindero Sureste	128mts
Área	**17,390 m²-24,752 vrs²-2.5 mz-1.74 Ha**

Tabla 19. Dimensiones del terreno. F

Uso de Suelo Circundante

Es importante hacer mención a la distribución del uso de suelo que rodea al sitio de estudio. Cabe señalar que como se mencionó anteriormente el terreno está ubicado en una zona de vivienda de alta densidad en donde sus límites al Este colindan con una zona de viviendas de densidad media. Al Sur con corredores de comercio y servicios en combinación con corredores de vivienda y servicios (ver ilustración 95).

Ilustración 101. Uso de suelo circundante al sitio de estudio. Fuente: Elaborado con base en planos de uso de suelo del Plan Regulador de Managua.



3.2 Elementos de análisis físico-natural

A. Geología.

El suelo del terreno elegido es del tipo franco arenoso-arcilloso, sin embargo en los aspectos constructivos se debería realizar un debido estudio del comportamiento del suelo, los cuales no están contemplados dentro de los alcances de este anteproyecto de tesina.

Como primer aspecto a subrayar, vale mencionar que este tipo de suelos presentan una textura fina, con un alto predominio de arcillas (45 % de arcillas, 30% de limo y 25% de arena). Esta composición le permite una elevada retención de agua y nutrientes. Al mismo tiempo presenta partes arenosas, estos suelos presentan una textura gruesa, con predominio de arenas (75% arenas, 5% de arcillas y 20% de limo), lo cual les permite una gran aireación, y si bien absorben bien el agua, **no tienen capacidad para retenerla**, por tanto tampoco conservan los nutrientes, los cuales por lixiviación son arrastrados hacia el subsuelo. Es por todo esto que se puede catalogar como franco debido a que son aquellos que tienen una textura media (45%de arena, 40% de limo y 15% de arcilla). Estos suelos presentan las mejores condiciones tanto físicas como químicas.[71]

Ilustración 102. Tipo de suelo. Fuente: colección propia

B. Topografía.

La topografía del sitio es bastante regular (ilustración 95) con una pendiente promedio del 5% lo cual indica que está dentro del rango de terreno utilizable para la construcción con movimientos de tierra y es apto para desarrollo habitacional, la línea de vaguada desciende hacia la dirección norte, cada cota topográfica está a cada 0.50 m debido a que es un terreno bastante llano. A los 100 mts de distancia en el costado suroreste pasa un pequeño cauce llamado “cauce camino de bolas”. En los cortes topográficos se puede denotar el comportamiento de las cotas de una manera más explícita (ilustración 104 y 105).

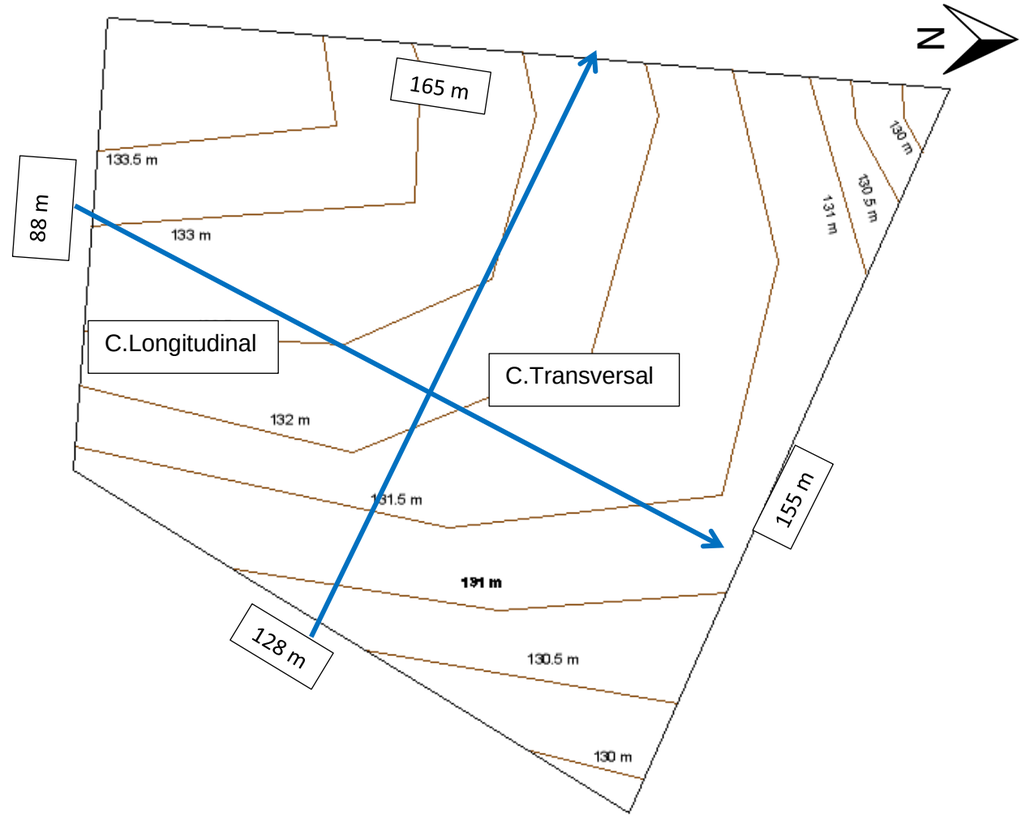


Ilustración 103. Plano topográfico del sitio. Fuente: Planos topográficos de global mapper v 11.02

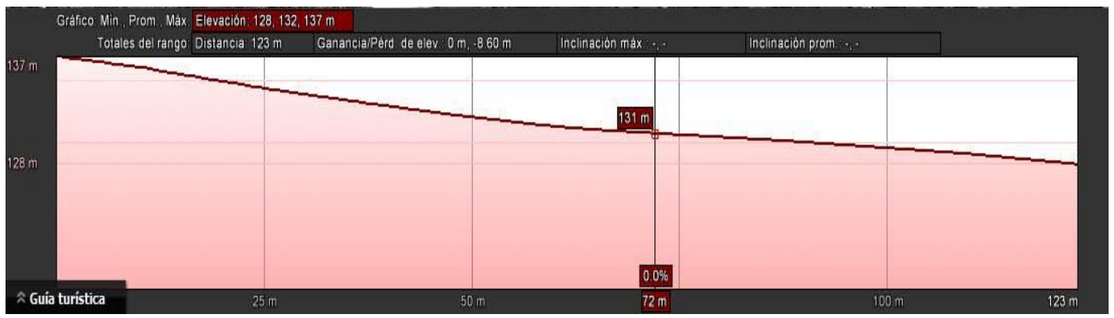


Ilustración 104. Corte topográfico longitudinal. Fuente: google earth 2012

[71] Autores varios, blogdejardineria.com. 2005

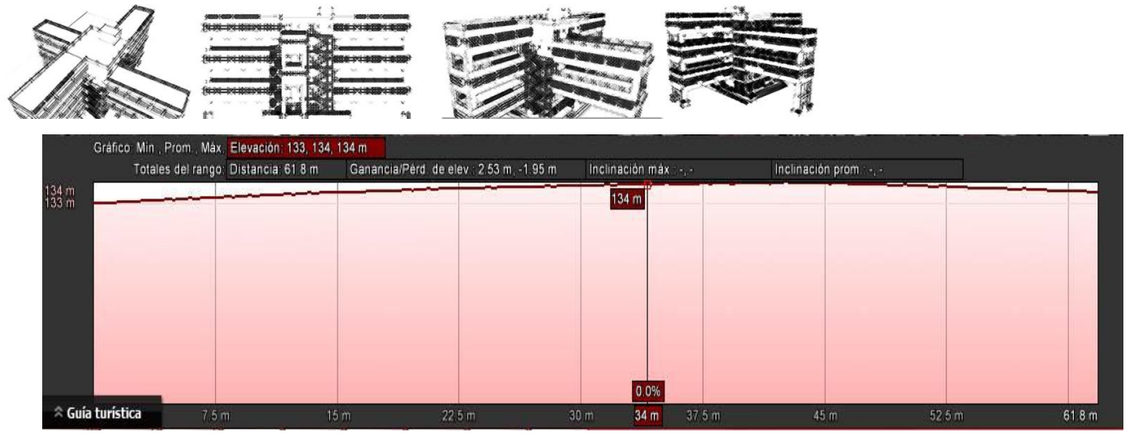


Ilustración 105. Corte topográfico transversal. Fuente: Google earth 2012

C. Clima: soleamiento, vientos, lluvia, temperatura, etc.

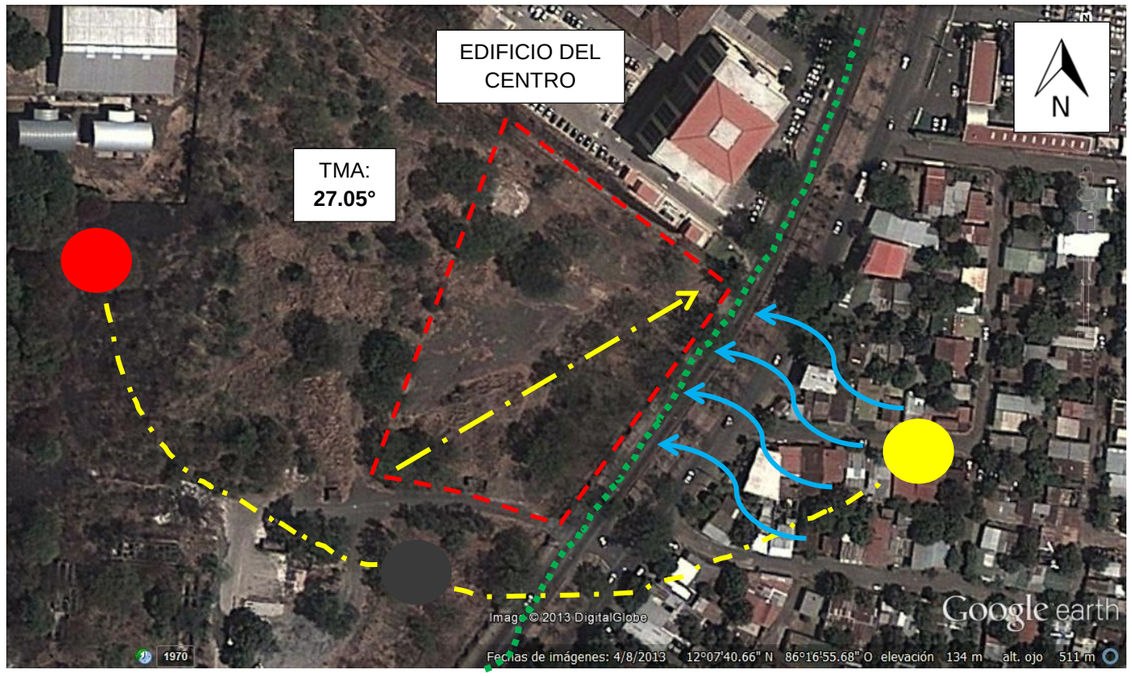
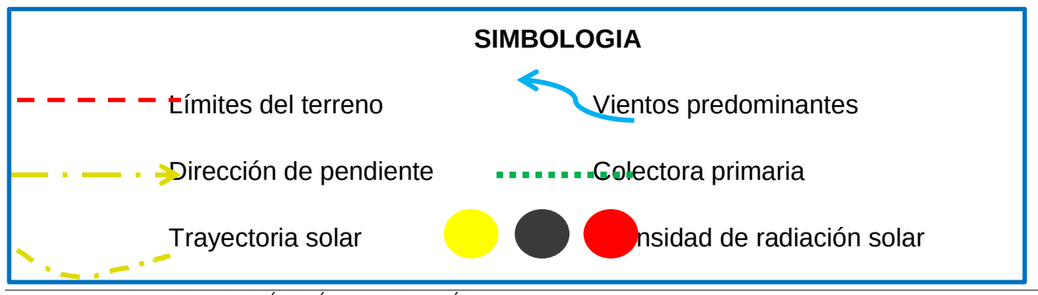


Ilustración 106. Mapa general del terreno con análisis climático. Fuente: Elaboración propia con base en google earth 2012



Soleamiento: El análisis del soleamiento en todo diseño con nuestro clima es siempre uno de los más importantes, ya que siempre se busca la protección de la inclemente radiación solar directa e indirecta, el terreno al costado este y oeste posee una barrera de árboles que bien protegen contra el sol de la mañana y del ocaso.

Vientos: Según el capítulo anterior la dirección predominante de los vientos en Managua es del *Este,* conforme a la orientación del terreno y con respecto a la dirección Este, el viento incide en un ángulo de variación aproximadamente de entre 40° a 45° lo cual es ideal para las expectativas de ventilación que se tienen para el diseño en sí basándose en la teoría que la incidencia del viento oblicua propicia una velocidad interna mayor.

Lluvia: El total de precipitación anual en Managua corresponde a 1,255.60 mm, relativamente es bastante lluvia, en nuestro terreno esta pluviosidad es disipada por la buena pendiente que posee (8%) por medio de su línea de vaguada que va del sur al norte.

Temperatura: El clima predominante en Managua, es el de Sabana Tropical **(Aw)** según clasificación de Koppen. Este clima, se caracteriza por presentar una marcada estación seca de cuatro a cinco meses de duración, extendiéndose principalmente entre los meses de Diciembre a Abril.[72] Según datos de las estaciones meteorológicas de INETER la temperatura media anual es de **27.05°,** la temperatura más alta en el año puede llegar hasta 36.7° y la mínima de 17.04°.

Otro factor muy importante dentro de la temperatura del terreno es la humedad, los porcentajes de humedad en el aire son determinantes para las altas temperaturas o el descenso del calor, el máximo porcentaje de humedad en el año se da en el mes de octubre con un 90%, y la mínima se da en el mes de abril con un porcentaje de 54.3%.

D. Análisis de riesgo

No se identifican fallas sísmicas dentro del terreno, y las que están en los costados oeste y este (falla Tiscapa y falla San Judas) están aproximadamente a más de 500 y 150 mts de retiro aproximadamente. Existe también un pequeño cauce en el costado sur de terreno llamado “cauce camino de bolas”. En cuanto al manto acuífero, el sitio se encuentra dentro de un rango de vulnerabilidad moderada a la contaminación (riesgo medio).

[72] Gutiérrez Cruz, Marío. INETER. Dirección de aplicaciones a la meteorología. 2008

Ilustración 107. Plano de restricciones físico-naturales. Fuente: Plan regulador Managua.

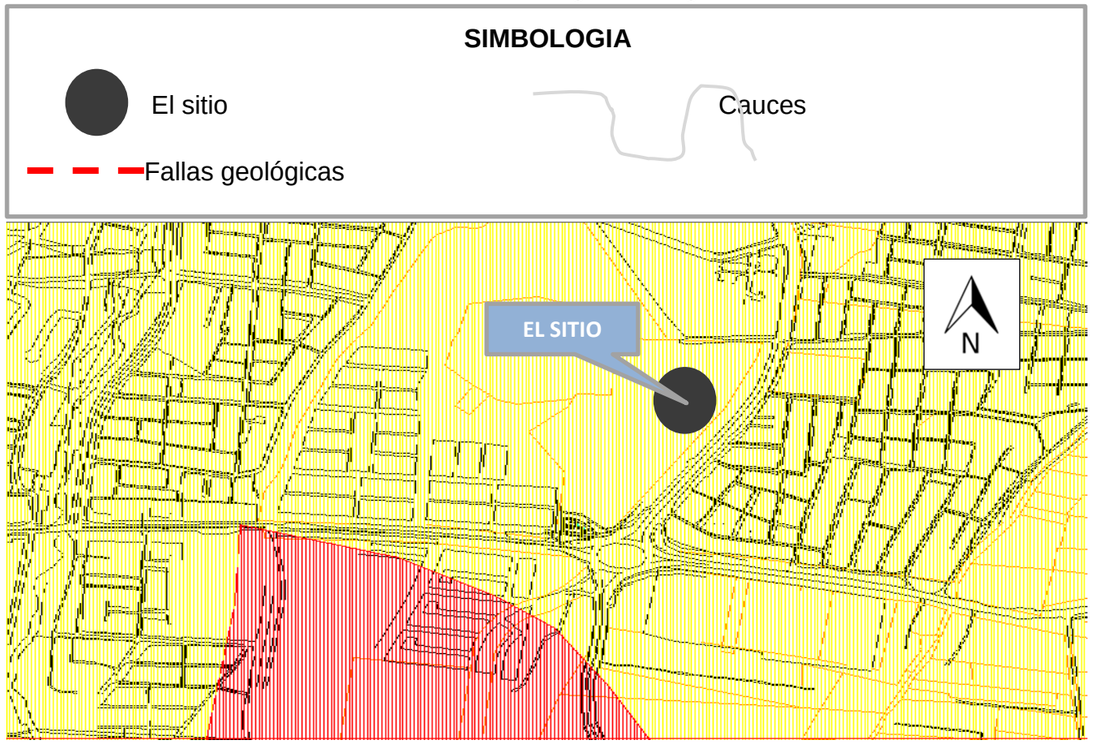
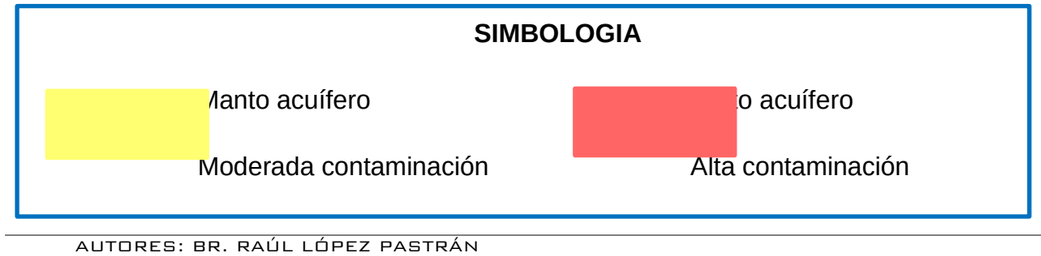


Ilustración 108. Mapa de vulnerabilidad de manto acuífero. Fuente: Plan regulador Managua. 2004



E. Vistas del paisaje

Ilustración 109. Vista 1 del sitio. Fuente: colección propia

Ilustración 110. Vista 2 del sitio. Fuente: colección propia

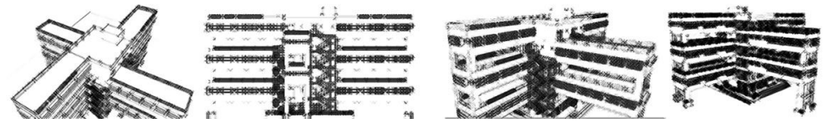


Ilustración 111. Vista 3 del sitio. Fuente: colección propia

Ilustración 112. Vista 4. Fuente: colección propia

Ilustración 113. Vista 5 del sitio. Fuente: colección propia

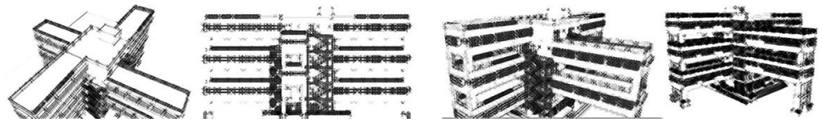
Ilustración 114. Vista 6 del sitio. Fuente: colección propia

Ilustración 115. Vista 7 del sitio. Fuente: colección propia

Ilustración 116. Vista 8 del sitio "edificio del centro". Fuente: colección propia

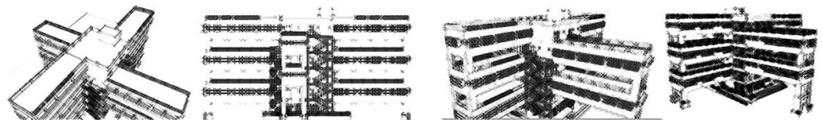
Ilustración 117. Vista 9 del sitio. Fuente: Colección propia

Ilustración 118. Vista 10 del sitio. Fuente: Colección propia



Referencias de vistas del paisaje

Ilustración 119. Plano de referencias para imágenes de paisaje



3.3 Elementos de Análisis Urbano

3.3.1 Accesibilidad

El sitio cuenta con un acceso principal en el lindero Sureste, cuya principal característica es la conectividad con una Colectora Primaria, hacia el norte de la Rotonda el Periodista. Es importante mencionar que este acceso es en la vía de la colectora que se mueve en dirección Norte – Sur.

3.3.2 Vialidad

La principal vía es la colectora primaria que cruza el acceso principal en el costado noreste del terreno como se mencionó anticipadamente. Posee un ancho total de 28 a 30mts y basándose en la clasificación del plan regulador de Managua el cual indica que para entrar en este rango de colector, necesita cumplir con las siguientes características:

Sistema Colector Primario	
Longitud del viaje	2-5 kms
Velocidad de Operación	50 – 65 km/ hrs
Demanda de Viaje	5000 a 20000 vehículos/día
Acceso a la propi edad privada	Controlado por las normas estipuladas en el reglamento de estacionamiento de vehículos
Rango de derecho de vía	27 – 39mts
Retiros Frontales	De acuerdo con el reglamento de Zonificación y Uso de Suelos para el Área del Municipio de Managua
Espaciamiento	Menos de 1.50kms
Vehículo de Diseño	6.60mts
Ancho de faja verde	1.50mts
Ancho carril de circulación	3.50mts
Ancho carril de estacionamiento	2.40mts
Ancho de Aceras	4mts
Ancho Mínimo de Anden	2 – 2.50 mts
Ancho Mínimo de Medianas	5 mts

Tabla 20. Características de vía Colectora Primaria. Fuente: elaboración propia con base en datos del Plan Regulador de Managua.

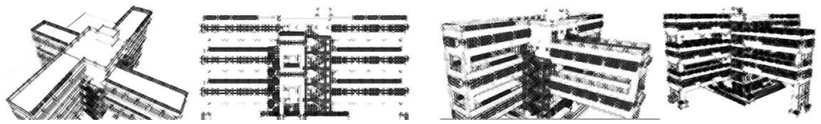
3.3.3 Transporte

El sitio se encuentra en un punto relativamente céntrico dentro del casco urbano de la ciudad de Managua en donde el principal nodo de intersección del transporte urbano colectivo (TUC) es la rotonda EL Periodista ubicada a unos 200mts al sur. Las principales unidades del TUC que transitan a diario son las rutas 120, 119, 114, 110, 105, 103. Siendo las rutas 119 las que contienen las bahías más cercanas ubicadas sobre la vía de colector primario, así mismo las demás unidades de transporte tienen ubicadas sus bahías sobre la pista Juan Pablo Segundo, pasando la rotonda camino al Zumen.

Ilustración 120. Vialidad. Izquierda Bahia de TUC en dirección al Zumen/ Derecha bahía de TUC ruta 119

3.3.4 Servicios de Infraestructura

Ilustración 121. Vialidad del Sitio/Elaborado con base en gráfica MV-02 del sistema Colector Primario del Plan Regulador de Managua



Se cuenta con los servicios básicos de agua potable, electricidad, telefonía e internet. Es de carácter prioritario el uso y abastecimiento del agua potable en la capital cuya principal fuente es la Laguna de Asososca ubicada a unos aproximados 4km del sitio de estudio en el distrito 2, no obstante el municipio de Managua se abastece también de las aguas subterráneas o mantos acuíferos a través de pozos distribuidos en toda la ciudad. Respecto a los servicios energéticos más cercanos al sitio se encuentra a 800mts la subestación eléctrica "El Periodista", ubicada frente al edificio de Ofiplaza extendiéndose al Sur a través de postes de alta tensión. Esta subestación genera cerca de 20 megavatios y forma parte de las 13 subestaciones que abastecen la capital Managua[73].

En cuanto a la telefonía e internet a aproximadamente 500mts se encuentra ubicada hacia el oeste, una torre de la compañía telefónica claro que logra cobertura en el sector del sito de estudio.

Ilustración 122. Izquierda Postes Subestación Eléctrica El Periodista frente a Ofiplaza/Derecha Torre Claro al Noroeste de la Rotonda El Periodista

3.3.5 Servicios de equipamiento

El equipamiento más cercano al sitio está comprendido en los siguientes:

- Servicios Públicos: El sitio cuenta con la cercanía del Edificio del Centro que no es más que una edificación que ofrece entre otros servicios los de carácter bancario del BDF.
- Servicios de Abasto: Se cuenta con la presencia de la gasolinera Puma a 250 mts al Sur del sitio de estudio.
- Comercio: Se encuentra Plaza Caracol que es un sitio de restaurantes de comida rápida.
- Salud: Cuenta con el Hospital Militar ubicado a 1.5km al Noreste del sitio de estudio.
- Educación: Se ubican cerca al sureste las Universidades de la UCA, UNI, UNAN, UNICIT, UAM.

3.3.6 Contaminación Ambiental

En esta parte, la caracterización de los diversos elementos contaminantes del entorno inmediato al sitio, se analizan en orden de prioridad.

Visual: el foco contaminante de esta índole empieza por la influencia que poseen los rótulos asimétricos y colores de los diferentes elementos próximos al sitio, estos son parte de diferentes anuncios de carácter político, así como también los referentes a casas comerciales o empresas que utilizan este tipo de propaganda visual. No obstante la contaminación visual no solo viene a raíz de lo que anteriormente se ha expuesto, sino también a las construcciones que irrumpen con el contexto urbano predominante del sector como son los diferentes negocios que utilizan un estilo arquitectónico inadecuado con el entorno generando de esta manera un desorden caótico visual que afecta moderadamente la imagen urbana del sitio.

Ilustración 123. Contaminación Visual Inmediata al Paisaje Urbano relevante con el entorno del Sitio

Acústico: la contaminación generada por el ruido circundante al sitio proviene la mayor parte del tiempo por el paso vehicular constante de buses del transporte urbano colectivo y demás automóviles que transitan por la colectora primaria hacia la rotonda El Periodista al costado Este en el acceso principal al sitio.

[73] Ficha Municipal Mangua/http://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/MANAGUA/managua2.pdf

3.4 Elementos de imagen urbana

3.4.1 Nodos

Ilustración 124. Mapa de nodos. Fuente: Google earth 2012

SIMBOLOGIA

- El sitio
- Rotonda "El periodista"
- Rotonda "El Gueguense"
- Pista la Resistencia
- Pista Juan Pablo II
- Paseo naciones unidas
- 11 Avenida Suroeste

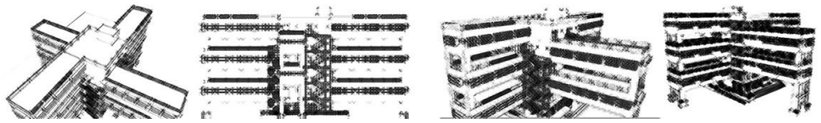
Los principales nodos que tienen relación con el sitio son: al costado sur: la rotonda "El periodista" este es bastante transitado por todo tipo de vehículos, y la 11 Avenida suroeste que es más liviana en cuanto a tráfico. Al costado norte están la Rotonda "El gueguense" y la pista "paseo de naciones unidas", en la dirección oeste se encuentra la pista "Juan Pablo II", y finalmente al este pista "La resistencia".

3.4.2 Hitos

Ilustración 125. Mapa de principales hitos. Fuente: Google earth 2012

SIMBOLOGIA

1. El sitio
2. Edificio del Centro
3. otonda “el periodista”
4. aza Caracol
5. olinera PUMA
6. el Holiday INN
7. SINSA
8. Estadio olímpico IND
9. AC
10. ANPRO
11. onda “El gueguense”



3.4.3 Estudio de arquitectura, entorno inmediato

El sitio elegido se encuentra en un punto denso en cuanto a presencia de construcciones y arquitectura, es importante tener en cuenta, las formas y colores de las obras vecinas para que el producto final por parte de los autores se integre al entorno inmediato.

Uno de los edificios más importantes, de mayor relevancia y que llama bastante la atención es el llamado “Edificio del Centro” funciona como oficinas para ASS, BDF, Embajada de Finlandia y Holcim. Se observa en dicho edificio una preocupación por utilizar algunos criterios bioclimáticos pasivos, en cuanto a la protección solar se ve un trabajo de parasoles verticales en la fachada este y no precisamente perpendiculares a la pared de cristal, sino que al parecer se hizo un estudio de trayectorias solares y se concluyó que para proteger de los rayos solares matutinos por mucho más tiempo se debía inclinar dichos elementos de protección solar, los cristales hacia la dirección este son polarizados para evitar la molestia de deslumbramiento, al centro de la fachada Este se puede ver que en la entrada se tiene una especie de pórtico sobreexpuesto para dar sombra al vestíbulo exterior, y en la parte superior existen unas pequeñas ventanas con protección solar horizontal, esta pared superior al mismo tiempo se encuentra superpuesta para proyectar sombra, al costado sur y oeste los voladizos protegen del sol de forma permanente, sin embargo la ventilación del edificio es artificial en su totalidad, su orientación responde de norte a sur el eje más largo. En cuanto a los colores se usó un tono amarillo bajo, con tonos grises y en la parte central un color rojo tono medio para hacer contraste en la fachada principal y dar jerarquía al mismo tiempo.

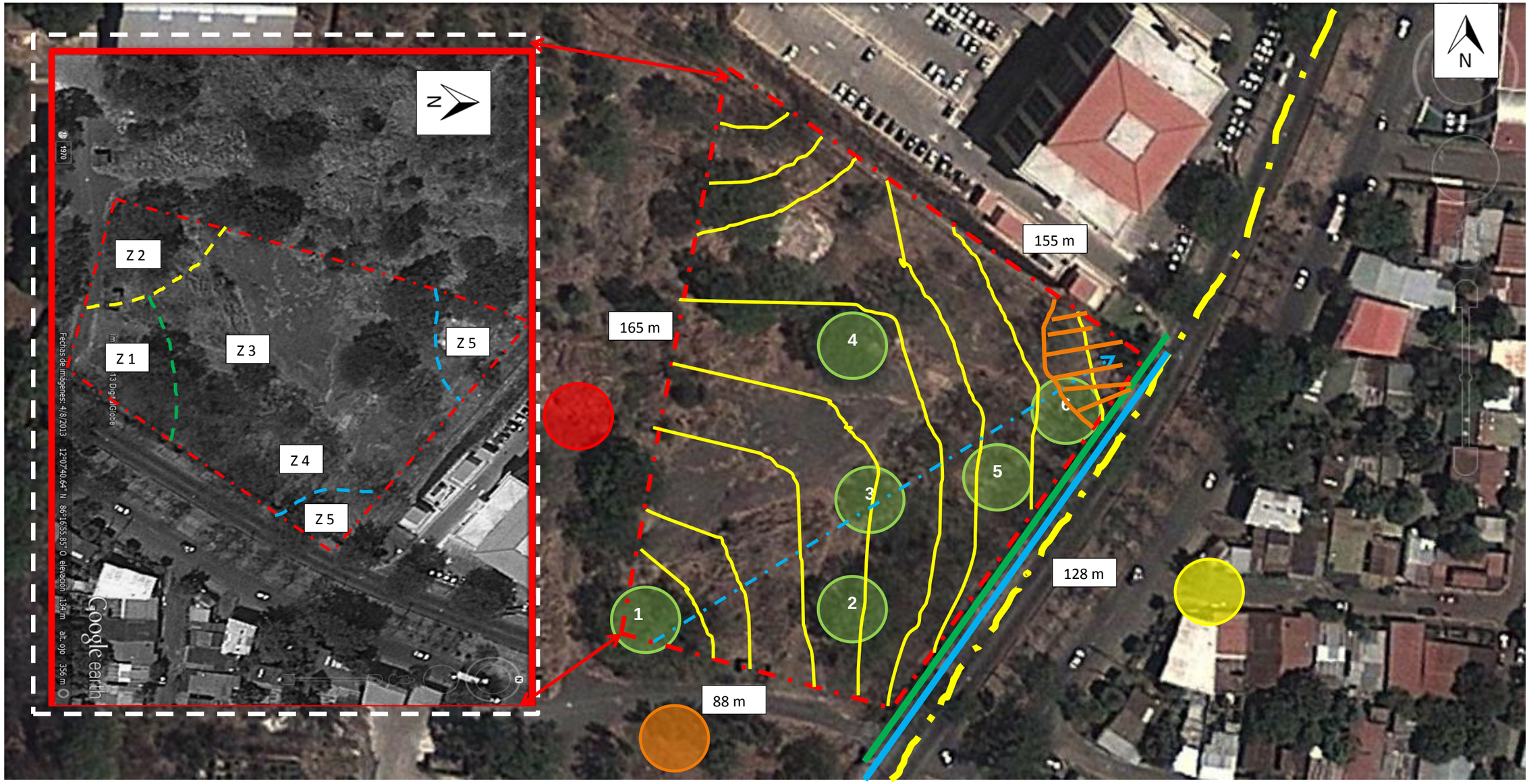
Ilustración 126. "Edificio del centro". Fuente: colección propia

En dirección Este se encuentra una vía principal (colectora primaria) y posteriormente una serie de construcciones con mampostería de bloques de concreto, con elementos metálicos, etc. Estas construcciones no representan unidad en conjunto, ni en alturas, ni colores, ni texturas. Cada construcción tiene distintos usos, algunas son viviendas, otras dedicadas al uso comercial, predomina bastante el área verde, tanto de árboles que proyectan buena sombra y áreas con grama. Se observó que hay una afluencia de vehículos media, debido a que la cubierta de la calle es de adoquines se puede percibir cierta contaminación acústica con el paso de los automotores y sus bocinas, en cuanto a las visuales se notan cambios bruscos de colores en las construcciones antes mencionadas sin embargo no es una parte contaminada por desechos tóxicos, en los andenes se puede caminar bajo sombra consecuencia de los árboles frondosos. A grandes rasgos se concluye que se pueden utilizar algunos criterios compositivos, formales y de diseño del edifico vecino “Edificio del Centro” para no romper, o más bien para contribuir formar una posible tendencia desde el punto de vista formal arquitectónico de este sector urbano.

Ilustración 128. Vista 1 entorno al terreno. Fuente: Colección propia

Ilustración 127. Vista 2 entorno al terreno. Fuente: Colección propia

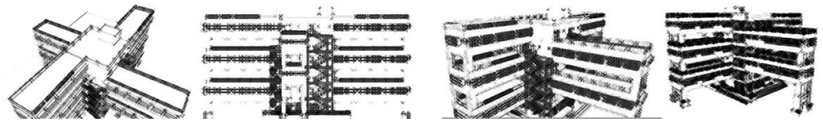
3.5 Plano síntesis



SIMBOLOGIA

1 Arboles a conservar — Trayectoria solar — C. Primaria — Curvas de nivel — Pendiente %8 prom. — Z. inundación

Andén — Derecho de vía (1.50m) — L. Terreno — Z 1 Zonas tipo del terreno



ZONAS DEL TERRENO			
ZONA	% PENDIENTE	AREA	OBSERVACION
Z1	7%	961.8m²	Es la zona de más porcentaje de pendiente, se deben tener en cuenta movimientos de tierra.
Z2	4%	480.9m²	Esta zona es la parte más alta del terreno.
Z3	3%	2,019.78m²	Es la parte central del terreno con pendiente moderada.
Z4	2%	3,366.3m²	Es la zona más plana, se busca prever inundación.
Z5	5%	2,789.22m²	Punto más bajo final del terreno, caída final de líneas de vaguada.

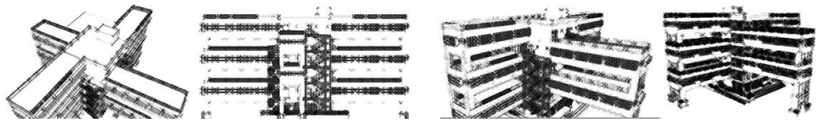
Tabla 21. Zonas de terreno por pendientes. Fuente: Elaboración propia

CATALOGACION DE PORCENTAJES DE PENDIENTES	
0 – 2%	No se recomiendan por ser inundables
>2 – 8%	Para optima construcción
>8 – 12%	Construcción con restricciones económicas y técnicas
>12%	No se recomienda

Tabla 22. Catalogación de porcentajes de pendientes. Fuente: Elaboración propia con base en Reglamento nacional de la construcción.

3.6 Conclusiones parciales del capítulo 3

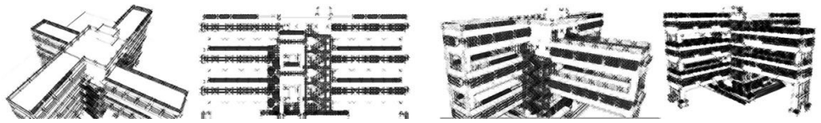
En el análisis de sitio anteriormente expuesto, se muestran las características principales del lugar, cuya selección se enlaza con los criterios y pautas de diseño a retomar para la propuesta de anteproyecto multifamiliar bioclimático de interés social. Así mismo el objeto principal de este análisis significó determinar las zonas de mayor aprovechamiento del lugar en donde no incurran inconvenientes que conlleven a la inutilidad del diseño en sí y como se mostró en la tabla síntesis del terreno, que para los autores de esta tesina es otro de los factores claves de la disposición arquitectónica de esta etapa de estudio.



CAPITULO 4
4. DESARROLLO DEL ANTEPROYECTO

4.1 Programa Arquitectónico

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR				
ADMINISTRACIÓN				
AREA TOTAL:				
Zona	**Ambiente**	**Mobiliario**	**Área m²**	**Observación**
SOCIAL	Recepción/Lobby	Mostrador, silla, sillones para espera.	58	
PRIVADA	Oficina del administrador	Escritorio, 3 sillas, archivero	20	
	Oficina contabilidad	Escritorio, 2 sillas, archiveros	20	
	Secretaria/Asistencia contable y administrativa	2 escritorios, 6 sillas, 2 archiveros	20	
	Bodega de limpieza	Estantes, utilería	9	
	Cocineta	Pantry, gabinetes, electrodomésticos	14	
	S.S lobby h/m	Inodoro, lavamanos, urinario	9	
	S.S admon h/m	Inodoro, lavamanos	9	
	Sala de reuniones	Mesa, 6 sillas	14	Climatizada artificialmente por cuestiones de funcionalidad para proyectar imágenes
	Bodega de cocina	Lava lampazo, repisas, estantes	14	
	Pasillos	-	60	
			247 m²	**Sub total**
SERVICIOS GENERALES				
AREA TOTAL:				
Zona	**Ambiente**	**Mobiliario**	**Área m²**	**Observación**
	Lavandería Edificios bloques A y B	Estantes, lavadoras, secadoras, sillas y bancos	60	
	Lavandería edificios bloques C y D	Estantes, lavadoras, secadoras, sillas y bancos	60	
	Cuarto de servicio/paneles	Estantes/caja de paneles	7	
	Cafetín	Cocina, microondas, bancas, sillas, refrigerador, pantry.	160	
			287 m²	**Sub total**
EXTERIORES				
	Área verde	Bancas, juegos infantiles, luminarias exteriores, basureros para reciclaje	6,870	
	Circulación peatonal/plazas	Bancas, basureros, luminarias exteriores	5,300	
	Estacionamientos	11 plazas	650	2 plazas NTON
			12,820 m²	**Sub total**
APARTAMENTO FAMILIA CON CUATRO HIJOS				
SOCIAL	Sala-comedor-cocina	Juego de sala, centro de entretenimiento, Comedor de 6 sillas, desayunador, 4 bancos, Pantry con lavaplatos, gabinetes, cocina, refrigerador, electrodomésticos	45	
	Terraza	2 sillas, una mesita	77	



	S.S visitas	Inodoro y lavamanos	4	
	Circulación interior	Extintores	35	
	Circulación exterior común	Extintores	50	
PRIVADA	Dormitorio principal	Cama king size, 2 mesas de noche, closet, tocador.	18	
	Dormitorio 1	2 Camas unipersonal, mesa de noche, closet	12	
	Dormitorio 2	2 Camas unipersonal, mesa de noche, closet	12	
	Servicio S. principal	Inodoro, lavamanos, ducha	5	
	Servicio S.1	Inodoro, lavamanos, ducha	5	
	Servicio S.2	Inodoro, lavamanos, ducha	5	
SERVICIO	Lava-plancha	Lavandero, tendedero, planchador, repisas.	4	
	Bodega	-	3	
	S. Sanitario visitas	Lavamanos e inodoro	4	
			279 m²	**Sub total**
			13,633 m²	**TOTAL**

Tabla 23. Programa arquitectónico Multifamiliar Tetris Social. Fuente: Elaboración propia

4.2 Fundamentación de la propuesta

4.2.1 Premisas funcionales

4.2.1.1 De carácter espacial

- **Diagrama general de relaciones y flujo de circulación.**

El uso del diagrama de relaciones demuestra de manera preliminar la configuración funcional lógica del diseño, así mismo la idea del flujo de circulación interna es de carácter prioritario para establecer los ambientes con mayor número de personas durante el día, ya sean estacionales o de permanencia constante en una zona determinada del diseño. Por ende también esto proporciona información anexa para configurar posibles rutas de emergencia.

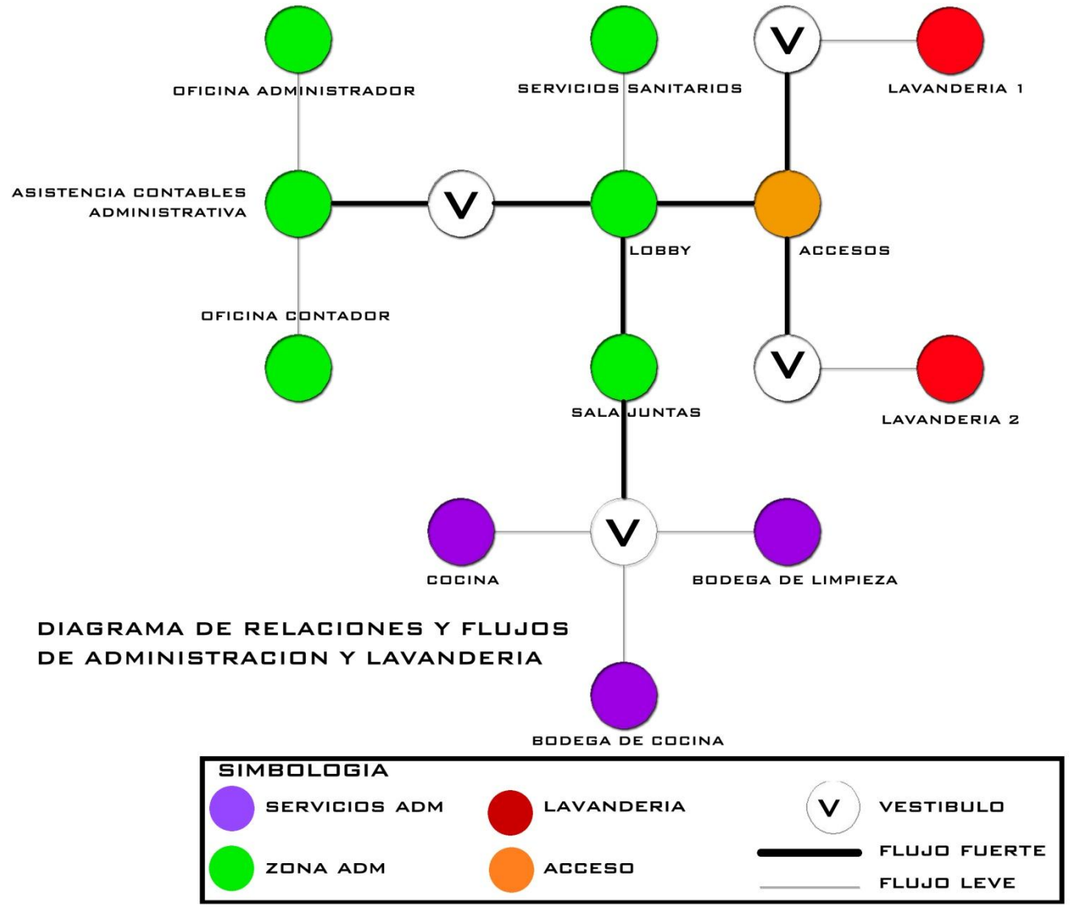
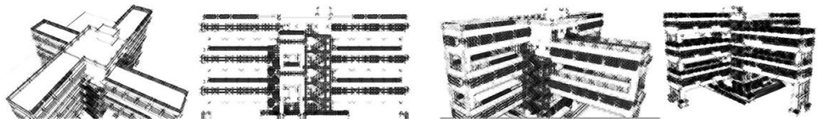


Ilustración 129. Diagrama de relaciones y flujos de Admón. Fuente: elaboración propia



- En el caso de la zona administrativa se determinan los ambientes que tienen una relación en común, según la función para la cual están siendo propuestos en diferentes zonas, representados en una nomenclatura de colores distintos sean estos, verde para toda la zona de oficinas y atención al público en general, los servicios administrativos que están conformados por una cocineta, bodegas de limpieza y despensa, representados en color purpura; estas dos zonas están separadas por medio de vestíbulos que indican la relación entre cada una de las partes.

  El acceso principal a esta zona está representado en color naranja; se propone la cercanía de zonas de servicios de lavandería por apartamentos guardando una relación indirecta con la zona administrativa general por medio de vestíbulos, esta configuración se propone de esta manera para tratar de cubrir la demanda básica de lavado de ropa por apartamento.

- DIAGRAMA DE RELACIONES Y FLUJOS DE APARTAMENTOS

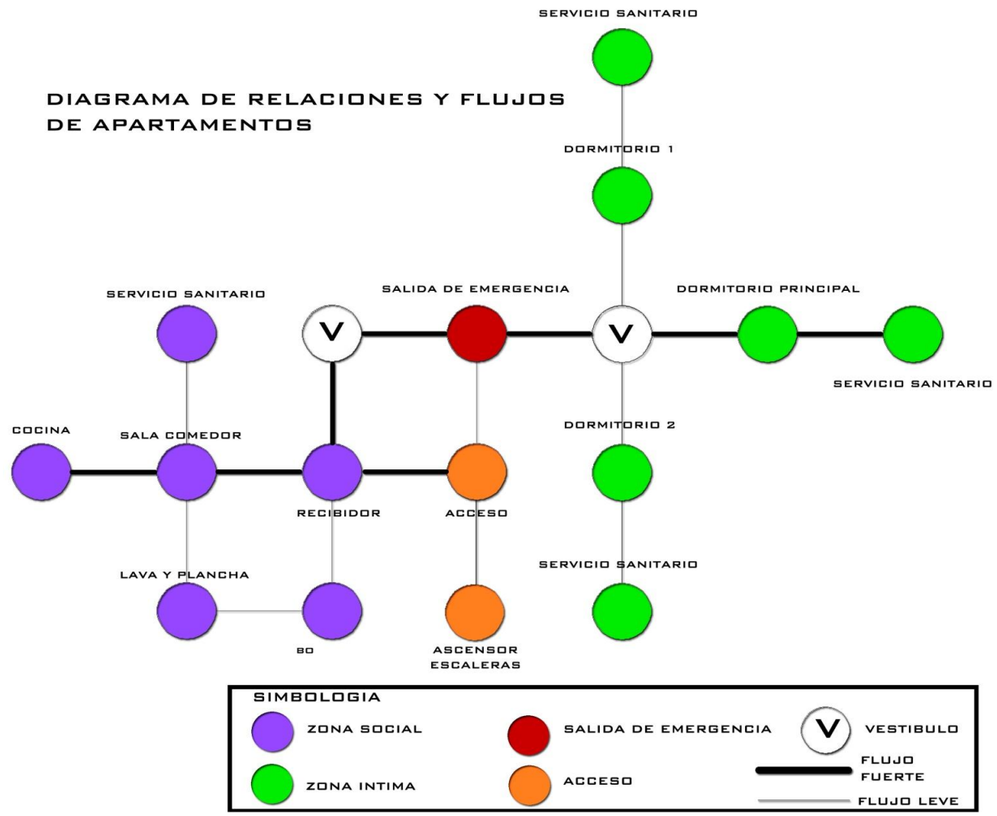


Ilustración 130. Diagrama de relaciones y flujos del apartamento. Fuente: elaboración propia.

- Los apartamentos comprenden la esencia medular del diseño en este trabajo, en el cual se propone una configuración que separa las zonas sociales de las intimas por medio de vestíbulos internos; entre ambas zonas se ubica una salida de emergencia. Los accesos principales mantienen una relación directa con las escaleras y ascensores. El flujo con mayor afluencia es el comprendido entre la zona social hacia los dormitorios.

El diagrama general de conjunto muestra las relaciones entre las diferentes zonas del diseño, siendo el núcleo principal la zona administrativa por medio de la cual se distribuyen vestíbulos que llevan hacia los distintos módulos habitacionales, así mismo se proponen dos accesos uno general con relación directa al estacionamiento y otro acceso de servicio, ambos tienen relación directa con sus respectivas garitas de seguridad.

DIAGRAMA GENERAL DE RELACIONES Y FLUJOS DE MULTIFAMILIAR TETRIS SOCIAL

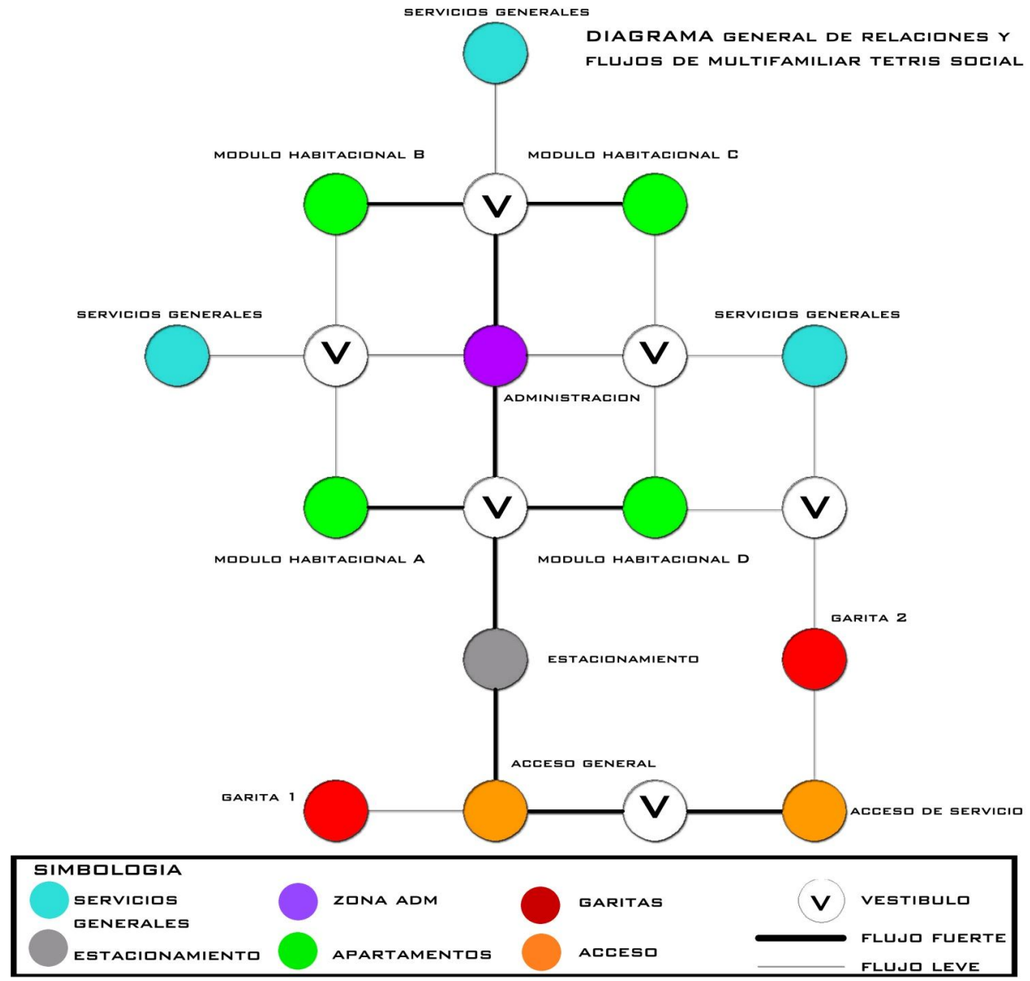
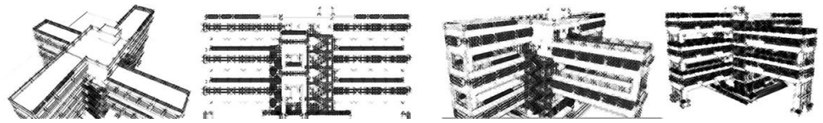


Ilustración 131. Diagrama de relaciones y flujos general. Fuente: Elaboración propia.



- **Zonificación general**

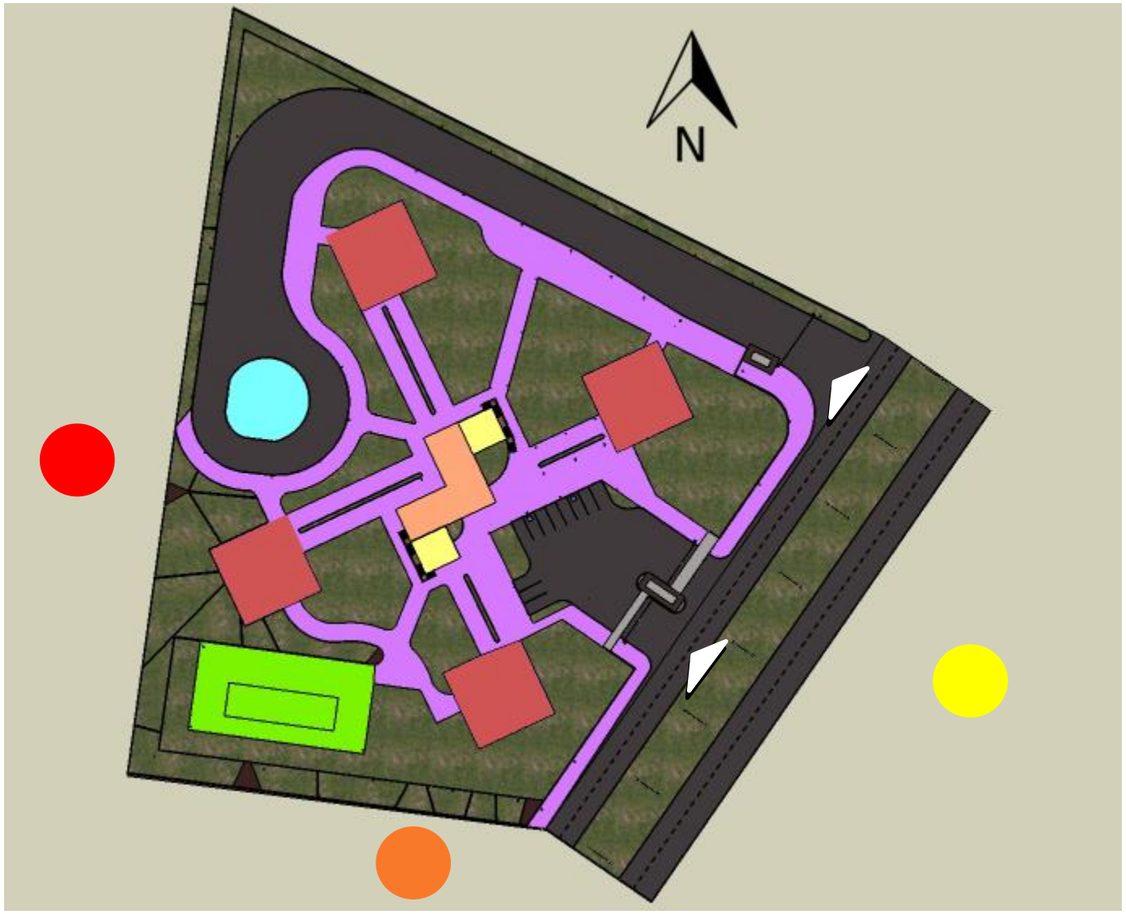


Ilustración 132. Zonificación de conjunto. Fuente: Elaboración propia.

Simbología

Zona habitacional		Zona administrativa		Zona desechos			
Zona de servicio		Zona recreativa		Estac./C. Vehicular			
Área Verde		C. Peatonal/plazas		Trayectoria Solar			

La zonificación general de conjunto obedece a una estrategia tanto funcional como formal, enfatizando en aspectos importantes y puntuales como la ventilación en general, fundamentando así su orientación y configuración, de tal modo que el viento predominante en la ciudad de Managua que viene del este no interfiera con la zona de desechos que para efectos de higiene del aire como principio de ventilación se ubicó en el costado Oeste, por lo tanto los malos olores provocados por los desechos de los usuarios de los edificios no atentan contra la salud de los mismos. La zona arquitectónica o "habitacional" se ubicó en los espacios adecuados según las necesidades a satisfacer de forma pasiva (ventilación natural, iluminación natural, buena acústica, protección del sol, etc.). La circulación utilizada es la del tipo radial-circular, de un centro en común (recepción-admón.-estacionamiento) hacia cualquiera de los cuatro edificios o del área recreativa (cafetín). Todo lo anterior soportado por el análisis de los diagramas de circulación y flujos.

- **Zonificación de apartamento**

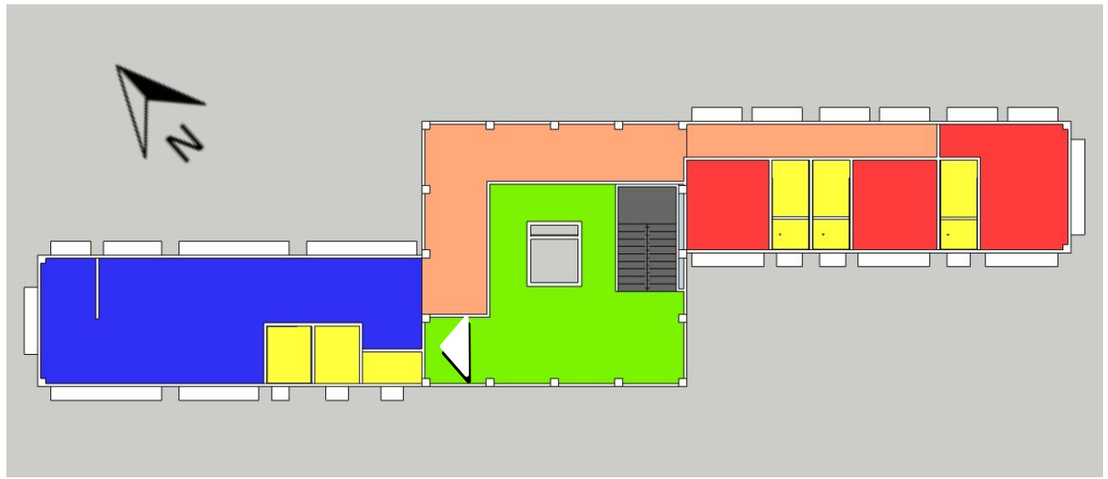
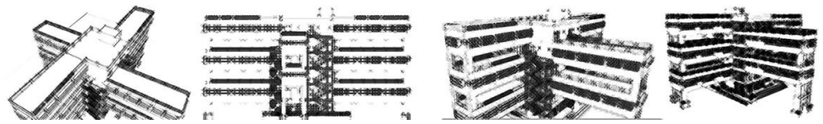


Ilustración 133. Zonificación de apartamento. Fuente: Elaboración propia.

Simbología

Zona social	Zona Privada	ona de servicio	
Z. circulación interna	Z. Circulación externa	Z. circulación vertical	

Para el apartamento se diseñó una zonificación que separara la parte social con la íntima, pero ambas zonas con goce de iluminación natural, ventilación natural y protección del sol, una zona de circulación externa general en común que distribuyera el flujo de los usuarios por piso sin interferir con ambientes propios de cada apartamento y que no se contradijera con el apartamento rotado que le sucede al ir ascendiendo, la zona destinada a circulación interna se encuentra predispuesta a lo largo de la zona privada y el centro del apartamento



para no crear conflictos entre cada dormitorio y para evitar mezclarse con la zona social en común, las áreas de servicio se encuentran esparcidas en todo lo largo del apartamento para evitar los flujos de circulación innecesarios, incómodos o redundantes.

4.2.1.2 Criterios de accesibilidad

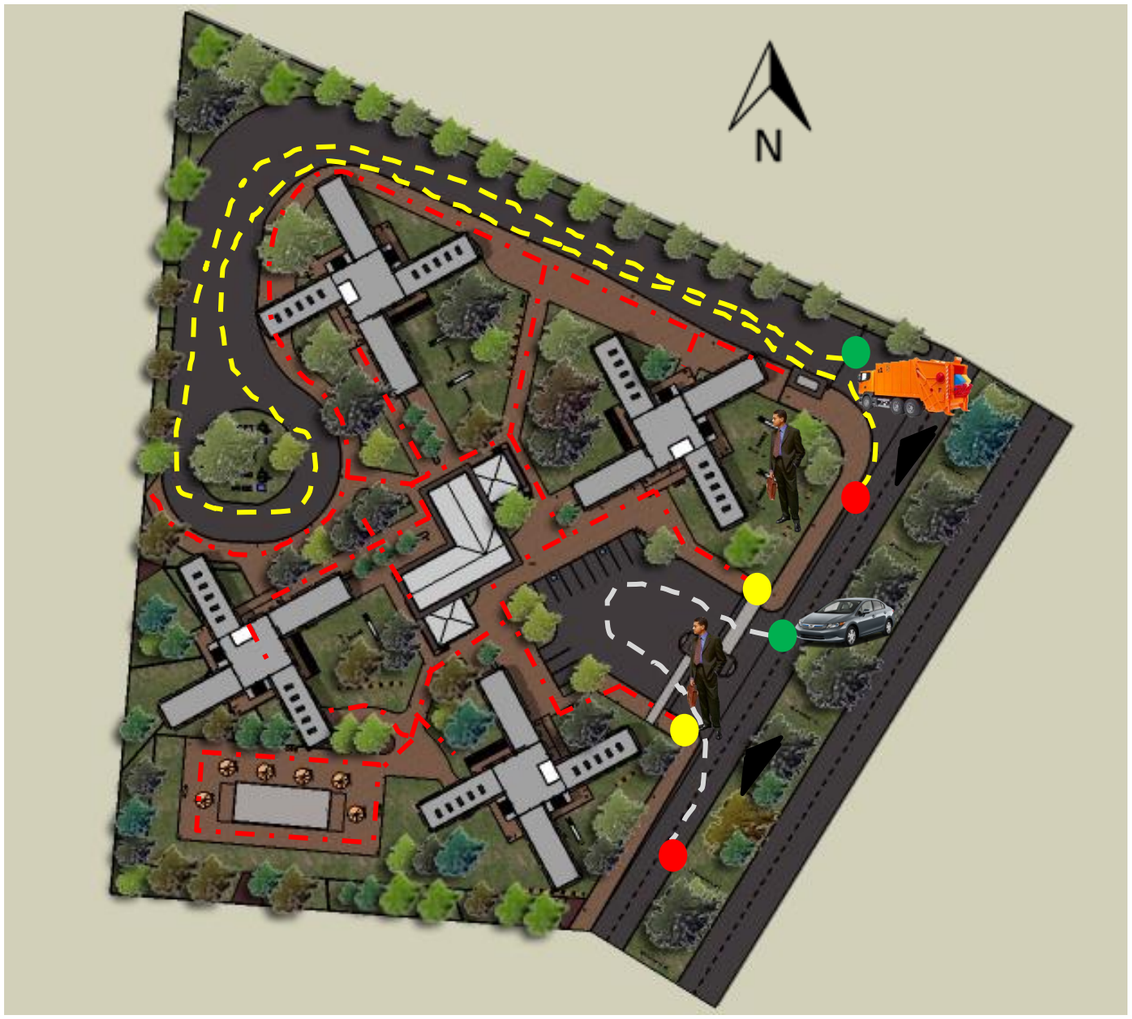


Ilustración 134. Planta de accesibilidad y circulación de conjunto. Fuente: Elaboración propia.

Simbología

Ingreso vehicular — Salida vehicular — Ingreso y salida peatonal

Accesibilidad camión de basura — Accesibilidad autos

Accesibilidad peatonal

Accesos principales

La accesibilidad del conjunto en el multifamiliar “tetris social” consiste en una distribución radial de la circulación peatonal teniendo ingreso por dos puntos (entrada peatonal de norte a sur, y de sur a norte) debido a que en esas dos direcciones hay un buen flujo peatonal urbanísticamente hablando, se ha dejado un acceso y salida dedicado únicamente a carga pesada y a camiones recolectores de basura en el extremo derecho norte hacia el extremo oeste retirado de toda actividad cotidiana. El acceso vehicular se encuentra céntrico con relación a todo el conjunto, con una cantidad de 11 plazas y dos dedicadas a personas con movilidad reducida con su respectivo retorno y garita de vigilancia, este acceso no interrumpe la circulación peatonal debido a que existen dos entradas peatonales a los costados de la entrada vehicular. La accesibilidad peatonal es también céntrica con relación al conjunto y su distribución es radial hacia los edificios, el recorrido peatonal está protegido por bastante masa vegetal y el recubrimiento del suelo es de ladrillo de barro para amortiguar la radiación y reflexión solar. (Ver ilustración 133).

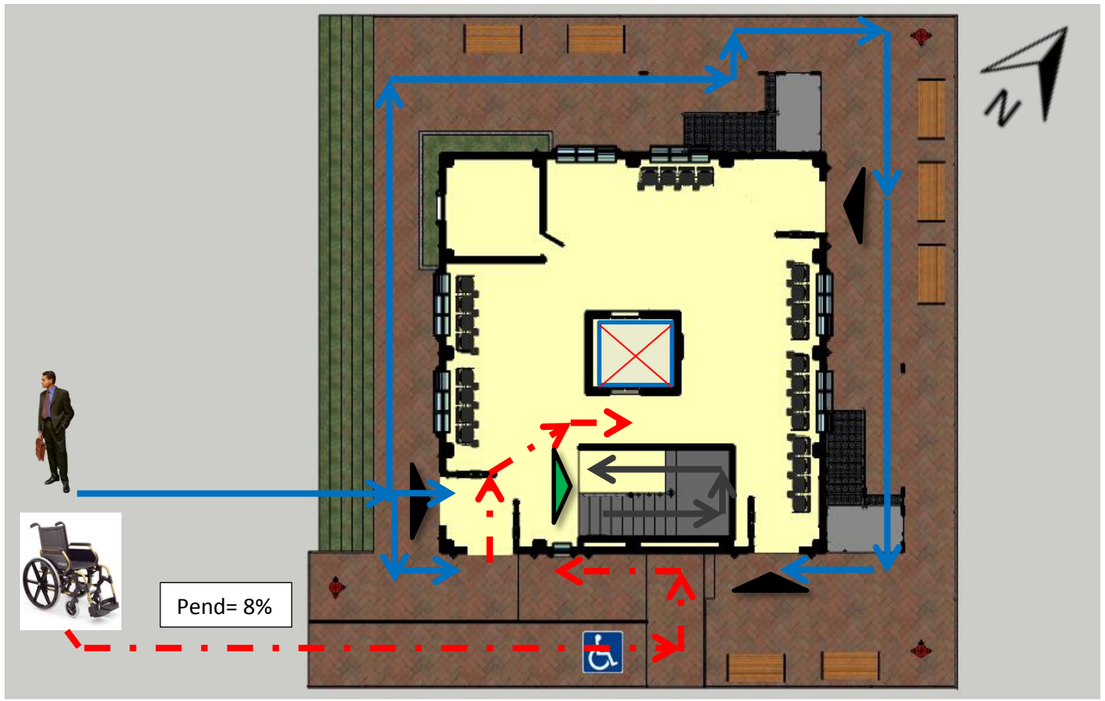
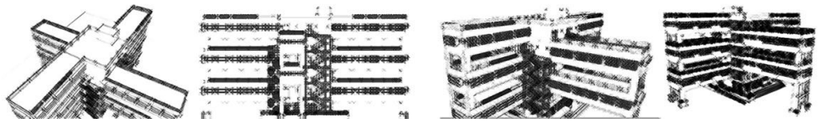


Ilustración 135. Planta de accesibilidad y circulación para Lobby. Fuente: Elaboración propia.



Simbología

Accesibilidad peatonal → Accesibilidad NTON (rampa 8% pend) - - - →

Circulación peatonal vertical → Circulación NTON vertical (ascensor) ⊠

Accesos principales ▲ Acceso a escaleras ▲

Una vez se ha llegado a uno de los cuatro módulos de edificios nos encontramos con su respectivo lobby general el cual tiene acceso para peatones por medio de gradas a su petril y posteriormente al interior, de esta misma forma se llega a la escalera para su circulación vertical con destino a cada uno de los apartamentos. No podría faltar en ningún momento la accesibilidad NTON, o accesibilidad para personas con movilidad reducida, se tiene contemplada por lo tanto una rampa con el 8% de pendiente para silla de ruedas o para peatones que se trasladen por medio de muletas, etc. De igual forma al acceder al interior está el ascensor para la circulación vertical de los usuarios con discapacidad motora. Cabe señalar también que por medio del petril se tiene una circulación peatonal alrededor del edificio, y que se cuenta con varios accesos y salidas peatonales, esto por cuestiones de evacuación, en el acceso principal se toma el concepto de la época de la colonia de entrada de punta de lanza, para tener los dos tipos de acceso jerarquizados (acceso peatonal y NTON).

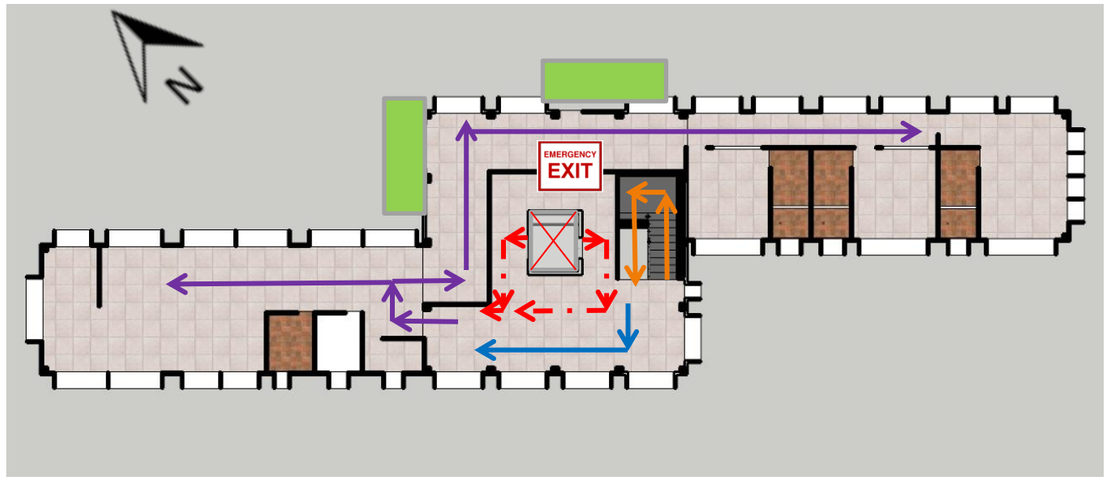


Ilustración 136. Accesibilidad en apartamento. Fuente: Elaboración propia

Simbología

Accesibilidad peatonal → Accesibilidad NTON - - - →

Accesibilidad vertical → Accesibilidad peatonal/NTON →

Salida de emergencia EMERGENCY EXIT Accesibilidad vertical (ascensor) ⊠

Escaleras de emergencia ▭ Acceso principal ▲

En el modelo de apartamento que se presenta, la accesibilidad actúa de forma simple, se accede principalmente por medio de las escaleras principales o bien por el ascensor, de aquí se llega a un área destinada a la circulación tanto peatonal como NTON en forma común, es decir es parte del piso (nivel) en sí, sin embargo no es parte del apartamento como tal, y es en esta zona donde se distribuye toda la circulación general a través de todo el edificio verticalmente hablando. Del acceso principal del apartamento hacia los espacios interiores se tiene una accesibilidad directa y alargada por cuestiones de ventilación, iluminación, etc. Se enfatiza que existe una salida de emergencia al centro de las dos alas en la planta arquitectónica debido a su forma alargada. (Ver ilustración 135).

En cuanto al elevador (ascensor):

El ascensor escogido para cubrir las necesidades de circulación vertical de los usuarios del edificio multifamiliar "tetris social" corresponde al modelo *Gen2 comfort* distribuido por la empresa internacional de elevadores OTIS con sucursal en Managua Nicaragua cuyo título es: "el ascensor reinventado". La nueva filosofía de OTIS es la de "el respeto por el medio ambiente, es uno de sus principales pilares, se proponen liderar el mercado con un presente verde, desarrollando tecnologías limpias de y

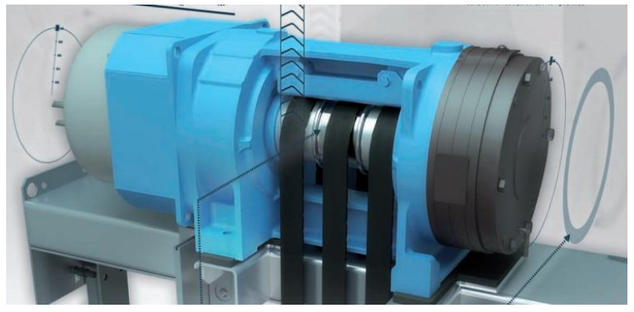
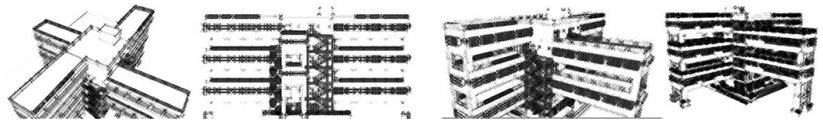


Ilustración 137. Máquina de Bandas, ascensor Gen2 comfort de OTIS. Fuente: Catálogo Elevadores OTIS



de bajo consumo energético.

No genera residuos contaminantes y es hasta un 50% más eficiente que los convencionales desde el punto de vista energético, con los que se logran ahorros de energía sustanciales y una importante reducción de emisión des de CO_2 a la atmósfera. El OTIS Gen2 comfort es un ascensor sin cuarto de máquinas, fiabilidad, seguridad y protección medioambiental. Utiliza un sistema único de cintas planas de acero recubiertas con poliuretano, una tecnología inventada y patentada por OTIS (ver ilustración), es altamente eficiente y funcional, ideal para edificios residenciales, comerciales y de oficinas. Permite a los arquitectos más libertad en el diseño al no necesitar cuarto de máquinas.

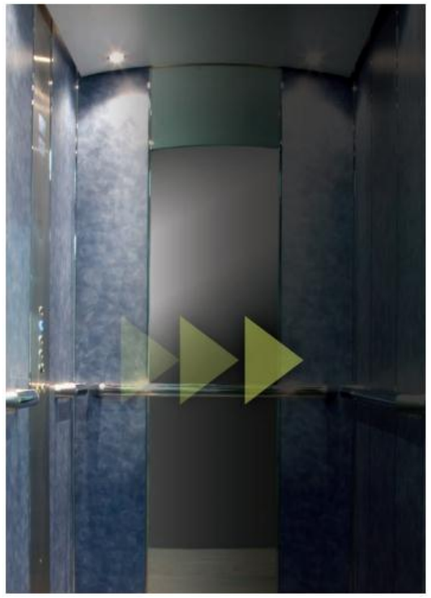


Ilustración 138. Vista de Elevador Gen2 comfort de OTIS. Fuente: Catálogo Elevadores OTIS.

Los constructores se benefician de sus mínimos requerimientos constructivos y menores costes de construcción del hueco.

Su velocidad es de 1.6 m/s. La utilización de cintas planas de acero recubiertas con poliuretano en lugar de cables convencionales, proporciona un funcionamiento más suave y silencioso. No precisan lubricantes contaminantes, por lo que contribuyen a la protección del medio ambiente.

Descripción de las escaleras principales:

Las escaleras principales consisten sencillamente en paneles de covintec cortados de tal forma que tuviesen las dimensiones de la huella tradicional (0.30mts) y el largo de 1.20 mts para que de esta forma pudiesen circular dos personas al mismo tiempo sin incomodidad, dichos paneles cortados (huellas) se encuentran suspendidos uno sobre otro debido a que se contemplan empotrados gracias a su malla electro-soldada de alta resistencia (60,000psi) a la pared que también está hecha de covintec como junta de expansión ya que en planta se encuentra excéntrica, presenta como toda escalera su pasamanos de aluminio anonizado como el barandal de la terraza social. (Ver ilustración 138).

Ilustración 139. Vista de escaleras en lobby. Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3 Criterios bioclimáticos

- **Ventilación natural cruzada**

El diseño en toda su concepción se ventila naturalmente (planta y sección) en forma cruzada con un ángulo oblicuo de 45° respecto al paralelismo del apartamento con la dirección predominante del viento en la ciudad de Managua, esto con la fundamentación de que la velocidad interna del viento aumenta al ingresar en un ángulo oblicuo con respecto a la pared a barlovento; teniendo primordialmente en cuenta que el ancho del apartamento propicia también la ventilación cruzada de pared a pared opuesta siendo la distancia a recorrer por el viento menos de 6mts, es importante advertir de igual forma que las dimensiones de las ventanas de entrada de viento fueron diseñadas con menor tamaño con respecto a las ventanas de salida (sotavento), esto con el fin de crear el efecto de embudo haciendo presión al viento al entrar por medio un espacio más pequeño y salir por uno más grande evitando así que el aire permanezca en los ambientes y se caliente y permitiendo que se produzcan las

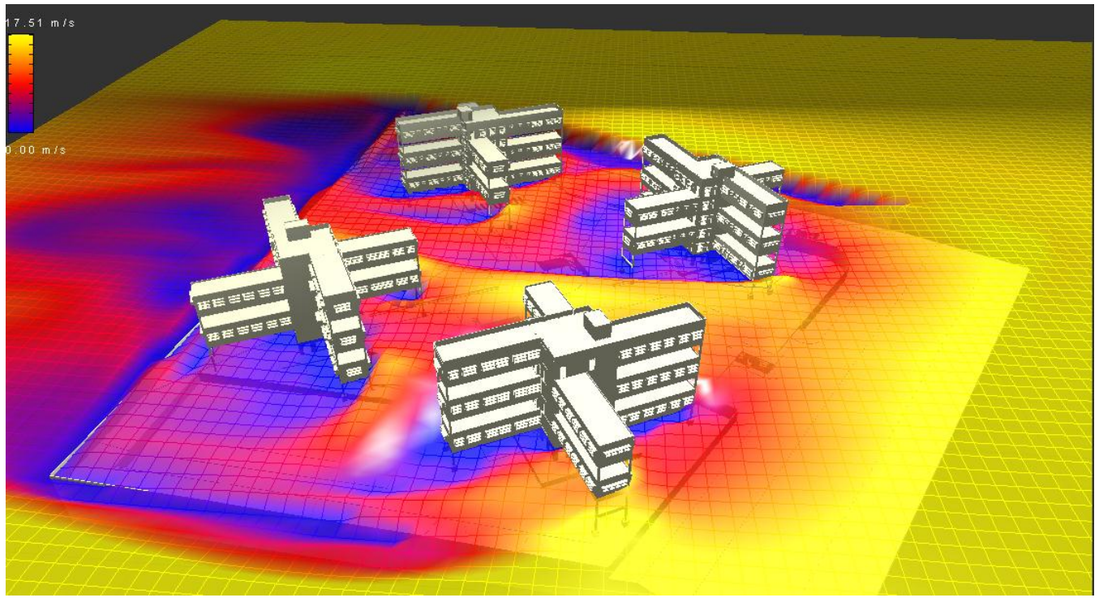


Ilustración 140. Vista 1 de conjunto de Simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en programa Vasari de Autodesk.

renovaciones de aire requeridas al tener unos pobres 2.2 m/s de velocidad media del aire en Managua. (Ver ilustración 148-149)

A nivel de conjunto la ventilación funciona de la misma manera que en los apartamentos, los 4 bloques de edificios están distribuidos en forma radial en el terreno rotado a 45° con respecto al norte franco, y están separados cada uno a 30 mts en la parte más corta, y 40 en la parte más larga, esta separación existe con el fin de que un edificio no de mucha sombra de viento al otro. Y para contrarrestar este fenómeno de incidencia del viento se contempló en el diseño del edificio el hecho de rotar cada apartamento conforme se asciende, de tal modo que un apartamento no interfiera con el otro con su respectiva ventilación cruzada, de esta manera todos los apartamentos están ventilados exclusivamente. Los recorridos peatonales y pequeñas plazas están debidamente

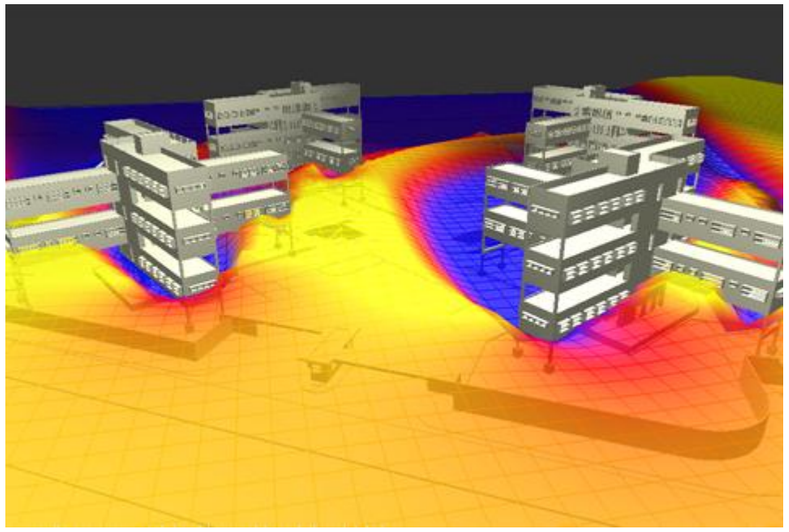


Ilustración 144. Vista 2 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de autodesk.

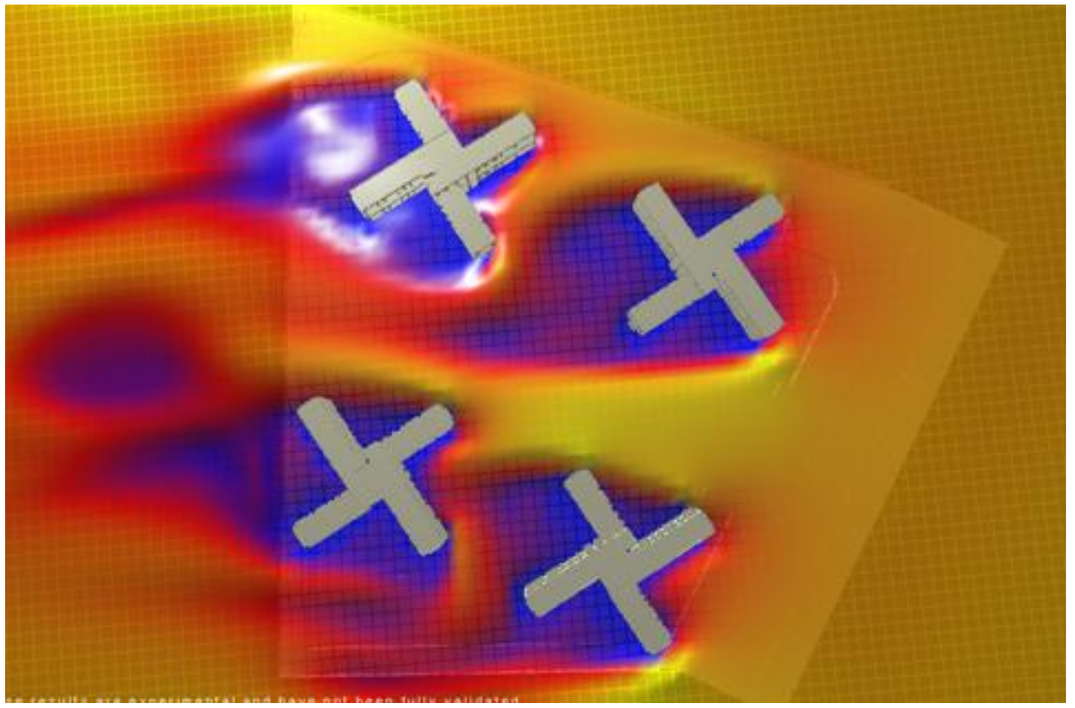


Ilustración 143. Vista 4 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk.

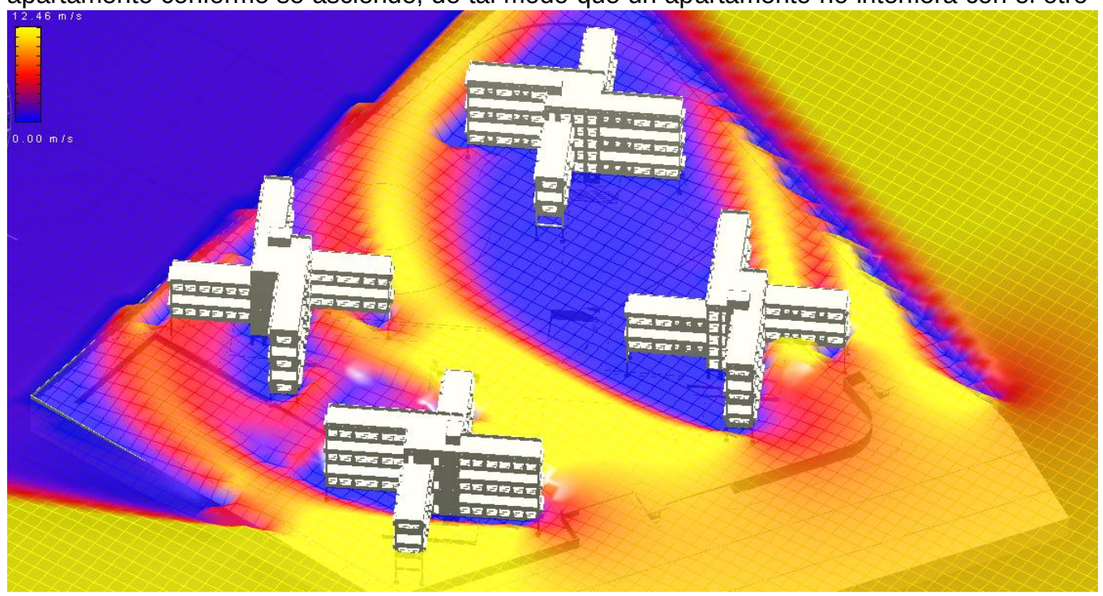


Ilustración 141. Vista 3 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk.

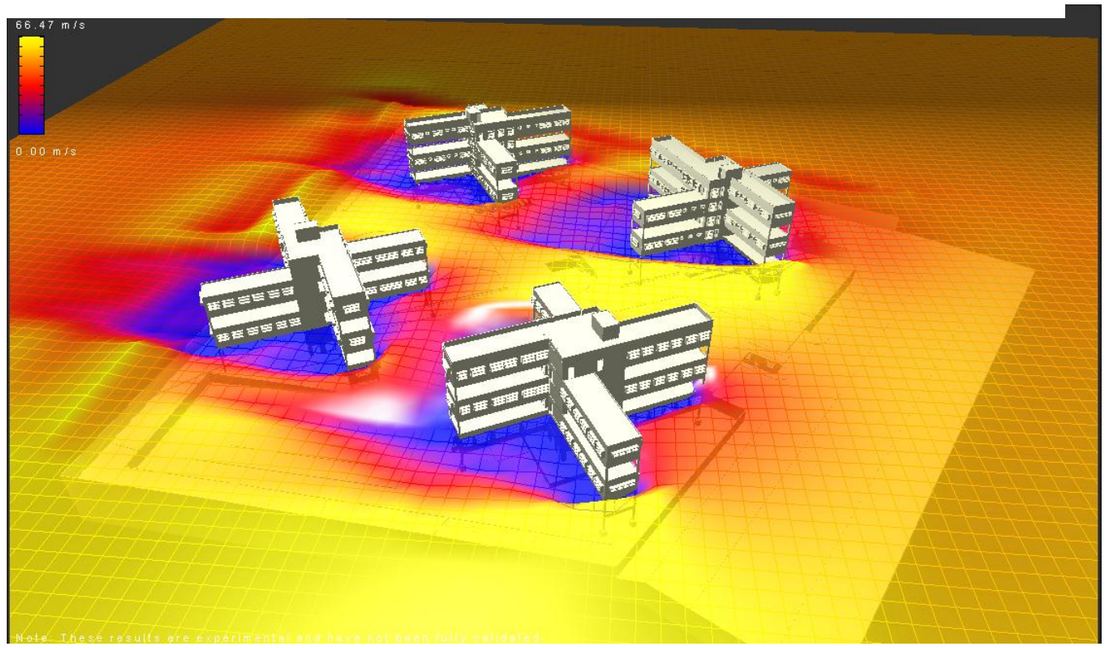
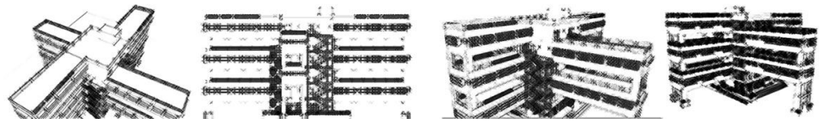


Ilustración 142. Vista 5 de conjunto de simulación de viento. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari de Autodesk.



ventilados ya que no hay obstáculos de gran relevancia que impidan la fluidez del viento por lo que se crea un túnel de viento.

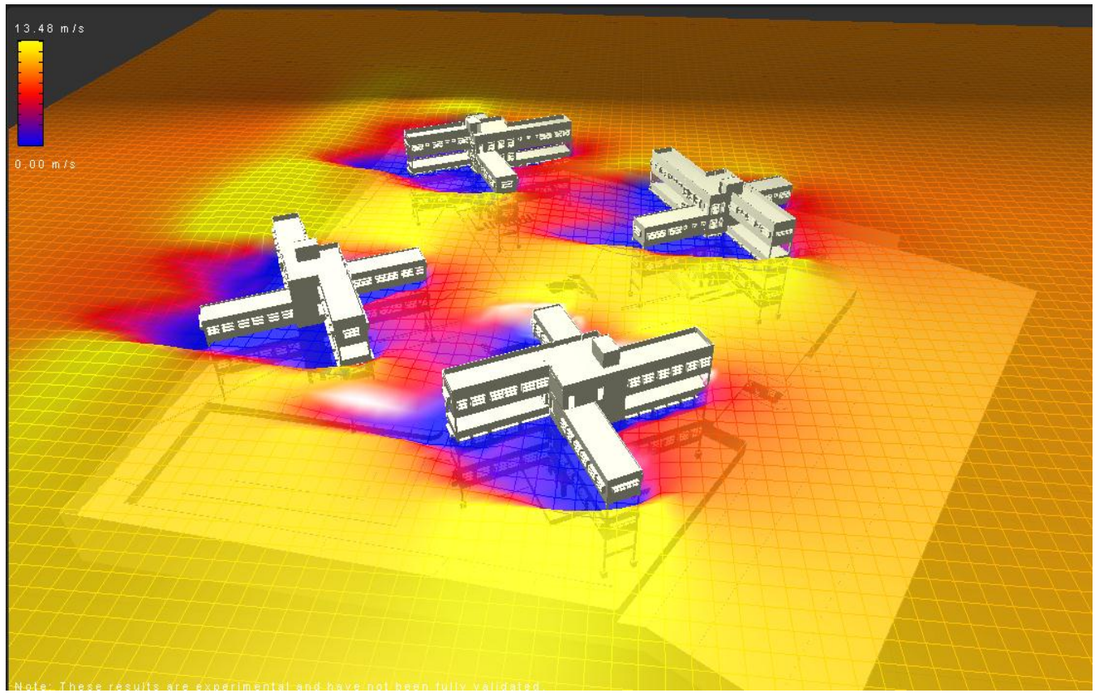


Ilustración 148. Vista 6 de conjunto simulación de viento nivel 1. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari autodesk.

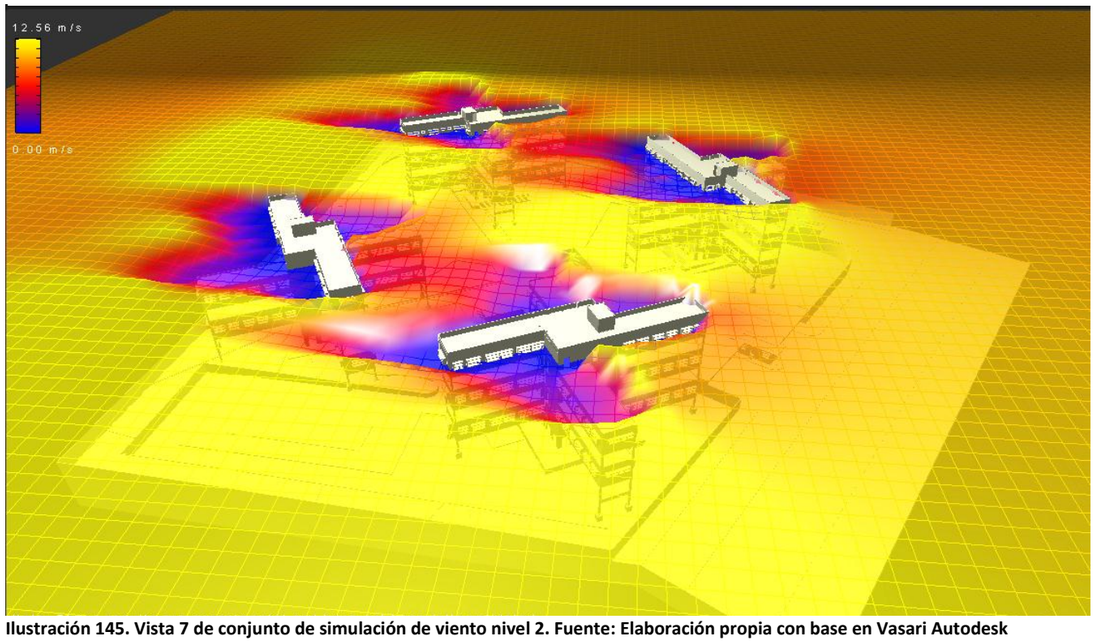


Ilustración 145. Vista 7 de conjunto de simulación de viento nivel 2. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk

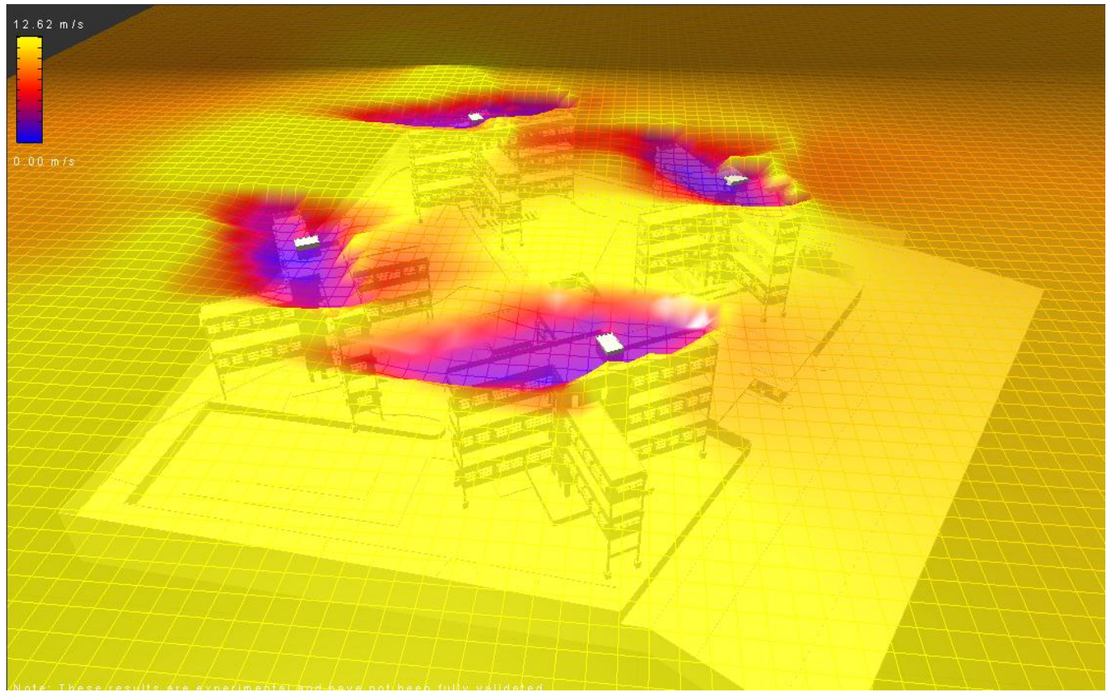


Ilustración 147. Vista 8 de conjunto de simulación de vientos nivel 3. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari autodesk.

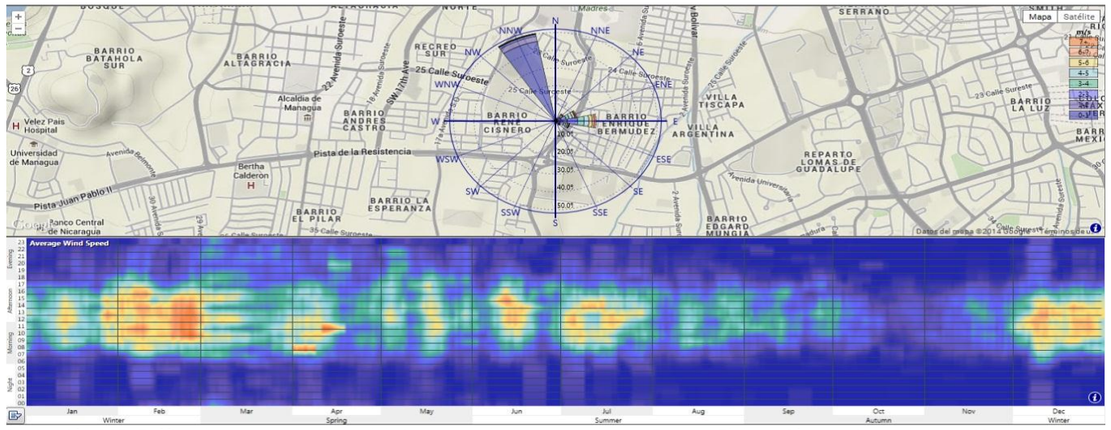
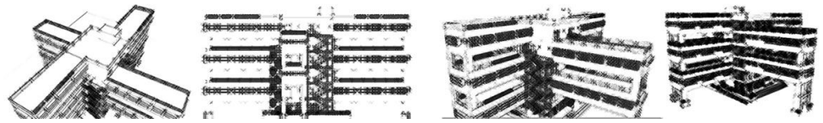


Ilustración 146. Gráfico de comportamiento del viento anualmente y por horas. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk

En la gráfica anterior se puede apreciar que los meses con mayor velocidad de viento en Managua son: enero, febrero, julio y diciembre, en los anteriores es cuando se puede gozar de los privilegios de la climatización pasiva con mayor eficiencia. Nota: en las gráficas de Vasari, el rango oscila entre más amarillo más velocidad de viento, color rojo es velocidad media y color azul es ausencia de velocidad de viento.



Ventilación natural cruzada en apartamento (planta)

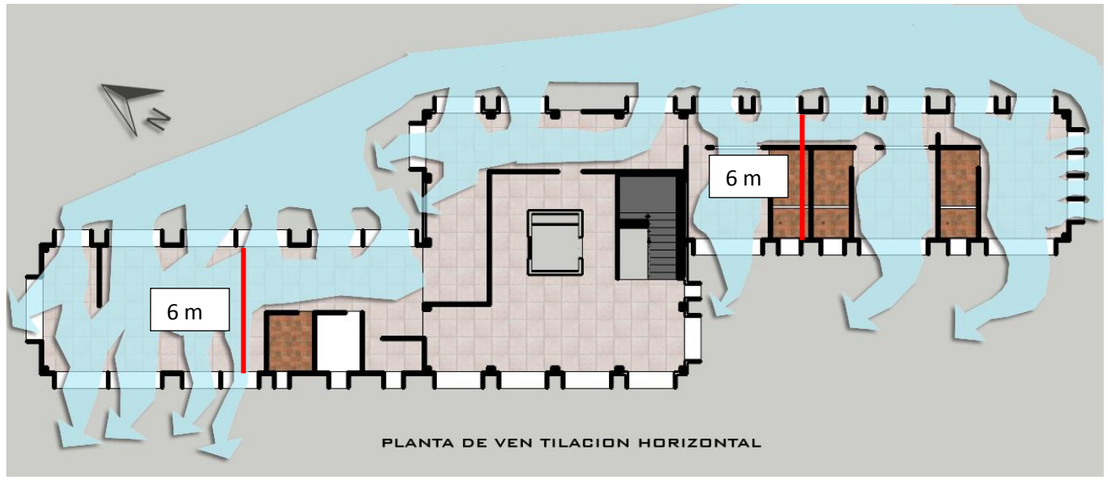


Ilustración 149. Planta de ventilación (ventilación horizontal). Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior se explica cómo incide el viento predominante del Este dentro del apartamento y como éste circula dentro de los ambientes impulsado por la presión que provoca la rotación del apartamento a 45° con respecto al norte franco y al tamaño de las ventanas de entrada de viento (ventanas este) que son de menor área que las de salida de viento (ventanas oeste) provocando el efecto Venturi o embudo.

La configuración alargada de dicho apartamento propicia la ventilación cruzada cuyo ancho no supera los 6mts, esto permite que el aire recorra los ambientes y ventile tanto al edificio y al usuario en forma higiénica.

Los muebles casi siempre son un factor que limita o más bien retrasa la ventilación interna, sin embargo en los apartamentos de dicho anteproyecto no se da ese problema debido a que los antepechos de todas las ventanas (a excepción de los baños y bodegas) están a 1.10mts del nivel de piso terminado hasta una altura de 2.20 mts por encima del mismo, y los muebles de la sala-comedor-cocina y los dormitorios tienen una altura que no sobrepasa 1.00 mt de alto, por lo tanto la entrada y salida de aire no se tranca en ningún obstáculo en los ambientes mencionados. *Las ventanas proyectadas y pivotantes tienen una permeabilidad al viento del 75%.*

Ventilación natural cruzada en apartamento (elevación)

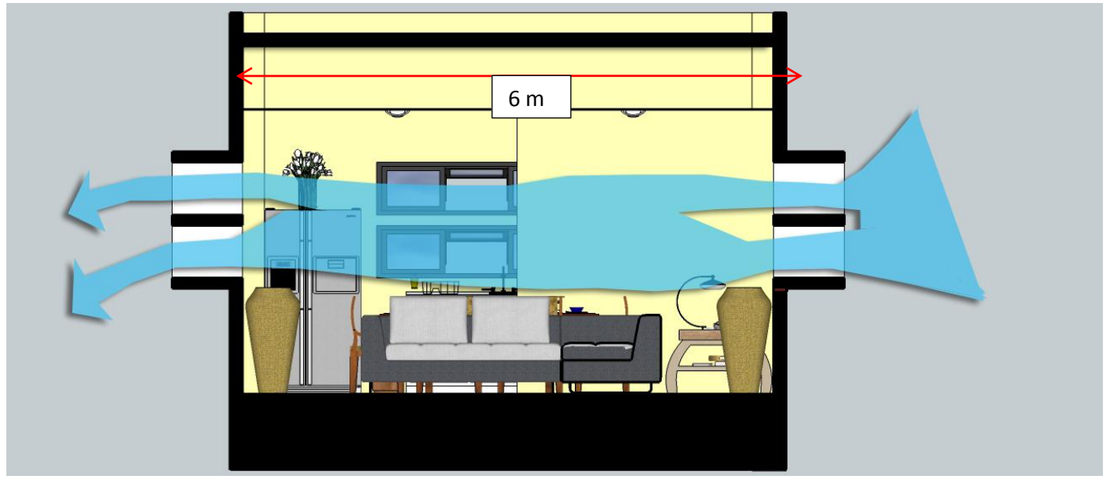


Ilustración 150. Corte - Justificación de ventilación vertical. Fuente: Elaboración propia.

Los EPS del apartamento provocan el efecto abocinante del viento que ingresa por el este, y así se crea más presión que alimenta la velocidad interna del viento en un claro de 6 mts de ancho. El programa de Simulación de viento *Vasari Autodesk* demostró la ventilación cruzada en los ambientes arrojando los siguientes resultados:

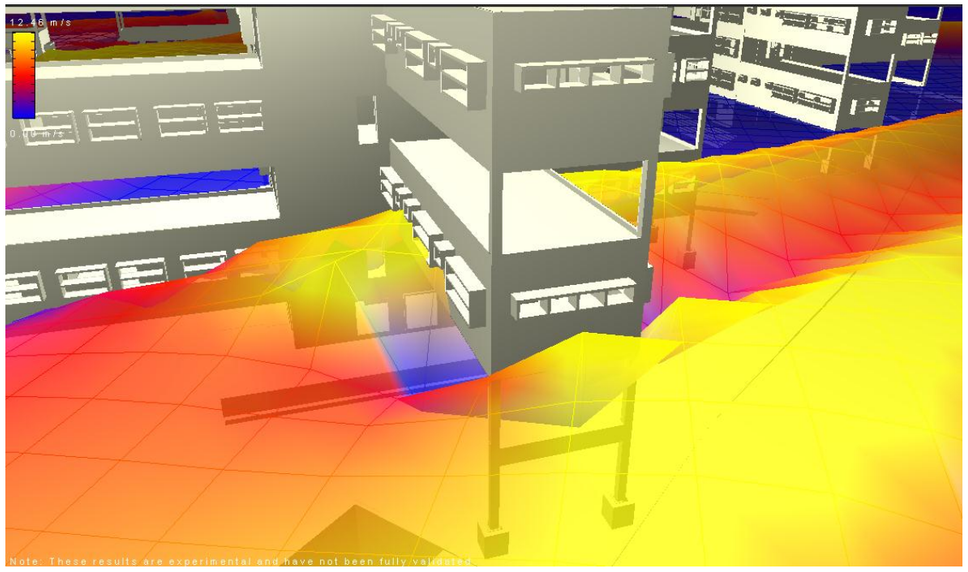


Ilustración 151. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 1. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk

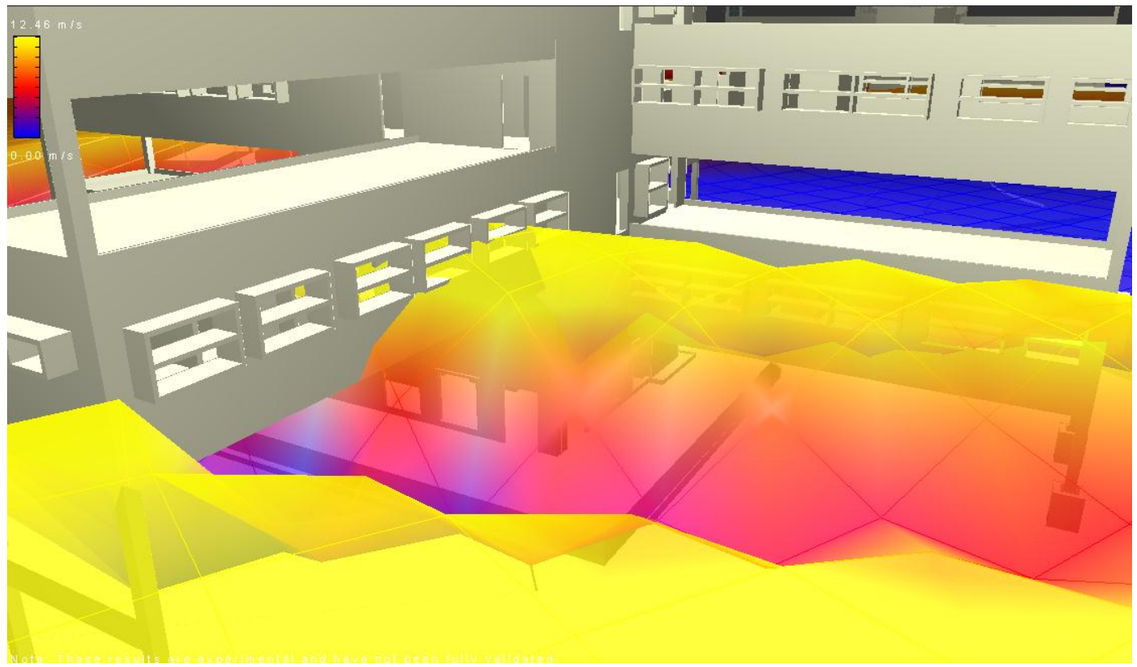


Ilustración 153. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 2. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk

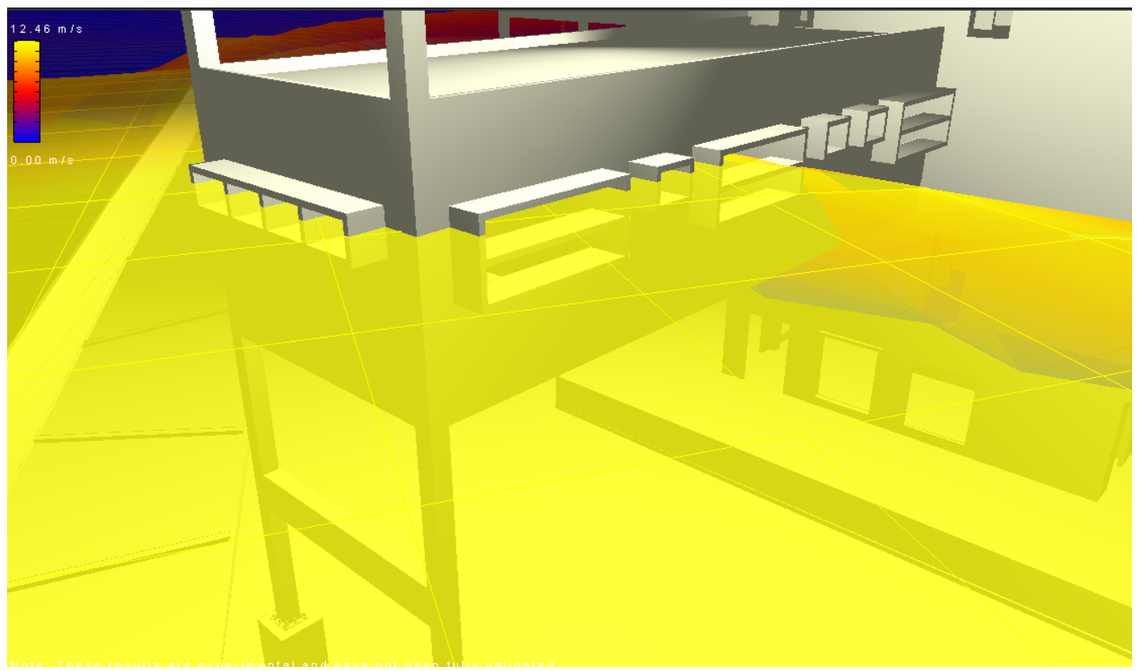


Ilustración 152. Simulación de ventilación cruzada en apartamento 3. Fuente: Elaboración propia con base en Vasari Autodesk.

Claramente el viento simulado atraviesa sin problemas el apartamento, sabiendo que la escala es entre más amarillo más velocidad, el color rojo velocidad media, y lo azul ausencia de velocidad de viento o bien máscaras de viento.

La ilustración muestra como el viento atraviesa las paredes de los dormitorios, acceden por el este y sale por las ventanas pequeñas ubicadas al sur y por las ventanas que están al oeste (sotavento).

Otro de los factores de la ventilación natural que se deben tener en cuenta son las renovaciones de aire que se necesitan en los ambientes cada hora para lograr el bienestar térmico en los usuarios. Para obtener los valiosos datos se recurrió a métodos empíricos de cálculo por cada ambiente:

Ilustración 154. Nomograma de renovaciones de aire para Sala-comedor-cocina (9 renovaciones). Fuente: Elaboración propia.

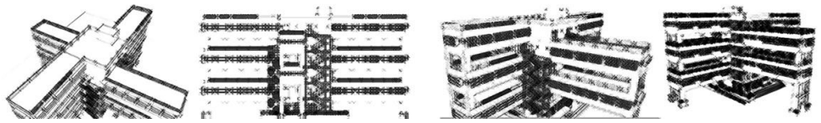


Ilustración 156. Nomograma de renovación de aire de Recibidor (13 Renov.) Fuente: Elaboración propia

Ilustración 155. Nomograma de renovación de aire de Dormitorio 1 y 2 (10 Renov). Fuente: Elaboración propia

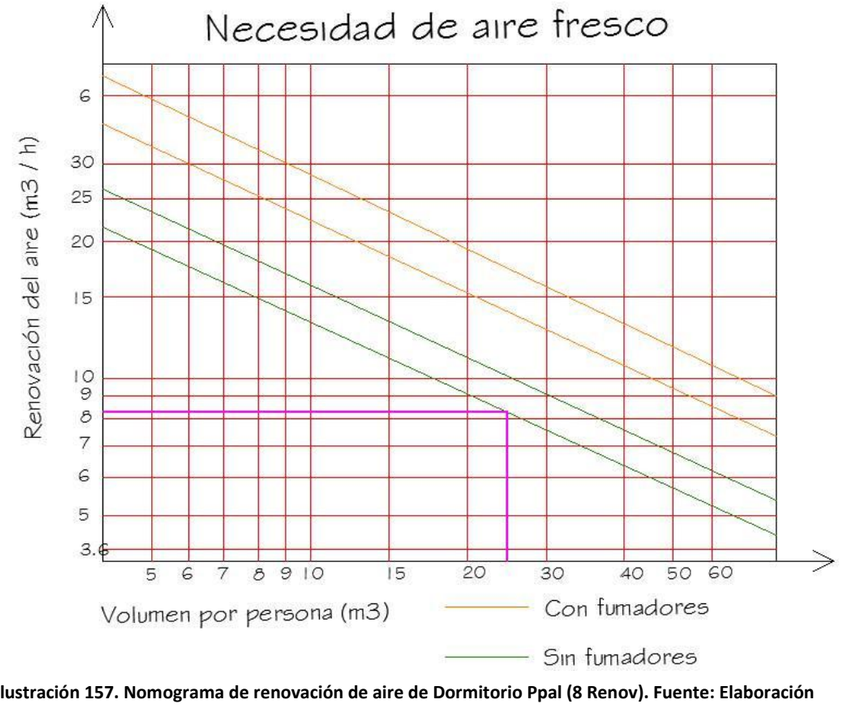


Ilustración 157. Nomograma de renovación de aire de Dormitorio Ppal (8 Renov). Fuente: Elaboración propia.

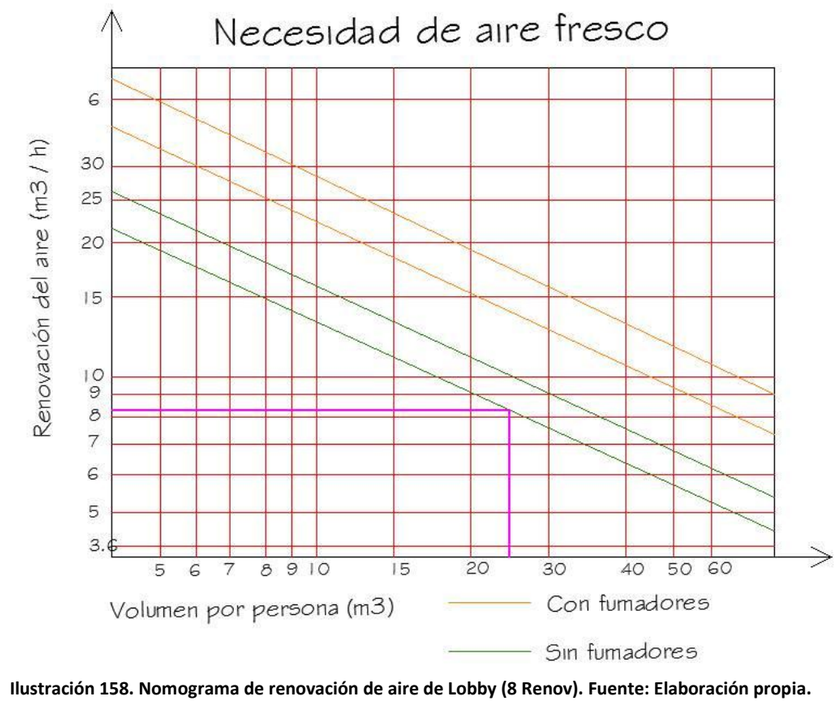
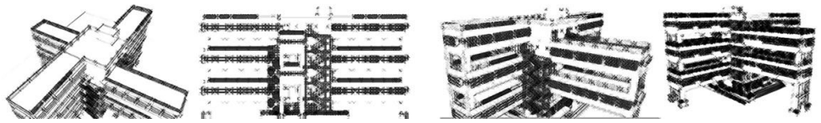


Ilustración 158. Nomograma de renovación de aire de Lobby (8 Renov). Fuente: Elaboración propia.



Una vez habiendo obtenido los datos de renovaciones de aire por hora en cada ambiente hacemos uso del *"Florida Solar energy method I"* para tener un aproximado preliminar de las áreas de aberturas de ventana de entrada y salida por ambiente, pensando únicamente en eficiencia de ventilación natural cruzada:

FLORIDA SOLAR ENERGY METHOD I

Velocidad del viento	2.2	m/s
Volumen	121	m^3
Renovaciones/hora	9	1/h
Angulo de incidencia del viento	50°	
Tipo de terreno	Suburbano o industrial	
Estrategia de ventilación	Ventilación las 24 horas	
Seleccionar relación g/h	1	
Seleccionar ubicación de las ventanas	Ventanas en planta baja	

Ventanas con mosquitero ○
Ventanas sin mosquitero ◉

TOA = 4.172 m^2 (Area de abertura total; entrada + salida)

Area Neta de Abertura = 3.338 m^2 (Area neta; entrada + salida)

Area neta de cada abertura = 1.669 m^2

Ilustración 159. Cálculo empírico de área de aberturas de Sala-comedor-cocina. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA

El *"Florida Solar energy method I"* consiste en tomar datos como la velocidad media del viento en Managua, el volumen del ambiente, las renovaciones de aire requeridas, el rango de ángulo de incidencia del viento, el tipo de terreo, la estrategia a ventilar en nuestro caso (24 h), la relación g/h que significa la distancia de un objeto que pueda estar frente al edificio y la altura de este mismo objeto, como en nuestro caso no existe tal caso el dato se convierte en la unidad (1), como resultado del cálculo de lo antes mencionado, se obtienen las áreas de abertura total, área neta de abertura (entrada y salida), y el área neta de cada abertura.

FLORIDA SOLAR ENERGY METHOD I

Velocidad del viento	2.2	m/s
Volumen	49	m^3
Renovaciones/hora	8	1/h
Angulo de incidencia del viento	50°	
Tipo de terreno	Suburbano o industrial	
Estrategia de ventilación	Ventilación las 24 horas	
Seleccionar relación g/h	1	
Seleccionar ubicación de las ventanas	Ventanas en planta baja	

Ventanas con mosquitero ○
Ventanas sin mosquitero ◉

TOA = 1.502 m^2 (Area de abertura total; entrada + salida)

Area Neta de Abertura = 1.201 m^2 (Area neta; entrada + salida)

Area neta de cada abertura = 0.601 m^2

Ilustración 160. Cálculo empírico de área de aberturas de Dormitorio Ppal. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA

FLORIDA SOLAR ENERGY METHOD I

Velocidad del viento	2.2	m/s
Volumen	54	m^3
Renovaciones/hora	9	1/h
Angulo de incidencia del viento	50°	
Tipo de terreno	Suburbano o industrial	
Estrategia de ventilación	Ventilación las 24 horas	
Seleccionar relación g/h	1	
Seleccionar ubicación de las ventanas	Ventanas en planta baja	

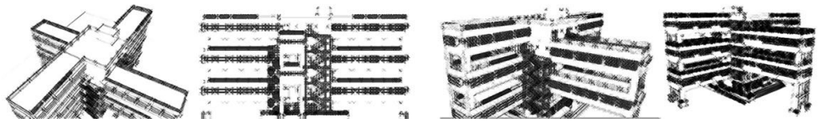
Ventanas con mosquitero ○
Ventanas sin mosquitero ◉

TOA = 1.862 m^2 (Area de abertura total; entrada + salida)

Area Neta de Abertura = 1.490 m^2 (Area neta; entrada + salida)

Area neta de cada abertura = 0.745 m^2

Ilustración 161. Cálculo empírico de área de aberturas de Recibidor. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA



FLORIDA SOLAR ENERGY METHOD I

Velocidad del viento	2.2	m/s
Volumen	32	m^3
Renovaciones/hora	11	1/h
Angulo de incidencia del viento	50º	
Tipo de terreno	Suburbano o industrial	
Estrategia de ventilación	Ventilación las 24 horas	
Seleccionar relación g/h	1	
Seleccionar ubicación de las ventanas	Ventanas en planta baja	

Ventanas con mosquitero ○
Ventanas sin mosquitero ◉

TOA = 1.349 m^2 (Area de abertura total; entrada + salida)

Area Neta de Abertura = 1.079 m^2 (Area neta; entrada + salida)

Area neta de cada abertura = 0.539 m^2

Ilustración 162. Cálculo empírico de área de aberturas de Dormitorio 1 y 2. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA

FLORIDA SOLAR ENERGY METHOD I

Velocidad del viento	2.2	m/s
Volumen	243	m^3
Renovaciones/hora	8	1/h
Angulo de incidencia del viento	50º	
Tipo de terreno	Suburbano o industrial	
Estrategia de ventilación	Ventilación las 24 horas	
Seleccionar relación g/h	1	
Seleccionar ubicación de las ventanas	Ventanas en planta baja	

Ventanas con mosquitero ○
Ventanas sin mosquitero ◉

TOA = 7.448 m^2 (Area de abertura total; entrada + salida)

Area Neta de Abertura = 5.958 m^2 (Area neta; entrada + salida)

Area neta de cada abertura = 2.979 m^2

Ilustración 163. Cálculo empírico de área de aberturas de Lobby. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA

Ventilación natural cruzada en apartamentos (volumen)

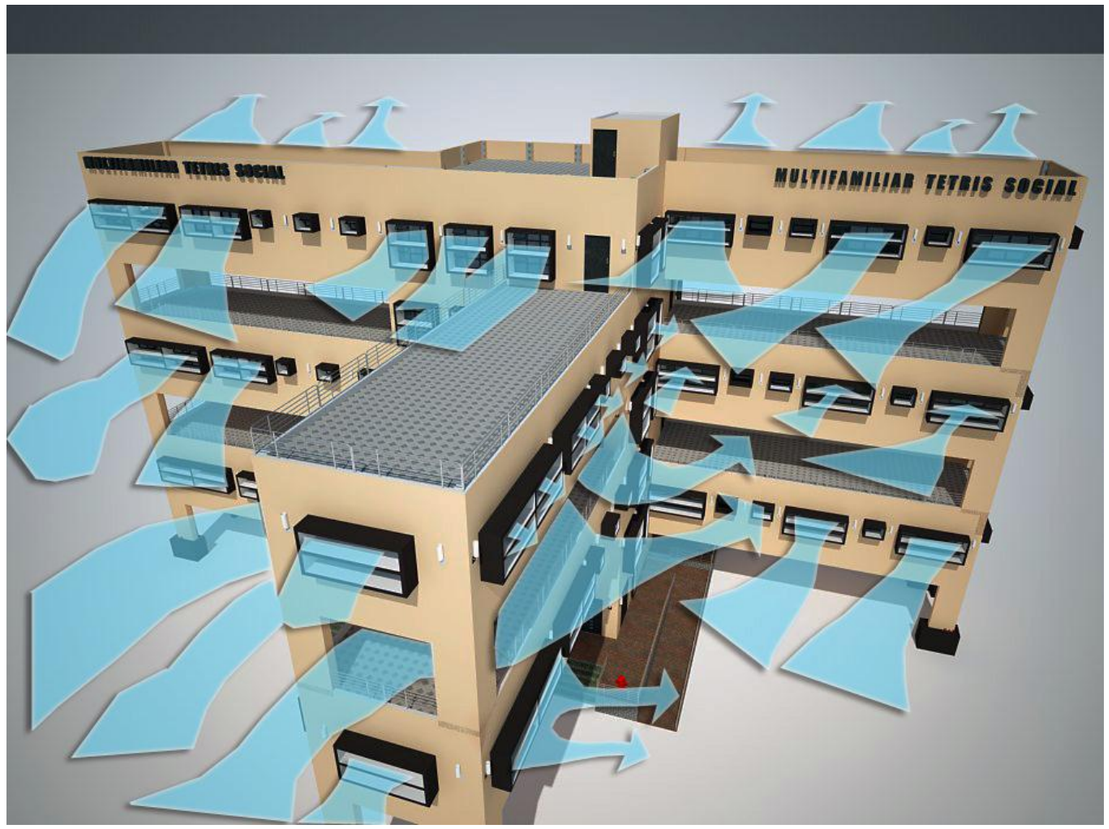
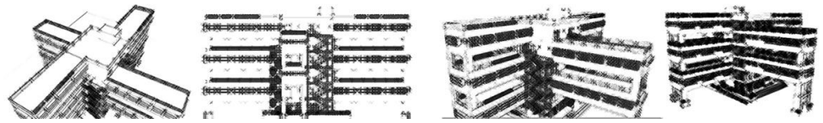


Ilustración 164. Ventilación cruzada volumétrica del edificio. Fuente: Elaboración propia

La misma volumetría del edificio multifamiliar es una de las mejores innovaciones que presenta como diseño bioclimático, debido a que los apartamentos que si bien ya están previstos de forma alargada para facilitar su ventilación cruzada, cada uno de ellos están sobre el otro de manera rotada dejando entre los mismos un espacio libre donde estaría el otro apartamento si este estuviese montado de la forma tradicional, por lo tanto teniendo ese espacio libre, se da una permeabilidad al viento adecuada para ventilar al otro apartamento que se encuentra girado 90° con respecto al otro, es decir que no hay ningún obstáculo para que los cinco apartamentos que conforman el edificio se ventilen de forma óptima, existe también la ventaja de que cada apartamento al estar girados 90° con respecto al que le antecede reciben la ventilación igualmente a 45° de incidencia. Cabe señalar que otra analogía del edificio es la de un generador de energía eólica.



El último método de ventilación empírico que se aplicó fue el correspondiente a "*Melaragno"* el cual consiste en medir la velocidad interior y el porcentaje de velocidad conforme parámetros como lo son: la velocidad media libre (2.2 m/s) en Managua, la configuración de las ventanas, este caso *ventanas en paredes opuestas,* el tamaño de las ventas de entrada y salida con relación al área de su pared y por supuesto el ángulo de incidencia del viento. Si el dato de velocidad supera el 1 m/s significa que es óptimo.

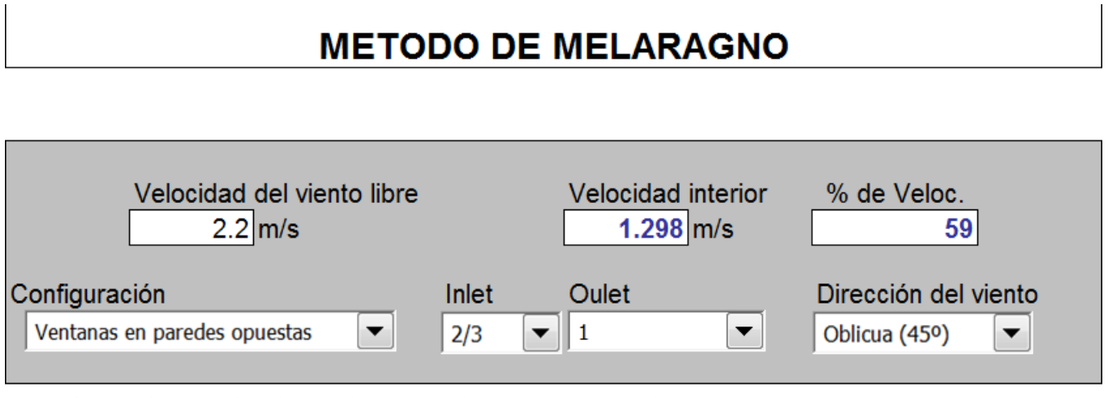


Ilustración 165. Cálculo empírico de velocidad interna del viento. Fuente: Arq. Eduado Yarke FMCPAIYA

- **Iluminación natural**

La iluminación natural juega un papel muy importante en el ahorro de energía en los países tercermundistas, es uno de los puntos clave para crear arquitectura verde, construcciones agradables con el medioambiente.

Es por eso que como diseñadores comprometidos con el ahorro energético desde el punto de vista bioclimático diseñamos ambientes que propicien la buena iluminación natural en las horas sol, para los cálculos científicos se usó el software "*dialux",* el cual dio el visto bueno en cuanto a una iluminación optima y agradable al ojo del usuario sin crear deslumbramiento o la deficiencia de iluminación.

Sin embargo antes de aplicar el software se manejaron métodos empíricos para el cálculo de tamaños de aberturas en paredes con enfoque en criterios de iluminación natural para los diferentes ambientes de tipología habitacional, utilizando los nomogramas de iluminación lateral proporcionados en los cursos de graduación.

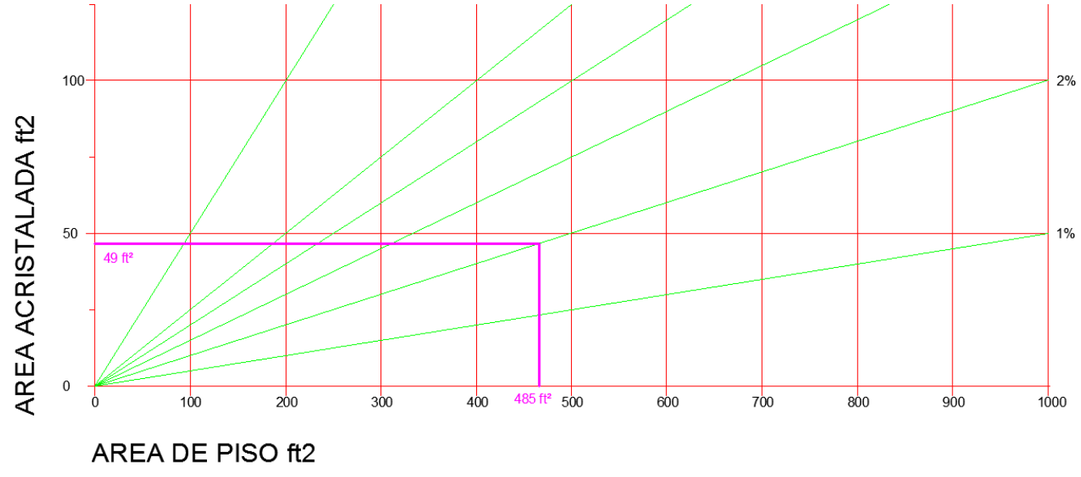


Ilustración 166. Nomograma de cálculo empírico de área acristalada de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia.

Nota: los cálculos de los ambientes restantes se encuentran en anexos.

Los datos de los nomogramas de iluminación lateral proporcionaron los siguientes datos de áreas de aberturas a necesitar:

Sala-comedor cocina: 485 ft² equivalentes a **45 m²**

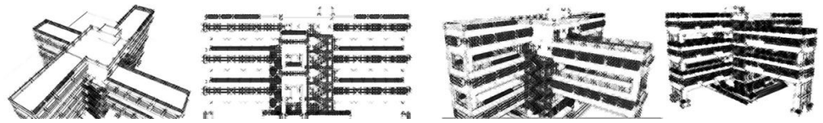
Recibidor: 215 ft² equivalentes a **20 mts²**

Dormitorio principal: 195 ft² equivalentes a **19 mts²**

Dormitorios 1 y 2: 130 ft² equivalentes a **12 mts²**

Lobby: 970 ft² equivalentes a **90 mts²**

Haciendo un análisis entre las áreas de aberturas que se necesitan por medio de los cálculos empíricos de ventilación y los cálculos de áreas de aberturas proporcionadas por los nomogramas de iluminación natural lateral, se toman para diseñar lógicamente los que demandan más área, puesto que el mayor cubre la demanda del menor, que en este caso las mayores son las áreas de iluminación, haciendo una comparación: para la sala-comedor-cocina en ventilación se requiere un área de 4.172 mts² y para iluminación 45 mts², por lo tanto tomamos como áreas bases las de iluminación lateral.



Cálculos de iluminación natural con software Dialux

Para estos cálculos es importante tener en cuenta que la gama de colores utilizada para medir en lux/m².h, la iluminación natural es: color verte como iluminación natural óptima y los colores rojizo-naranjas-azules como iluminación media o bien zonas de sombras. Para escaleras: verde (300 lux-muy buena), naranja (150 lux-buena) y rojo (100-mínma) ver en anexos *tablas de niveles de iluminación*.

A continuación se presentan los ambientes sometidos a esta prueba durante el día más iluminado del año según lo indicó su debido análisis en el programa Ecotect analysis de autodesk que es el 11 de abril a las 1:30 pm.

Ilustración 167. Cálculo de iluminación natural de Lobby-ascensor-escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Uno de los ambientes más importantes a iluminar de forma natural es el lobby con su respectiva caja de escaleras, se puede ver como la disposición de sus ventanas laterales en su perímetro ofrecen una muy buena iluminación tanto en las paredes como las huellas, se proyecta luz inclusive hasta la parte central del lobby donde se encuentra el elevador. Su color verde predominante nos confirma que está muy bien iluminado naturalmente.

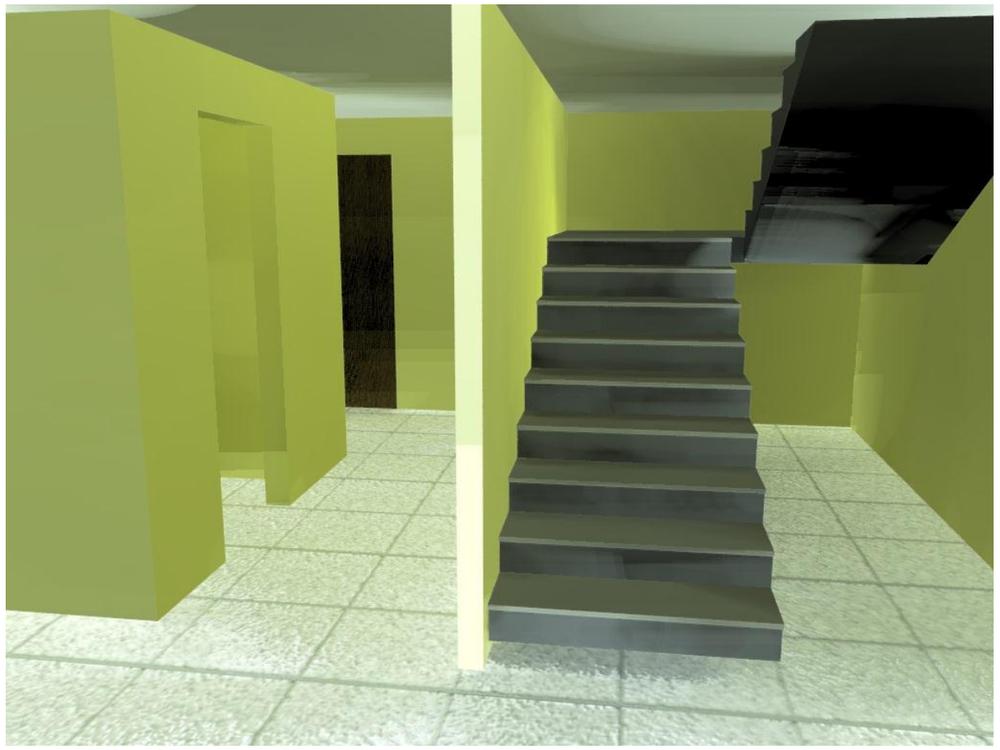


Ilustración 168. Render de índices de iluminación natural de Lobby, ascensor y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Los colores y texturas que se utilizaron en los ambientes fueron claves para iluminar naturalmente y de forma óptima sus interiores llevados de la mano con las aberturas de ventanas (áreas de ventana), el color utilizado en las paredes fue *amarillo claro* con un factor promedio de reflexión de luz de 0.4-0.5 (70%), los habitantes de Managua gozan de una gran cantidad de energía solar convertida en luz, por lo tanto se debe tener cuidado al utilizar los colores blancos, ya que se podría sufrir deslumbramiento, es por eso que en el diseño se optó por un color amarillo claro; los ladrillos del piso son cerámicas de color gris claro con un factor promedio de reflexión del 0.55-0.80, sin embargo para crear contraste en el ambiente las huellas y contrahuellas se pintaron de color gris medio con un coeficiente de reflexión del 40%, el cielo falso corresponde al material de panel acústico rugoso color naranja medio con un factor promedio de reflexión del 50%; los revoques lisos en las paredes, pisos y escaleras tienen un factor promedio de reflexión del 40%, los traslúcidos de las ventanas proyectadas son de vidrios reflexivos y sus marcos de aluminio gris medio para crear contraste.

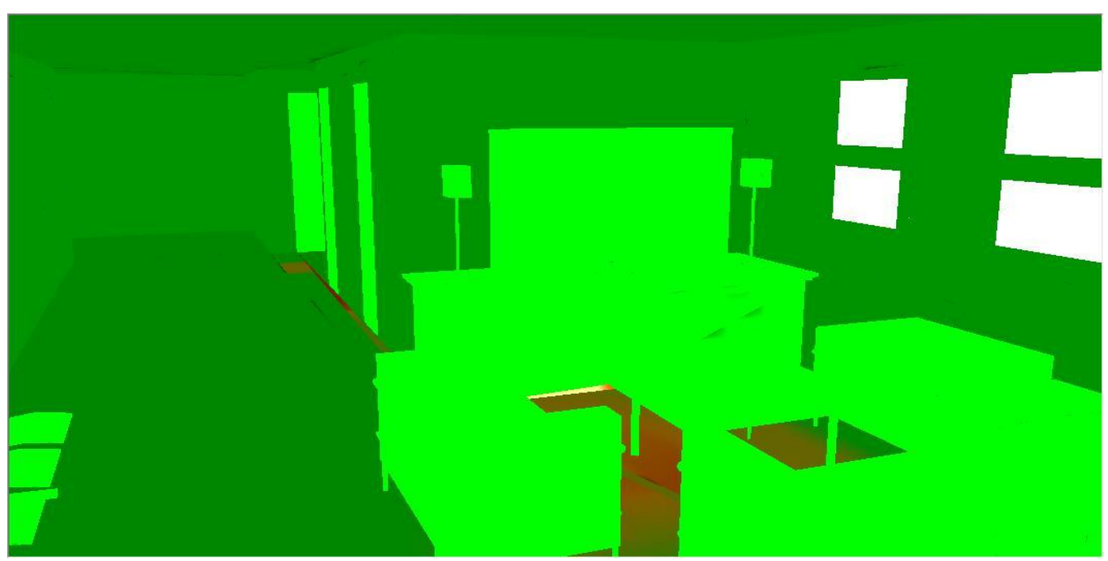


Ilustración 172. Cálculo 1 de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

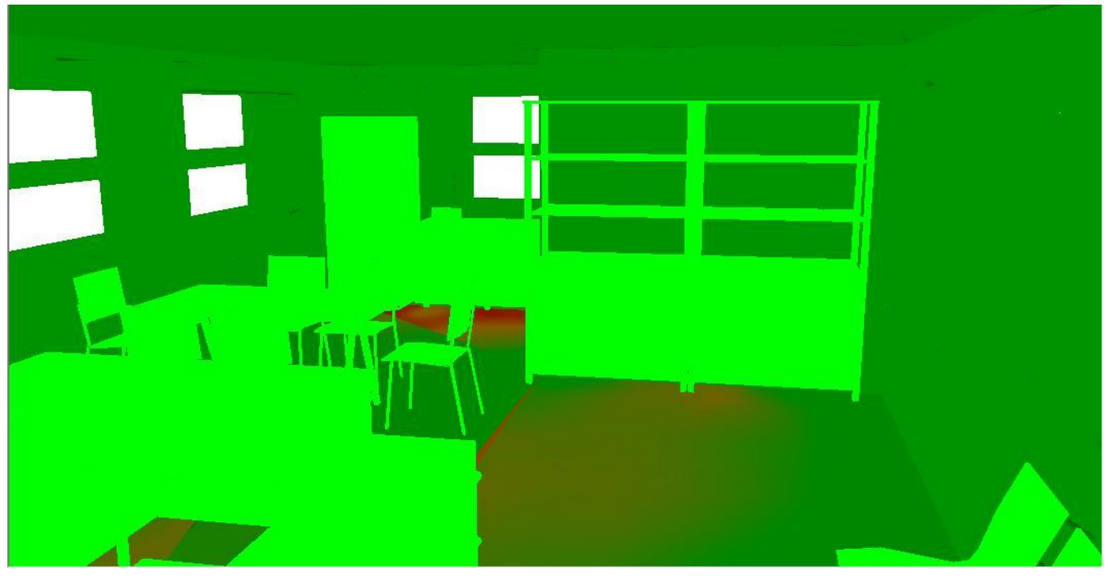


Ilustración 171. Cálculo 2 de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

La sala-comedor-cocina se muestra excelentemente iluminada, usando los colores, texturas y áreas de aberturas mencionadas anteriormente, es uno de los ambientes más importantes, donde hay mayor permanencia de usuarios, por lo tanto debe tener una iluminación natural impecable. Las tonalidades rojizo-amarillas solo se presentan por las sombras de los muebles y estas son mínimas. Niveles de iluminación verde (400 lux), naranja (200 lux) rojo (70 lux).

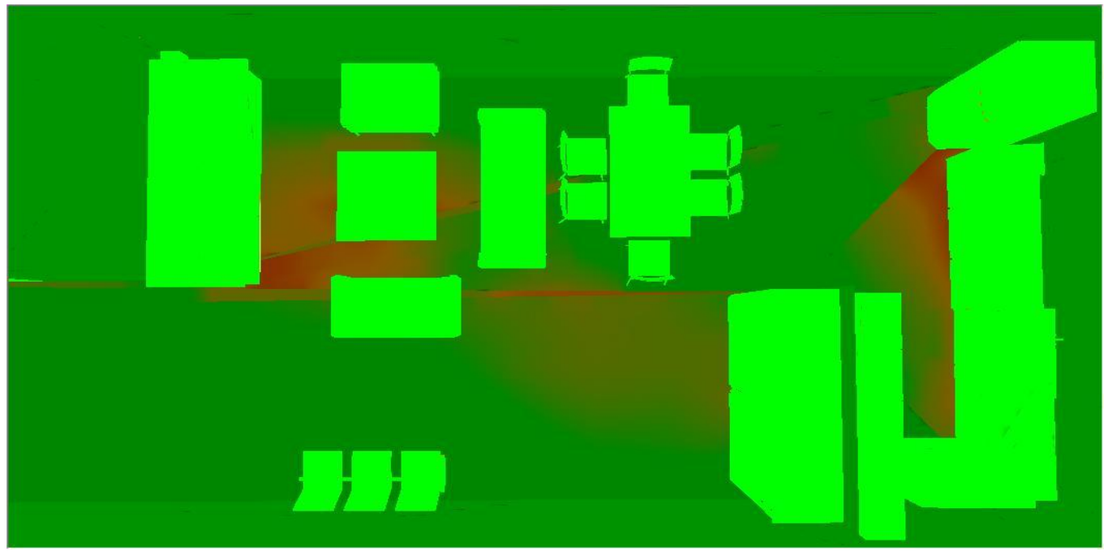


Ilustración 169. Cálculo en planta de ilum. Natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 170. Render 1 de índices de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 174. Render 2 de índices de iluminación natural de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

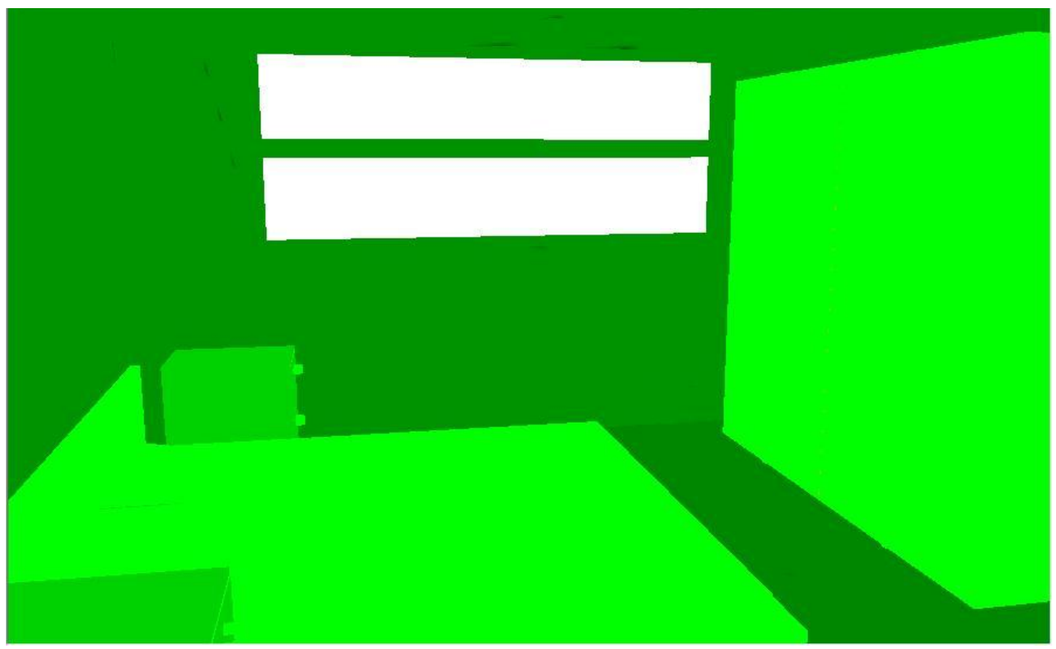


Ilustración 173. Cálculo 1 de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

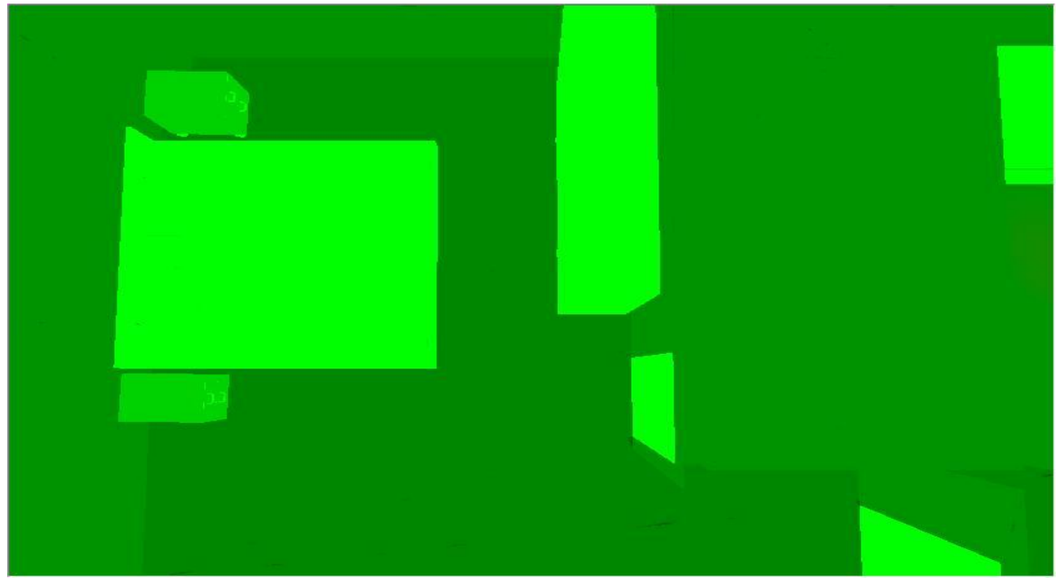


Ilustración 176. Cálculo en planta de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

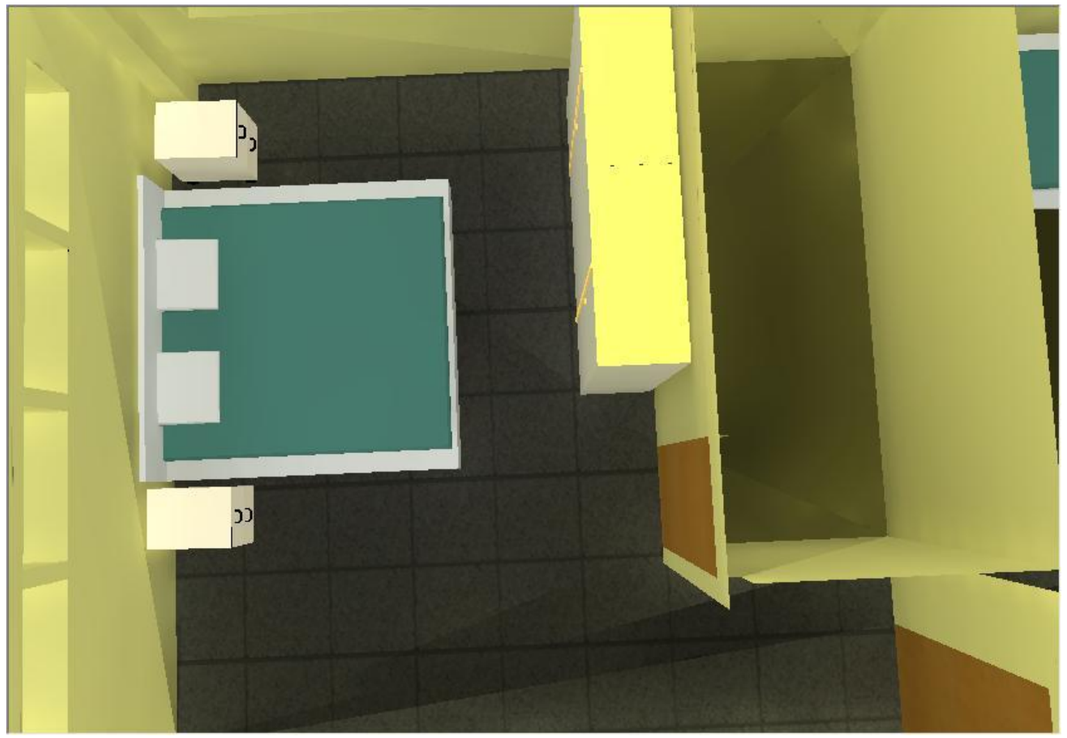


Ilustración 175. Render 1 de índices de iluminación natural de Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

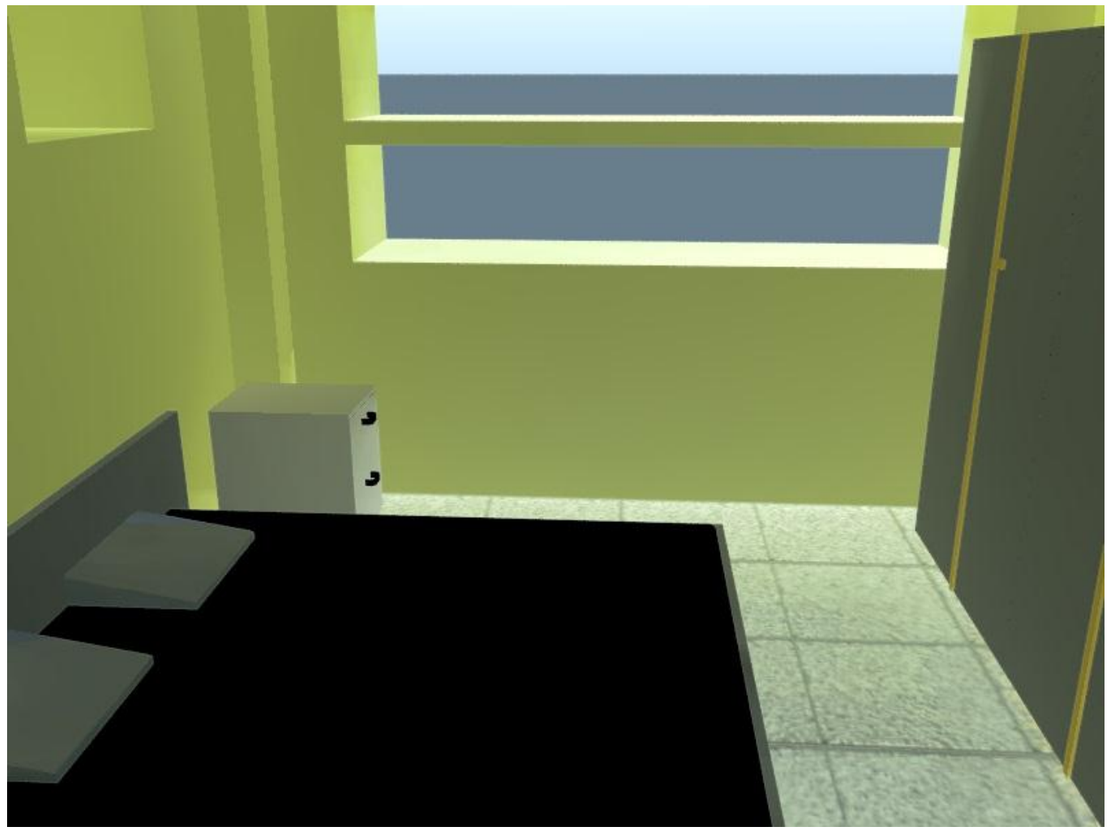


Ilustración 177. Render 2 de índices de iluminación natural de dormitorio ppal. Fuente: elaboración propia con base en Dialux

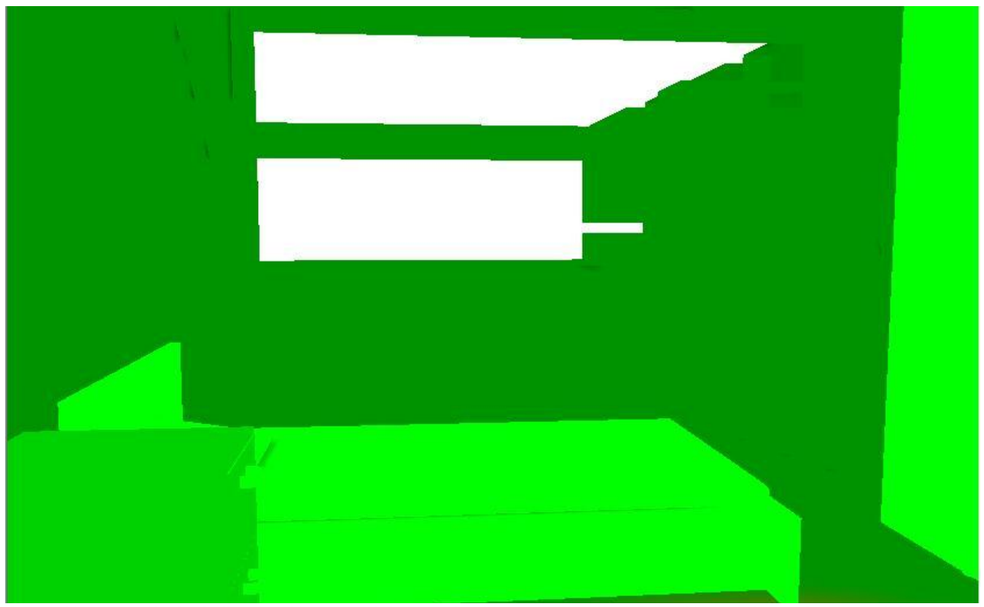


Ilustración 179. Cálculo de iluminación natural de Dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

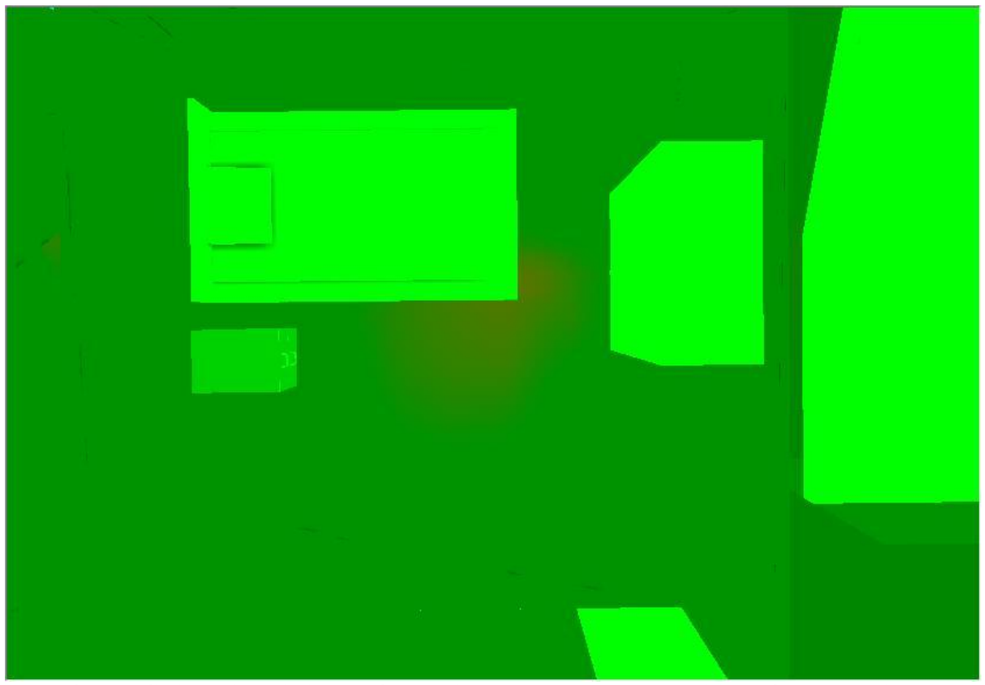


Ilustración 178. Cálculo en planta de iluminación natural de dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Dormitorio principal, es otro de los ambientes más importantes del apartamento, aquí se realizan otros tipos de actividades además de descansar, puesto hay personas que tienen hábito de lectura en sus dormitorios, por lo que es necesario una buena iluminación.

En este ambiente se juega un poco más no solo con las texturas y colores de las paredes, piso y cielo, sino que también con los muebles, estos fueron previstos de colores grises medios, para poder contrastar la iluminación proveniente de los laterales, esto para no molestar la vista al desarrollar la lectura.

Los niveles de iluminación para el dormitorio principal son: verde (250 lux), naranja (100 lux) y rojo (50 lux).

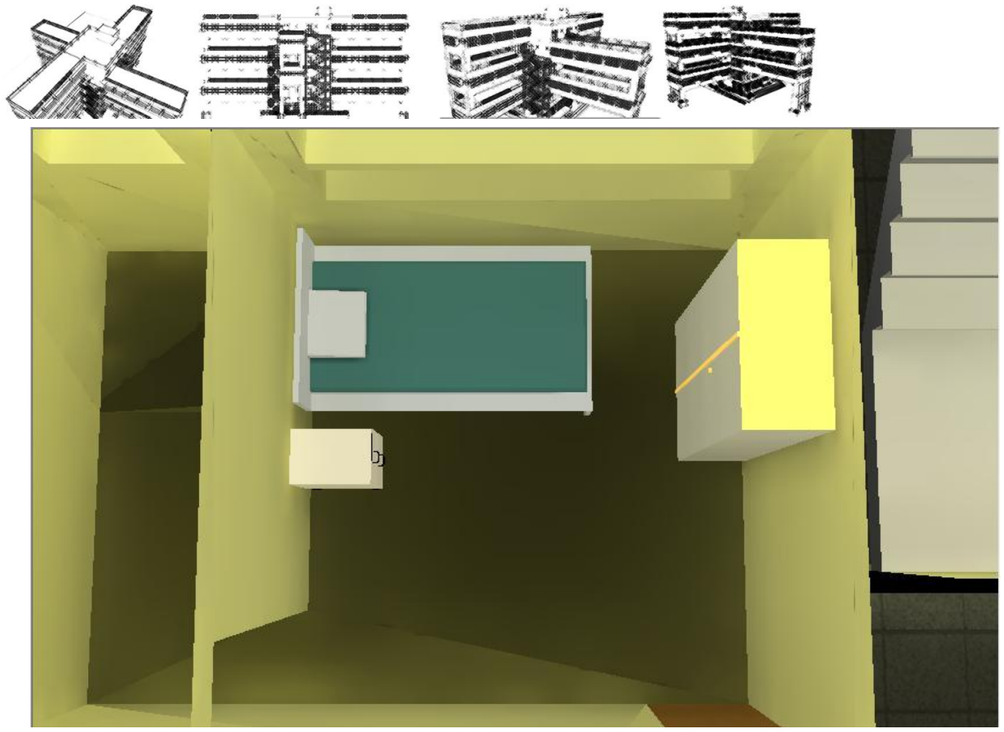


Ilustración 180. Render 1 de índices de iluminación del dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

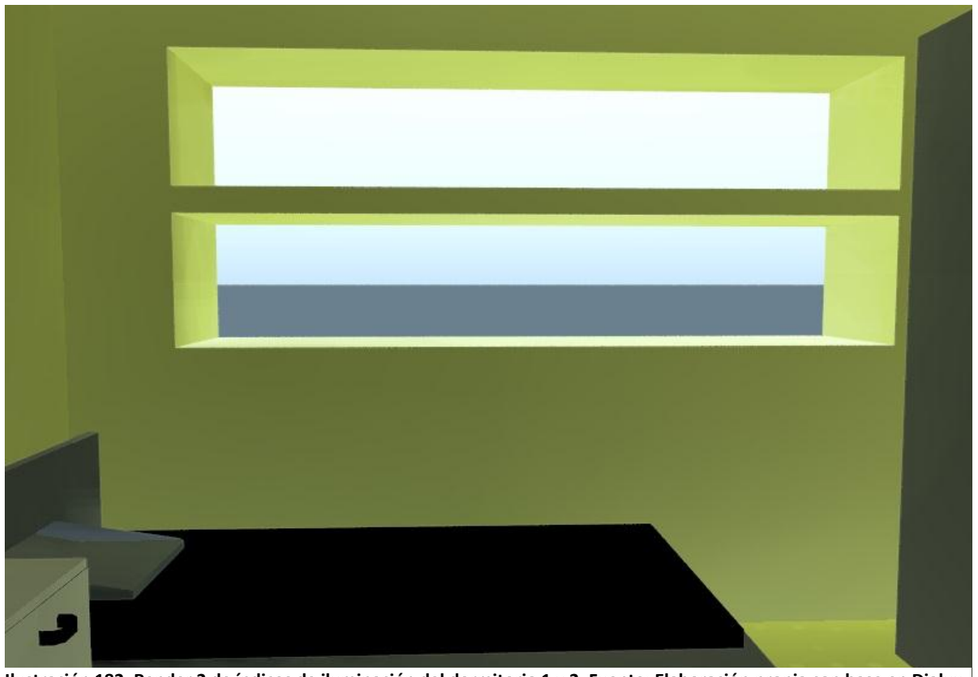


Ilustración 182. Render 2 de índices de iluminación del dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

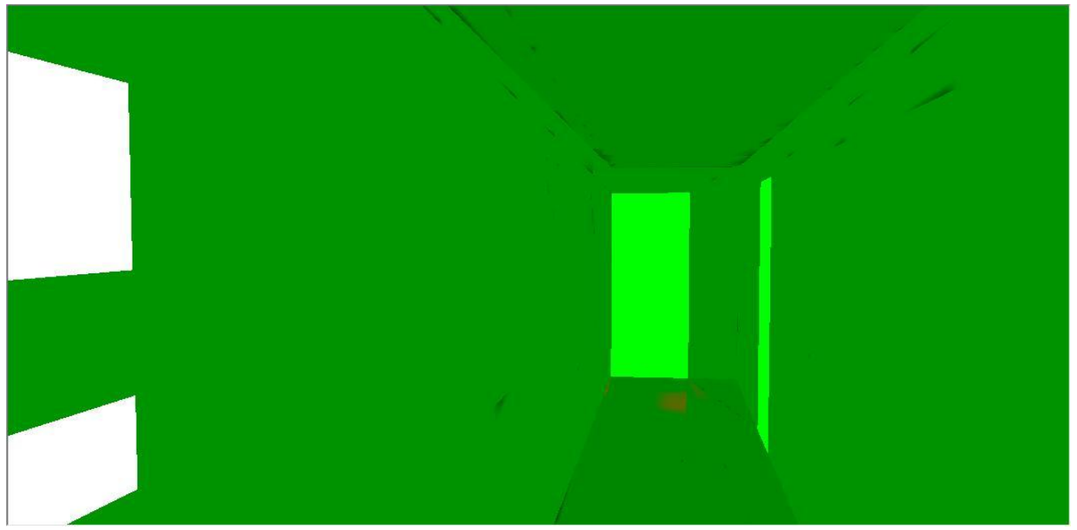


Ilustración 181. Cálculo de iluminación natural del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

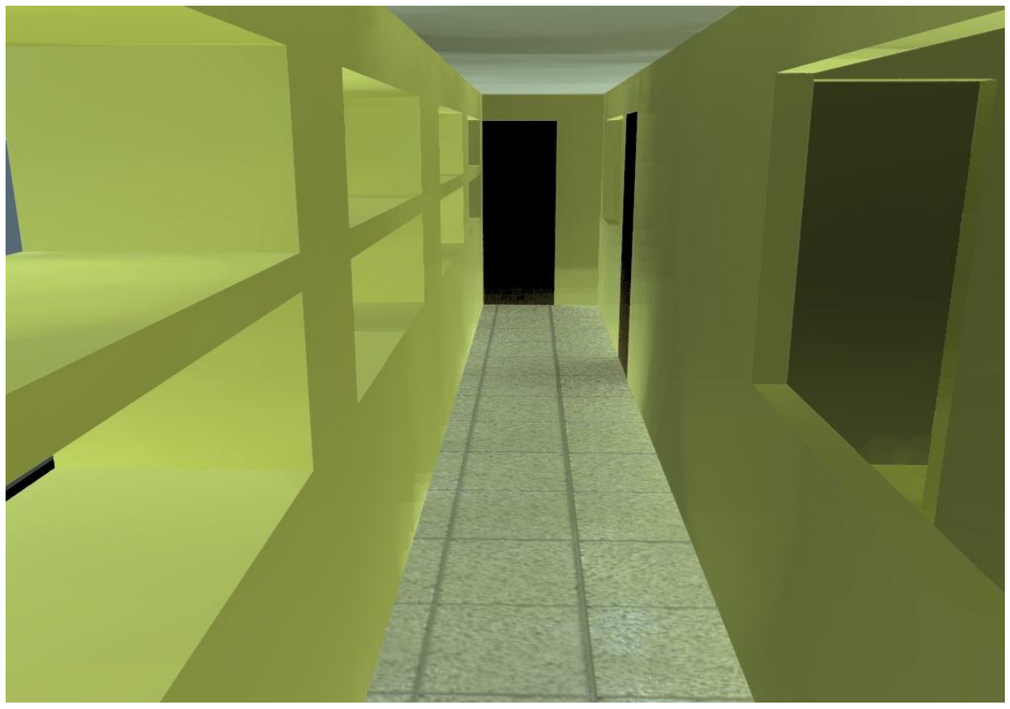


Ilustración 183. Render de índice de iluminación natural del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Los dormitorios 1 y 2 tienen la misma configuración espacial, texturas y colores, por lo tanto un solo cálculo es válido para ambos. La gama de colores con respecto a los valores de iluminación en lux son: verde (250), naranja (100) y rojo (50).

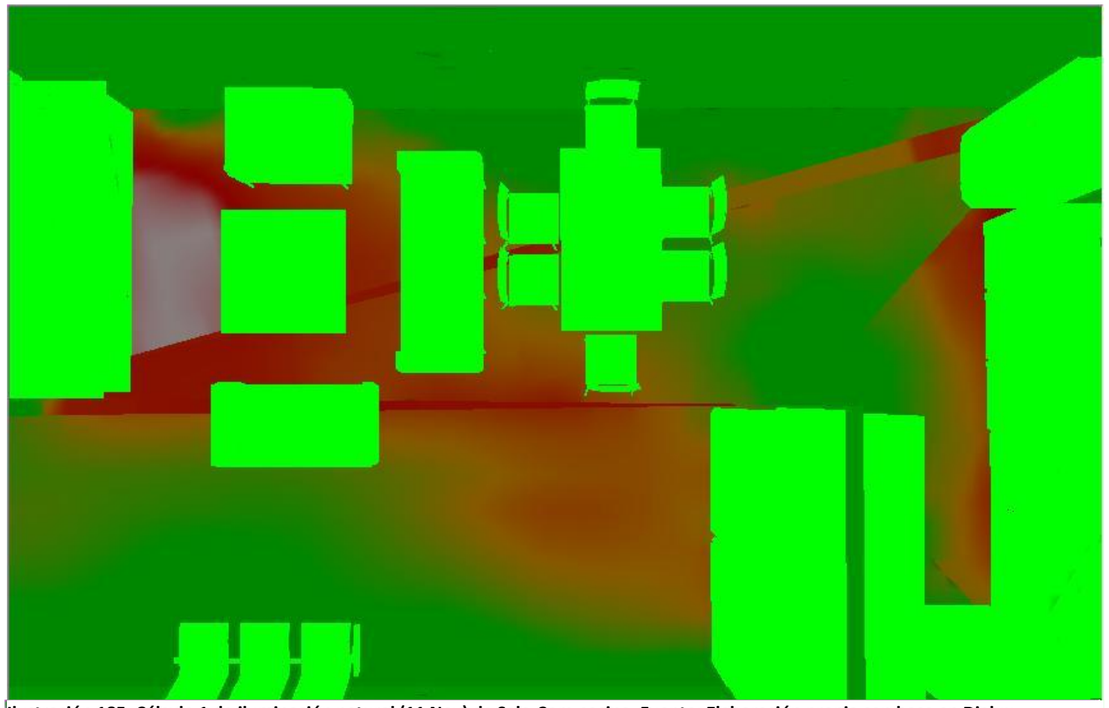


Ilustración 185. Cálculo 1 de iluminación natural (11 Nov) de Sala-Com-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

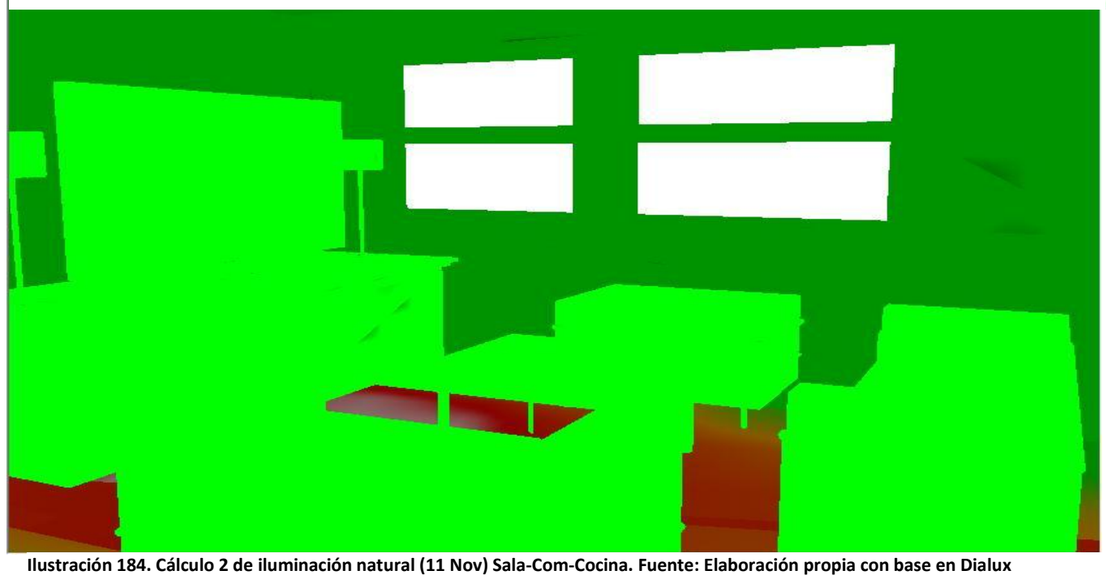


Ilustración 184. Cálculo 2 de iluminación natural (11 Nov) Sala-Com-Cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

El pasillo que conecta la zona social del apartamento con la zona privada debe estar bien iluminado, ser permeable a la luz natural, ya que es un lugar con bastante flujo. La gama de colores para los niveles de iluminación de un pasillo son: color verde (300 lux), naranja (150 lux) y rojo (100 lux).

Una vez terminados los análisis de iluminación natural durante el día con mayor iluminación, es necesario compararle con la iluminación natural del día con mayor nubosidad en el año (menos luz diurna) que corresponde al 11 de noviembre, tomando como referencia la misma hora (1:30pm).

Es notable un cambio en la gama de colores en comparación con el día más iluminado, hay más presencia de colores naranjas y rojizos, pero esto se interpreta como mayor presencia de sombras provocadas por los muebles con motivo de más nubosidad en la bóveda celeste local, sin embargo cabe señalar que esto no afecta en lo más mínimo la iluminación requerida para la sala-comedor-cocina, puesto que el color verde se encuentra desplegado en las áreas de trabajo (alturas de trabajo) de los muebles y en la mayor superficie del piso del ambiente.

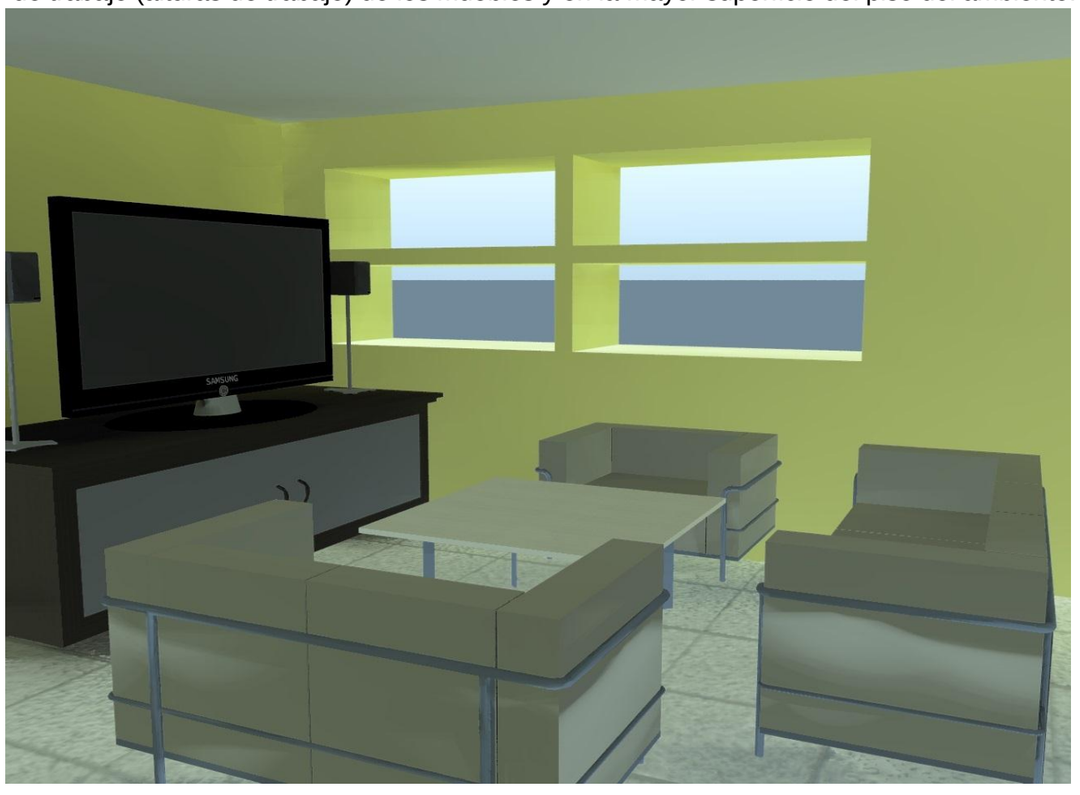


Ilustración 186. Render de índices de iluminación natural (11 Nov). Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

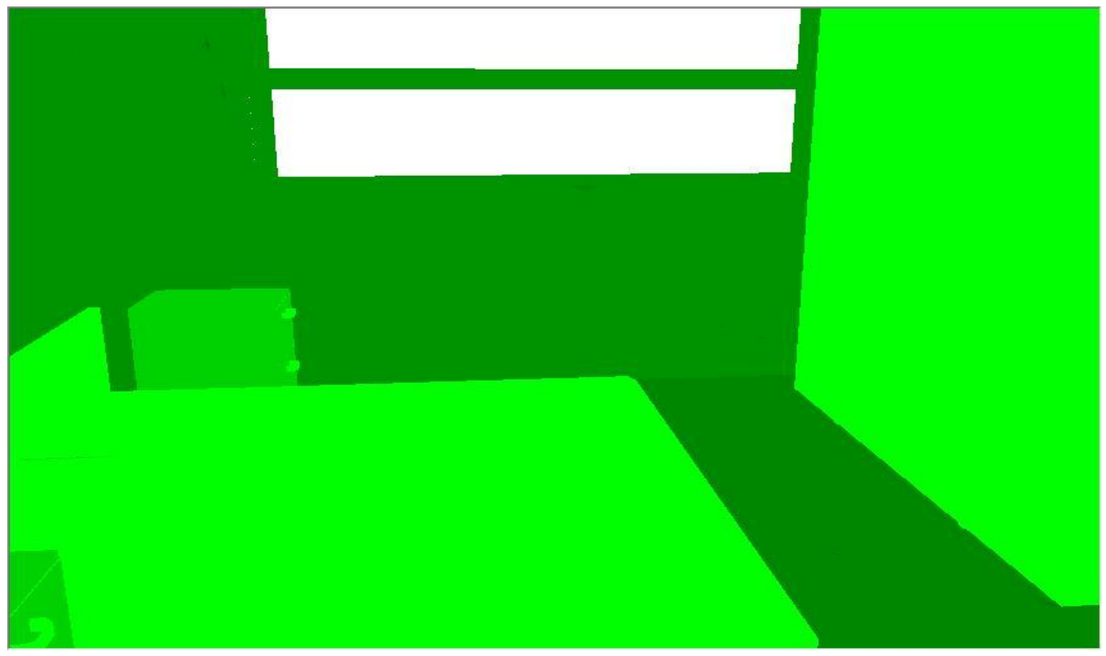


Ilustración 190. Cálculo de iluminación natural de Dormitorio Ppal (11 Nov). Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

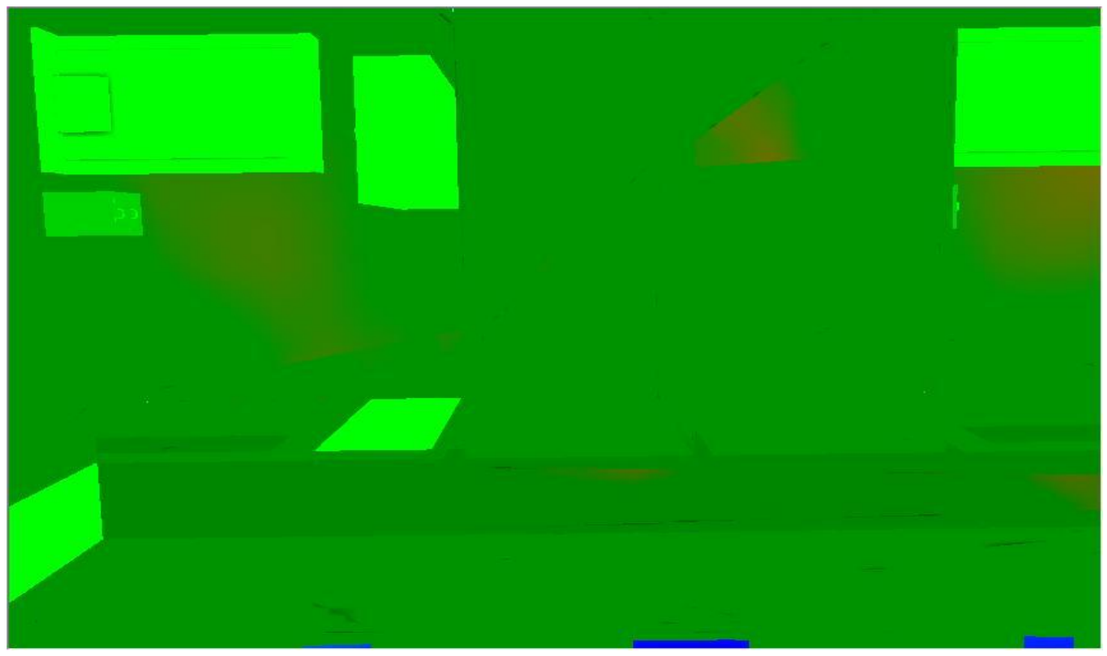


Ilustración 187. Cálculo de iluminación natural (11 nov) dorm 1 y 2 con base en Dialux.

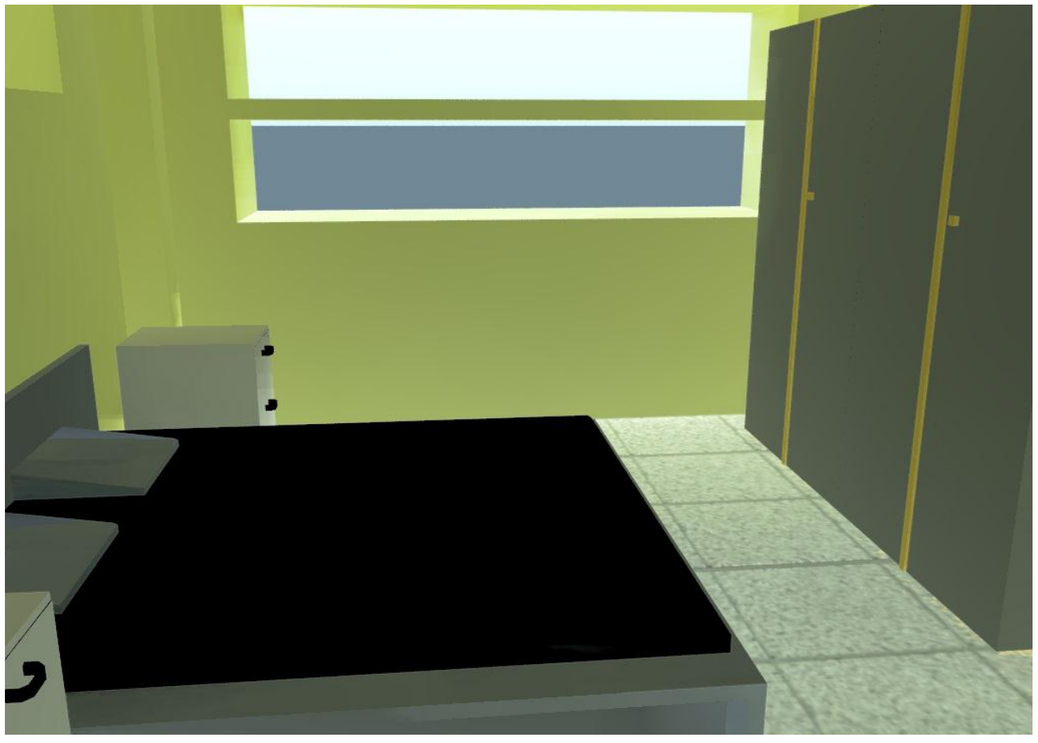


Ilustración 188. Render de índice de iluminación natural (11 Nov) Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia en base a Dialux

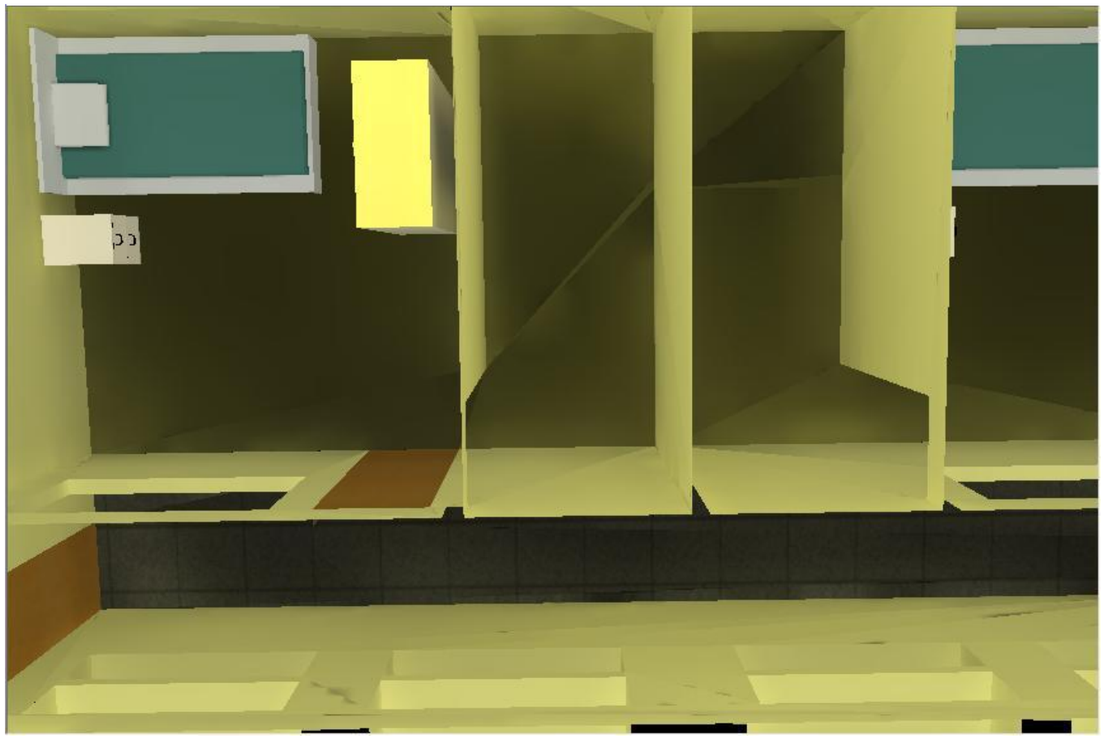


Ilustración 189. Render de índices de iluminación natural de Dorm 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

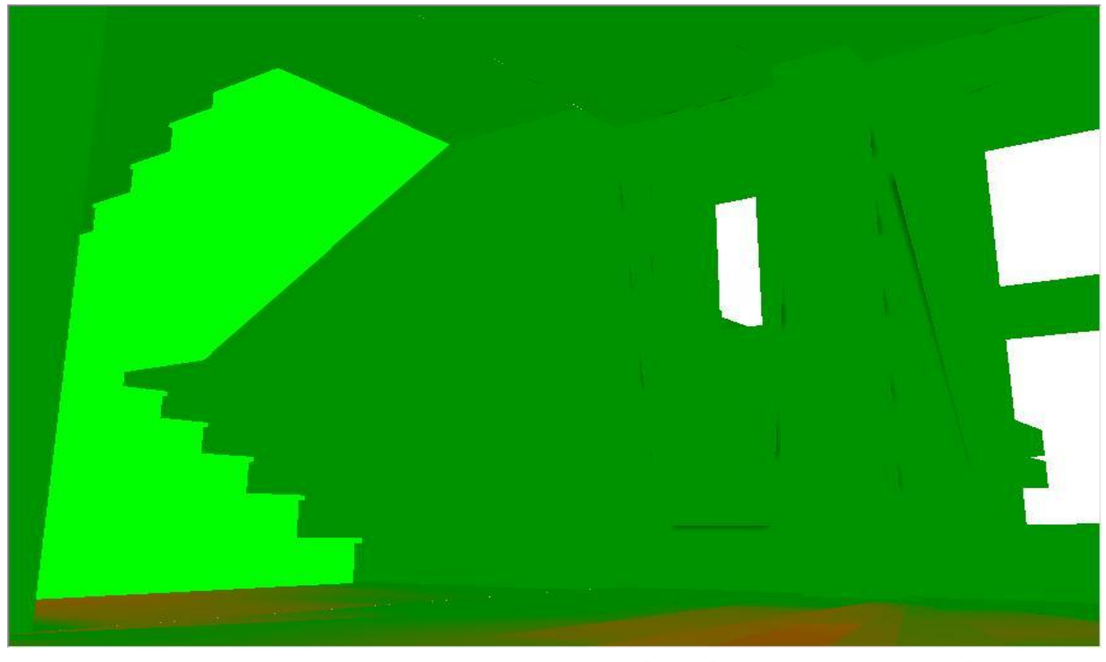


Ilustración 192. Cálculos de iluminación natural (11 Nov) de Lobby y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

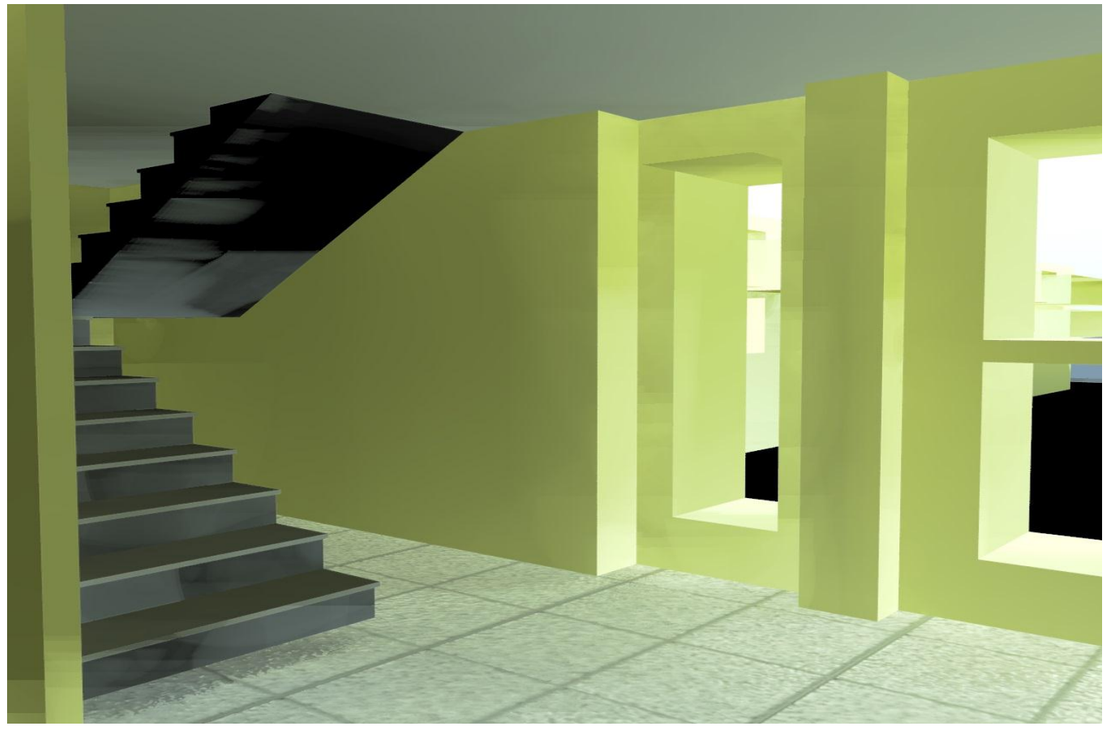


Ilustración 191. Render de índices de iluminación natural (11 Nov) de Lobby y escaleras. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

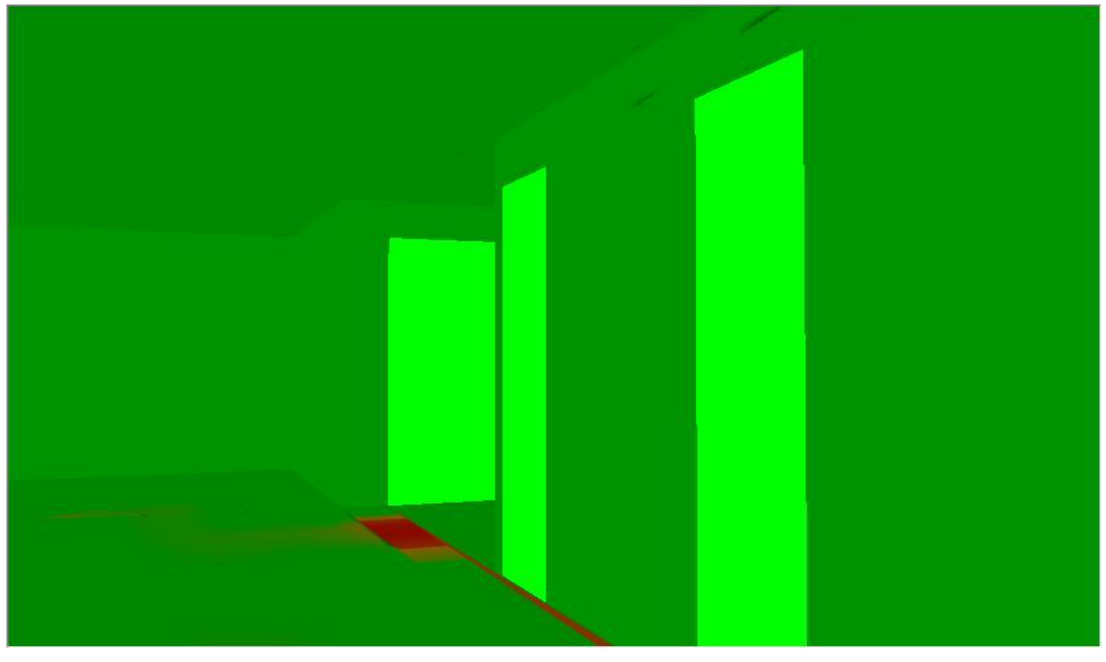


Ilustración 194. Cálculos de iluminación natural (11 Nov) de Lobby apartamentos. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 193. Render de índices de iluminación natural (11 nov) de Lobby de apartamentos. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

El dormitorio principal no presenta cambios bruscos en cuanto a su gama de colores correspondiente a sus niveles de iluminación, esto debido a que es el dormitorio con ventanas en tres paredes, por lo tanto aunque sea el día más nuboso no le afecta en lo absoluto. (Ver ilustración).

Los demás dormitorios (1 y 2) tienen leves diferencias de colores a las tonalidades rojo y naranja provocados por las sombras de los muebles en un día muy nuboso. (Ver ilustración).

El cambio de día y condiciones atmosféricas no impidieron la buena iluminación que posee las escaleras, puestas estratégicamente en un costado del lobby contiguo a la pared para aprovechar los vanos perimetrales, ya que la zona de escaleras debe estar siempre con iluminación constante por motivos de seguridad. (Ver ilustración).

Otro de los ambientes de circulación general en común que deben gozar de buena iluminación es el pasillo y él área del ascensor, presenta tímidas sombras apenas.

Cálculos de iluminación artificial con software dialux

No solo se debe tener preocupación por el buen diseño arquitectónico para una buena iluminación natural, sino también para la iluminación artificial, y es que la buena utilización de los recursos lumínicos artificiales nos pueden ahorrar mucha plata, y de la misma manera la utilización innecesaria de energía eléctrica, por lo tanto menos emisión de dióxido de carbono, lo cual es lo mejor para nuestra ya debilitada capa de ozono, sin embargo para un multifamiliar de interés social se deben utilizar recursos que se puedan encontrar en el mercado nicaragüense, y que sean accesibles al bolsillo del nica, es por ello que se tomó la iniciativa de utilizar productos *Phillips* tanto en luminarias como demás dispositivos eléctricos. Para poder tener cálculos bastantes cercanos a la realidad, los autores de este trabajo utilizaron el catálogo oficial de Phillips dedicado a *dialux,* el cual contiene datos de potencia de lámparas, lux/m², etc.

Para cuestiones de ahorro económico, de eficiencia en instalación de equipos en cuanto a tiempo y mano de obra se utilizaron el mismo modelo de luminarias en todos los ambientes, el modelo de las luminarias corresponde a: **PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-40W HFP D6 con difusor de luz.**

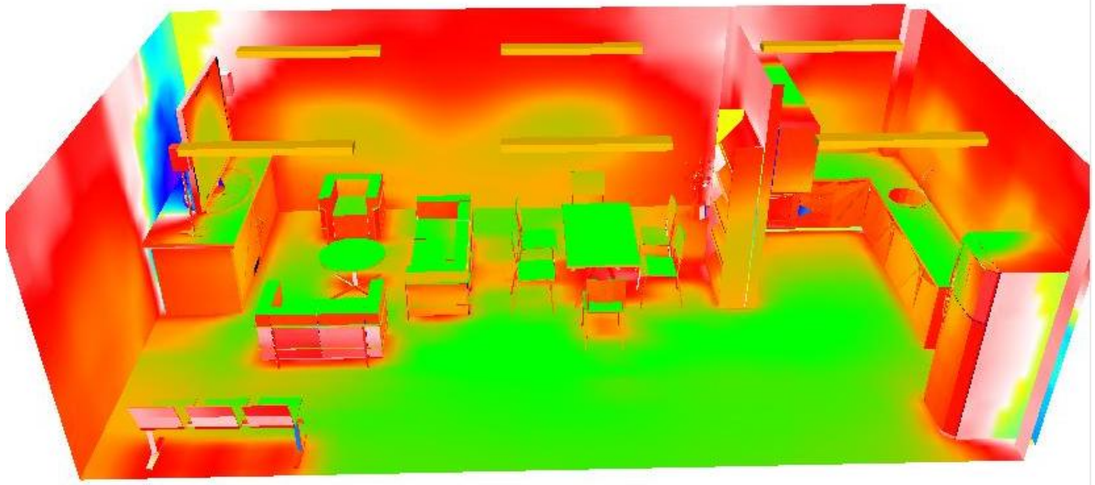


Ilustración 196. Distribución de luminarias en Sala-Comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 195. Render de distribución de luminarias en Sala-Comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

La gama de colores interpretada en las imágenes de cálculo son las mismas que las de iluminación natural, pues los niveles lumínicos a alcanzar por ambiente son los mismos en cuanto a calidad de iluminación para la realización de las actividades cotidianas tanto de día como de noche. A continuación se muestran las memorias de cálculos proporcionadas por *dialux* junto a sus respectivas imágenes de cálculo.

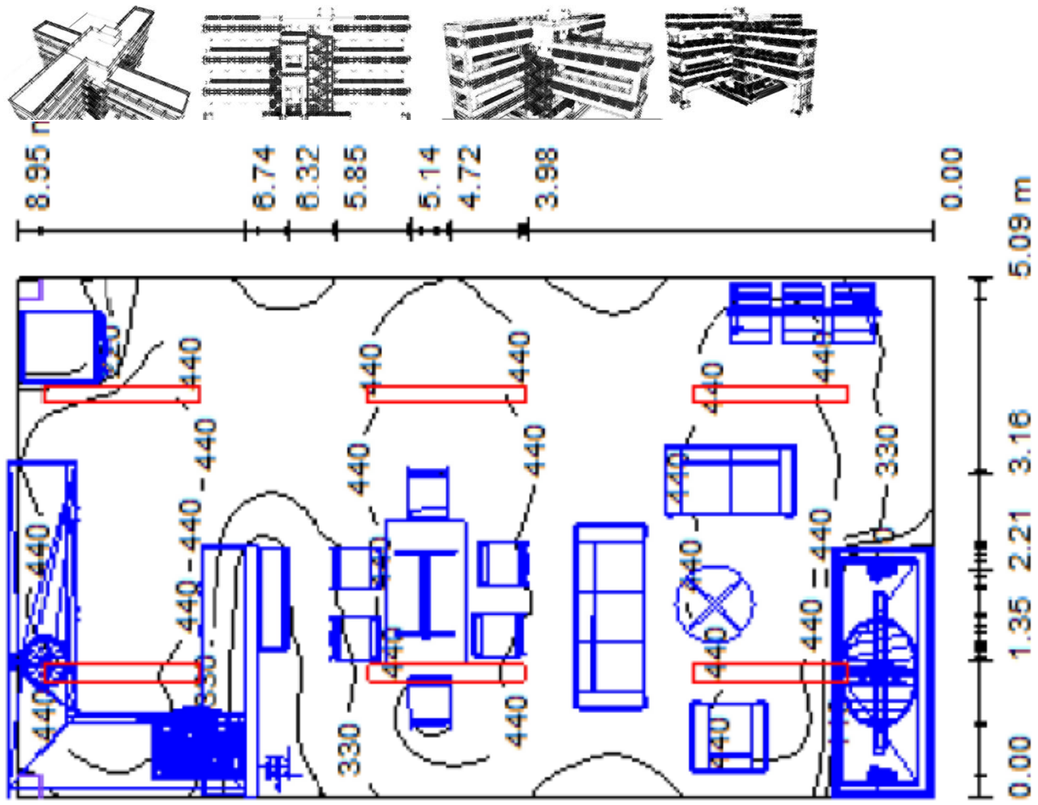


Ilustración 197. Planta de luminarias en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:115

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	382	16	546	0.042
Suelo	30	224	11	429	0.048
Techo	46	300	32	11531	0.108
Paredes (4)	50	129	11	548	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	5918	6650	80.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 35511	Total: 39900	480.0

Valor de eficiencia energética: 10.57 W/m² = 2.77 W/m²/100 lx (Base: 45.41 m²)

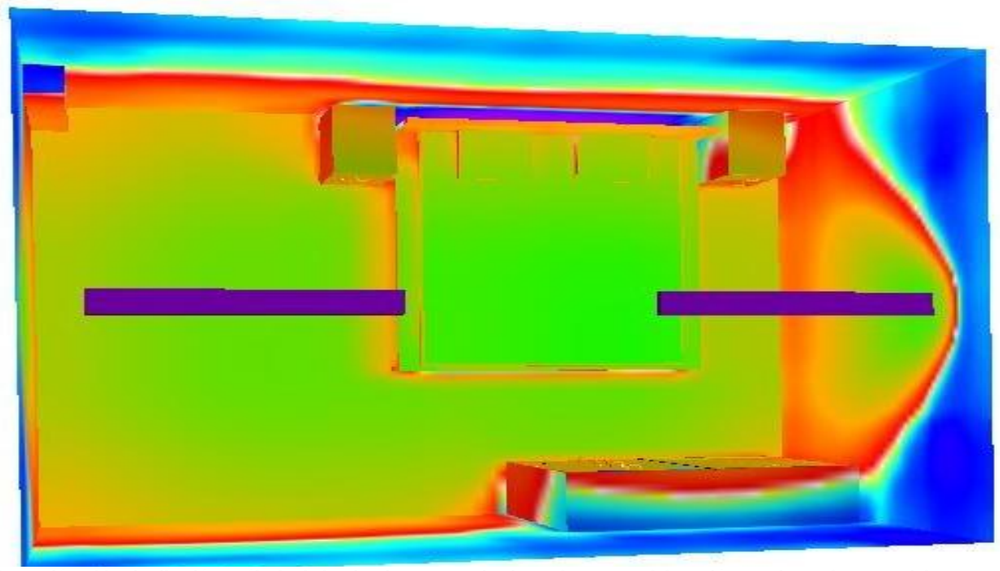


Ilustración 198. Distribución y cálculo de luminarias en Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

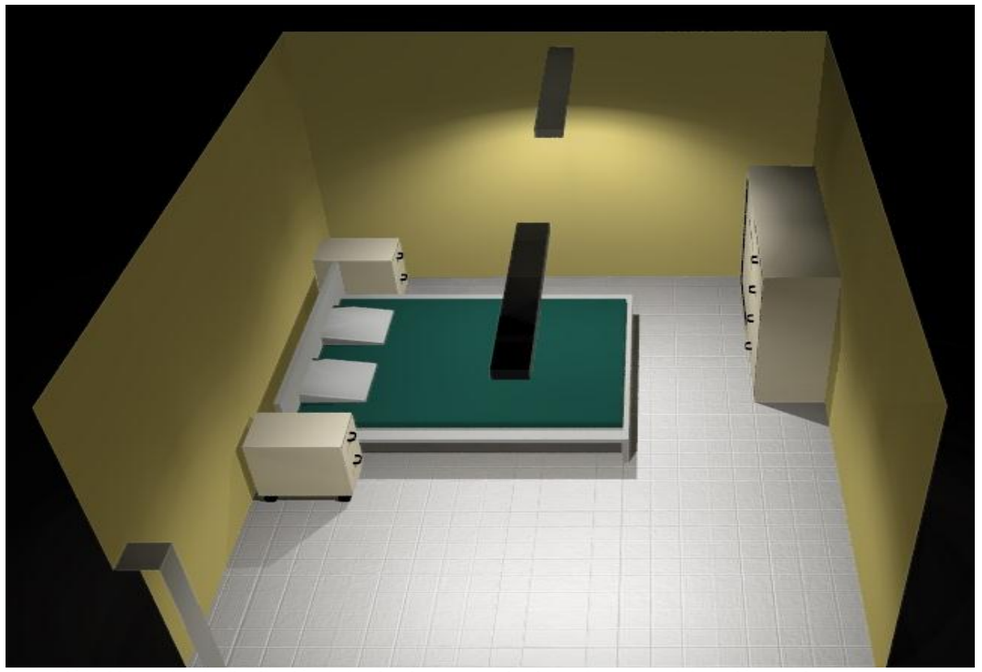
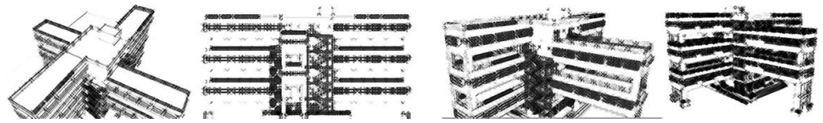


Ilustración 199. Render de distribución de luminarias en Dormitorio Ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux



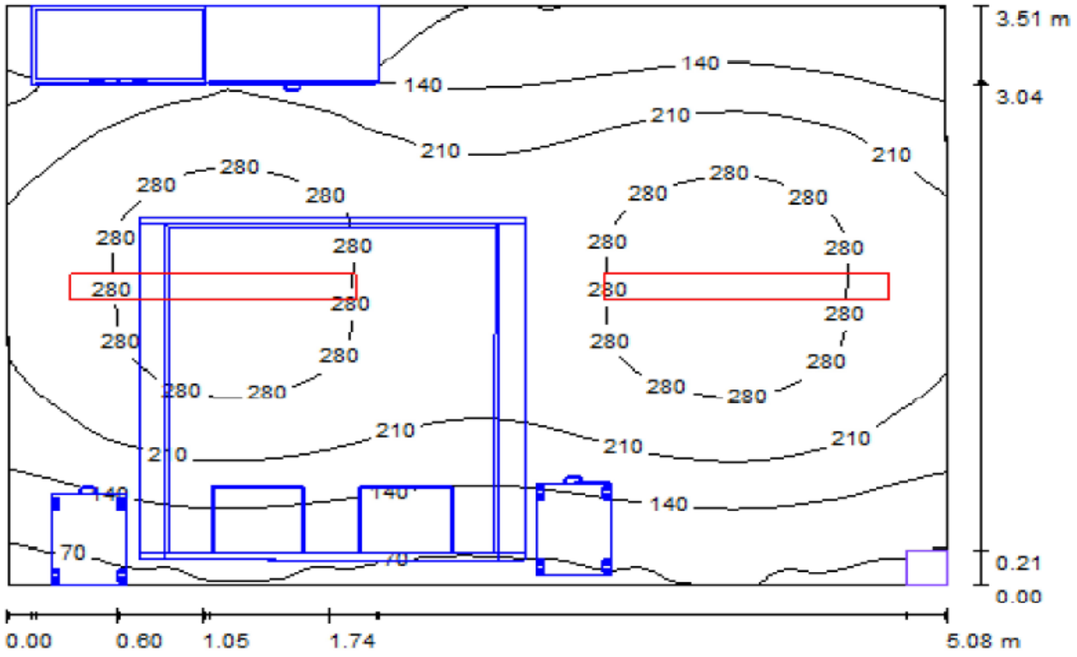


Ilustración 201. Planta de luminarias de dormitorio ppal. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:46

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	205	11	318	0.054
Suelo	30	107	0.35	197	0.003
Techo	46	31	23	37	0.735
Paredes (4)	50	53	1.74	228	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS TCS260 1xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	2427	3325	40.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 4855	Total: 6650	80.0

Valor de eficiencia energética: 4.50 W/m² = 2.19 W/m²/100 lx (Base: 17.78 m²)

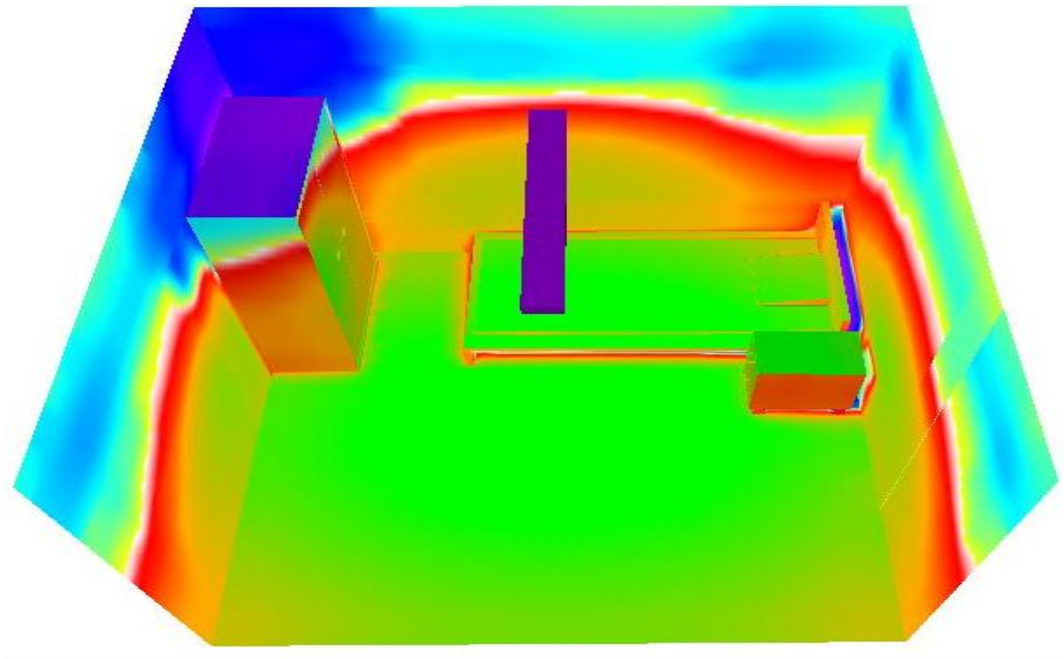


Ilustración 202. Distribución de luminarias en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

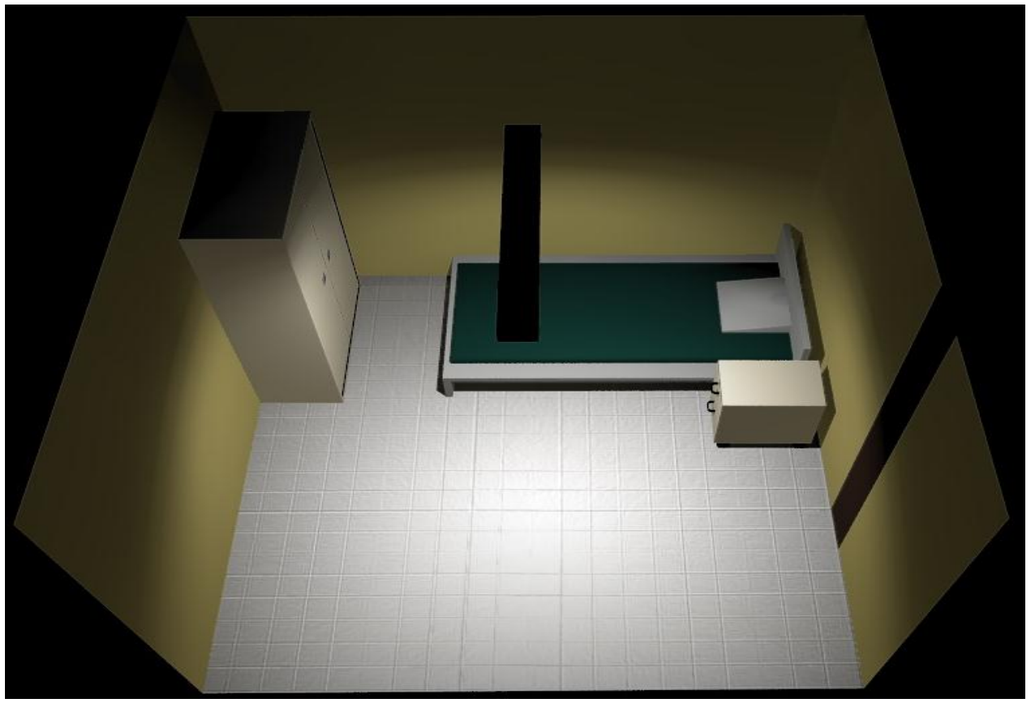
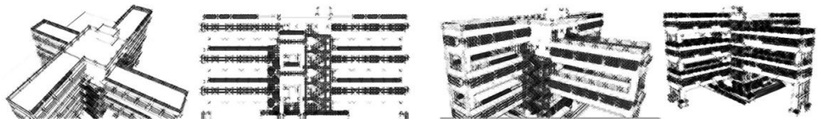


Ilustración 200. Render de distrubución de luminarias en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux



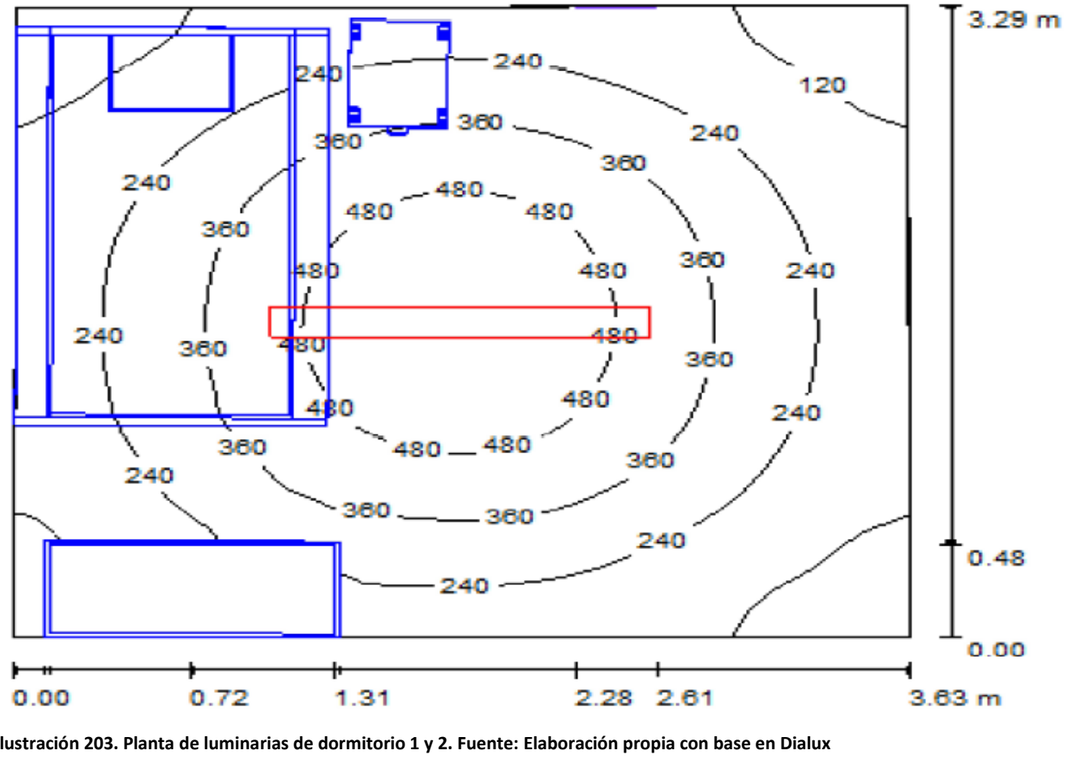


Ilustración 203. Planta de luminarias de dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:43

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	291	9.25	578	0.032
Suelo	30	158	1.35	303	0.009
Techo	46	37	21	43	0.577
Paredes (5)	50	64	2.58	192	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TCS260 2xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	4456	6650	80.0
*Especificaciones técnicas modificadas		Total:	4456	Total: 6650	80.0

Valor de eficiencia energética: 6.73 W/m² = 2.31 W/m²/100 lx (Base: 11.89 m²)

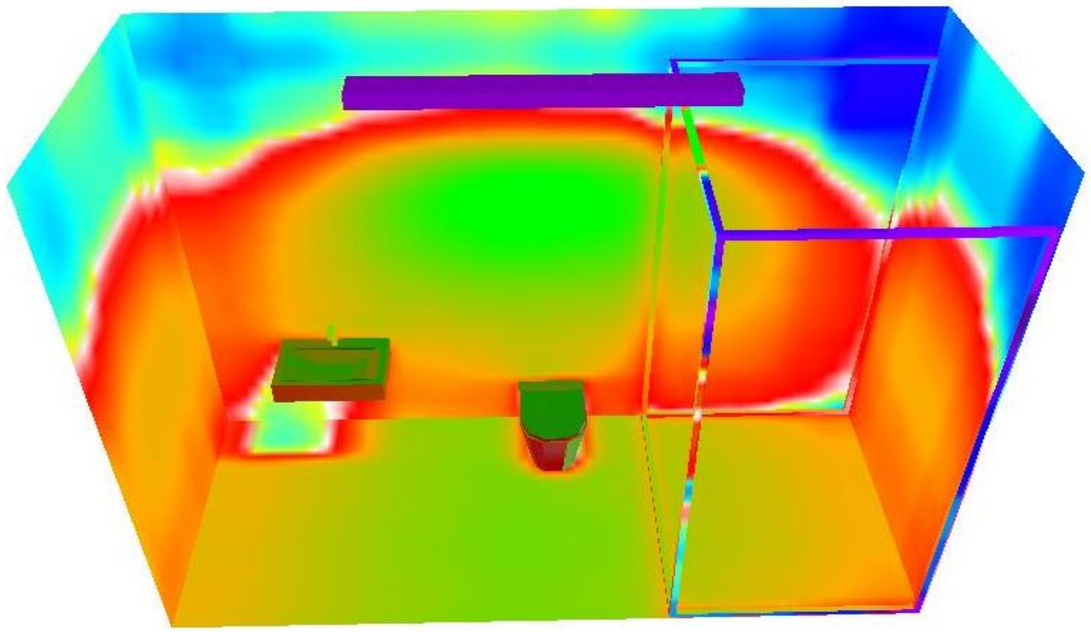
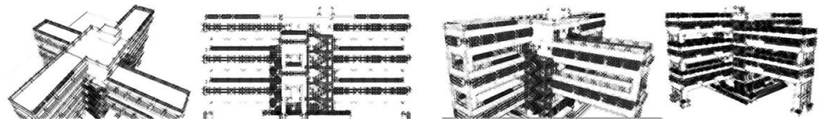


Ilustración 204. Distribución de luminarias en servicio sanitario. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 205. Render de distribución de luminarias en servicio sanitario. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux



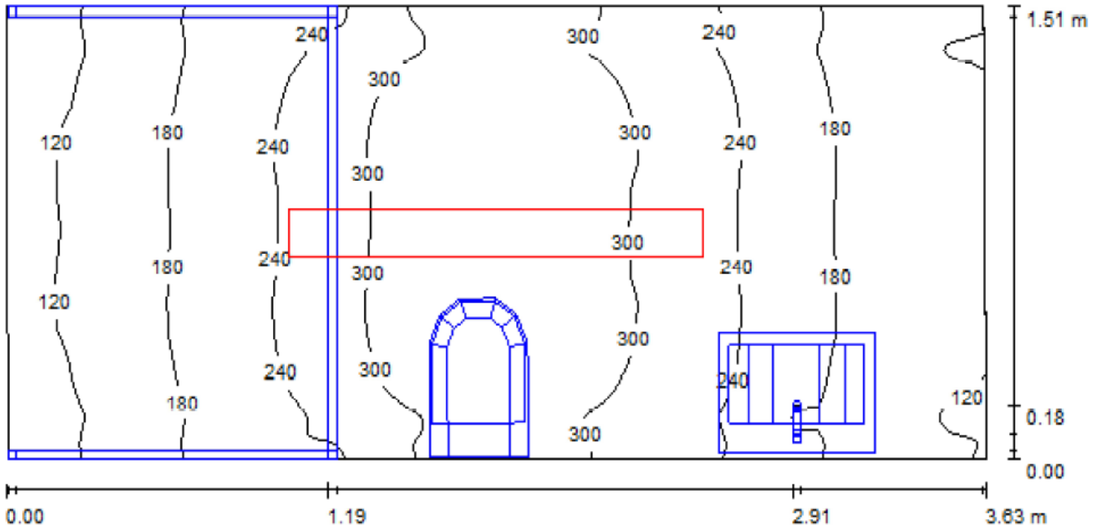


Ilustración 207. Planta de luminarias de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

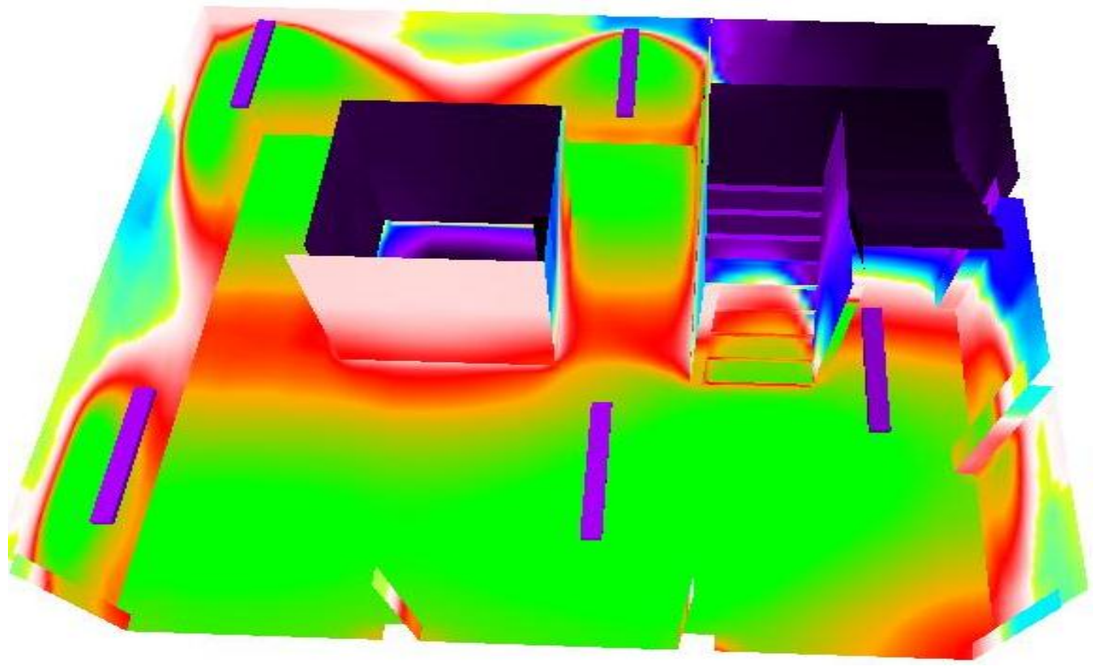


Ilustración 206. Distribución de luminarias en Lobby. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:26

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	226	73	336	0.324
Suelo	30	132	11	186	0.083
Techo	46	36	25	67	0.680
Paredes (4)	50	84	14	289	/

Plano útil:

Altura:	0.850 m
Trama:	128 x 128 Puntos
Zona marginal:	0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS TCS260 1xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	2427	3325	80.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 2427	Total: 3325	80.0

Valor de eficiencia energética: 14.64 W/m² = 6.49 W/m²/100 lx (Base: 5.47 m²)

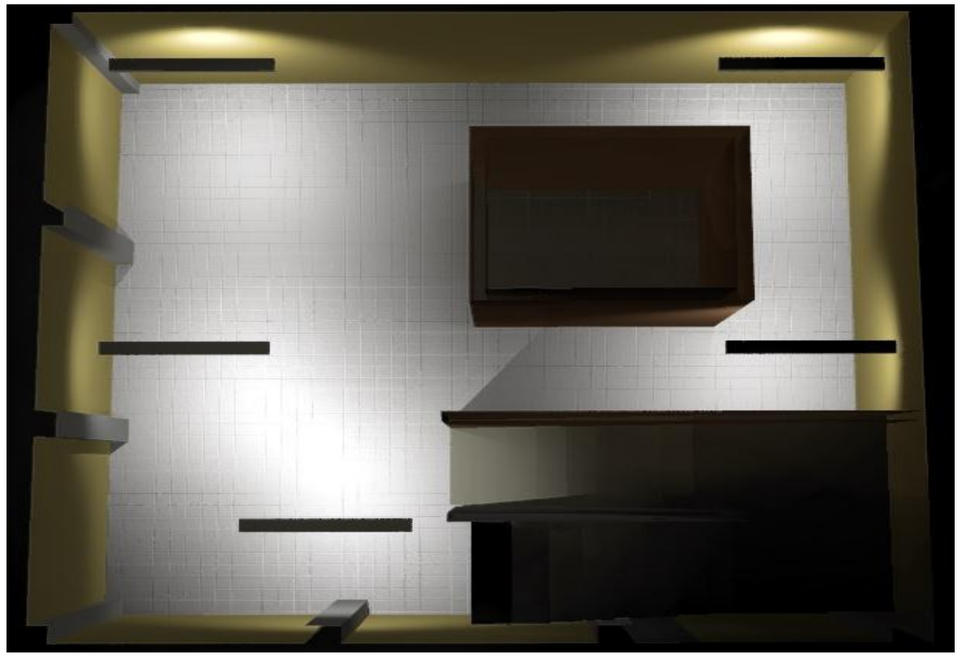
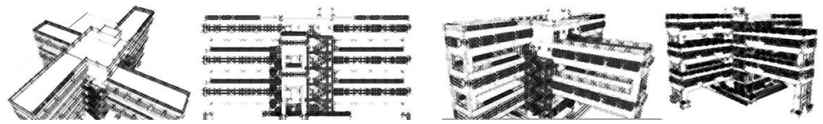


Ilustración 208. Render de distribución de luminarias en Lobby. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux



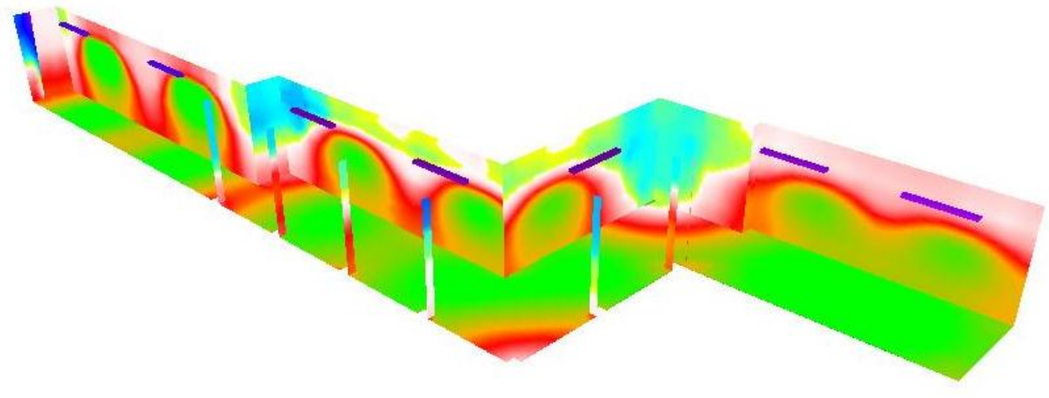


Ilustración 211. Distribución de luminarias en pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

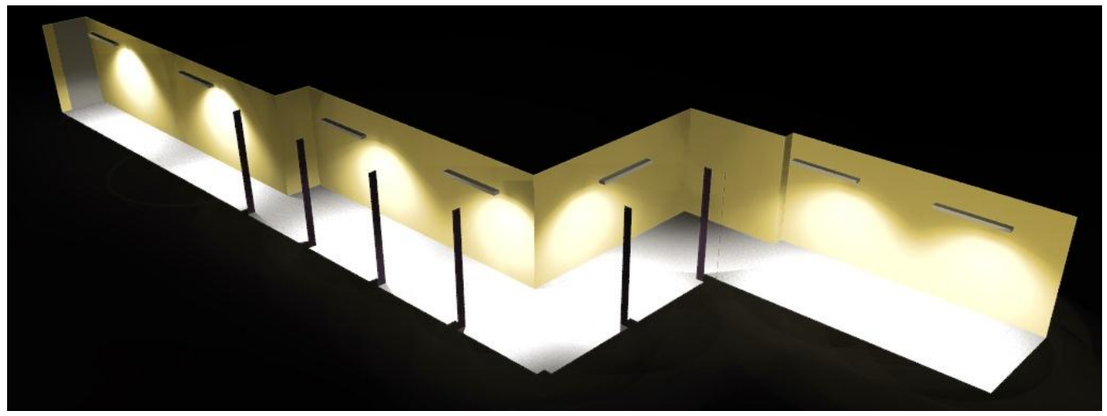


Ilustración 209. Render de distribución de luminarias en pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

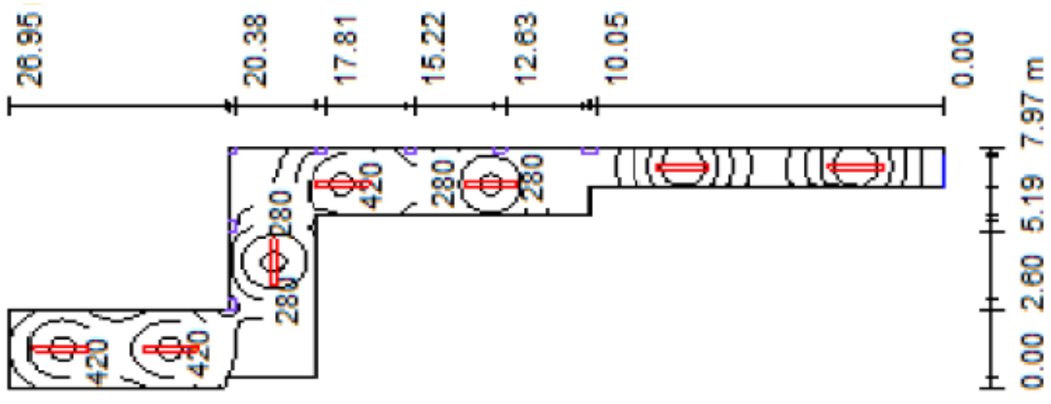


Ilustración 210. Planta de luminarias del pasillo. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:347

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	308	16	670	0.050
Suelo	30	245	34	361	0.137
Techo	46	53	32	90	0.595
Paredes (17)	50	117	2.89	653	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS TCS260 2xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	4456	6650	80.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 31189	Total: 46550	560.0

Valor de eficiencia energética: 8.39 W/m² = 2.73 W/m²/100 lx (Base: 66.74 m²)

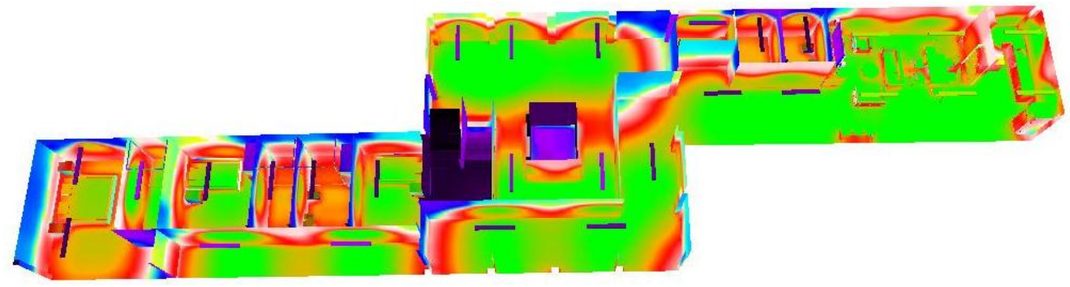


Ilustración 212. Distribución de luminarias en apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Ilustración 213. Render de distribución de luminarias en apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

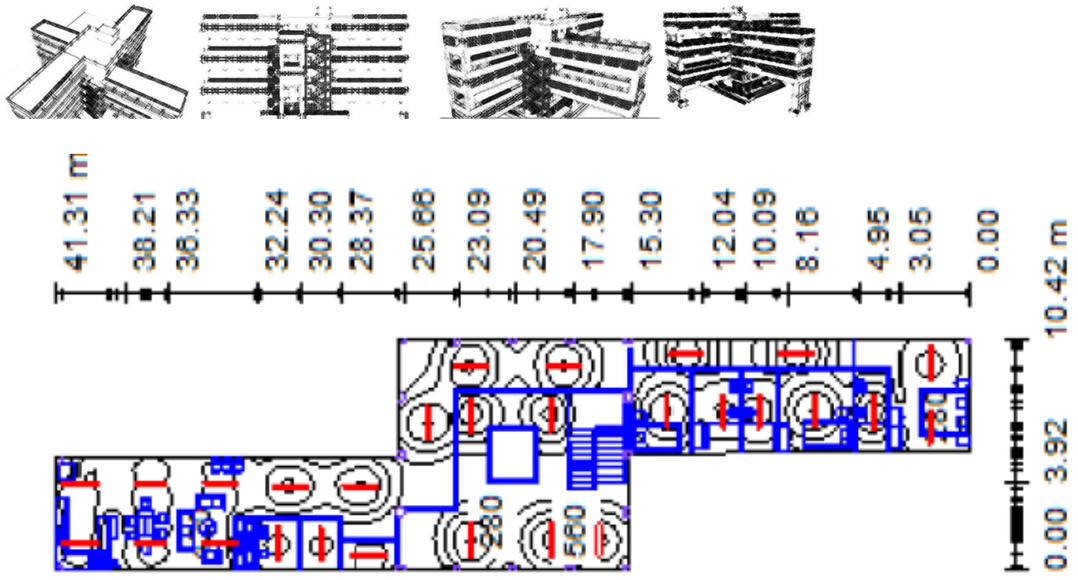


Ilustración 214. Planta de luminarias del apartamento. Fuente: Elaboración propia con base en Dialux

Altura del local: 2.700 m, Altura de montaje: 2.700 m, Factor mantenimiento: 0.80 — Valores en Lux, Escala 1:531

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	280	0.65	663	0.002
Suelo	30	185	2.59	458	0.014
Techo	46	79	3.62	10311	0.046
Paredes (18)	50	99	11	637	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	PHILIPS TCS260 1xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	2427	3325	80.0
2	2	PHILIPS TCS260 1xTL5-35W HFP D6 (Tipo 2)* (1.000)	2427	3325	40.0
3	15	PHILIPS TCS260 2xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	4456	6650	80.0
4	6	PHILIPS TCS260 D/I 2xTL5-35W HFP D6 (Tipo 1)* (1.000)	5918	6650	80.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 119334	Total: 162925	2160.0

Valor de eficiencia energética: 8.13 W/m² = 2.90 W/m²/100 lx (Base: 265.72 m²)

Los cálculos de luminarias del apartamento se llevaron a cabo conforme parámetros establecidos por el catálogo Phillips, obteniendo de este modo cantidad de lámparas con difusor, la distancia entre las mismas, su potencia ideal, las cantidades de lúmenes, etc.

Y esto no solo con el fin de disponer de una memoria de cálculo de luminarias, sino también para ocupar dichos datos como un censo de carga destinado a calcular cuántos paneles solares se necesitan para cubrir la demanda de luminarias por edificio.

Cálculo de paneles solares

El panel a utilizar es el modelo SHARP (ND-R245A5) DE ALTA EFICIENCIA 144 W/hr x 1.00 mt².

DIMENSIONES: 1.65mts x .90mts = 1.485mts²

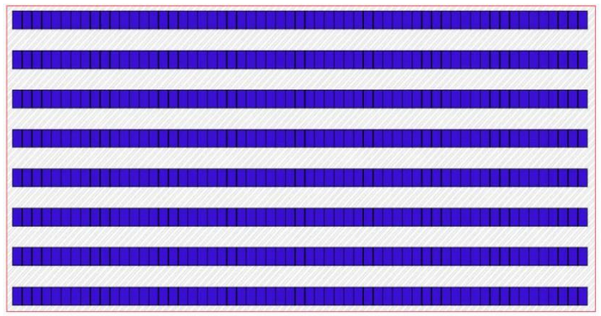


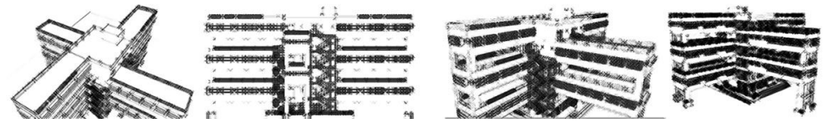
Ilustración 215. Panel SHARP (ND-R245A5) DE ALTA EFICIENCIA. Fuente: www.sharp.com

Al conocer la demanda total de potencia en watts en la memoria de cálculo anterior, se dividen los 2160 watts entre la capacidad de captación del panel (864w) 6 horas hábiles de horas sol que el panel absorbe energía solar (9am-3pm), el resultado de esa división se vuelve a dividir entre el área del panel y como resultado tenemos las cantidades de paneles por apartamento.

2160 w / 864 w = 2.5 m² / 1.485 = 1.6 redondeado a 2 paneles x 5 apartamentos = 10 paneles solares por edificio x 4 edificios en total = 40 paneles solares modelo SHARP (ND-R245A5) DE ALTA EFICIENCIA.

La distribución de los paneles se dan de la siguiente forma: la orientación ideal que capta mayor energía solar a lo largo del día es la SUR, porque recibe energía desde horas de la mañana y la tarde.

Se presentan los gráficos de ubicación de paneles:



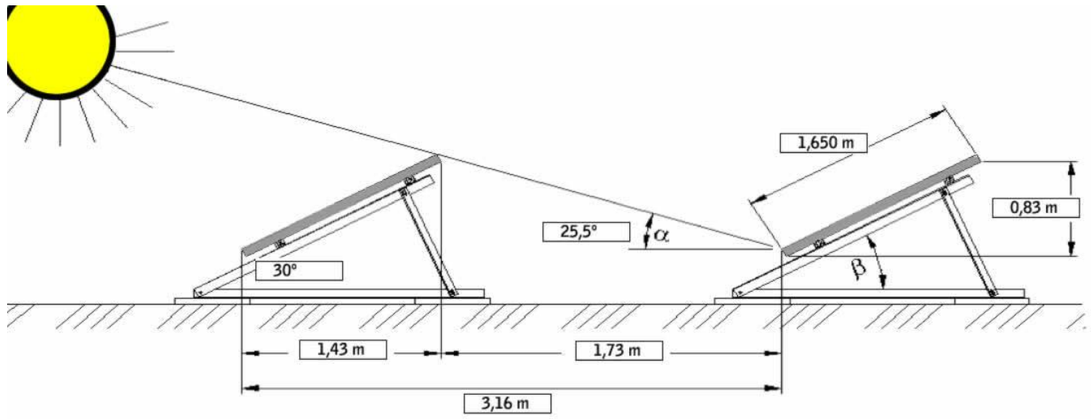


Ilustración 217. Dimensiones de distribución de paneles solares Sharp. Fuente: www.sharp.com

Se deben ubicar los paneles de tal forma que uno de ellos no le de sombra al otro, en un ángulo de inclinación de 25.5° con respecto a la línea de horizonte.

- **Cálculos y análisis térmicos**

La buena utilización de los aspectos térmicos en un diseño arquitectónico con enfoque bioclimático es de suma importancia para lograr el bienestar humano o bien “confort térmico”, ya que la buena interpretación de los conocimientos tanto empíricos como científicos (uso de software) marcan la pauta para un diseño amigable con el medio ambiente y con los usuarios; diseño el cual no retenga ni refleje exceso de calor, y que proteja eficientemente de la energía solar directa.

Son varios los factores que influyen en los análisis de carácter térmico, tales como: la sombra que pueda proyectar el juego volumétrico del diseño, los elementos de protección solar, los materiales empleados para un correcto desfase térmico, los vanos, los materiales internos, las capacidades de transmitir calor de cada elemento que conforme la estructura, sistema constructivo, etc.

Para todo esto, los autores de este trabajo de tesina, se apoyaron del software *Ecotect Analysis de Autodesk,* a continuación los análisis y su correspondiente interpretación:

-Máscaras de sombra y radiación: tomando como pauta de análisis la fecha: 1 de abril 12:00 md (día más caliente según Ecotect).

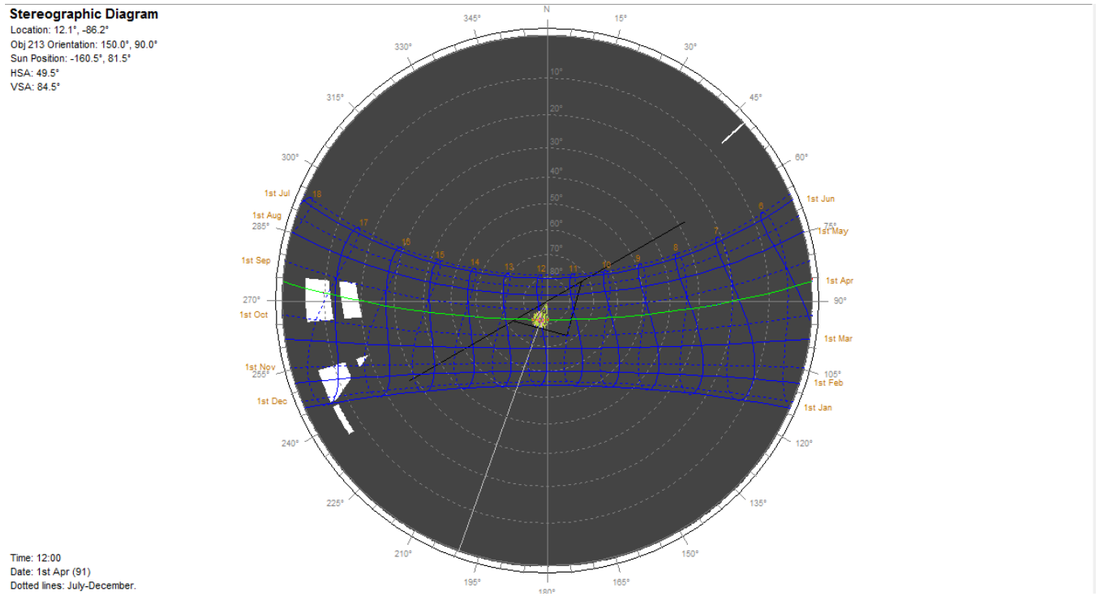


Ilustración 216. Máscada de sombra planta de apartamento-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect Autodesk

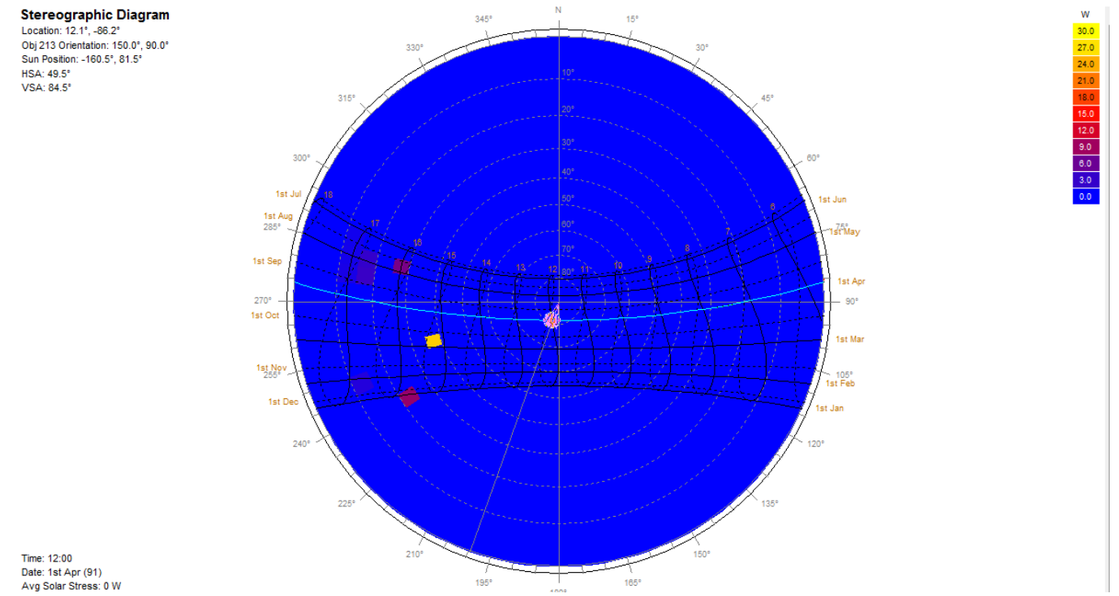
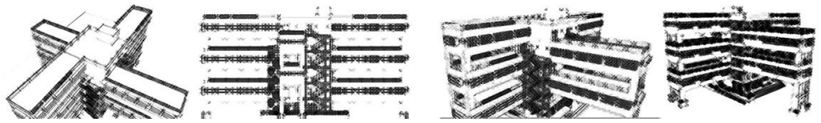


Ilustración 218. Máscara de radiación solar de planta de apartamento-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



Las imágenes anteriores corresponden a la planta del apartamento, en su máscara de sombra se puede notar que predomina la sombra en su interior el día 1 de abril (día con más radiación solar), y que por otro lado la captación de radiación solar es casi nula con respecto a su escala de watts en la parte superior derecha, por lo tanto se fundamenta la buena protección solar del diseño en la planta del apartamento (piso).

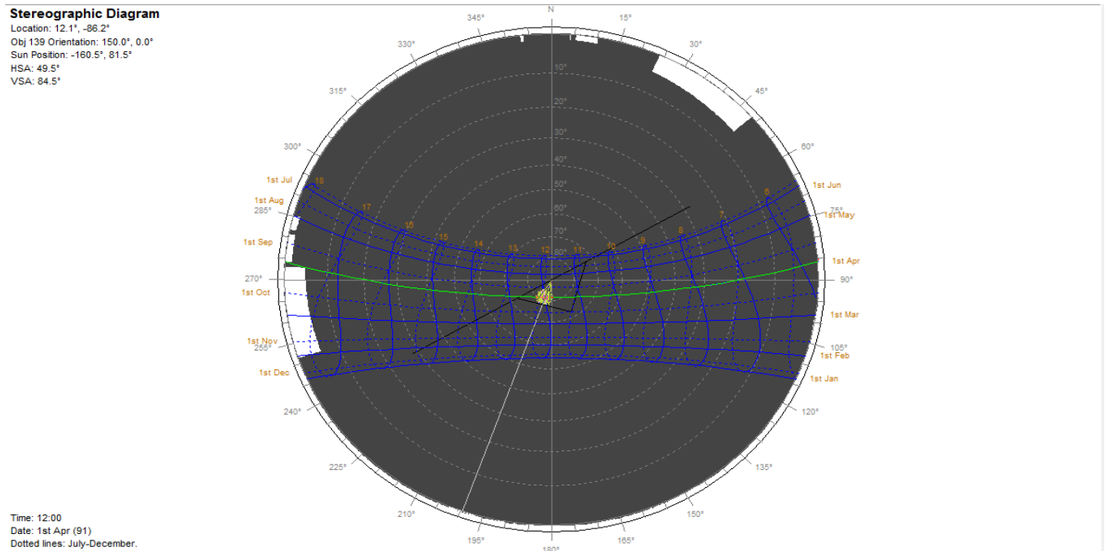


Ilustración 219. Máscara de sombra de paredes interiores al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect Autodesk

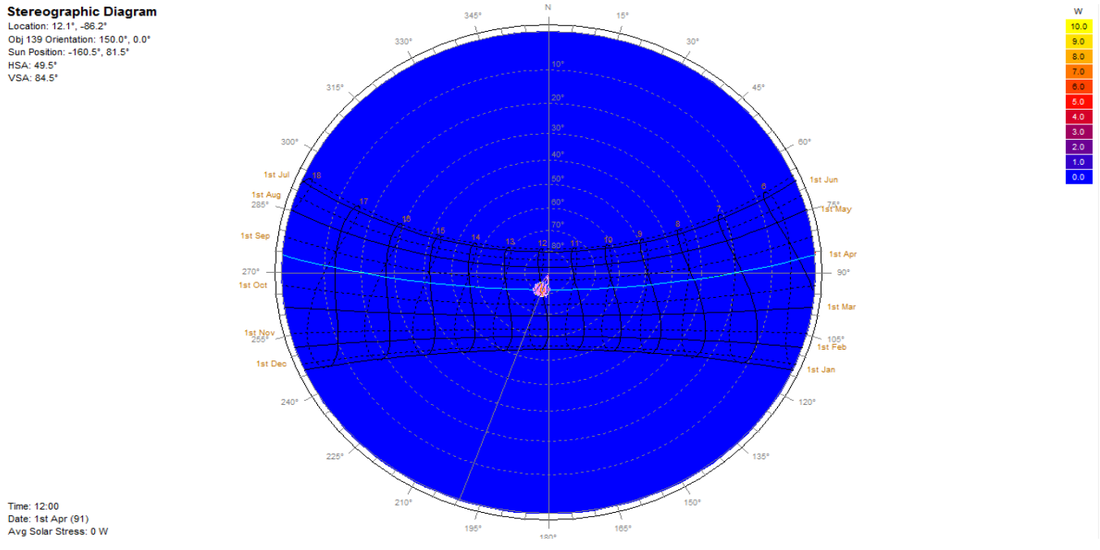


Ilustración 220. Máscara de radiación solar de paredes internas al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Para poder entender el comportamiento de todo el edificio de cara a la radiación solar, es preciso analizar ciertas situaciones que se presentan, es por eso que se analizan también las paredes internas en comparación con las externas, teniendo en consideración que se le ha aplicado el material *covintec* a todas las paredes, utilizando el poliestireno expandido como retardante térmico (desfase térmico).

En las imágenes anteriores correspondientes a las paredes internas del costado sur se puede notar que hay presencia de bastante sombra (a pesar de ser la orientación sur) y que gracias al material “convictec” como cerramiento en ese día (1 de abril) no hay transmisión de calor de las paredes exteriores a las paredes interiores, lo cual facilita el mantener una temperatura estable en los ambientes ubicados en el costado sur que en este caso son los dormitorios.

Los EPS ubicados en las ventanas de los ambientes del costado sur también cumplen una función importante al ser del mismo material de las paredes (covintec) ya que no solo ayudan a dar sombra, sino que también crean otro tipo de área de contacto con respeto a la radiación solar directa y la que se da por transmisión de calor, esta área de contacto adicional impide la ganancia de calor a su respectiva pared con más retardo, además que los EPS horizontales proyectan sombra a una considerable parte de las paredes.

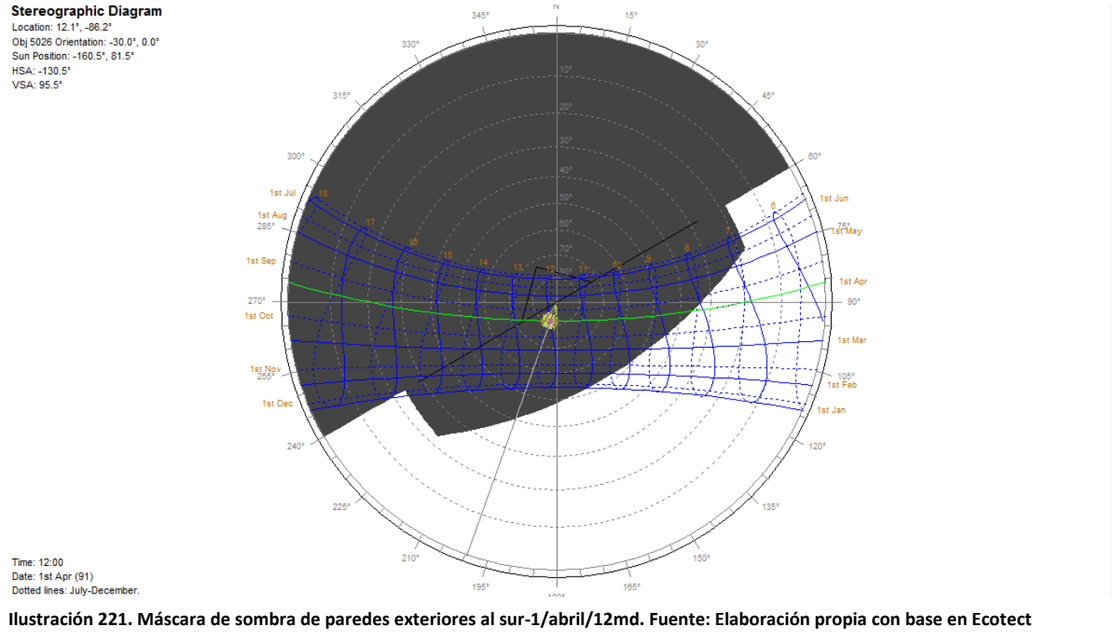
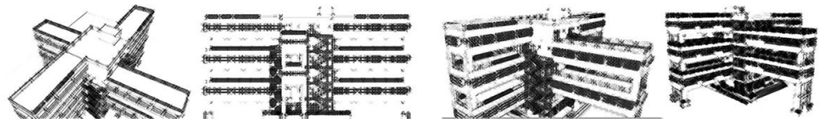


Ilustración 221. Máscara de sombra de paredes exteriores al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



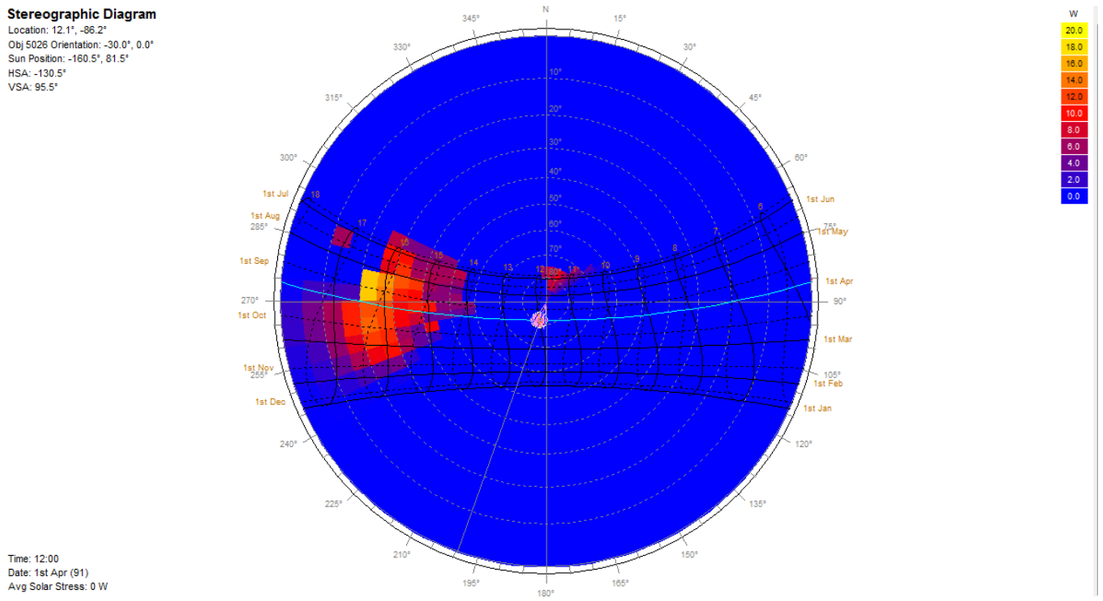


Ilustración 223. Máscara de radiación solar en paredes externas al sur-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia en base a Ecotect

Por otra parte tenemos los datos de radiación solar en las paredes exteriores, y es lógico un cambio en cuanto a las ganancias de calor medidas en Watts, sin embargo en comparación con otros materiales es bastante bajo, apenas se ve el color amarillo que representa lo máximo de ganancia de calor en watts (20 watts) y se refiere a ganancias de ese mismo día solamente.

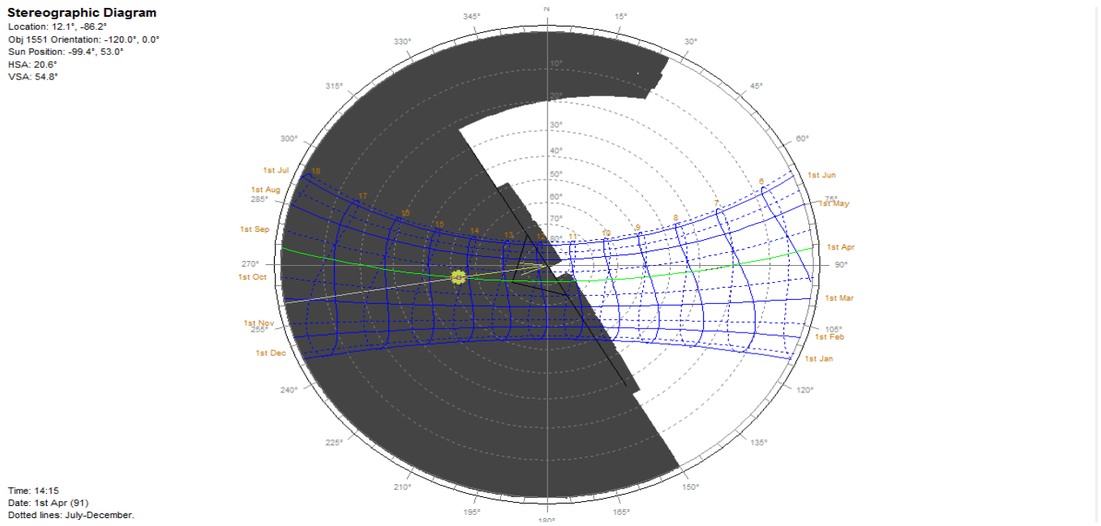


Ilustración 222. Máscara de sombra de paredes exteriores al oeste-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

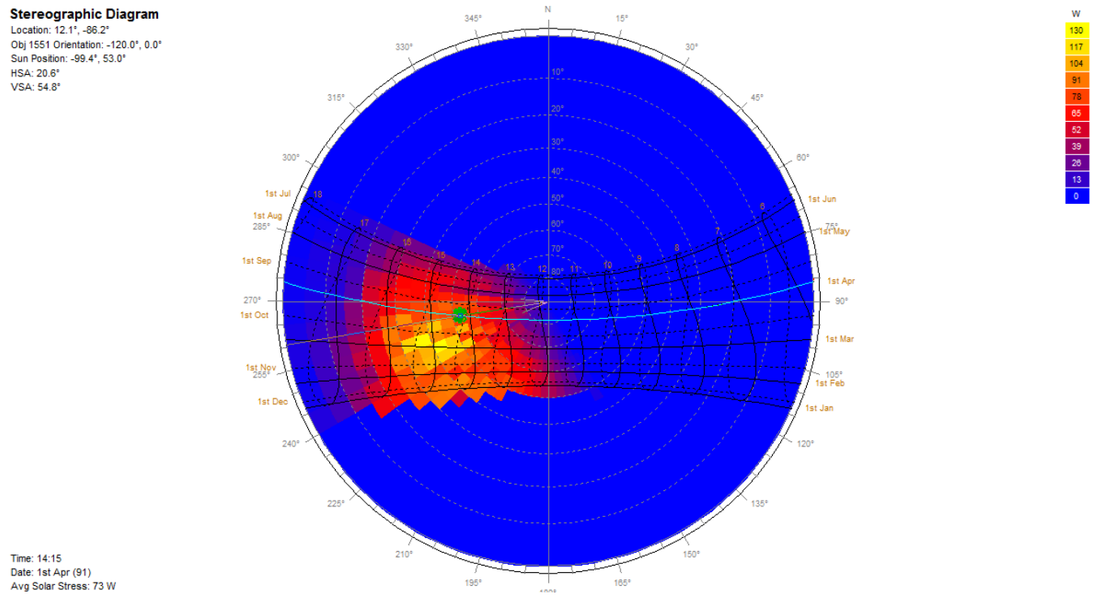


Ilustración 225. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al oeste-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Las paredes alargadas de la orientación oeste son las que más presentan ganancia de calor debido a su configuración alargada, por lo tanto más área de contacto a la radiación solar directa, en su escala de radiación en watts da el resultado más alto en ganancia de las paredes del tetris social con un valor de 130 watts el 1 de abril a las 2:15 pm.

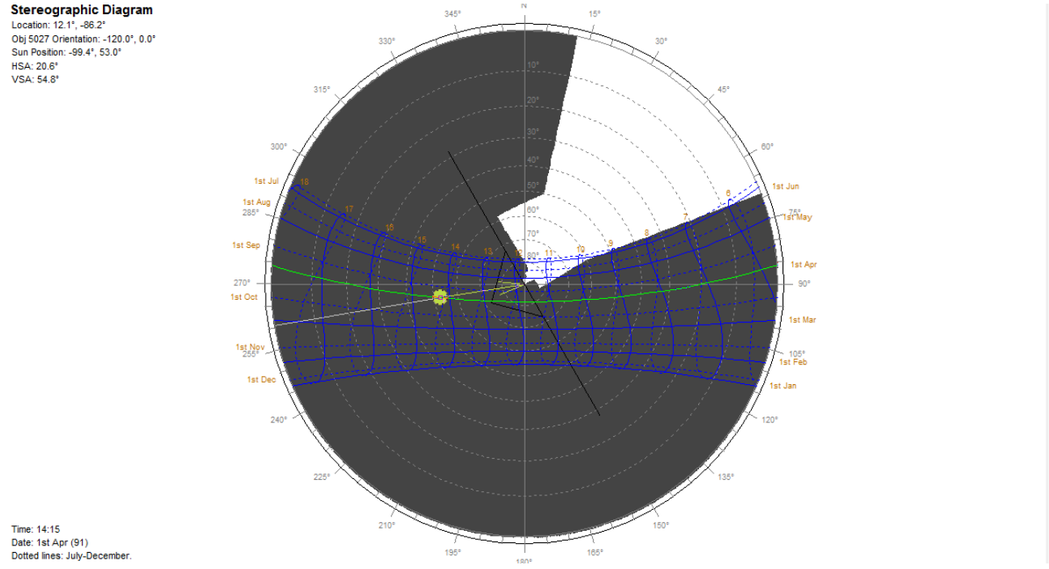
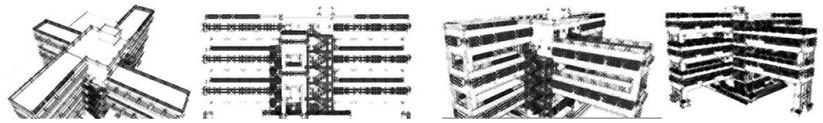


Ilustración 224. Máscara de sombra de paredes exteriores al este-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



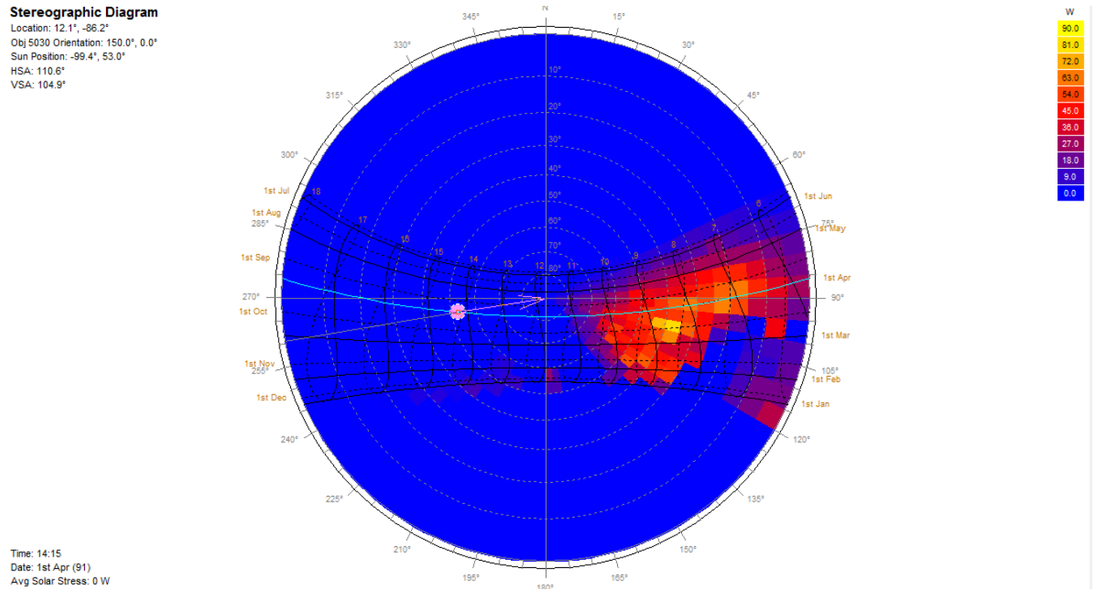


Ilustración 226. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al este-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

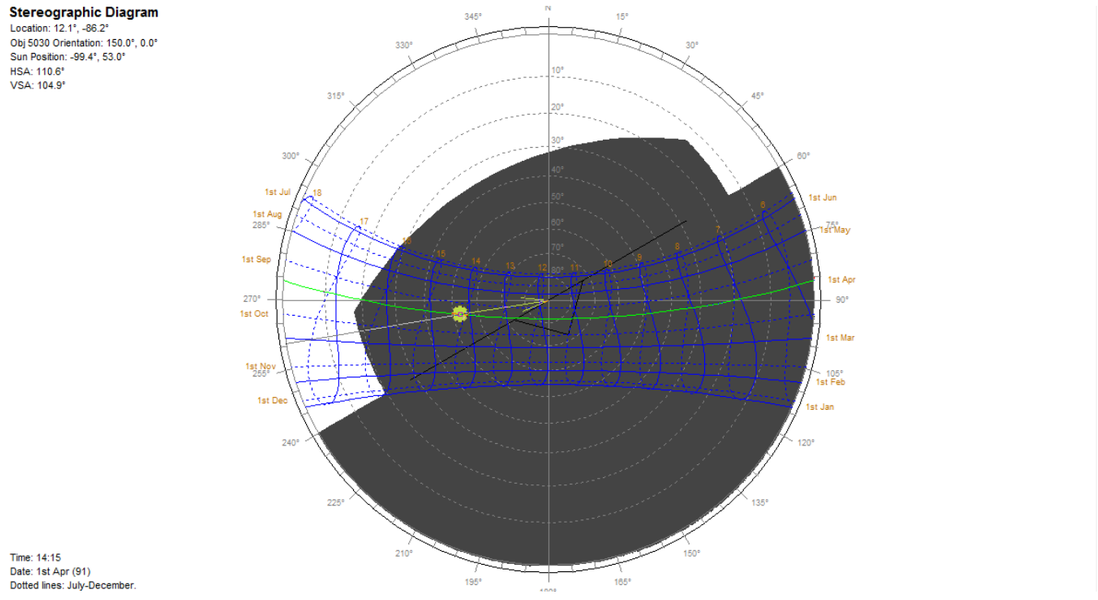


Ilustración 227. Máscara de sombra de paredes exteriores al norte-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Las paredes del este igualmente alargadas que las del oeste, presentan un poco menos de radiación directa en sus superficies con su punto máximo de ganancia de calor correspondientes a 90 watts, al igual que su máscara de sombra, presenta un sector en el cual no recibe radiación solar directa, y esto se debe a que a esta determinada hora y dia (1 de abril – 2:15 pm) estas paredes se encuentran protegidas por el ala sur del tetris rotado, y esta es otra de las innovaciones de diseño bioclimático que presenta el edificio, que él mismo por su volumetría se protege en ciertas épocas del año dentro de determinados períodos al día.

Por ejemplo a las 2:15 pm las paredes del ala Sur protegen las paredes del ala Este, y a las 9:30 am la misma ala sur protege al ala oeste de la radiación solar directa de la mañana.

Entonces tenemos doble protección contra el sol, por el material covintec y su poliestireno expandido que ayuda a un retardo térmico (desfase), y por otro lado se tiene la auto protección del edificio en sí con su juego volumétrico (su analogía de las aspas de los generadores de energía eólica). Y esto junto con la ventilación cruzada son criterios de ventilación pasiva, ya que evitan el uso de abanicos y aire acondicionados.

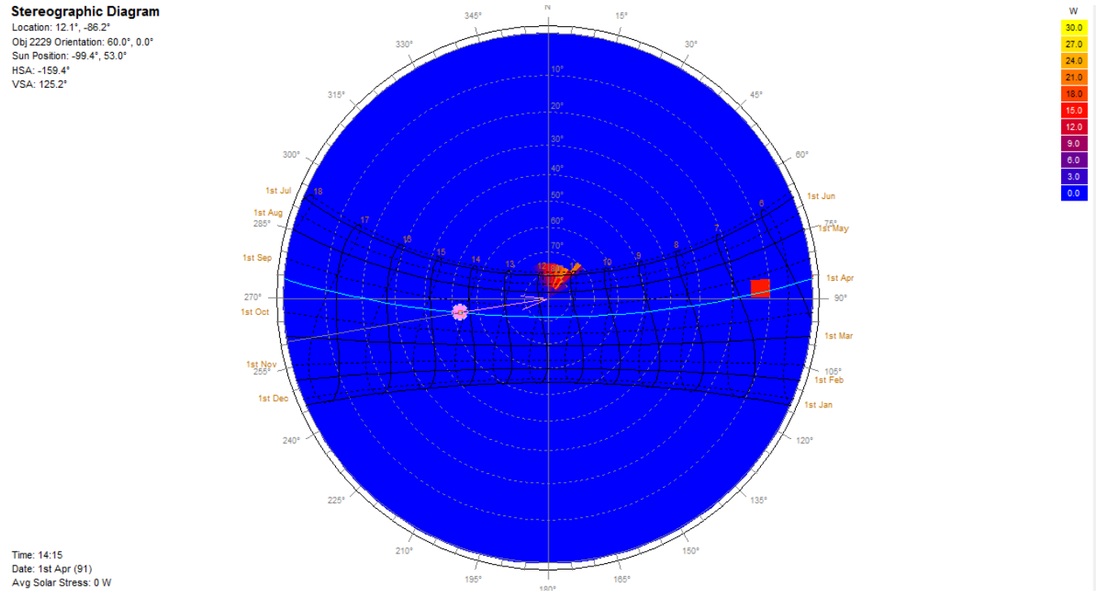
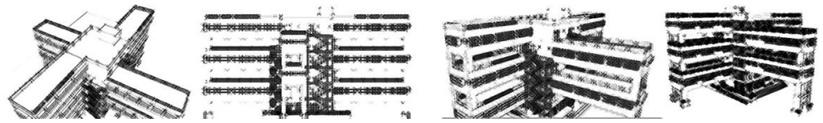


Ilustración 228. Máscara de radiación solar en paredes exteriores al norte-1/abril. Elaboración propia con base en Ecotect



La orientación norte es la menos afectada por la radiación solar directa, debido a que la trayectoria solar en el día va de este a oeste inclinándose al sur, el costado norte es iluminado por eso en su mayoría por la bóveda celeste local, y aquí se comprueba al ver la poca incidencia solar directa que reciben las paredes del norte como punto máximo 30 watts en el día (color amarillo).

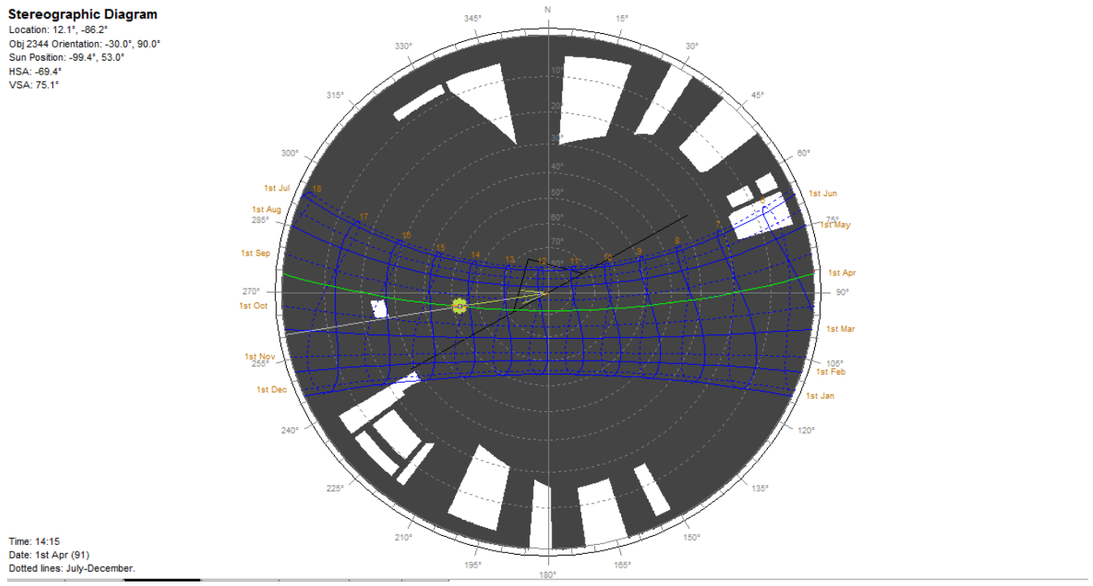


Ilustración 230. Máscara de sombra del petril o base del edificio-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

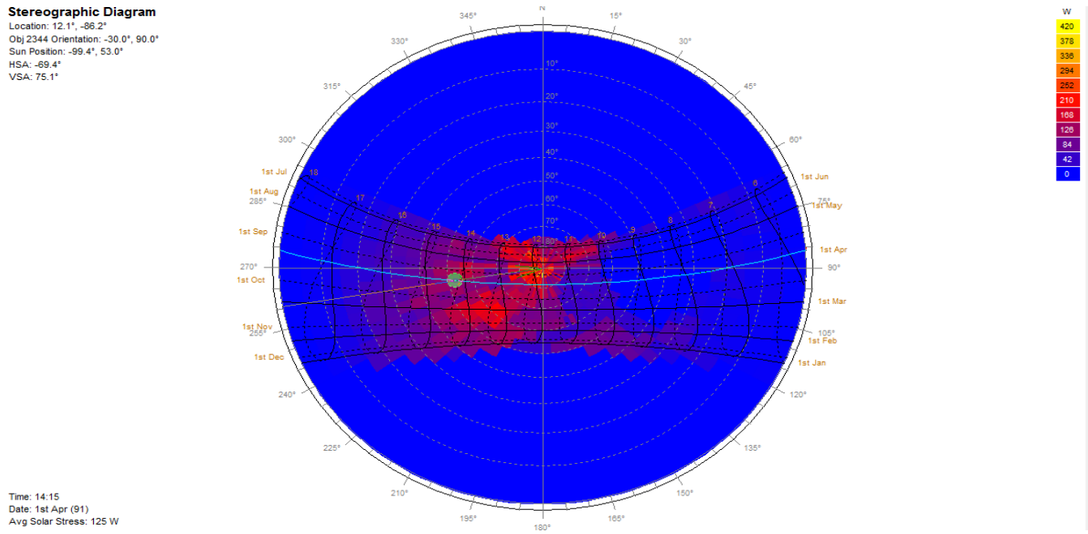


Ilustración 232. Máscara de radiación solar en petril o base del edifico-1/abril. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

La base del tetris social o en otras palabras el “petril” del edificio fue sometido a prueba también, esta es una zona vestibular exterior, sin embargo recibe sombra de las aspas del tetris lo cual es muy práctico porque además de los árboles, el mismo edificio proyecta sombra sobre sí, y se comprueba con los datos de 168 watts de radiación en el día más caliente. Y el material en el piso es de ladrillo de barro puesto de canto.

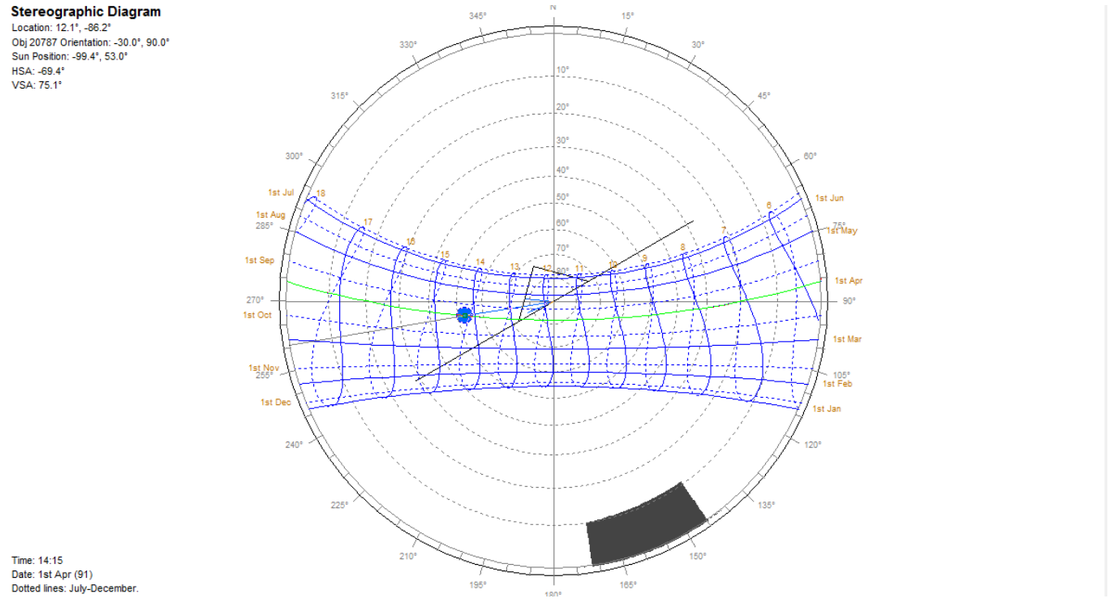


Ilustración 229. Máscara de sombra de losa de techo-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

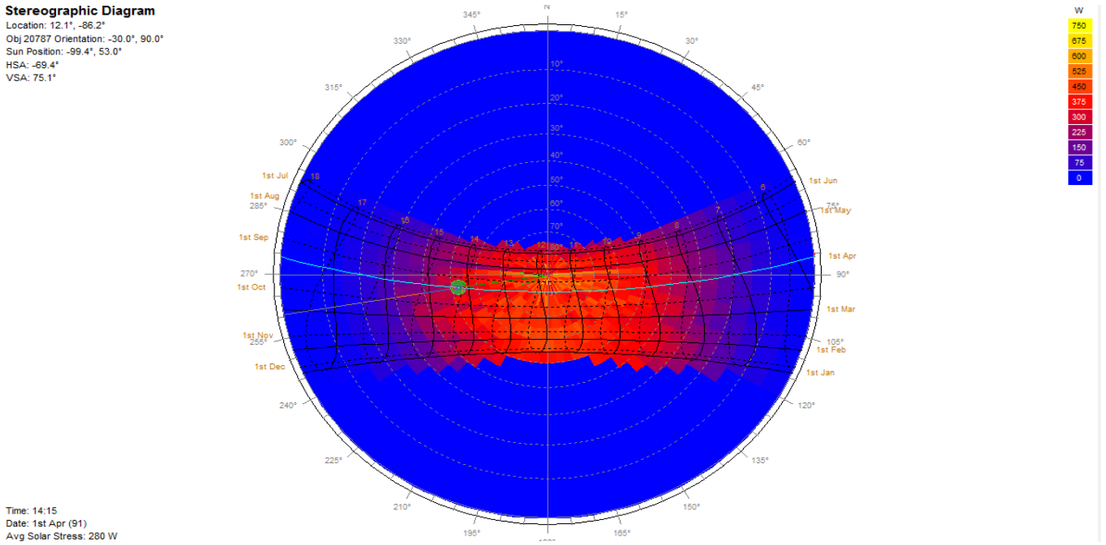
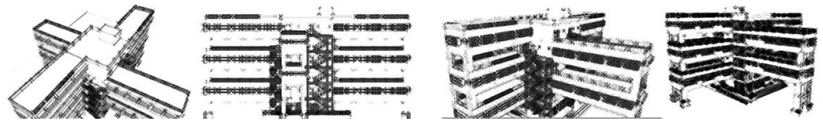


Ilustración 231. Máscara de radiación solar en losa de techo-1/abril/12md. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



En los análisis térmicos de radiación directa por ultimo está la losa de techo que obviamente es la que recibe mayor radiación solar directa sin oportunidad a sombra más que de la caja de escaleras proyectada, el 1 de abril gana una cantidad de 750 watts como pico máximo, lo cual es producente debido a que significa que si es capaz de satisfacer los 864 watts (6 horas) que demandan cada panel solar ubicados en la losa de techo más alta del tetris social.

-Cálculos de insolación anual:

Hay que tomar en cuenta de igual forma el actuar de la radiación solar durante el año (insolación), el cómo este factor puede afectar o no al diseño.

Antes que nada, se debe tener en consideración los comportamientos lógicos de las paredes y losas con referencia a las orientaciones: al norte menos insolación anual debido a la trayectoria solar que se inclina hacia el sur, por lo tanto al sur se presenta más insolación medidos esta vez en (watts. Hora), y la otra orientación más afectada es el oeste (recibe la mayoría de los rayos ultravioletas de la tarde, y por último está el este que recibe un poco menos de insolación que el oeste.

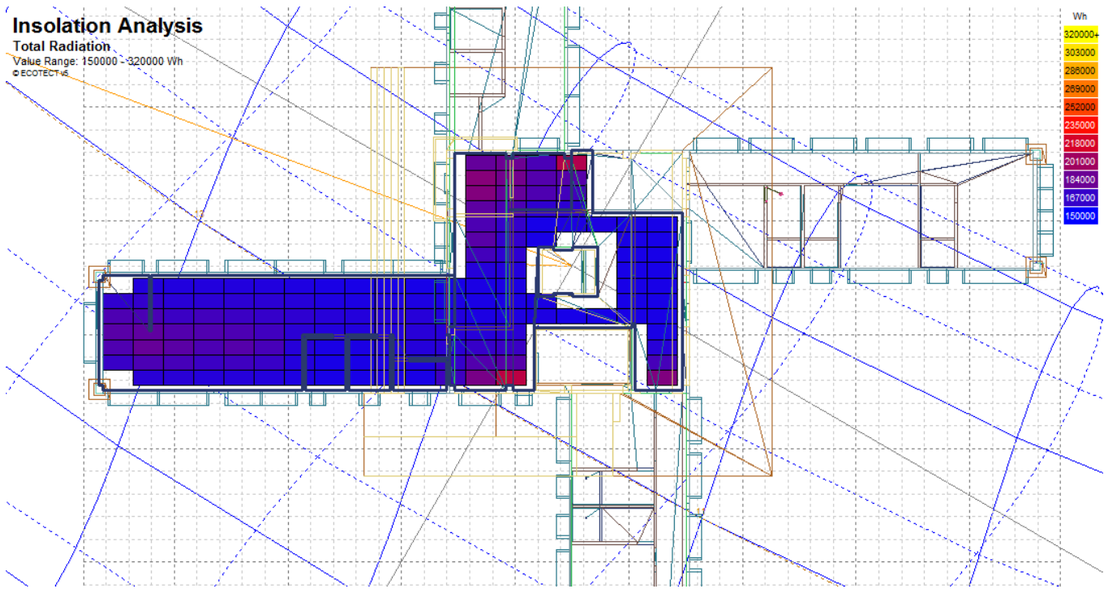


Ilustración 234. Análisis de insolación anual en las plantas arquitectónicas del norte (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

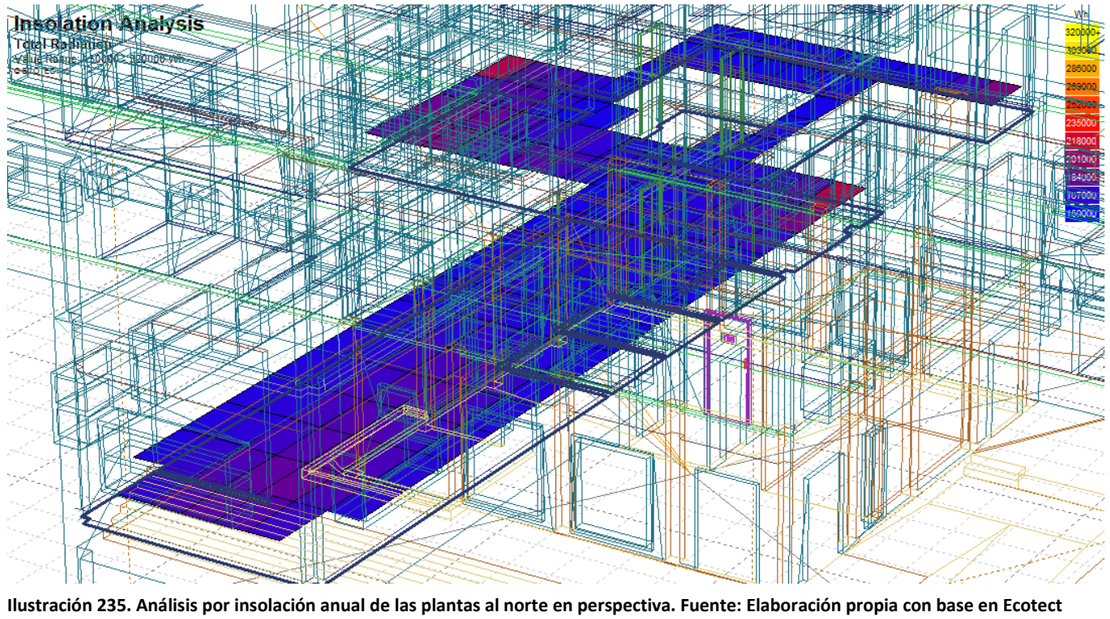


Ilustración 235. Análisis por insolación anual de las plantas al norte en perspectiva. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

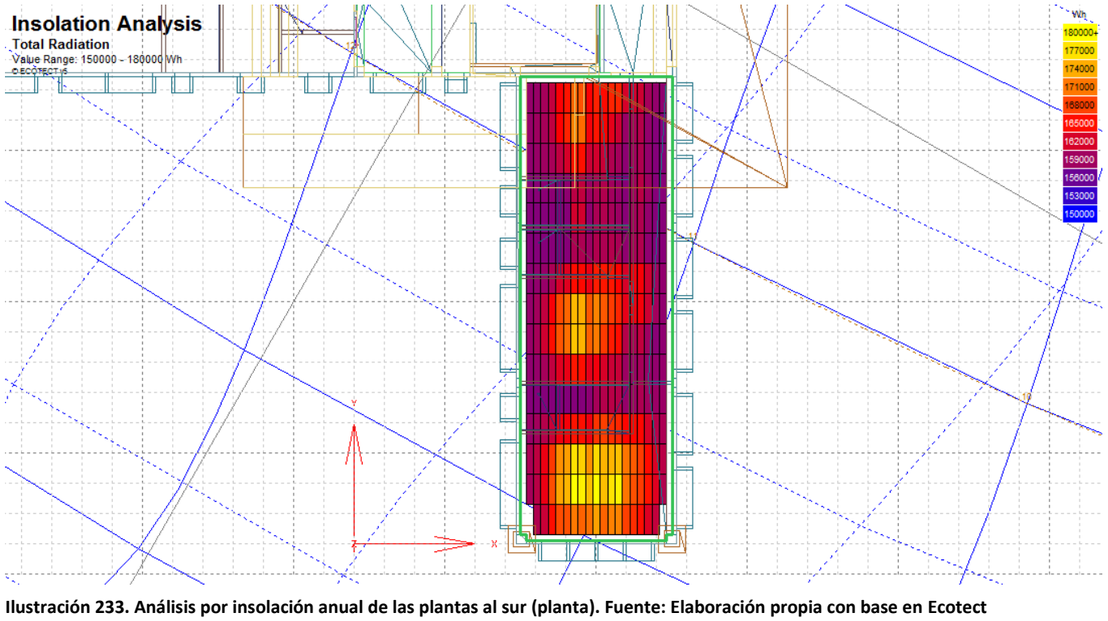


Ilustración 233. Análisis por insolación anual de las plantas al sur (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

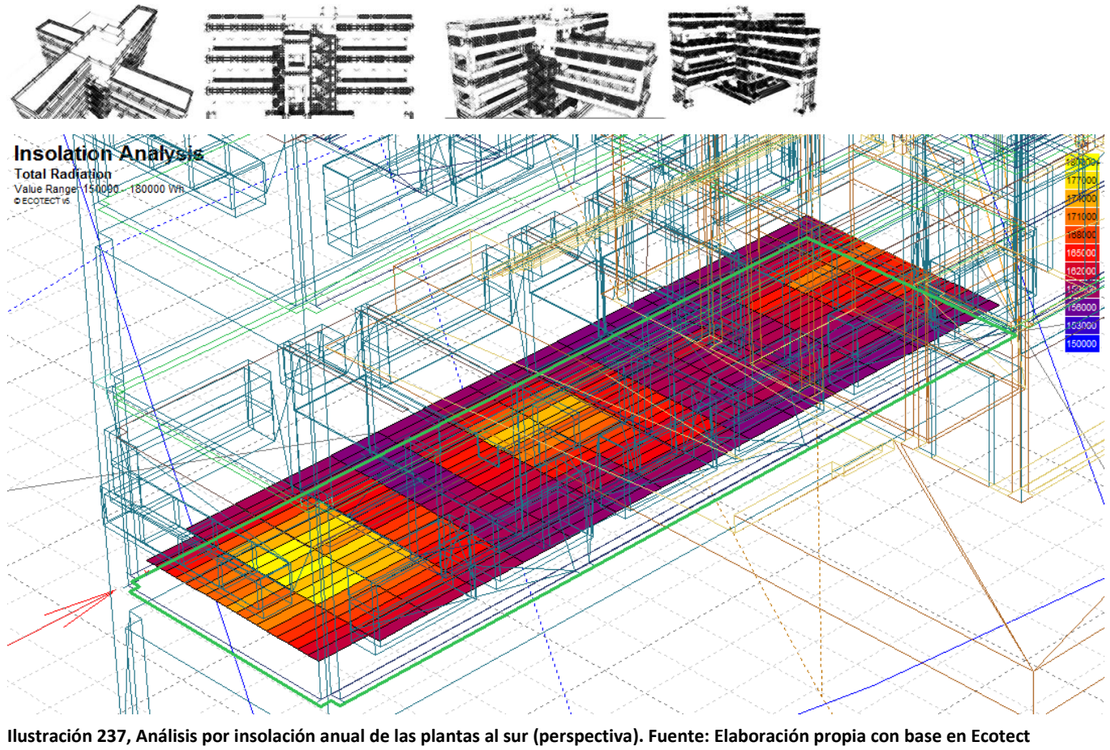


Ilustración 237, Análisis por insolación anual de las plantas al sur (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

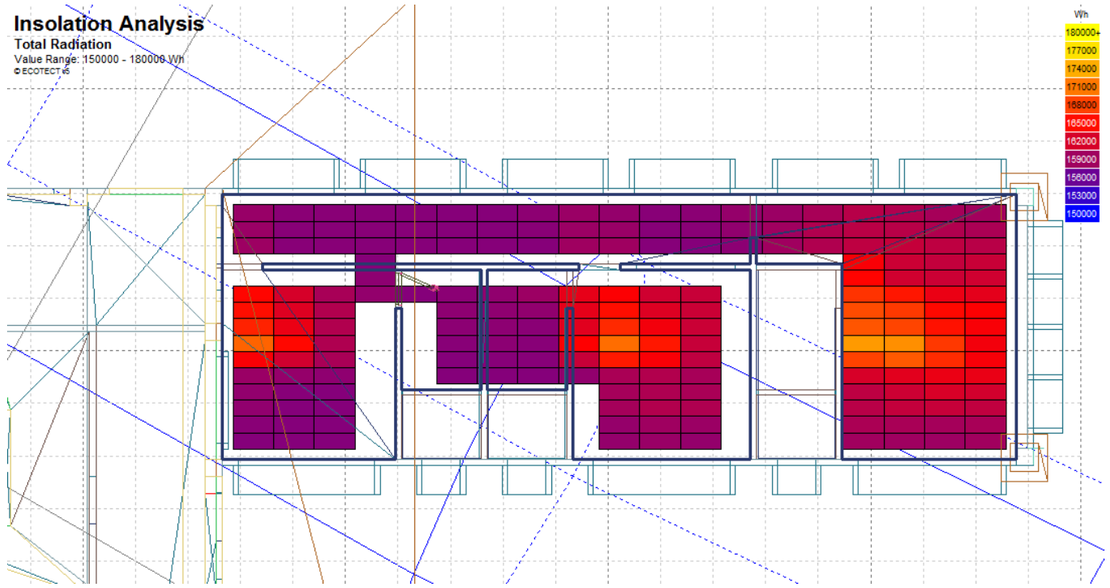


Ilustración 236. Análisis de insolación anual en las plantas del este (planta). Elaboración propia con base en Ecotect

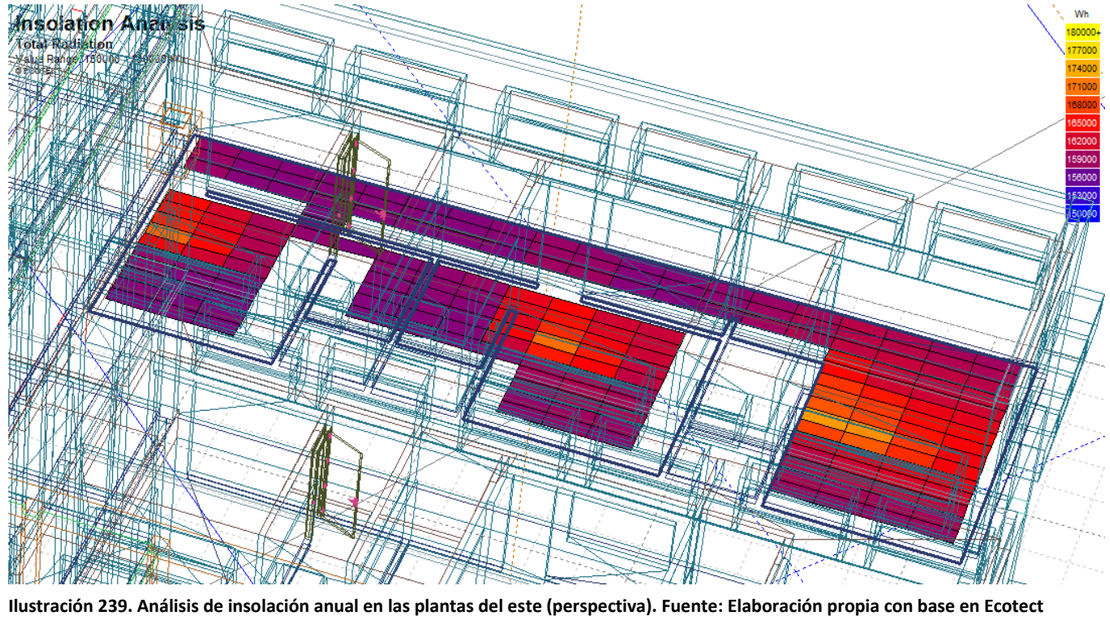


Ilustración 239. Análisis de insolación anual en las plantas del este (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

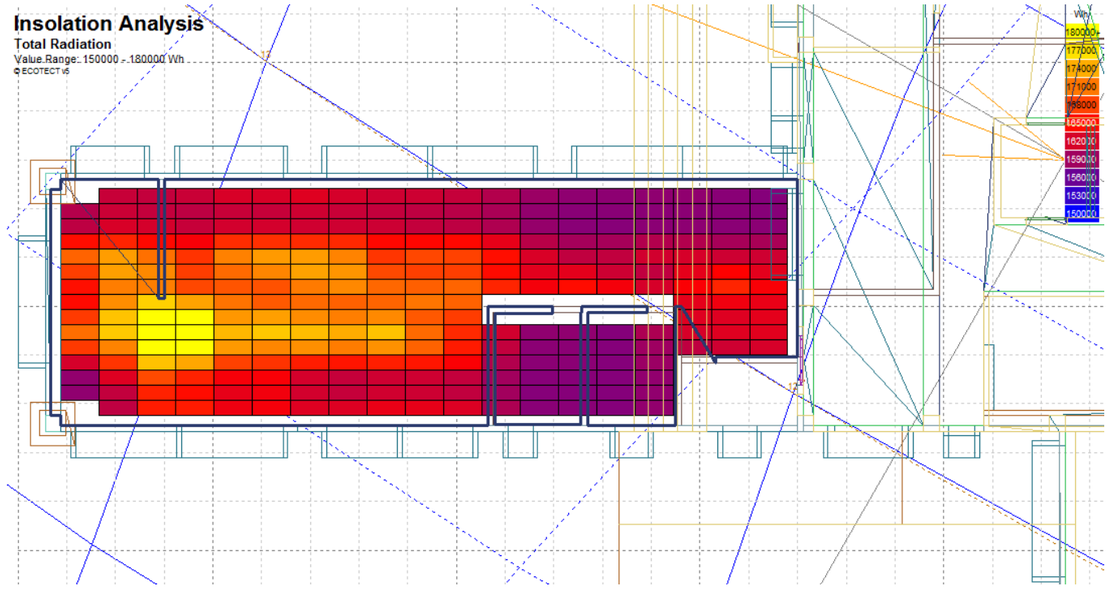
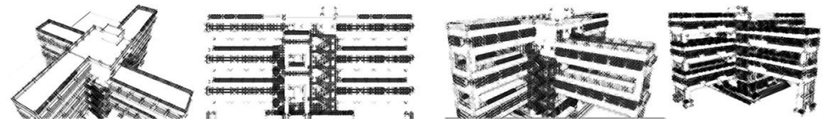


Ilustración 238. Análisis de insolación anual en las plantas del oeste (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



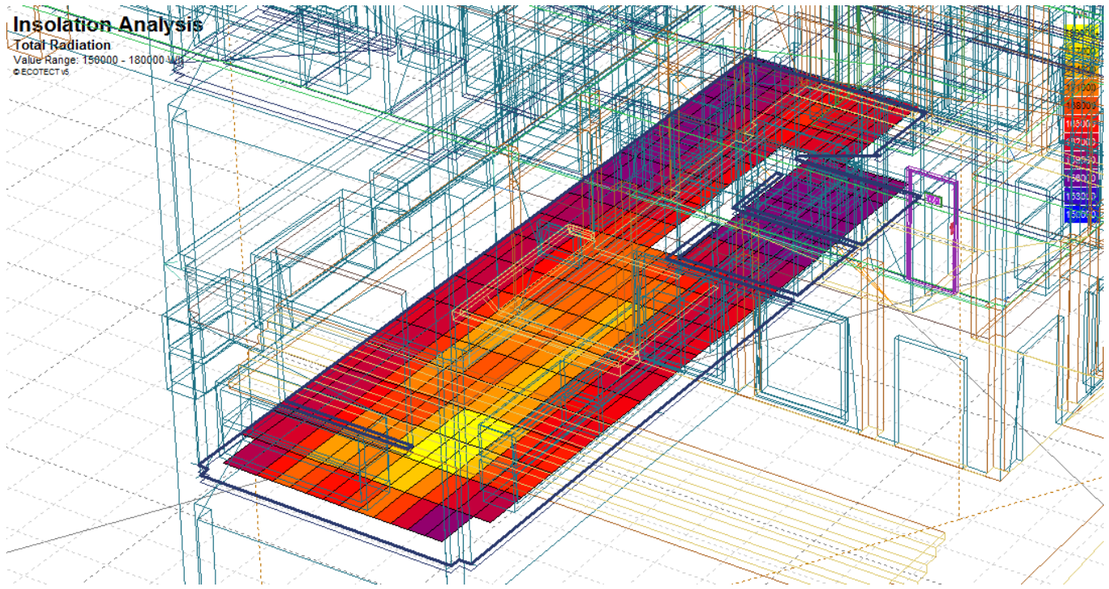


Ilustración 241. Análisis de insolación anual enl as plantas del oeste (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Las losas de concreto son una de las más afectadas por la insolación, sin embargo en nuestro diseño bioclimático dichas losas (losas- terraza-social) se comportan forma distinta de frente a la insolación anual:

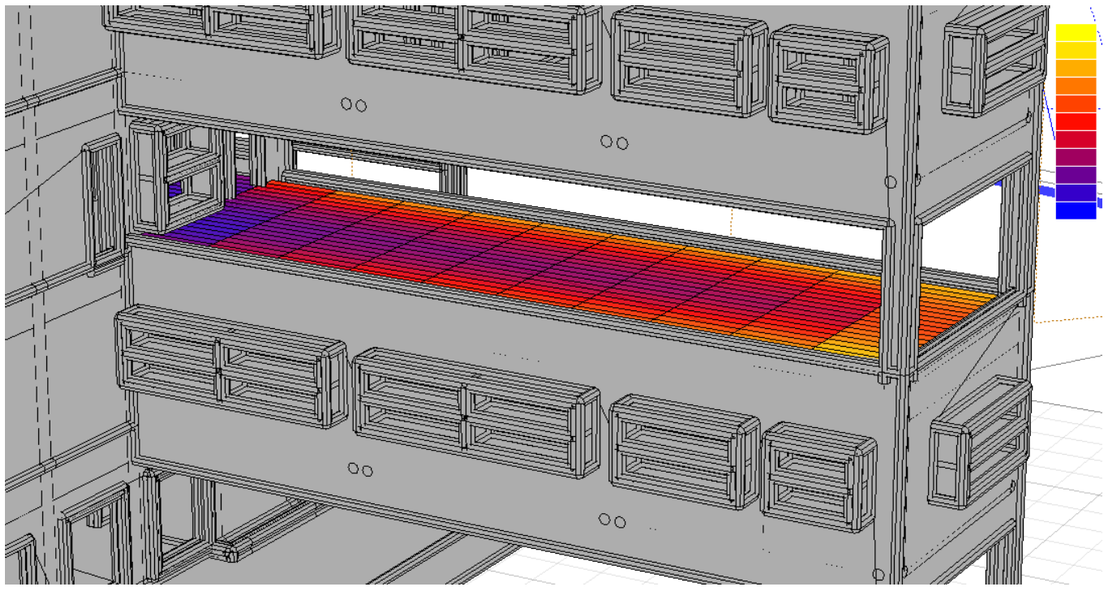


Ilustración 240. Vista de insolación recibida al año en la terraza social al norte (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect.

En la imagen anterior se nota en las paredes y en el 3D en general una protuberancia, no es más que el material covintec aplicado en *Ecotect* para poder realizar los cálculos pertinentes.

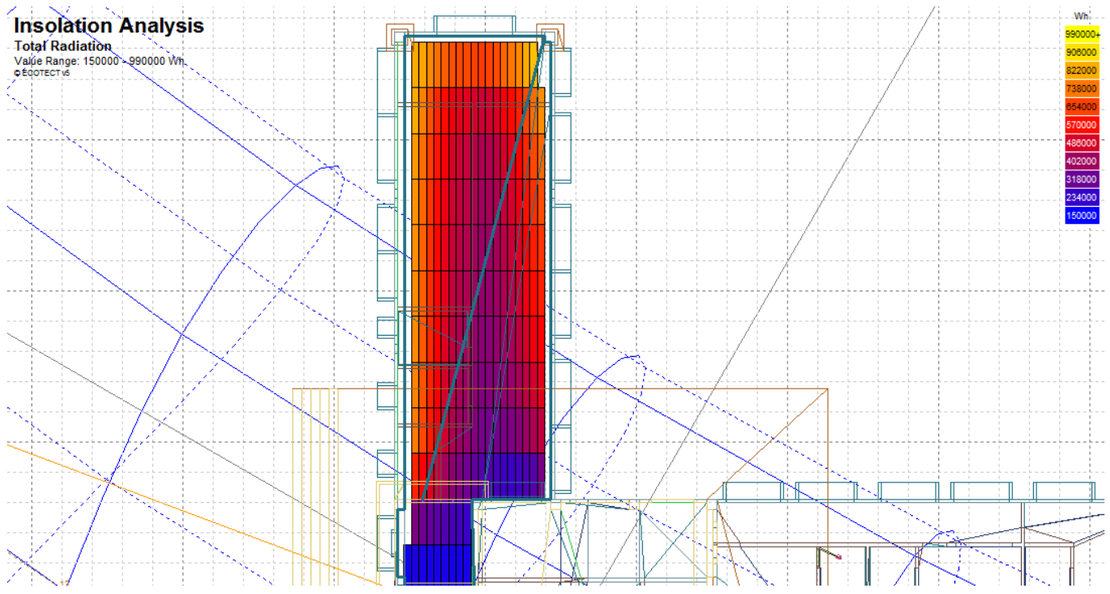


Ilustración 242. Análisis de insolación anual en las terrazas sociales al norte (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

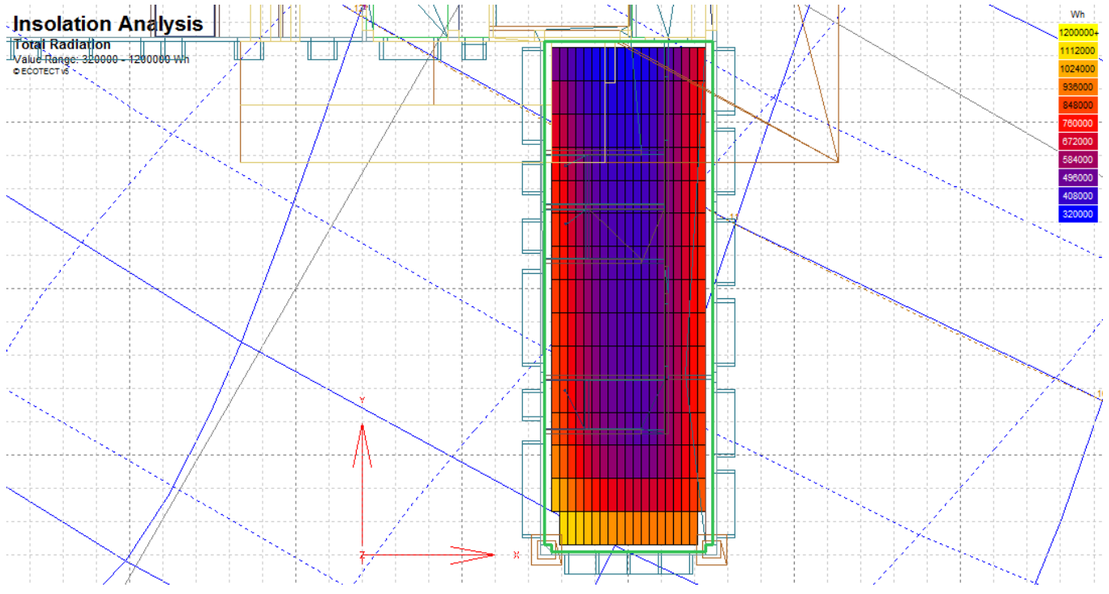


Ilustración 243. Análisis de insolación anual en losa terraza-social al sur (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

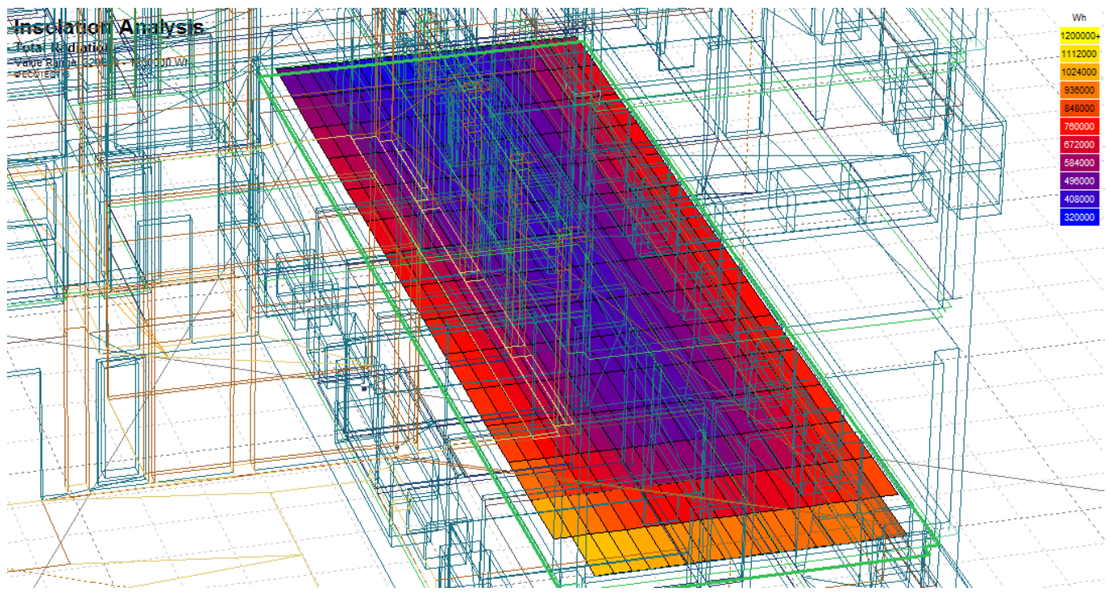


Ilustración 245. Análisis de insolación anual en la losa terraza-social al sur (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

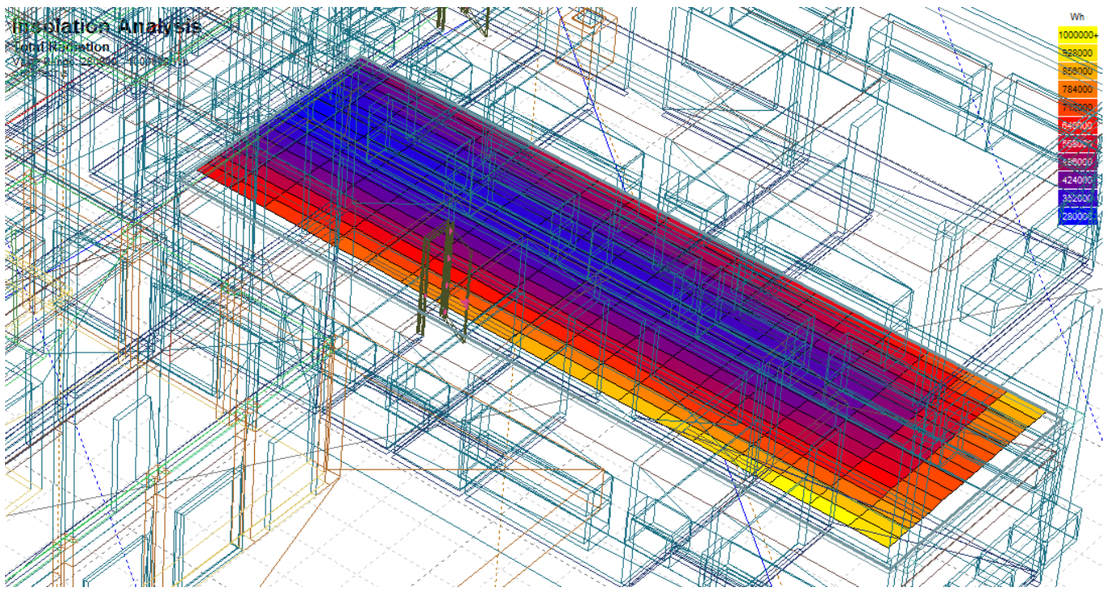


Ilustración 247. Análisis de insolación anual en las losas terrazas-sociales al este (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

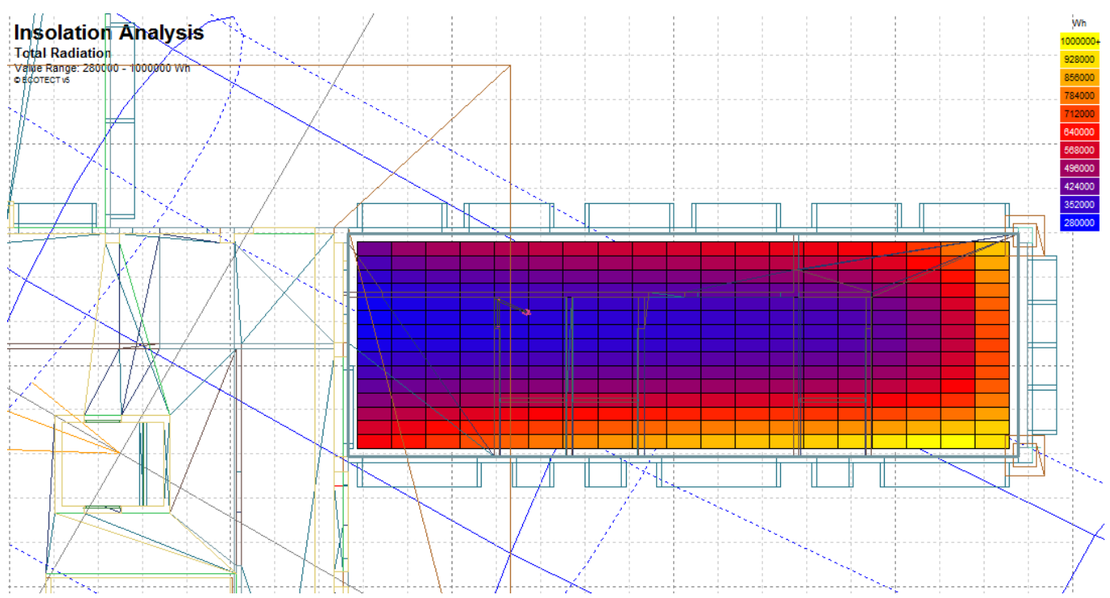


Ilustración 246. Análisis de insolación anual en la losa terraza-social al este (planta). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

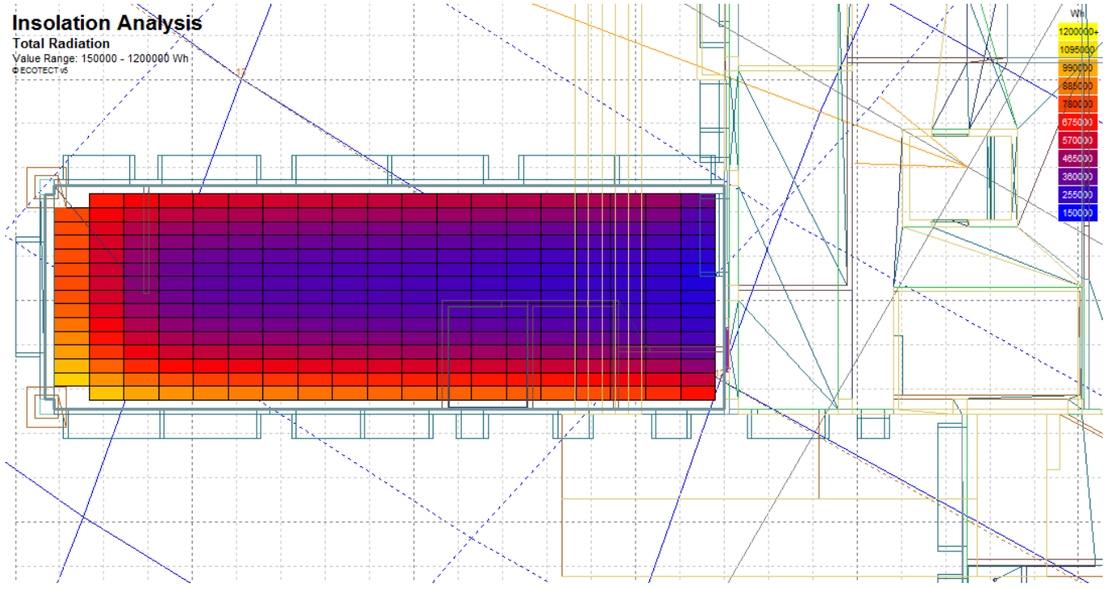
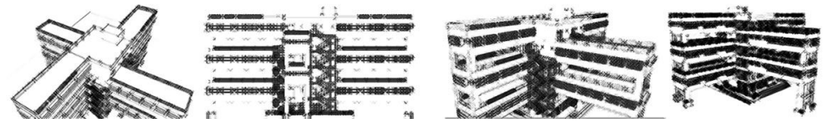


Ilustración 244. Análisis de insolación anual en las plantas terrazas-sociales al oeste (planta). Fuente: Elaboración propia en base a Ecotect



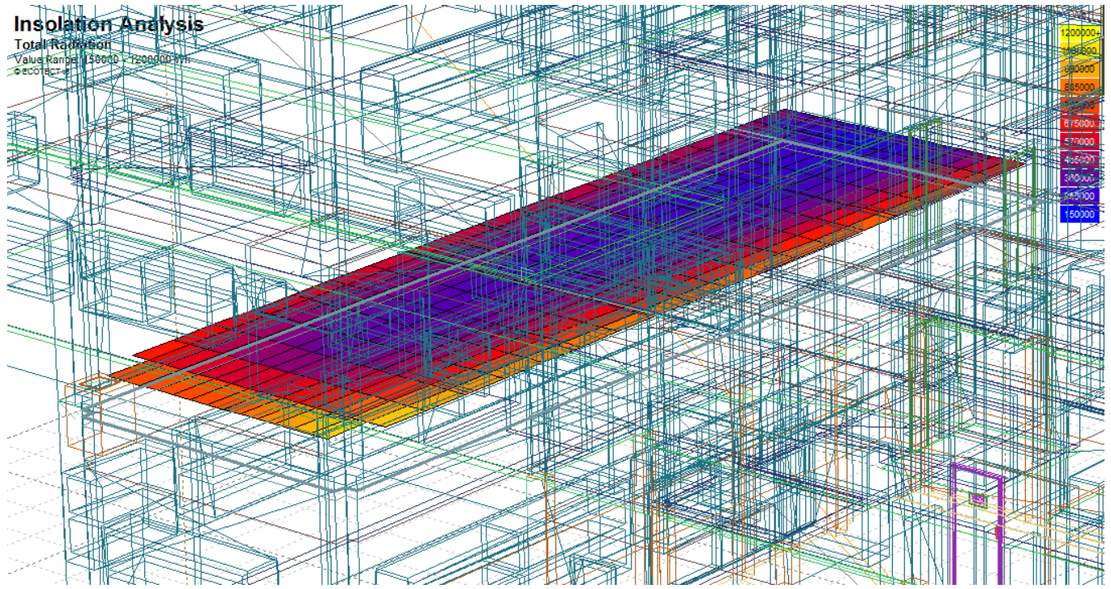


Ilustración 249. Análisis de insolación anual en las losas terrazas-sociales al oeste (perspectiva). Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

-Gráficos de resumen de ganancias de energía solar por mes y hora al día:

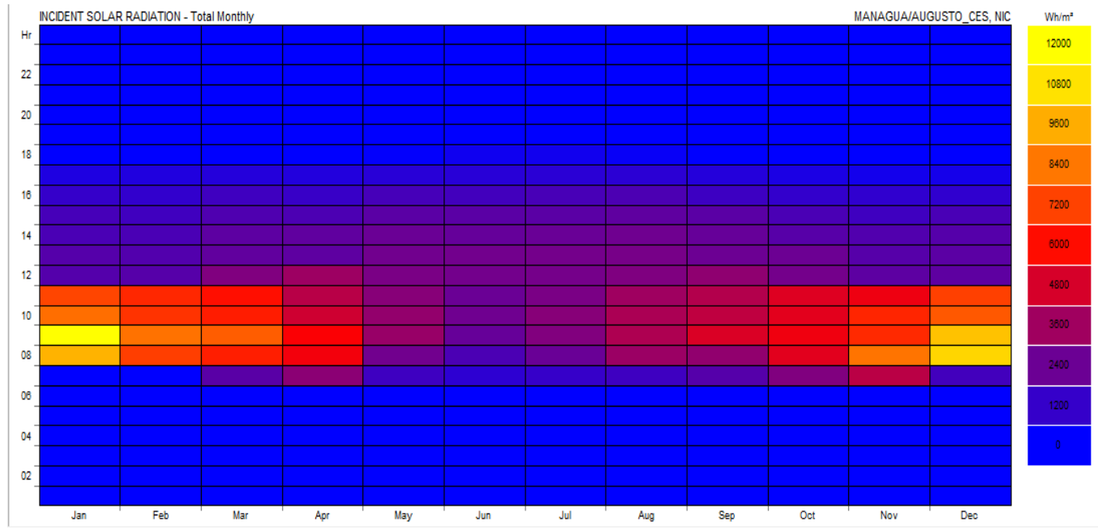


Ilustración 252. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Nota: Estos gráficos tienen su unidad de medida en W/m² y corresponden a datos anuales y por horas al día.

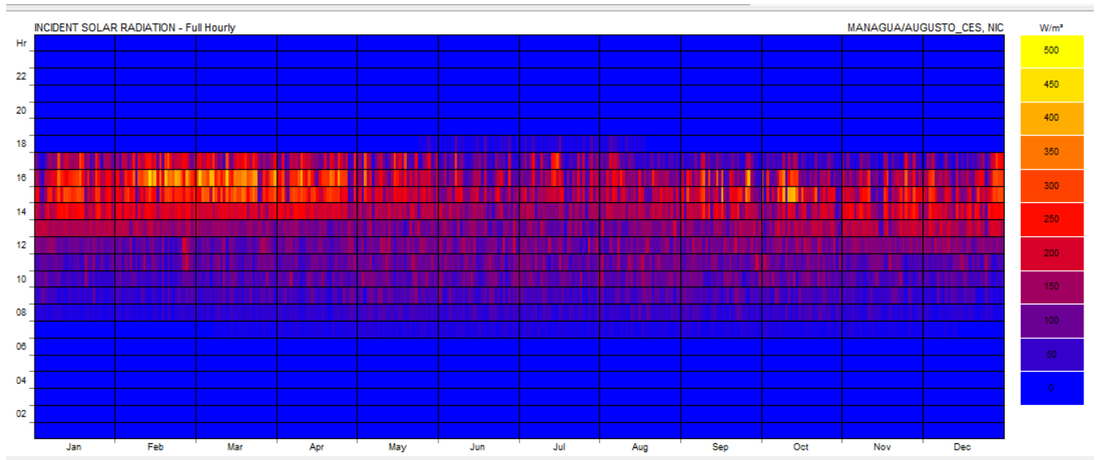


Ilustración 248. Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

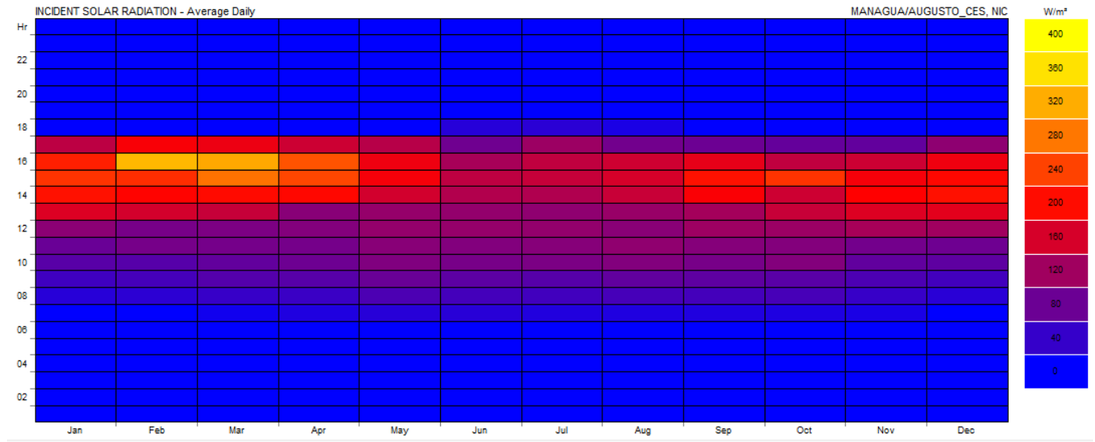


Ilustración 251. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Este. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

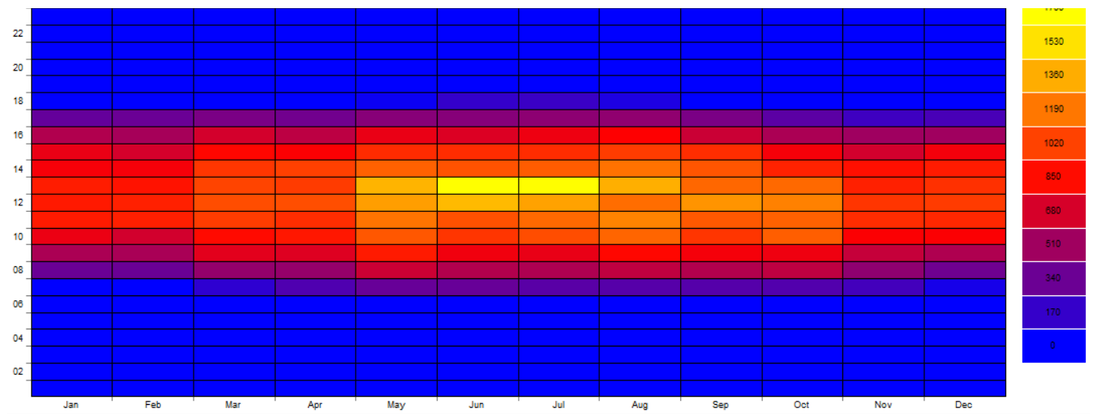


Ilustración 250. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

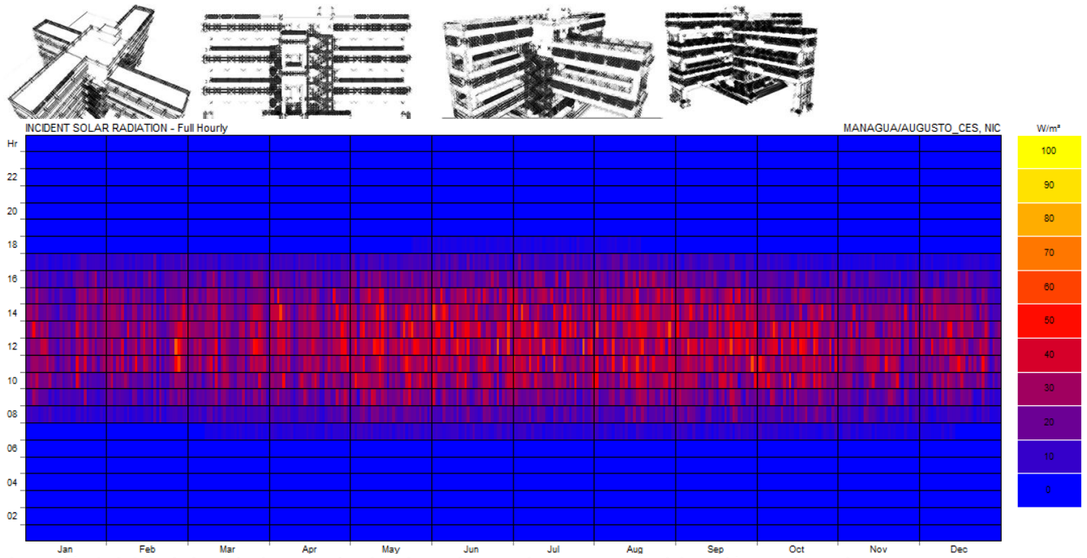


Ilustración 258.Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

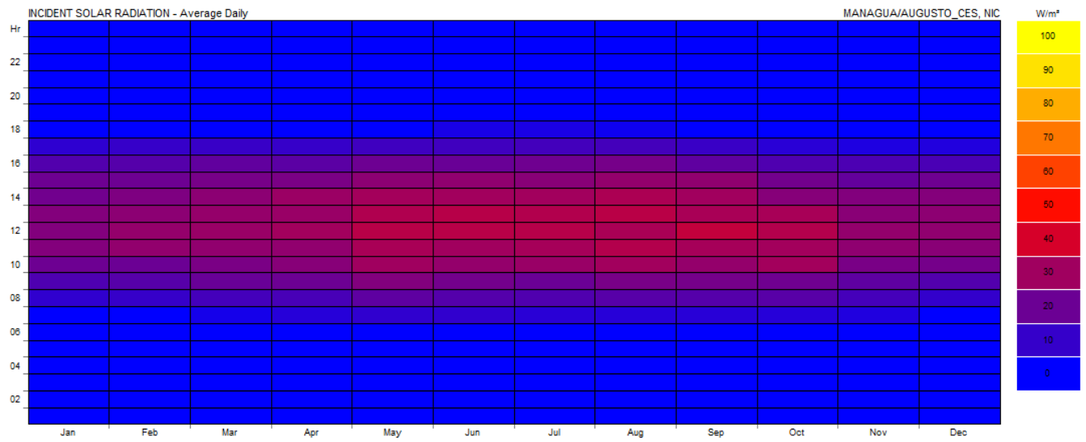


Ilustración 254. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Sur. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

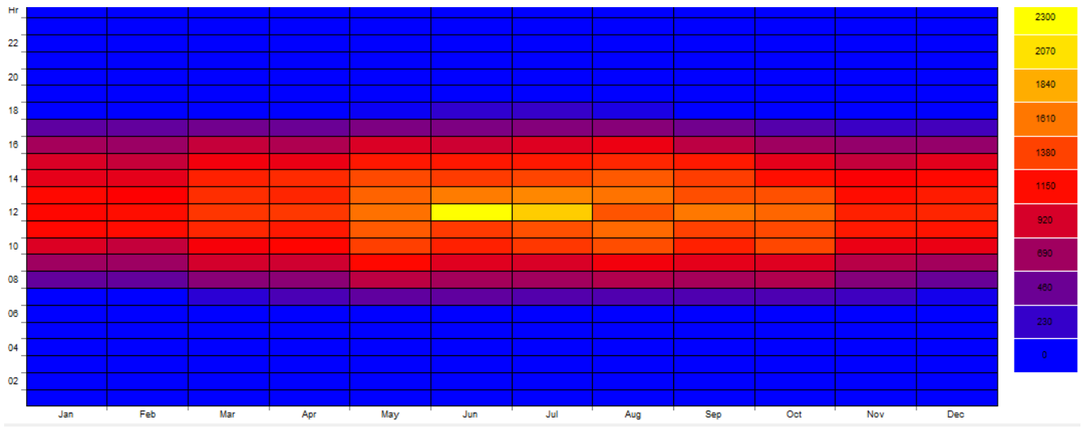


Ilustración 253. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

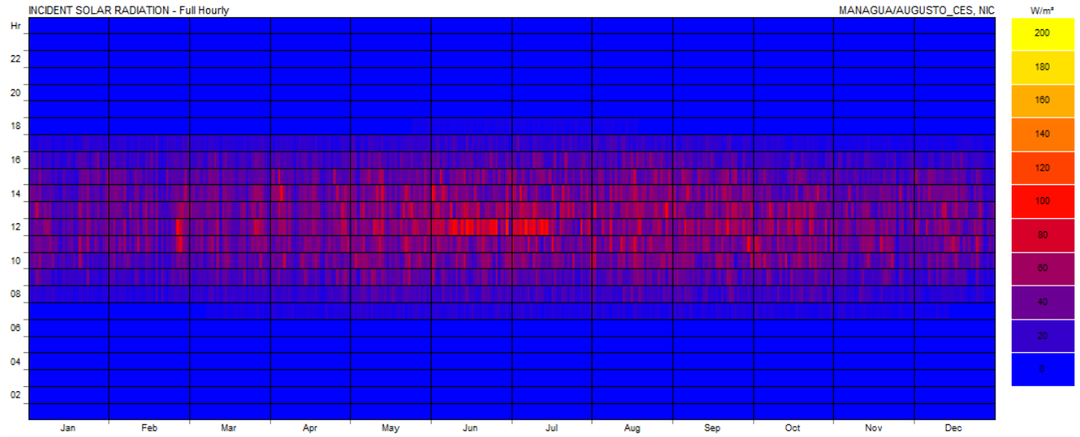


Ilustración 257. Cálculo horario de ganancias de calor en las paredes Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

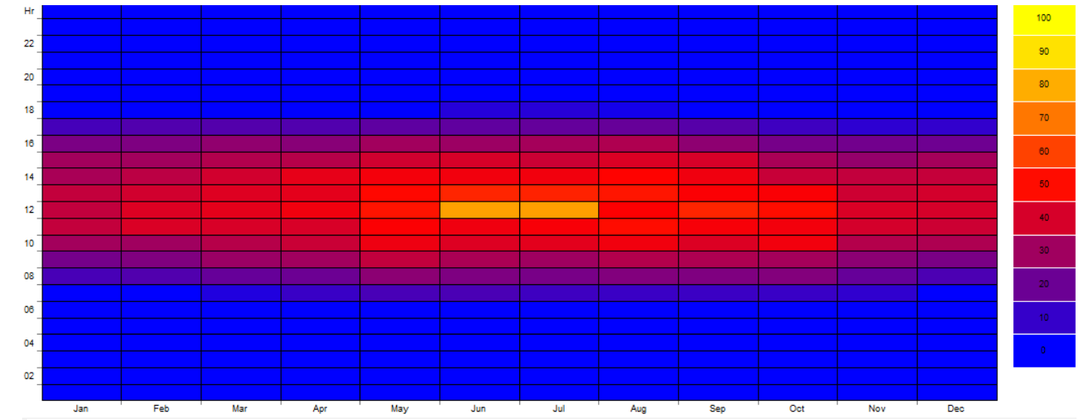


Ilustración 256. Resumen de averages de radiación solar por días y meses en paredes al Oeste. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

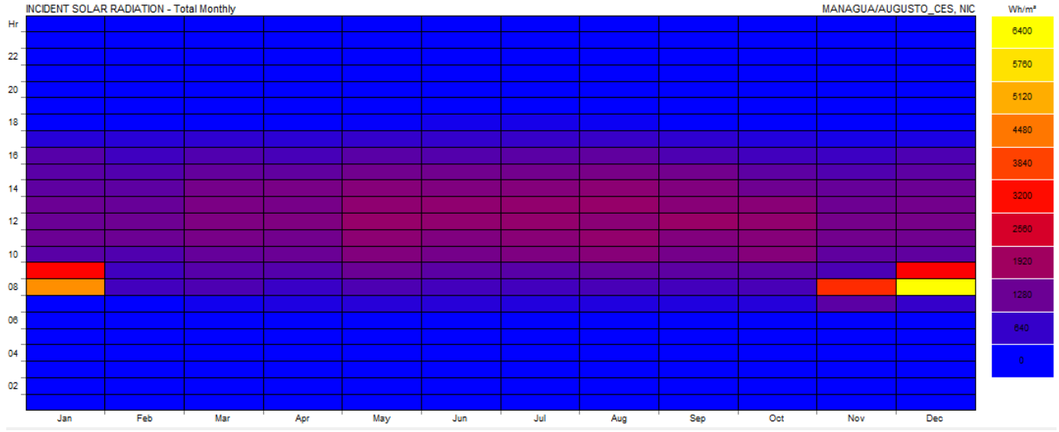
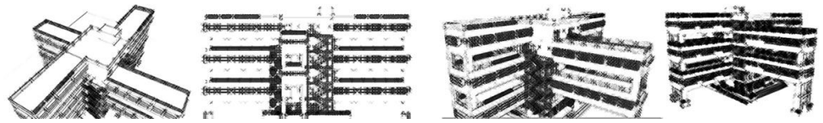


Ilustración 255. Resumen de ganancias de energía solar por meses en las paredes del norte. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



-Fundamentación de EPS (elementos de protección solar)

Los parasoles diseñados en este anteproyecto fueron concebidos de la siguiente manera:

Su configuración fue hecha por analogía del elemento de protección solar "Brise-soleil" creados por el maestro L'Corbusier, los cuales consisten en un sistema de protección solar permanente.

Para el cálculo de las salientes de los EPS se tomó como ángulo de diseño (45°) con el fin de proteger todas las horas sol, sin embargo al hacer esto se creaba una protuberancia muy larga y desproporcionada por lo que se optó por hacer doble el protector horizontal, es decir cortar los ángulos para aminorar las dimensiones.

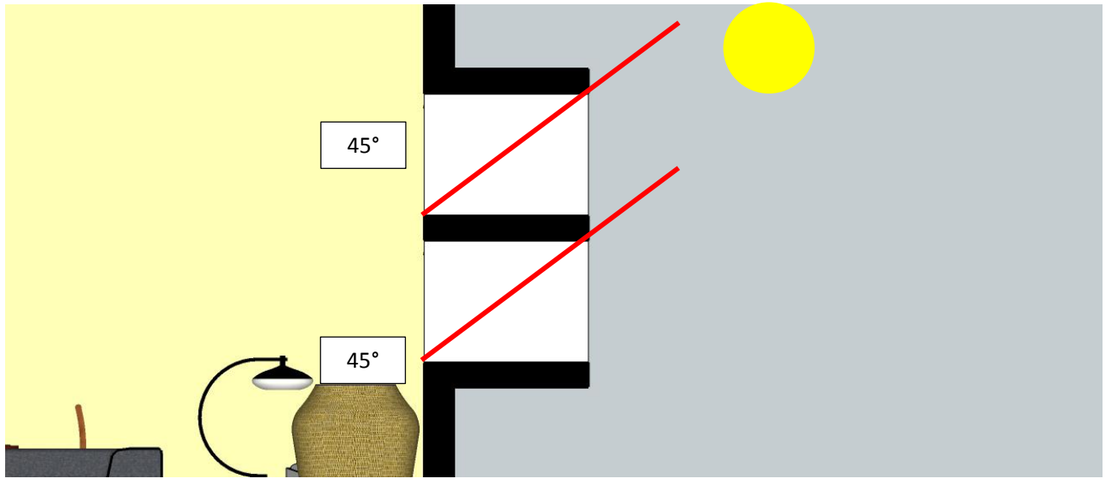


Ilustración 263. Ángulo de diseño de Eps Horizontal + vertical. Fuente: Elaboración propia

Los elementos de protección solar están constituidos por paneles de covintec adheridos por mallas electro-soldadas a la pared que también es de covintec, esto con el fin de homogenizar los materiales de construcción y optimizar el tiempo de instalación.

Se optó por pintarlos en la parte exterior en color ocre medio, para evitar reflejar mucha claridad hacia los otros edificios, sin embargo en su parte interior se decidió darle color blanco medio para que funcionara como pantalla reflexiva contrastada con el gris de la armazón de aluminio de las ventanas.

Ilustración 262. Eps protegiendo el 21/Diciembre/10:10am al Sur. Fuente: Elaboración propia

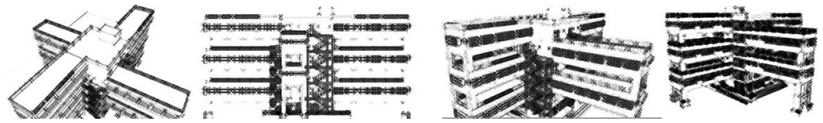
Ilustración 261. Eps protegiendo el 21/Diciembre/3:10pm al Sur. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 259. Eps protegiendo 21/Sept/8:07pm al Este. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 260.Eps protegiendo 21/Sept/10:07pm al este. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 264. Eps protegiendo 21/junio/1:20pm al Oeste. Fuente: Elaboración propia

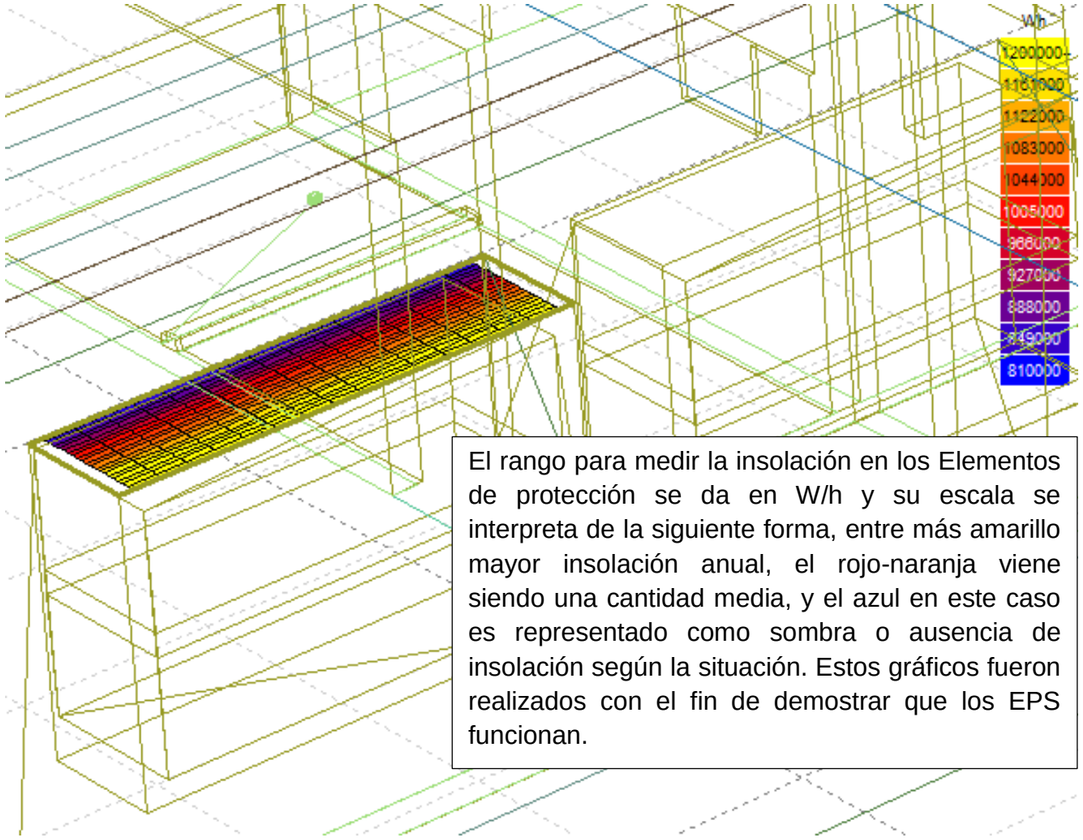
Ilustración 265. Eps protegiendo 21/junio/4:20pm al oeste. Fuente: Elaboración propia



Para la simulación de sombras se utilizaron fechas y horas en los días de solsticios y equinoccios, para demostrar que los EPS si protegen de manera completa dentro de las trayectorias solares al año. Las mismas ventanas del tipo “proyectadas” con vidrios reflexivos funcionan como mini protectores solares.

Ilustración 266. Eps protegiendo 21/marzo/4:27pm. Fuente: Elaboración propia

-Cálculos térmicos en EPS (insolación)



El rango para medir la insolación en los Elementos de protección se da en W/h y su escala se interpreta de la siguiente forma, entre más amarillo mayor insolación anual, el rojo-naranja viene siendo una cantidad media, y el azul en este caso es representado como sombra o ausencia de insolación según la situación. Estos gráficos fueron realizados con el fin de demostrar que los EPS funcionan.

Ilustración 268. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

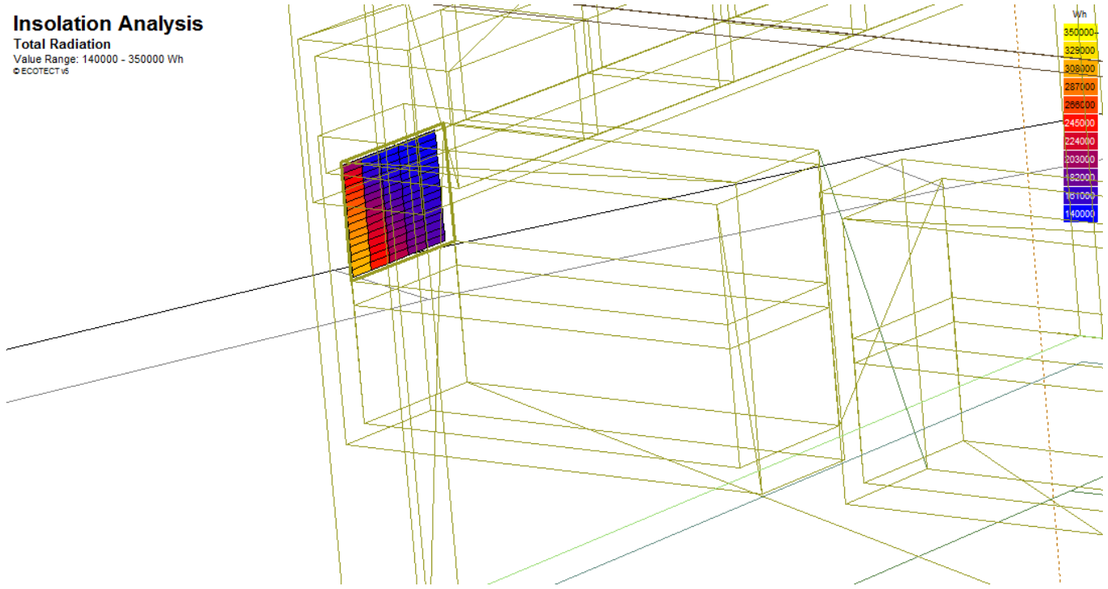


Ilustración 269. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

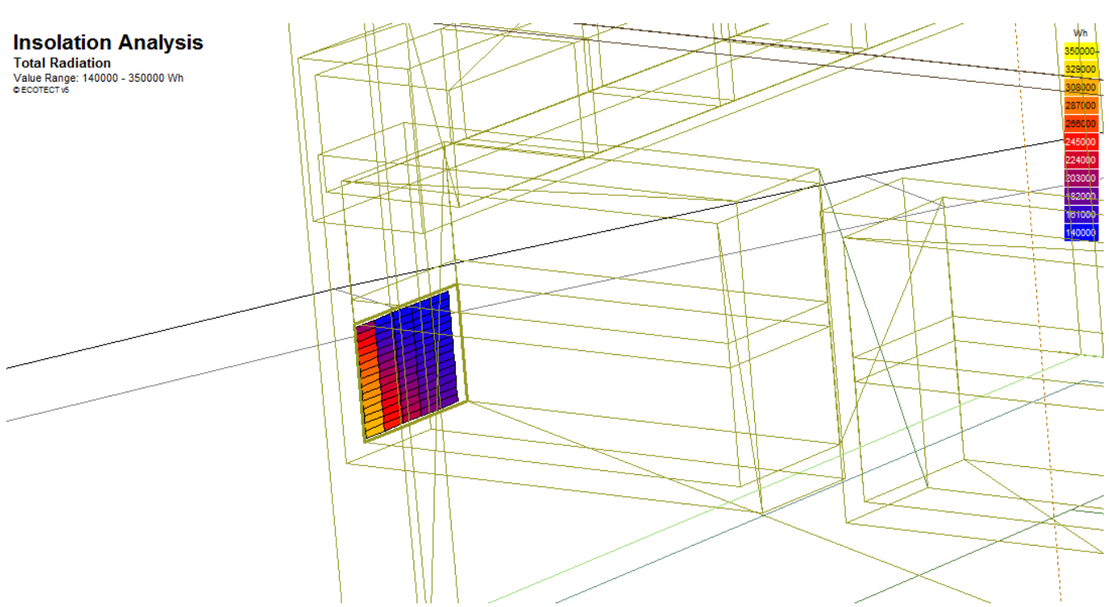


Ilustración 267. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

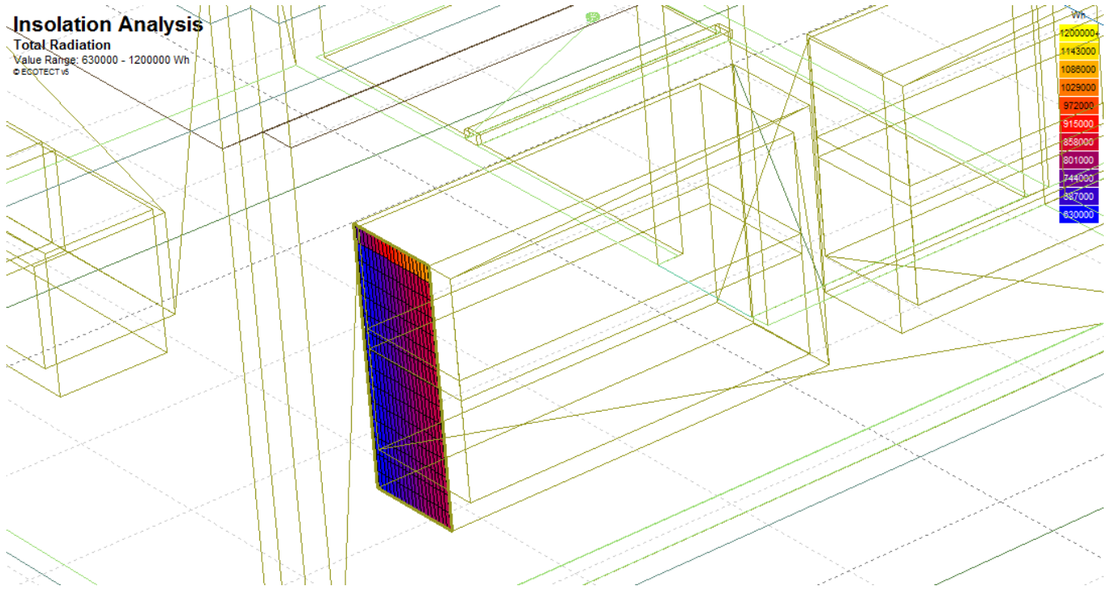


Ilustración 271. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

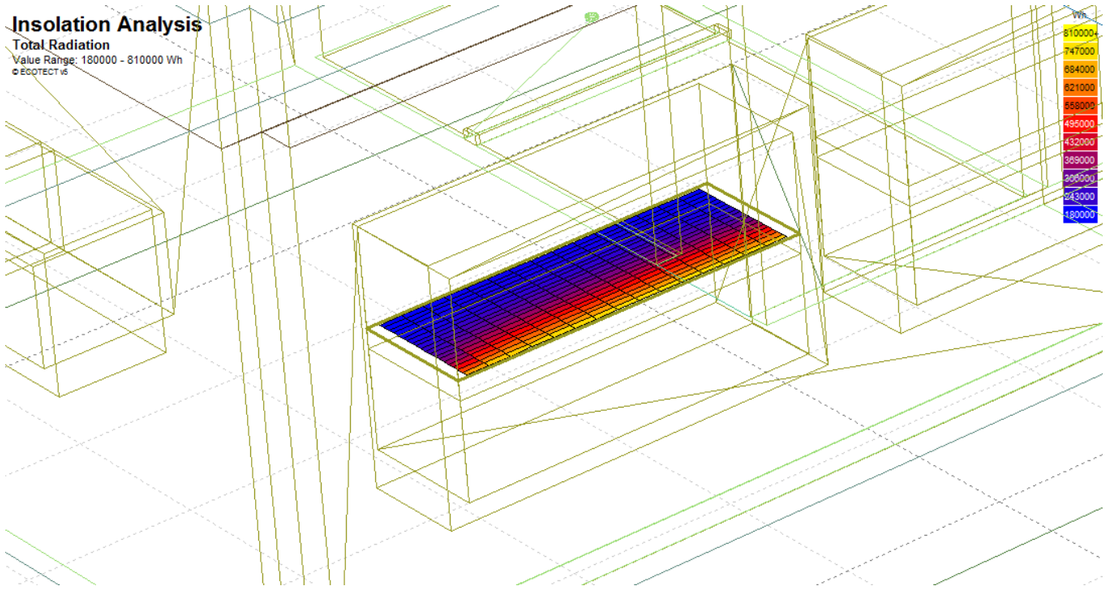


Ilustración 270. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

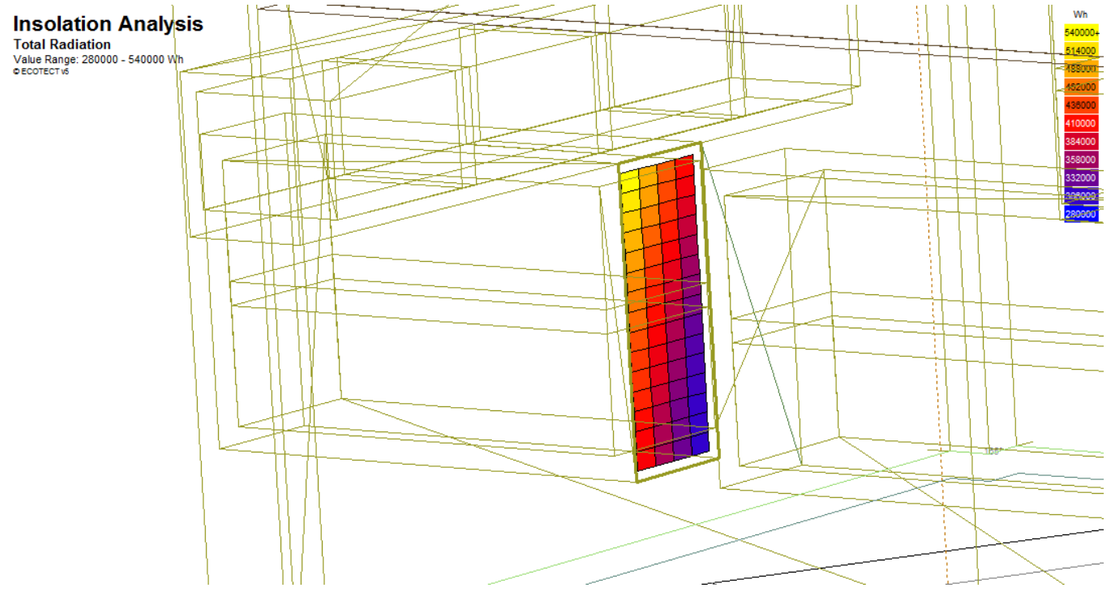


Ilustración 272. Cálculo de insolación en EPS vertical (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

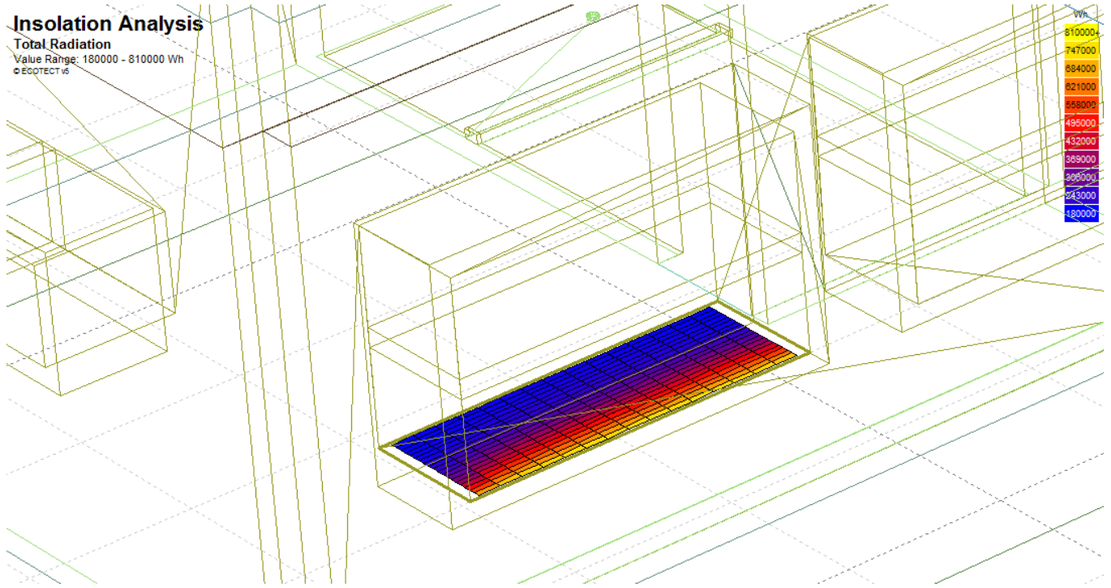
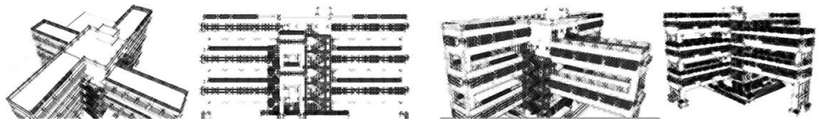


Ilustración 273. Cálculo de insolación en EPS horizontal (este) al año. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect



Con las imágenes anteriores, se puede comprobar la eficiencia de protección solar de los EPS. Se fundamenta en cuanto a los niveles de energía solar que se proyectan de manera directa en las diferentes áreas de contacto del diseño del brise-soleil. Es observable como la gama de colores rojos y amarillos (w.h) sigue una trayectoria equivalente a la de las sombras (color azul), por lo tanto donde hay sombras no hay radiación solar directa, teniendo muy en cuenta que estos datos pertenecen a un cálculo anual, esto hace constar que el edificio "tetris social está muy bien protegido del sol por medio de los protectores solares (su proyección de sombras y la consistencia del material).

- **Análisis del comportamiento acústico en los principales ambientes**

En este acápite juegan un papel muy importante los materiales constructivos y los materiales complementarios destinados a jugar con la acústica.

Entre los materiales que cumplen funciones acústicas están:

El *covintec,* la capa de poliestireno expandido que lleva en medio de los dos revoques de concreto funcionan como absorbentes de los sonidos que vienen tanto del exterior como del interior (ambientes circundantes), esto con el fin de no crear molestias dentro del apartamento, y por ende conseguir el confort acústico, además también de ayudar a regular las temperaturas interiores con las propiedades térmicas-retardantes del poliestireno.

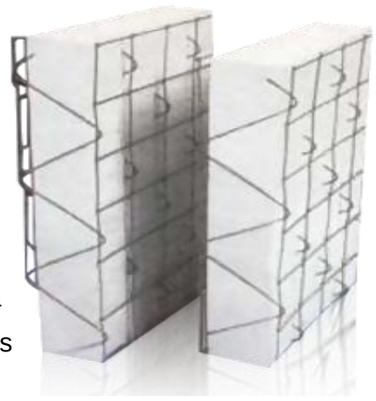


Ilustración 274. Panel covintec. Fuente: www.hopsa.com

En el cielo falso se decidió usar un panel acústico especial para absorber los sonidos que pudieren rebotar de las superficies lisas de los ambientes (cristales de las ventanas, el piso de cerámica), el nombre de este panel corresponde a ACUSTISÓN-50A, consiste en un panel acústico-absorbente y modular para tratamientos de absorción y acondicionamiento acústico para todo tipo de salas polivalentes tanto en paredes como en techos.

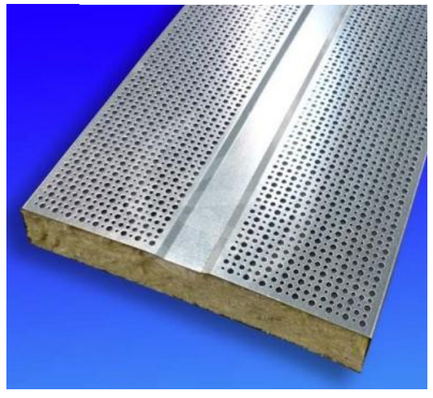


Ilustración 275. Panel Acustisón-50A. Fuente: www.acústicaintegral.com

Ilustración 276. cielo falso de dormitorio ppal con panel acustisón-50A. Fuente: Elaboración propia

En el ejemplo anterior se muestra el panel ACUSTISÓN-50A con su respectiva textura rugosa lo cual permite absorber sonido. **NOTA:** ver ficha técnica del panel en el acápite anexos.

-Cálculos y análisis del comportamiento acústico

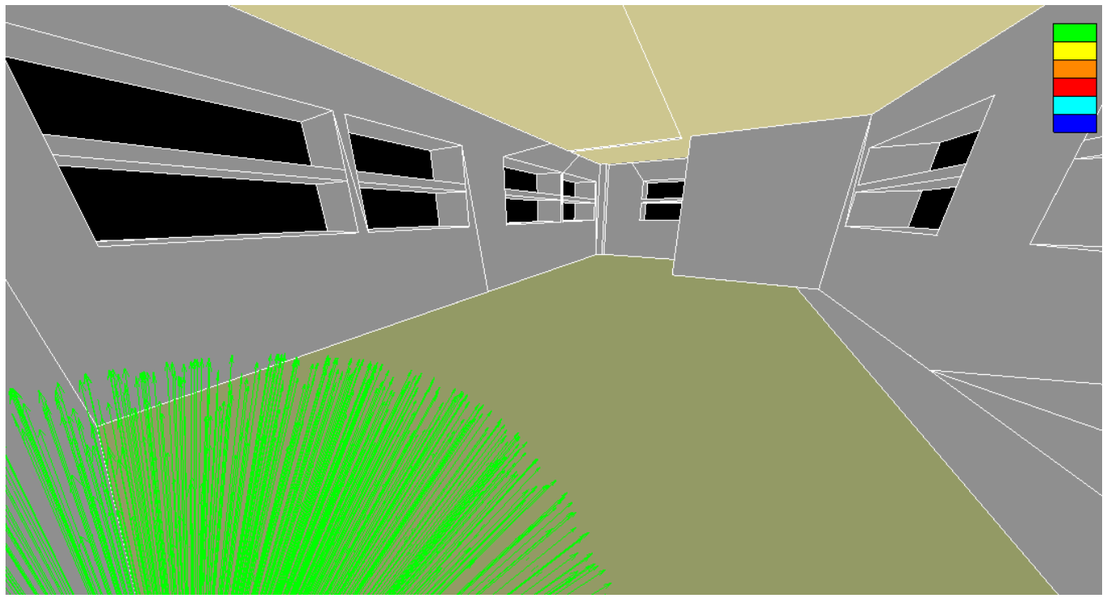


Ilustración 277. Cálculo 1 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

La simulación de los rayos acústicos se realizó en el programa *Ecotect Analysis de autodesk,* ubicando una fuente sonora en el ambiente (1KHz) de la sala-comedor-cocina, la simbología corresponde a: color verde (sonido directo o puro), color amarillo (sonido de baja frecuencia), color rojo (eco), color cyan (tiempo de reverberación), color azul (focalización del sonido).

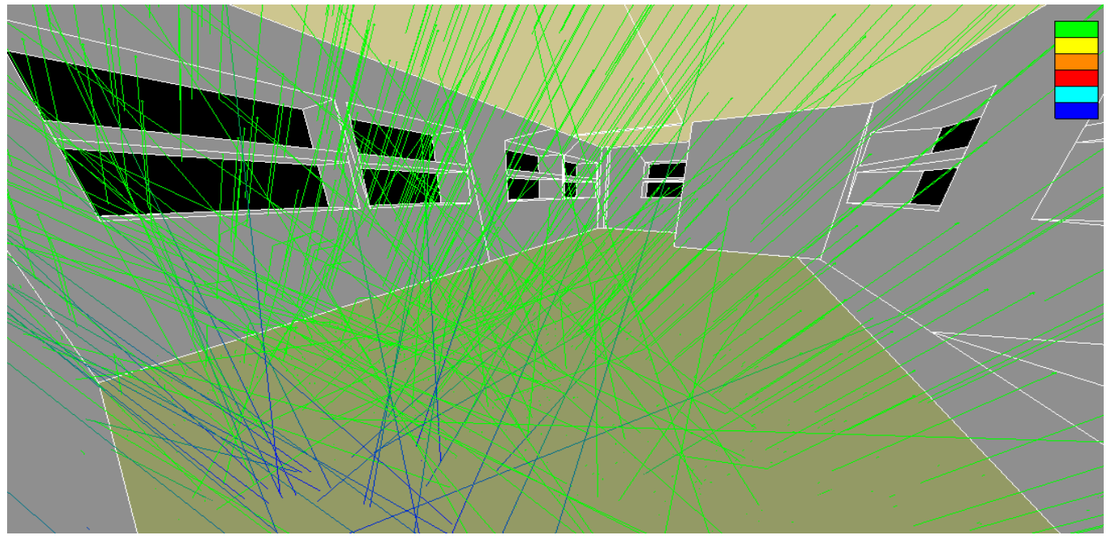


Ilustración 279. Cálculo 2 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

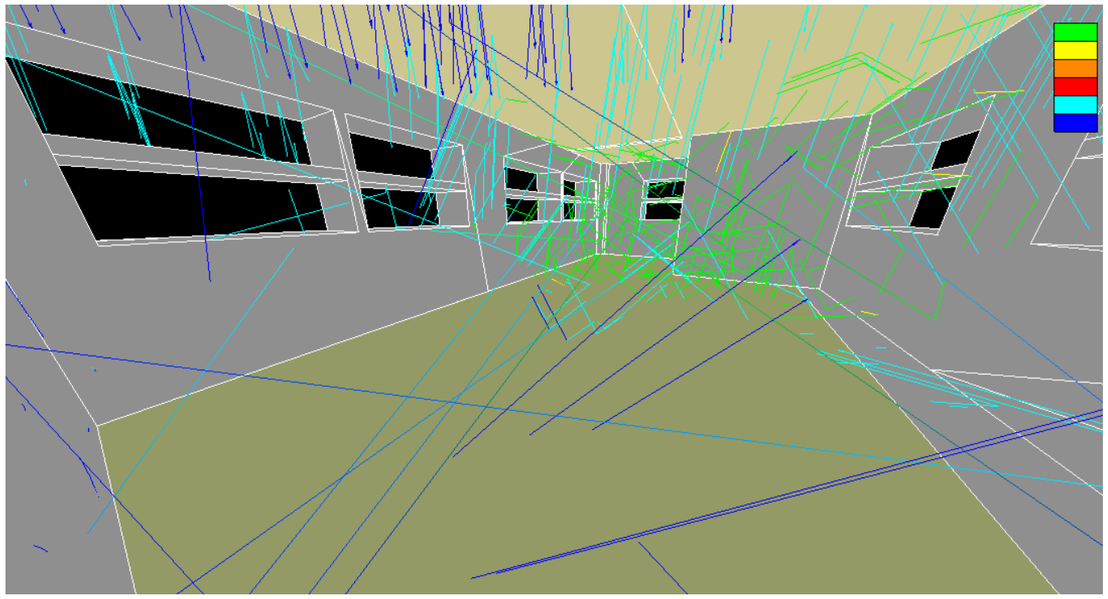


Ilustración 278. Cálculo 3 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

El ambiente sala-comedor-cocina presenta una buena acústica solo por el hecho de que no existe *"eco",* y esto es lo que los arquitectos tratamos de evitar por todos los medios posibles, ya que es una molestia que acaba totalmente con un confort acústico dependiendo de las actividades que se lleven a cabo.

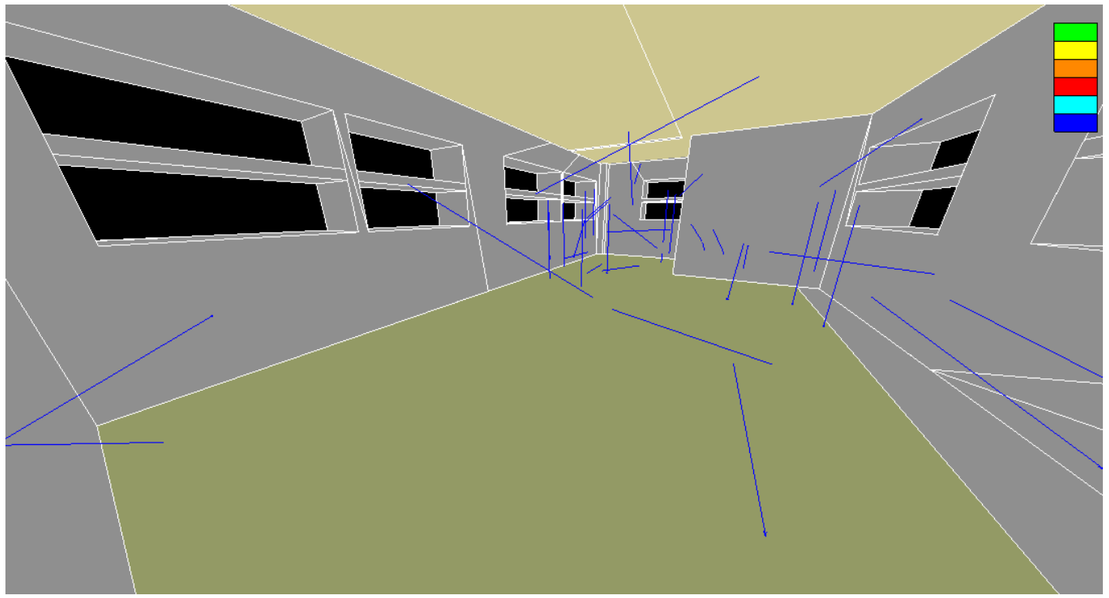


Ilustración 281. Cálculo 4 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

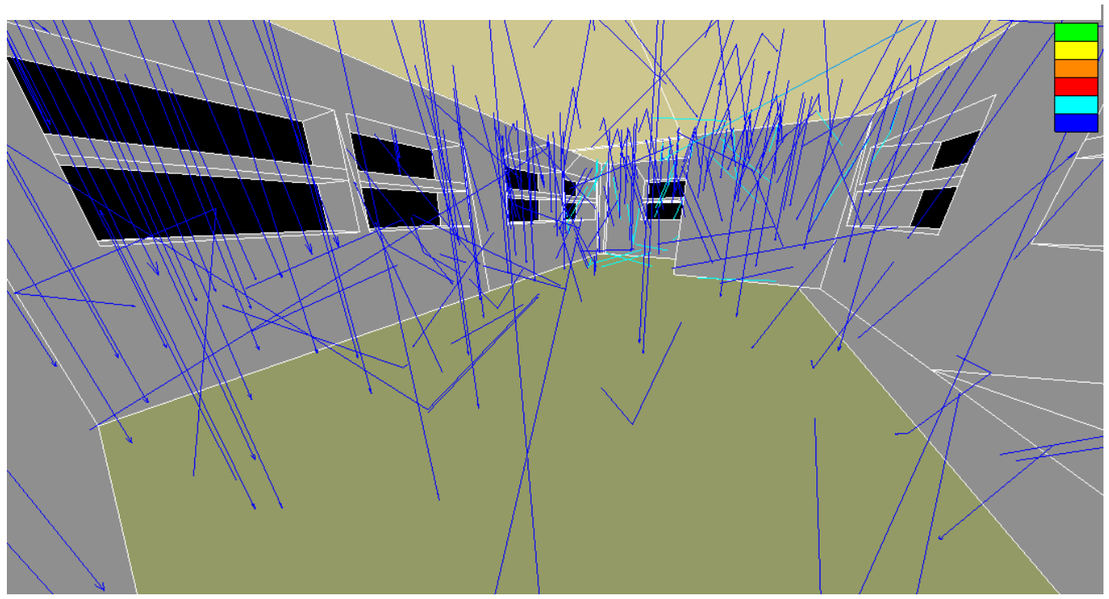
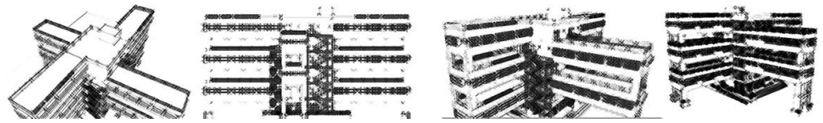
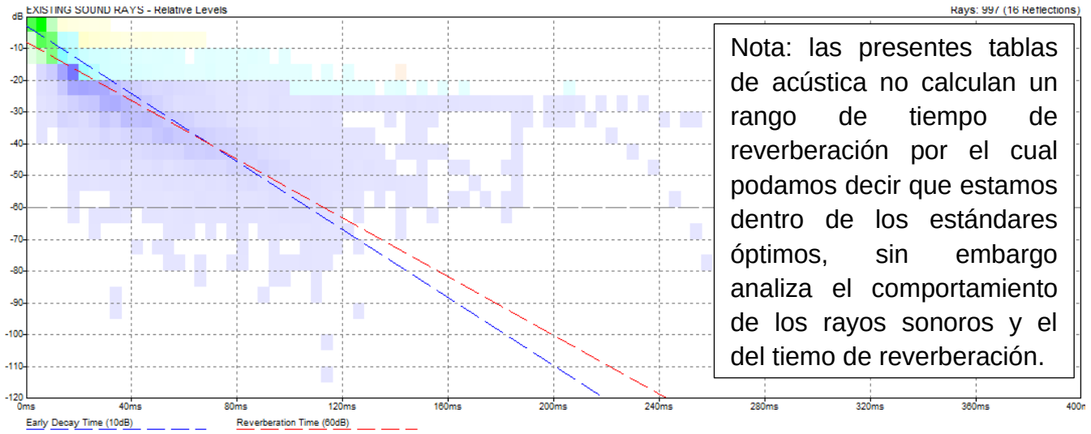


Ilustración 280. Cálculo 5 de rayos acústicos provenientes de fuente de sonido en Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

Cabe señalar que en el software *Ecotect* se aplicaron los materiales antes mencionados para cuestiones acústicas (covintec y ACUSTISÓN-50A) para obtener datos muy aproximados a la realidad.





Nota: las presentes tablas de acústica no calculan un rango de tiempo de reverberación por el cual podamos decir que estamos dentro de los estándares óptimos, sin embargo analiza el comportamiento de los rayos sonoros y el del tiemo de reverberación.

Ilustración 284. Niveles relativos de los rayos sonoros. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

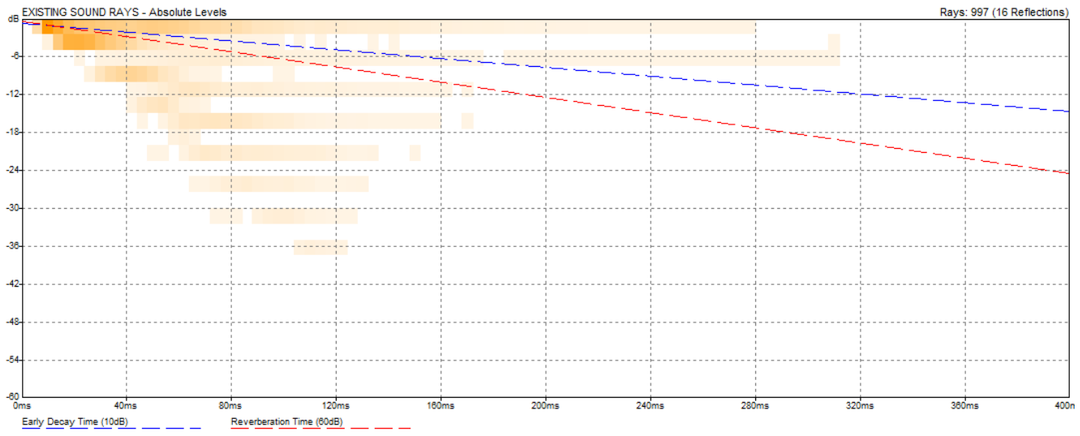


Ilustración 283. Niveles absolutos de los rayos sonoros existentes. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

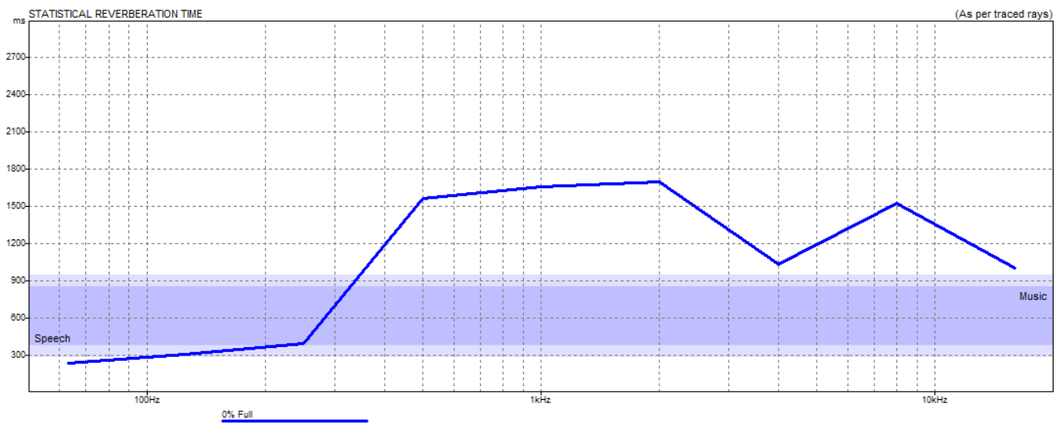
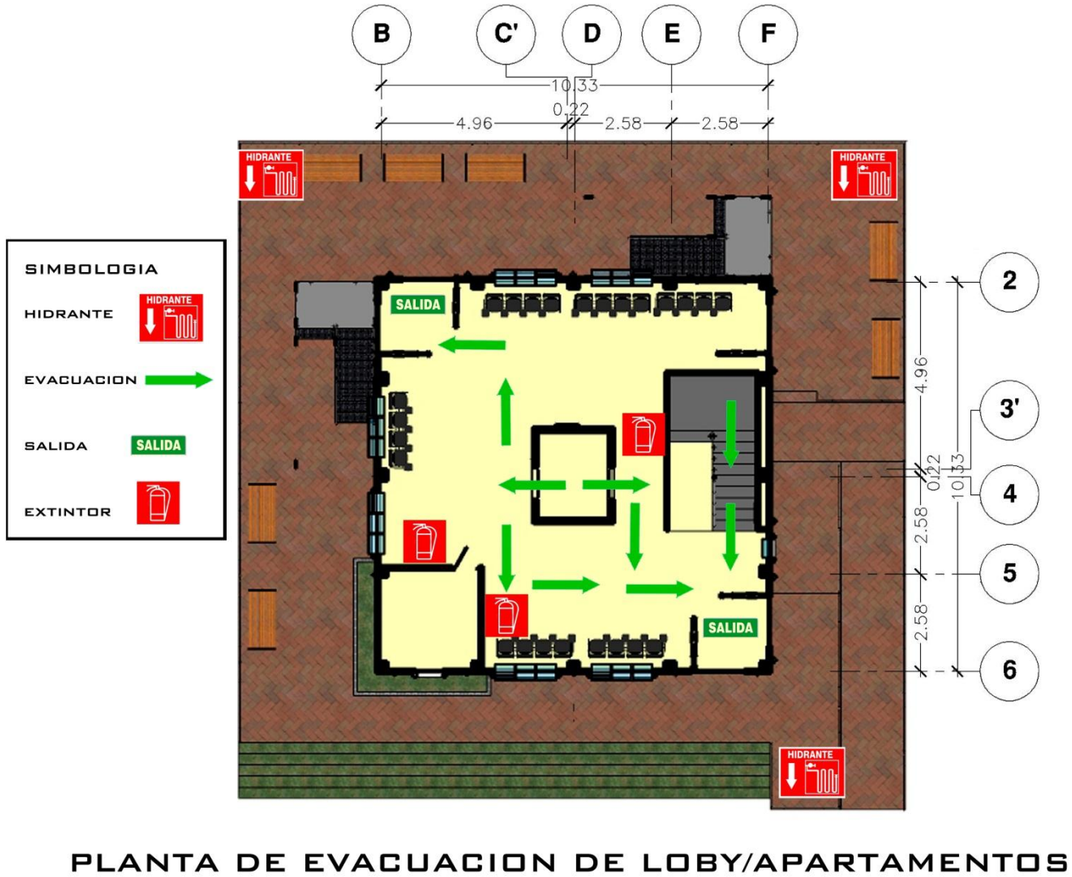


Ilustración 282. Gráfica de los tiempos estimados de reverberación. Fuente: Elaboración propia con base en Ecotect

En las tablas anteriores se muestra el análisis del tiempo de reverberación existente en el espacio interno de acuerdo a datos estándares basados en fuentes sonoras como son los equipos de música y la voz humana, en una escala de decibeles que decae entre los 18 y 24 db sujetos a la velocidad promedio en la cual se disipa el sonido en un espacio determinado. Esto corresponde a rayos acústicos que resultan del rebote sobre las superficies de análisis.

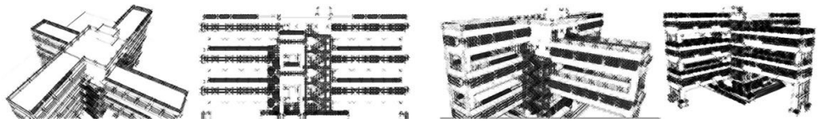
4.2.1.4 Seguridad

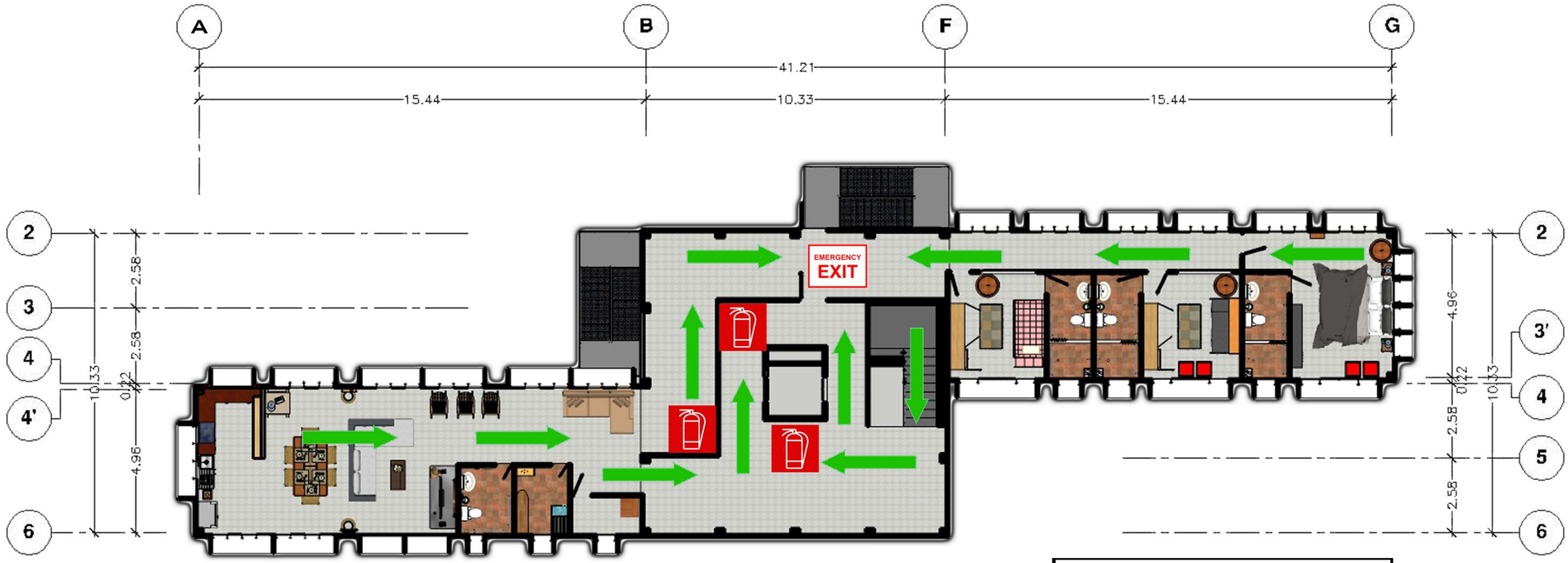
- **Señalética-rutas de evacuación**



PLANTA DE EVACUACION DE LOBY/APARTAMENTOS

Ilustración 285. Planta de rutas de evacuación de Lobby/apartamentos. Fuente: Elaboración propia





PLANTA DE EVACUACION DE APARTAMENTO

NOTA:

LOS USUARIOS DEL APARTAENTO NO RECORREN MAS DE 30 MTS HACIA LA SALIDA DE EMERGENCIA.

SIMBOLOGIA

RUTA DE EVACUACION

SALIDA

EXTINTOR

Ilustración 286. Planta de evacuación de apartamento. Fuente: Elaboración propia

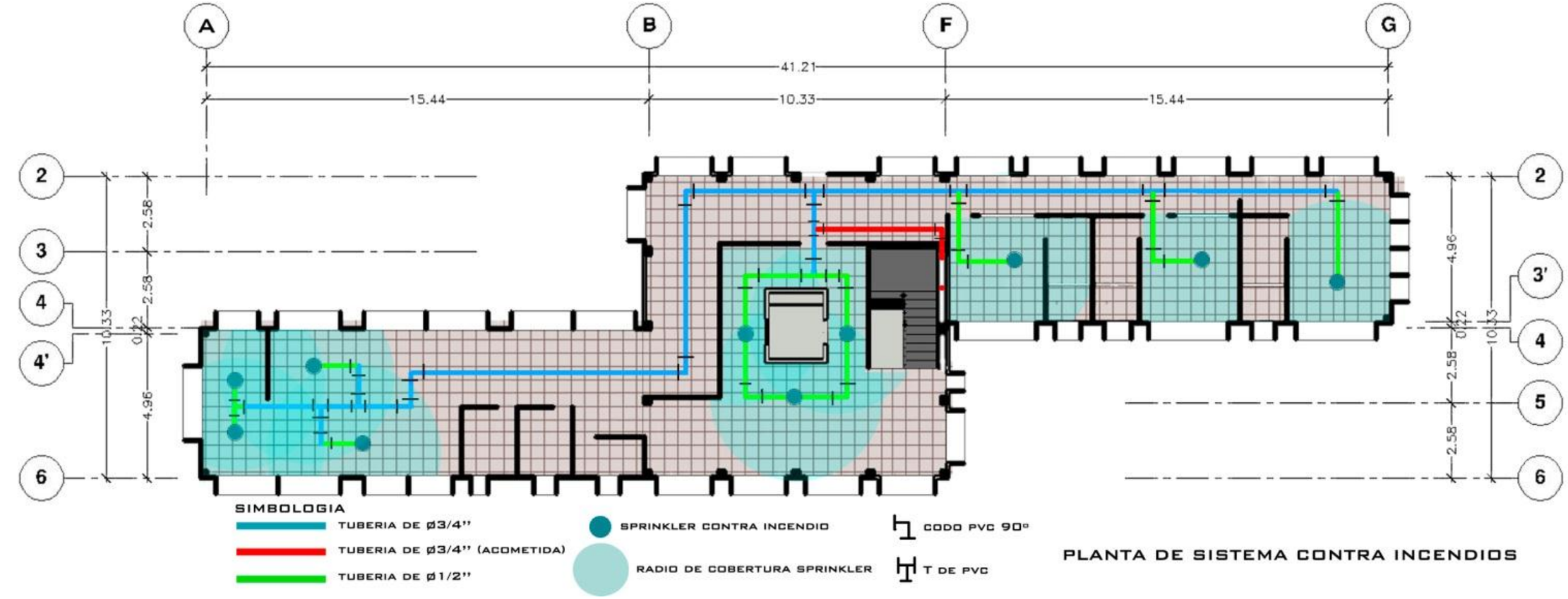
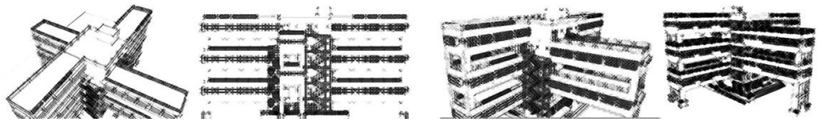
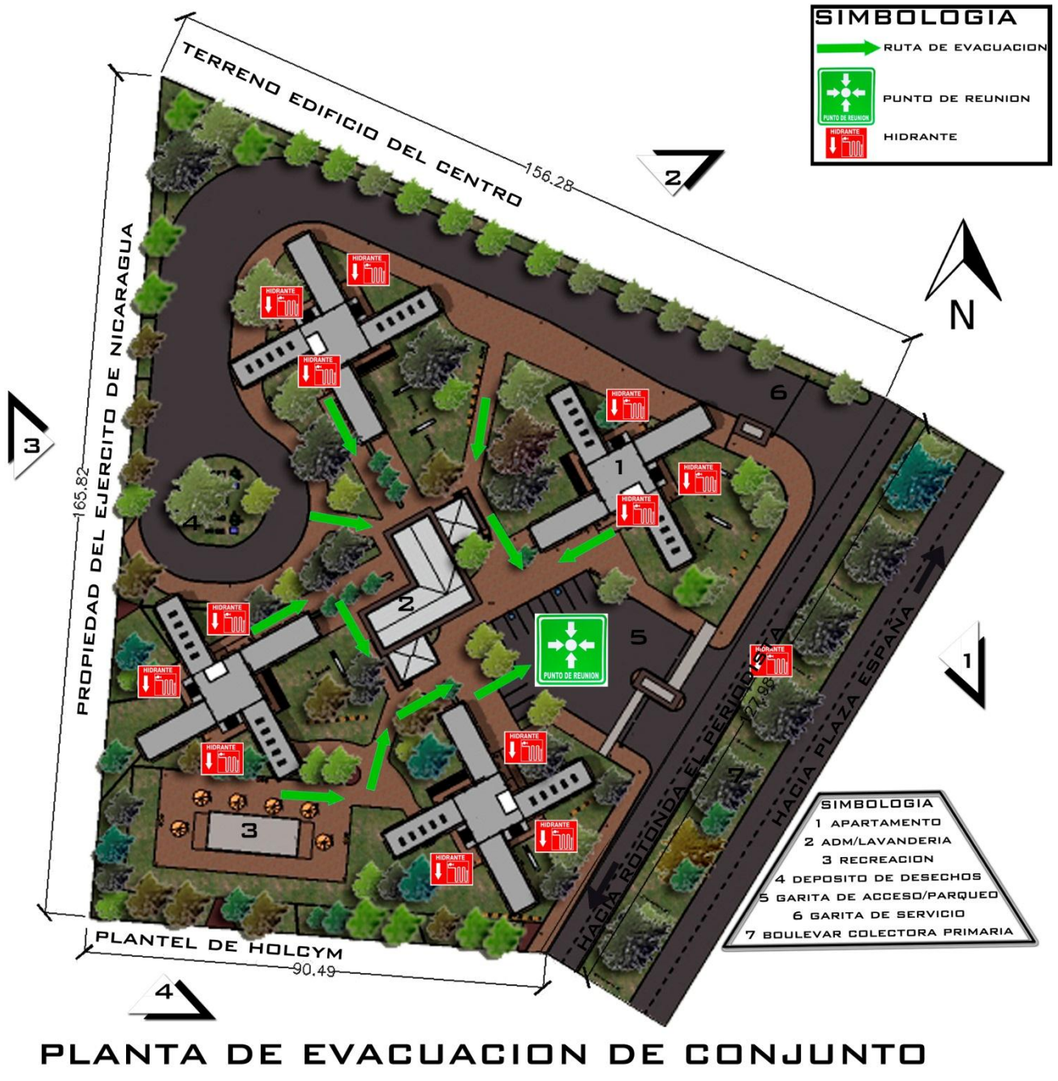


Ilustración 287. Planta de sistema contra incendios. Fuente: Elaboración propia





PLANTA DE EVACUACION DE CONJUNTO

Ilustración 288. Planta de rutas de evacuación de conjunto. Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Premisas teóricas-formales

4.2.2.1 Planteamiento gráfico del concepto generador o idea generatriz

El diseño del multifamiliar "tetris social" tiene verdaderamente más de un concepto generador, si bien es cierto que "no hay arquitectura sin un concepto que de coherencia e identidad a un edificio"[74] y que "es el concepto y no la forma la que distingue a la arquitectura de una construcción"[75] ; se debe tener muy en cuenta las siguientes premisas:

Relación entre concepto y contexto, el concepto son las ideas del diseñador, de cómo se conciben, mientras tanto el contexto no es más que la situación real del sitio de emplazamiento.

Nuestra forma de relacionarlos es por "*conflicto",* es decir confrontamos nuestras ideas de *diseño bioclimático* contra el *contexto* de forma estratégica, presentamos una ruptura con la arquitectura que hay en el entorno (edificio del centro).

En el contexto urbano de la ciudad de Managua, no existe un sistema conceptual hacia la tipología multifamiliar, ya que es de conocimiento que la vivienda en altura lógicamente proporciona el aprovechamiento espacial, su concepto entra en conflicto con el contexto histórico de la ciudad, cuyos antecedentes sísmicos condicionan las idealizaciones de varias plantas. Basta con seguir una relación tipológica y estilística adecuada que permita la inserción conceptual con el contexto urbano del sitio siguiendo la teoría de confrontación que estratégicamente nos permite diseñar un elemento arquitectónico que se conjugue con el contenido para cual está siendo diseñado.

Se puede decir con toda certeza que la principal idea generatriz del proyecto como analogía es la forma geométrica en planta de una de las piezas del famoso juego de Nintendo "Tetris" adaptado espacialmente para su uso arquitectónico como edificio multifamiliar (ver ilustración 288). Dicha forma geométrica en planta es repetida en ascenso y rotada sobre su mismo eje por motivos

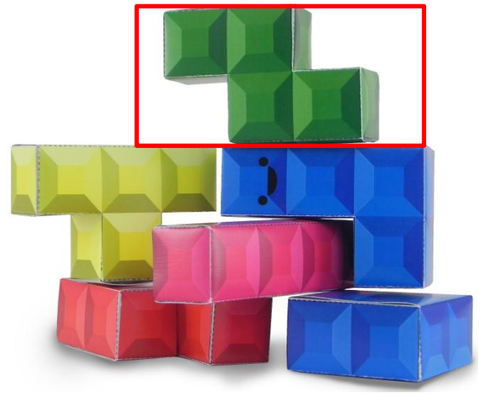


Ilustración 289. "Tetris" de Nintendo. Fuente: www.juegosNest.com

[74] TSCHUMI, Bernard. Arquine, Revista internacional de arquitectura y diseño. Vol 34. 2005
[75] TSCHUMI, Bernard. Arquine, Revista internacional de arquitectura y diseño. Vol 34. 2005

bioclimáticos de ventilación y protección solar justificados en los acápites anteriores.

Otro de los conceptos generadores del diseño en planta es la analogía de las aspas de los generadores de energía eólica, es un concepto que viene de la mano en cuanto al simbolismo del diseño como tal, puesto que una de las principales características del multifamiliar es la de captar ventilación natural de forma pasiva. Esta segunda analogía se podría decir que es una combinación entre la forma geométrica en planta del "tetris" + la disposición espacial rotada del "generador de energía eólica".

A nivel de conjunto la tercera analogía correspondería a la de un campo generador de energía eólica, siendo así los cuatro edificios distribuidos como si fuesen generadores vistos en planta por supuesto. (Ver ilustración 289).

La tercer y última analogía en planta es la de una hoja de trébol de cuatro hojas, el centro del edificio visto en (planta) hace las de tallo de un trébol que sostiene a los apartamentos que serían las cuatro hojas del trébol, estas mismas proyectan sombra sobre sí mismas, a su alrededor y la zona general de circulación externa del edificio (ver ilus. 291).

La idea o concepto generador partió meramente por la necesidad de satisfacer varios aspectos funcionales, formales, estilísticos y estructurales al mismo tiempo, ya que las formas geométricas convencionales no lo hacían, o por cubrir algunos aspectos se descuidaban otros, por ejemplo, por ventilar el edificio se descuidaba la parte estilística o la parte de iluminación, la estructura o bien la acústica.

Ilustración 290. Generador eólico casero. Fuente: eltallercito.org

Ilustración 291. Planta de conjunto. Fuente: elaboración propia

Ilustración 292. Trébol. Fuente:www.pics.com

A continuación se presentan las distintas ideas generatrices que se estudiaron hasta llegar a la propuesta final (vistas en planta):

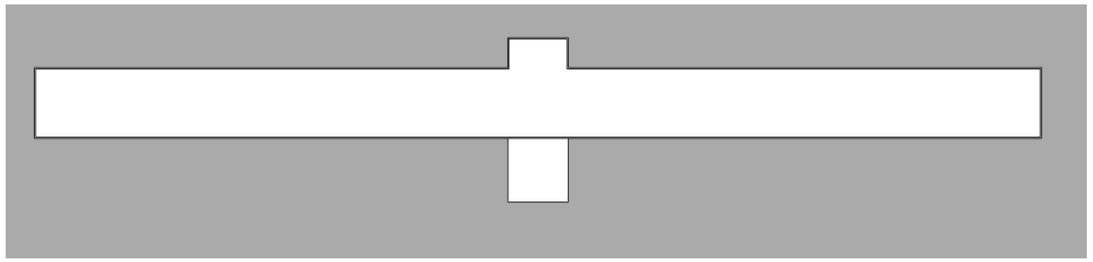


Ilustración 295. Propuesta de concepto generador 1. Fuente: Elaboración propia

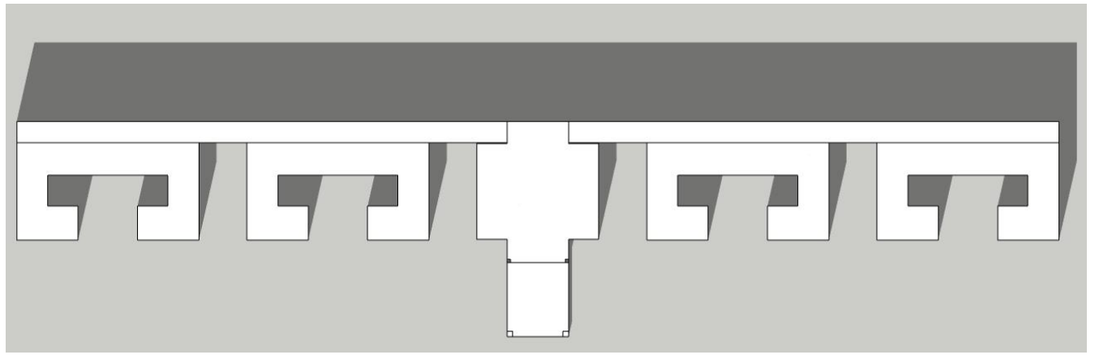


Ilustración 294. Propuesta de concepto generador 2. Fuente: Elaboración propia

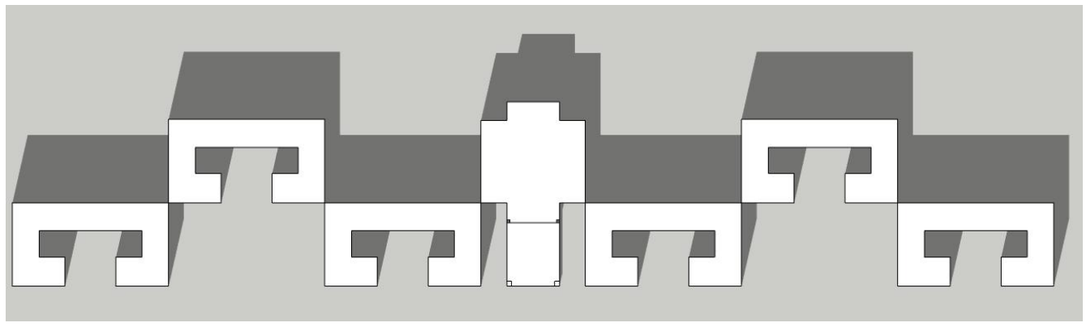
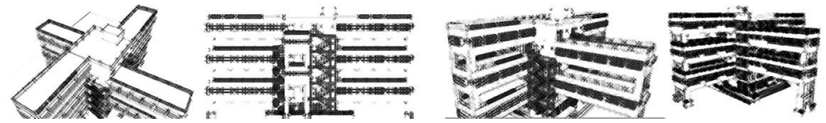


Ilustración 293. Propuesta de concepto generador 3. Fuente: Elaboración propia



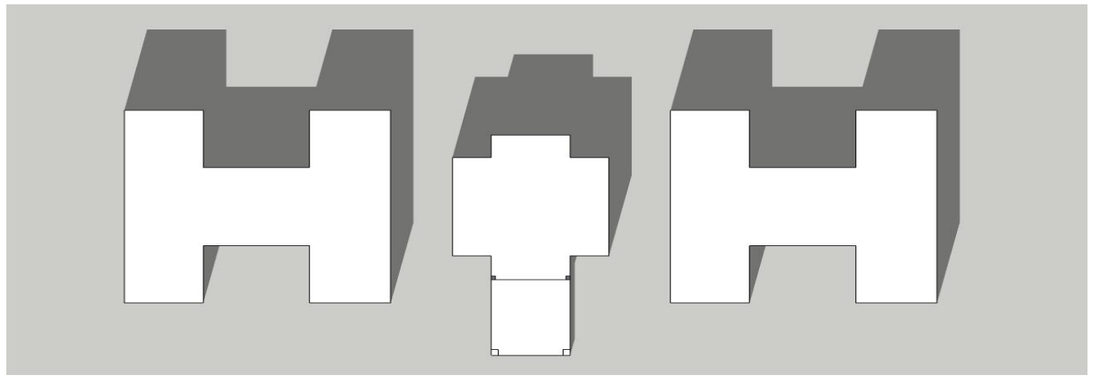


Ilustración 299. Propuesta de concepto generador 4. Fuente: Elaboración propia

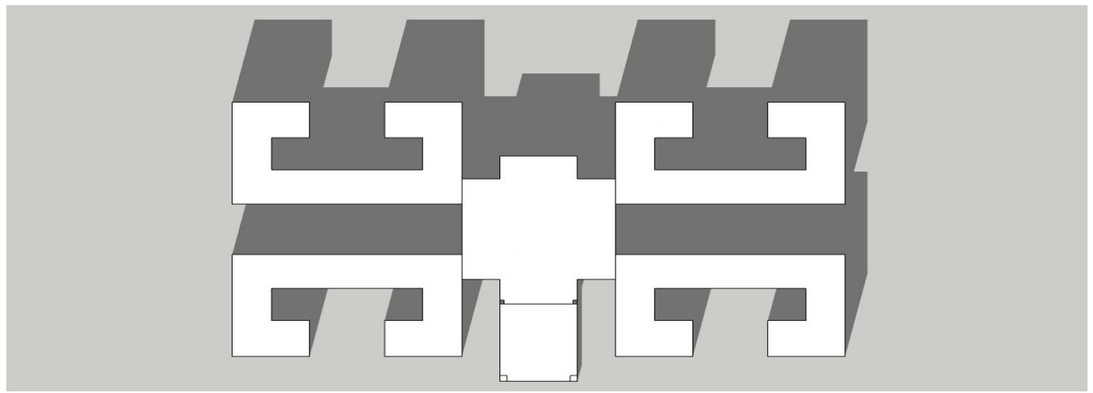


Ilustración 298. Propuesta de concepto generador 5. Fuente: Elaboración propia

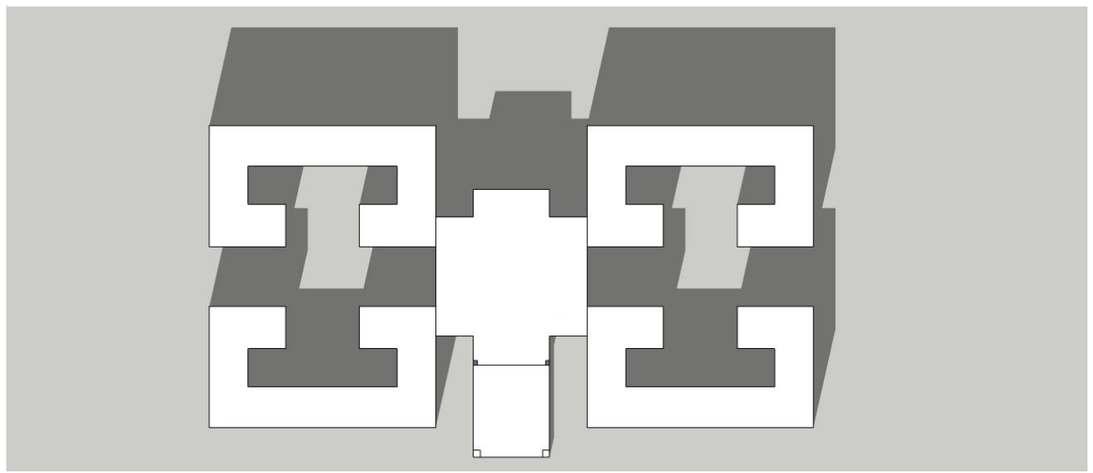
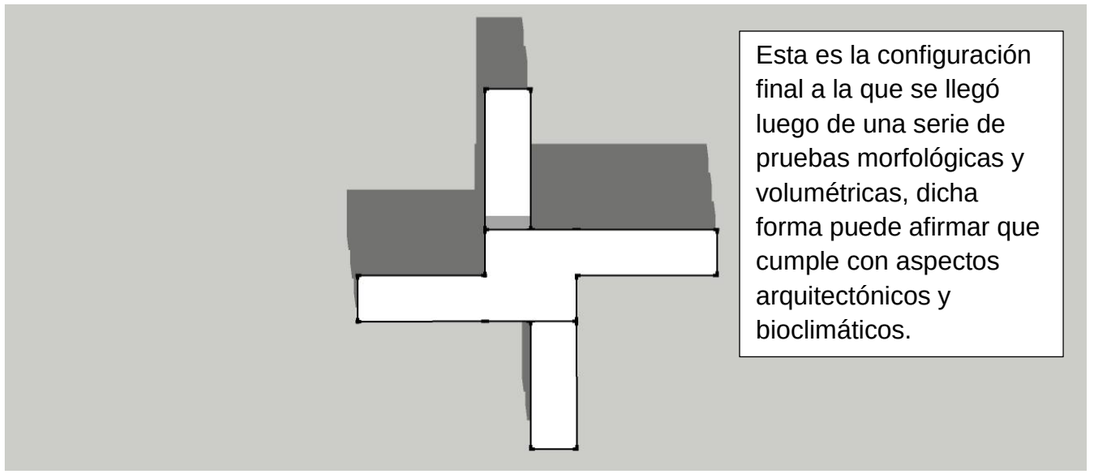


Ilustración 297. Propuesta de concepto generador 6. Fuente: Elaboración propia

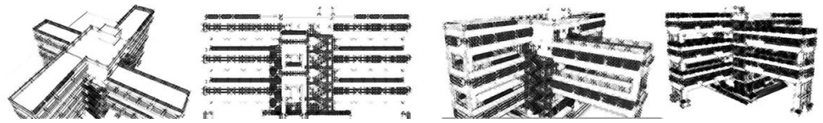


Esta es la configuración final a la que se llegó luego de una serie de pruebas morfológicas y volumétricas, dicha forma puede afirmar que cumple con aspectos arquitectónicos y bioclimáticos.

Ilustración 300. Propuesta final de concepto generador. Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2 Morfología volumétrica

Ilustración 296. Perspectiva de edificio Multifamiliar "tetris social" 21 de junio/2:30pm. Fuente: Elaboración propia



El aspecto volumétrico del edificio es de suma importancia, ya que dicha configuración aporta en gran medida a varios aspectos tales como: *Ventilación natural* debido a su permeabilidad al viento, por medio de su forma girada en cada piso que deja un espacio permeable para que el apartamento que le sucede goce de igual forma de una entrada de viento oblicua. *Protección solar,* su misma configuración volumétrica rotada y alargada permite que un aspa "apartamento" en determinadas horas del día proteja al otro apartamento y viceversa, de tal modo que el mismo apartamento en sí funciona como un Elemento de protección solar muy aparte de los EPS en miniatura que se encuentran en las ventanas que vendrían a proteger en las horas sol en que dichas paredes no son protegidas con el apartamento superior girado, agregando a esto el hecho de que los apartamentos en su totalidad dan sombra al área de circulación en común de la base del edificio.

En cuanto a *la iluminación natural,* cada apartamento conforme a su configuración alargada y ligada a su volumen obtienen toda la iluminación en las horas sol del día, tanto directa, indirecta, difusa y por medio de la bóveda celeste local.

Es interesante también el hecho de que su concepción volumétrica permita tener un área de terrazas sociales en las losas de techo de los apartamentos que están rotados, donde los usuarios pueden estar prácticamente al aire libre disfrutando de una buena, mañana, tarde o noche social en compañía de sus seres amados y amigos por motivos de un sin número de festividades.

En cuanto a la circulación que se desarrolla en su entorno inmediato, como circulación peatonal de conjunto o áreas verdes, dicho volumen no interrumpe el flujo circulatorio porque al estar los apartamentos en una especie de voladizo, permite que ese espacio sea utilizado para el área verde, andenes peatonales, juegos infantiles, etc.

Ilustración 301. Perspectiva del área verde y juegos del Multifamiliar tetris social 21 junio/9:45am. Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 Carácter estilístico

El carácter estilístico del diseño multifamiliar lo podemos describir de la siguiente manera:

Corresponde a un estílo combinado, puesto que hemos retomado varios criterios y elementos de diseño de ciertas corrientes arquitectónicas combinados con nuestras ideas, y criterios de diseño que adquirieron en los cursos de graduación anteriores a este proceso de tesina.

Se retomaron puntos del *minimalismo* como lo es el "menos es más", y se puede reflejar en los interiores sencillos de los apartamentos, que poseen juegos de cielos planos y tradicionales, paredes lisas con solo tratamientos de repello y fino usando un color amarillo pastel por cuestiones de iluminación interior (ver ilustración 302), y ventanas proyectadas típicas con armazón de aluminio gris, pisos típicos de cerámicas, todos los interiores presentan acabados tradicionales. Cada pared y cada elemento en el diseño corresponde a un objetivo, cada volumen tiene su razón de ser, y es ahí donde también se aplicó el "menos es más" al no recurrir a elementos inncesarios como motivo de estética, si bien sabemos que hay estética en lo puro. Cuando nos referimos a "puro" es porque se usaron formas geométricas simples como el cubo, el cuadrado, y el rectángulo, etc. (Ver ilustración 301). Hay belleza en lo puro, en lo original, en lo intratable.

Ilustración 303. Vista de Sala-comedor-cocina. Fuente: Elaboración propia

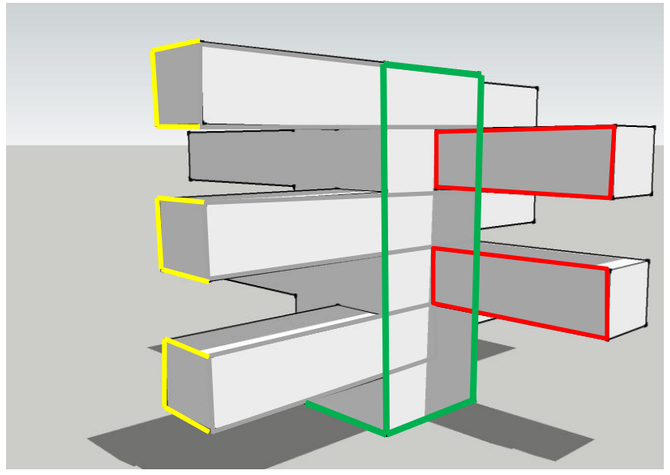
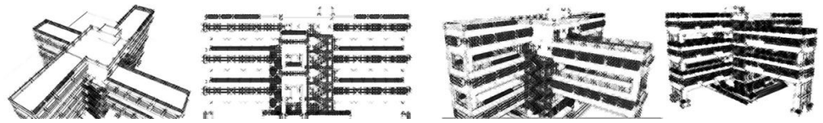


Ilustración 302. Demostración de uso de formas puras en volumen. Fuente: Elaboración propia



Inclusive en las fachadas se perciben de la misma manera el uso de formas puras, los EPS hacen juego (unidad) con él edificio en general.

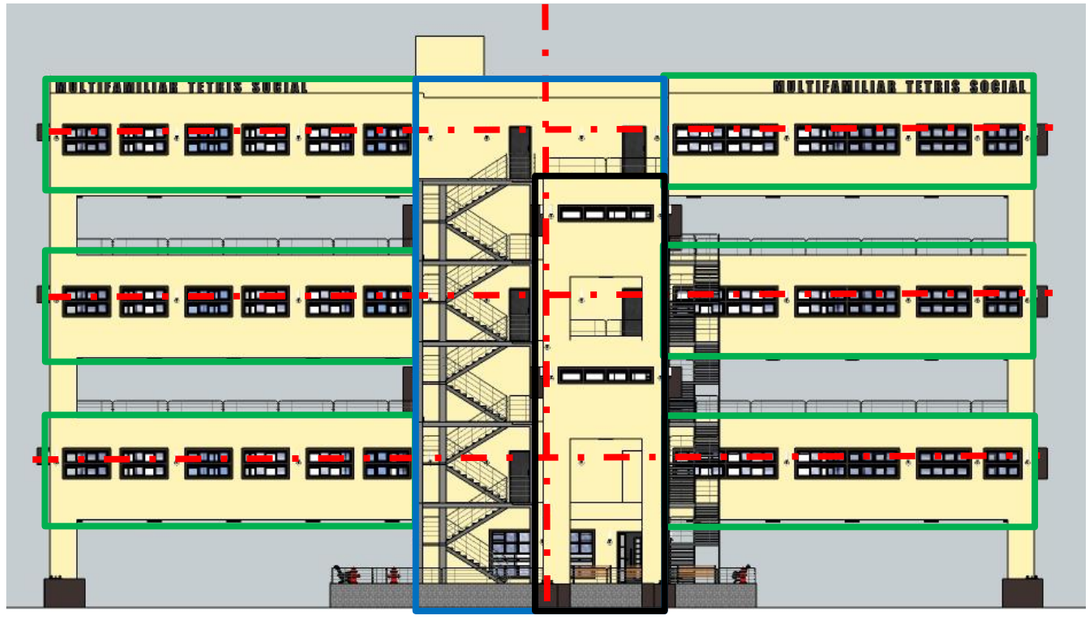


Ilustración 304. Estudio de fachada-Elevación arquitectónica 1. Fuente: Elaboración propia

SIMBOLOGIA

Líneas de simetría — Líneas de Elemento superpuesto

Forma principal — Líneas de elemento saliente

Se pueden advertir el uso de simetría, la unidad en cuanto a formas, colores y elementos, uso de color (bicromía), se emplea el ritmo tanto en ventanas como elementos de protección solar, de un núcleo en común nacen en voladizo elementos secundarios.

Utilizamos uno de los cinco postulados del maestro L'Corbusier "La planta libre" en las terrazas sociales de cada apartamento

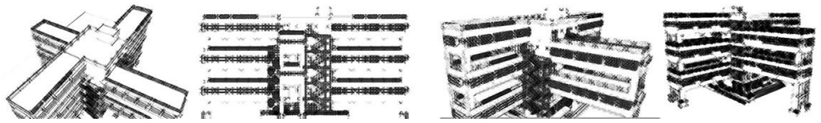
Ilustración 305. Vista de Circulación general del edificio con énfasis en la gradas. Fuente: Elaboración propia

con el uso de columnas aisladas.

Se implementaron las huellas en las escaleras con recubrimiento vegetal muy propio de otro grande en la Arquitectura, Alvar Aalto, de igual forma el uso de materiales de barro en el petril para evitar junto con la faja vegetal la reflexión del calor directo e indirecto. (Ver ilustración 304).

Se adoptó por la corriente racionalista al no poseer ningún tipo de textura o recubrimientos "estéticos" que a la vez muchas veces se vuelven costos innecesarios y cargan mucho las fachadas. (Ver ilustración 305).

Ilustración 306. Perspectiva de edificio multifamiliar tetris social. Fuente: Elaboración propia



4.2.3 Premisas tecnológicas

4.2.3.1 Análisis de terraceo-movimiento de tierra

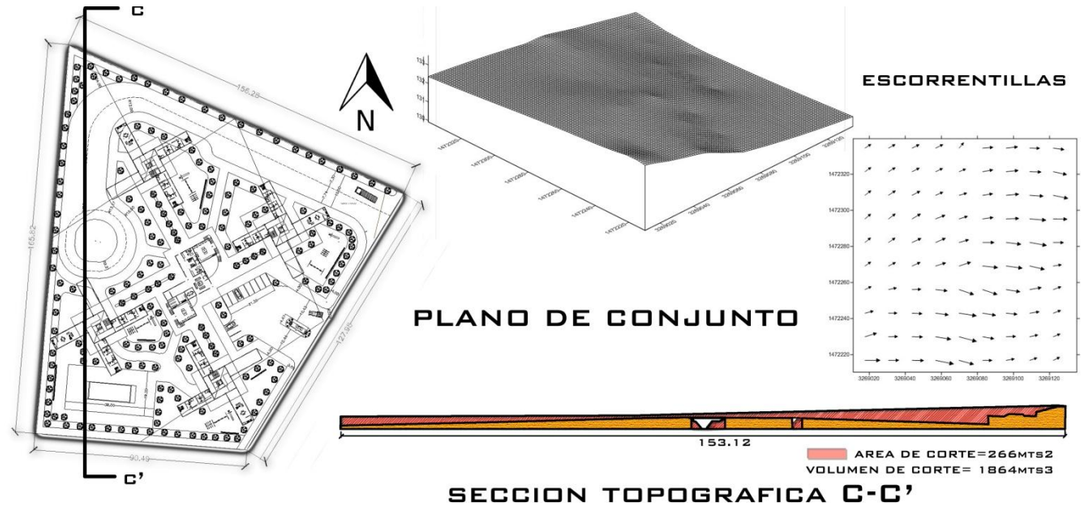


Ilustración 307. Análisis de terraceo y movimientos de tierra. Fuente: Elaboración propia con base en Surfer

Es clave mencionar el uso de terrazas en el terreno para el emplazamiento de las diversas zonas del diseño. Se optó por mantener ciertas zonas del proyecto con la topografía del sitio, estas están comprendidas en la cara Sur y parte del lindero Oeste en donde se diseñó un recorrido verde cuyo punto más alto de NPT+2.26mts.

Los estacionamientos y accesos de vehículos pesados de servicio se mantuvieron con una media de NPT-0.25mts. Así mismo el emplazamiento de los módulos de apartamentos del multifamiliar obedece a criterios estructurales y topográficos, es decir que hay un NPT+1.00mts, que responde a la propuesta de losa de cimentación nervada en donde el desplante de las secciones principales es NPT-2.10mts. Por ende la altura del acceso principal de los apartamentos reacciona positivamente al análisis de escorrentías pluviales ya que se obtiene una pendiente del 5% cuya dirección está orientada de Suroeste a Noreste.

El núcleo de oficinas con un NPT+0.10mts, posee relación indirecta con el área de lavandería, por medio de vestíbulos externos en donde se ubica una escalera que baja hacia un NPT-2.70mts, esto con la intención de guardar una relación conceptual y de integración del diseño con el entorno inmediato, resultante también del criterio bioclimático de soterrar el ambiente para regular la temperatura interna a través de la tierra, que mantiene contacto directo con los paneles de covintec que sirven de cerramiento.

No obstante el movimiento de tierra será de corte y no de relleno, ya que en términos económicos para la fase de terraceo, es ventajoso debido a que es más caro comprar la tierra para después rellenar y compactar.

4.2.3.2 Selección de sistemas constructivos y estructurales

- **Sistema constructivo de paneles de mallas electrosoldadas tridimensionales**

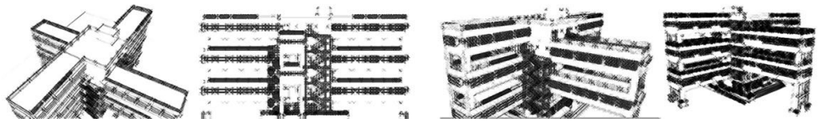
El sistema consiste en paneles de 1,22 x 2,44, estos paneles están fabricados con alambres de acero galvanizado con una resistencia de 60,000 psi que forman una estructura tridimensional electro-soldada y esta aloja tiras de poliestireno (estereofón) expandido de 14 kg/m3 en el medio para obtener un inmejorable aislamiento térmico y acústico.

Fueron determinantes las razones por las cuales se prefirió el sistema constructivo de malla electrosoldada tridimensional “panel covintec”:

- Es mucho más liviano que los demás sistemas constructivos tradicionales como el de mampostería reforzada o confinada. Y es por eso que se pueden edificar más de dos pisos, y de esta forma obtenemos una obra liviana, ideal para Managua.
- Tiene propiedades termo-acústicas que son muy útiles en diseño bioclimático.
- Se reducen los tiempos de construcción hasta en un 50% debido a su rápida instalación, por esta razón se ahorra en costos generales de obra, obteniendo al final una obra con una vida útil igual o superior a los sistemas tradicionales.

Ilustración 308. Panel de covintec. Fuente: www.hopsa.com.ni

- No se necesita de una gran capacitación para poder saber instalar los paneles.
- Desde el punto de vista de arquitectura verde *se ahorran muchos árboles (madera)* al no utilizar formaletas para el revoque de concreto.
- Es un material que se puede obtener fácilmente en el sector en donde se contempla el diseño del multifamiliar al ser un lugar céntrico, por lo tanto se reducen costos de transporte.
- Es un sistema muy fácil de manejar, es versátil.



Según uno de sus distribuidores nacionales (Hopsa) las propiedades del poliestireno son:

- No es tóxico, ni peligroso.
- No constituye un medio nutritivo para microorganismos.
- No se pudre, ni descompone, ni enmohece.
- No es atacado por bacterias.
- EI poliestireno no produce gas tóxico, ni contiene clorofluorocarbonos.
- Es 100% reciclable.
- Contribuye al ahorro energético.
- Inofensivo para el medio ambiente al no desprender ninguna sustancia dañina al aire, suelo o agua, ni en su fabricación ni en su aplicación.[76]

Resistencia al fuego:

Pruebas de resistencia al Fuego según norma ASTM fueron realizadas por Antioch Testing Laboratory of Warnock Hersey International, Inc. Estas indicaron que al tomar medición a los 53 minutos de exposición a fuego directo, el PANEL COVINTEC, producido bajo licencia de IMPAC INTERNATIONAL, con repello de 1" en ambas caras continuo resistiendo una carga de 1,200 lbs/pie sin paso de gases o llama. La prueba continuo hasta 60 minutos cuando se le sometió a la prueba de "chorro de agua a presión" sin darse paso de agua, y resistiendo una carga doble de 2,400 lbs/pie.[77]

- **Sistema de marcos estructurales metálicos**

Por la forma volumétrica del diseño poco convencional, lo más viable, factible y funcional en todos los puntos de vista era el utilizar marcos estructurales metálicos por las siguientes razones:

- Las estructuras metálicas son mucho menos pesadas que las estructuras de concreto reforzado.

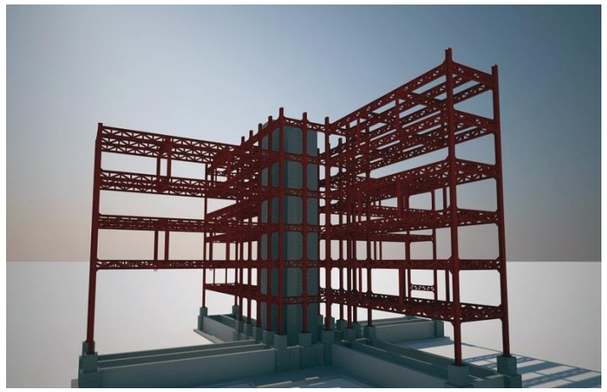


Ilustración 309. Perspectiva de propuesta estructural para edificio. Fuente: Elaboración propia

- Para los grandes claros a cubrir por los apartamentos la mejor solución era usar perfiles metálicos W de alta resistencia (60,000 psi) esto con el fin de disminuir considerablemente las columnas principales estructurales, complementados con cerchas tipo “pratt” constituidas con una combinación de secciones W con cajas metálicas de 12” x 4” x 1 ½” y sus correspondientes atiezadores.

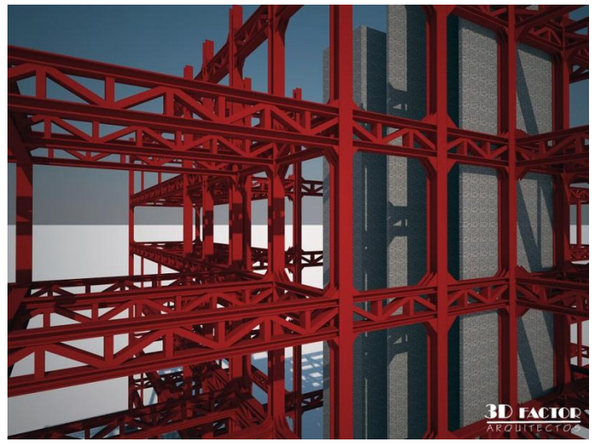


Ilustración 311. Detalle de fijación de cerchas a anillo de compresión de acero. Fuente: Elaboración propia

- Aquí también entra una valiosa justificación sobre el uso de estructuras metálicas y no concreto reforzado, y es que se protegen muchos árboles al no usarse formaletas.
- Un ahorro en tiempos de construcción, porque no se cae en la situación de esperar en que fragüe el concreto para poder avanzar en las siguientes etapas de construcción a excepción de la cimentación.
- En cuestiones de costos es más barato construir con metal que con concreto.
- Los perfiles metálicos son compatibles con los paneles de covintec.

El diseño estructural en general viene a suplir las demandas arquitectónicas, su armazón se acopla de manera efectiva a la forma.

- **Descripción general de la estructura**

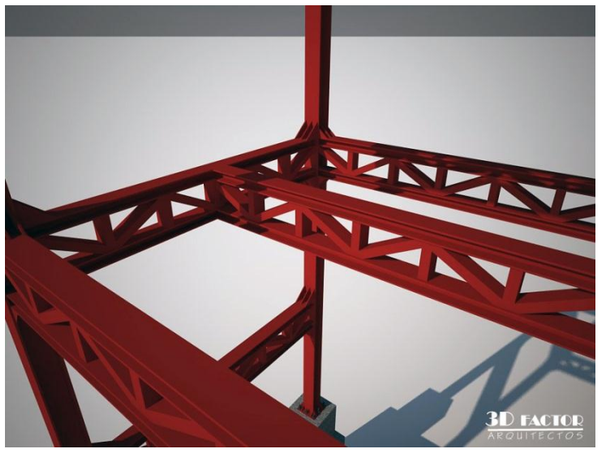
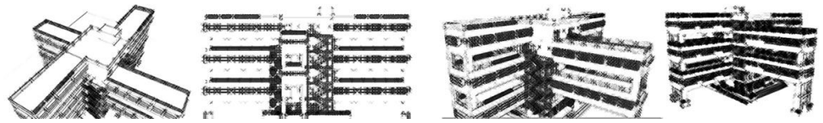


Ilustración 310. Detalle de fijación de Vigas W con cerchas pratt y atiezadores. Fuente: Elaboración propia

[76] HOPSA. Manual técnico de covintec. www.hopsa.com.ni
[77] HOPSA. Manual técnico de covintec. www.hopsa.com.ni



La estructura consiste básicamente en un anillo de compresión metálico como punto de concentración de las cargas vivas (200 kg/m²) y las muertas. Dichas cargas provienen de las cerchas en voladizo que sostienen las losas de entrepiso de los apartamentos, estás a la vez tienen un entramado de cerchas en dirección contraria (a lo ancho) esto con el fin de arriostrar y distribuir las cargas uniformemente, al extremo final de las cerchas para losas por motivos del claro alargado a cubrir se propuso una columna en perfil W de 12” x 12” x 1 ½” para funcionar de igual forma como arriostre y evitar que el momento replicado por las cerchas más largas vuelquen o fracturen los puntos de apoyo hacia el anillo de compresión, estas acciones y reacciones se dan a medida que las cargas van bajando a la cimentación.

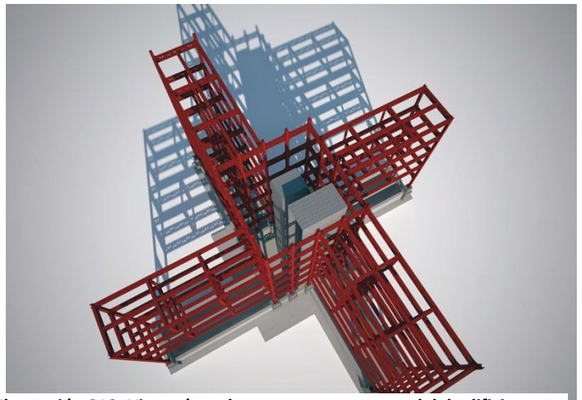


Ilustración 312. Vista aérea de propuesta estructural del edificio. Fuente: Elaboración propia

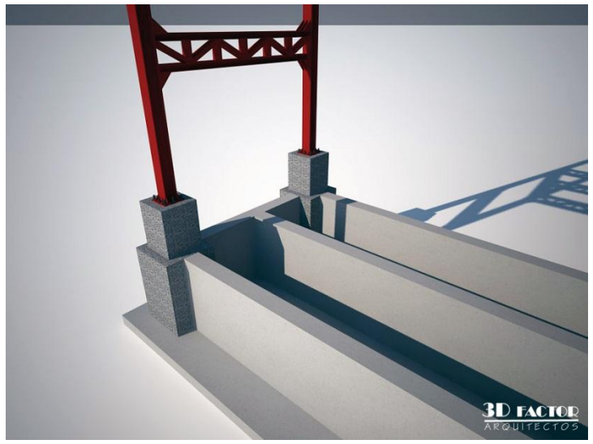


Ilustración 314. Detalle de fijación de columnas de arriostre con pedestales y losa secundaria de cimentación. Fuente: Elaboración propia

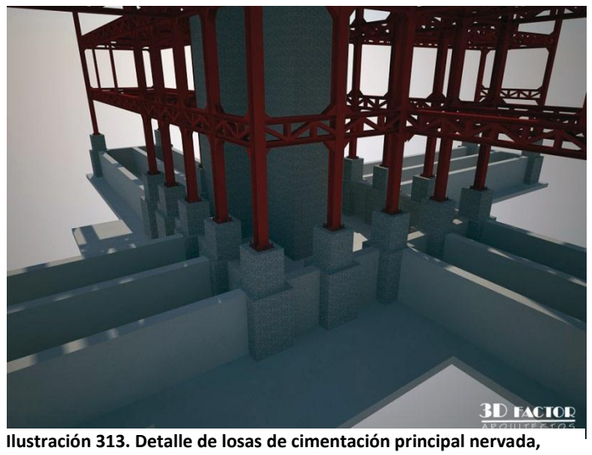


Ilustración 313. Detalle de losas de cimentación principal nervada, pedestales y losas secundarias. Fuente: Elaboración propia

En la fase final del trabajo estructural se da lo siguiente: Todas las cargas se concentran en los pedestales que se contemplan en las bases de las columnas W con sus respectivos atiezadores y empernadas al pedestal por medio de las platinas de 1 ½” de espesor, se propone el empernado para evitar rigidez en la cimentación y que a la hora del sismo todo el armazón se desplace al ritmo del movimiento telúrico y no lo confronte bruscamente para evitar daños a la estructura, luego las cargas que han sido transmitidas al pedestal son distribuidas a otro pedestal con mayor sección y las mismas son retransmitidas a una nervadura que se propuso en el perímetro del anillo de compresión, y finalmente se replican en la losa de cimentación y de aquí al suelo.

La losa de cimentación funciona como la base de una copa, es decir que tiene un desplazamiento mayor con respecto a las dimensiones del anillo de cimentación para crear esa estabilidad con el área de contacto de suelo. Esta misma losa para cimentación principal está conectada a otras cuatro losas nervadas de igual forma, para unir en una misma fundación los pedestales de las columnas de arriostre con el núcleo principal. Es importante señalar que las fundaciones tienen una profundidad de 2 mts con respecto a nivel de tierra. La estructura del ascensor se dispuso al centro del núcleo por cuestiones estructurales y a las escaleras se le propusieron juntas de expansión debido a su excentricidad.

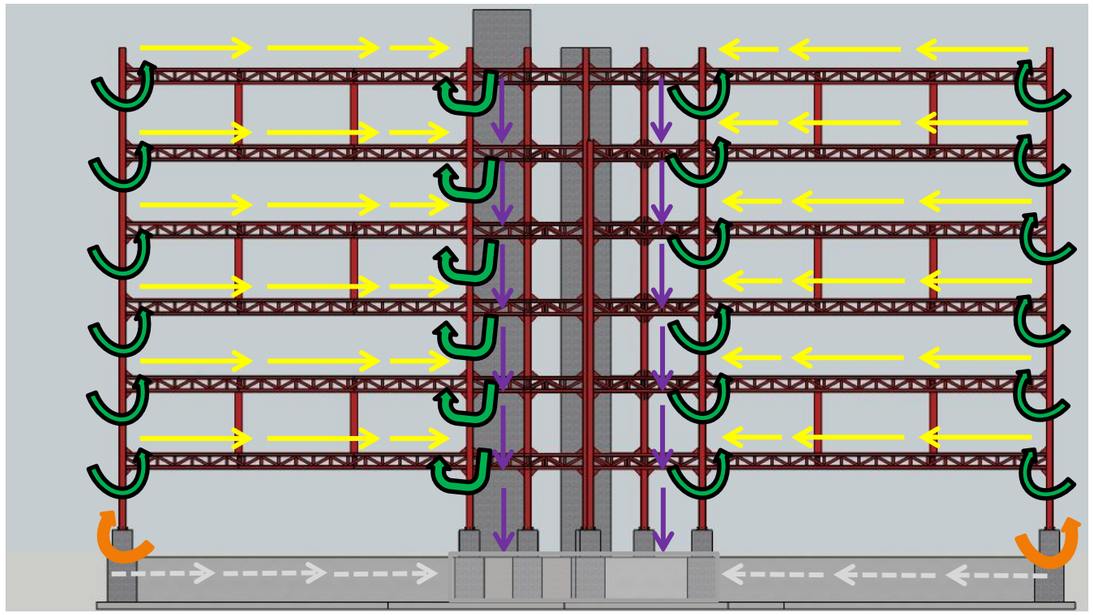
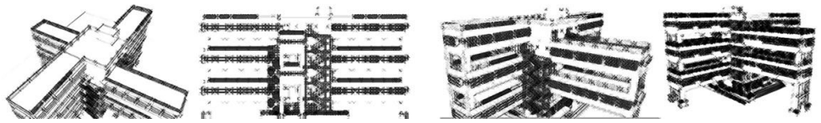


Ilustración 315. Diagrama de comportamiento de cargas. Fuente: Elaboración propia

4.2.3.3 Coordinación modular

En esta etapa se justifica la utilización del panel de Covintec como sistema de cerramiento en combinación con vigas metálicas W, secciones de acero de 4’’x 12’’ con cerchas Pratt o



planas para dejar espacio a las redes de instalaciones en cielo falso, en donde la modulación está basada en las dimensiones del panel en planta para evaluar un costo aproximado.

A continuación se presentan las modulaciones en planta minimizando el desperdicio de materiales en el diseño multifamiliar como premisa hacia un análisis de impacto ambiental.

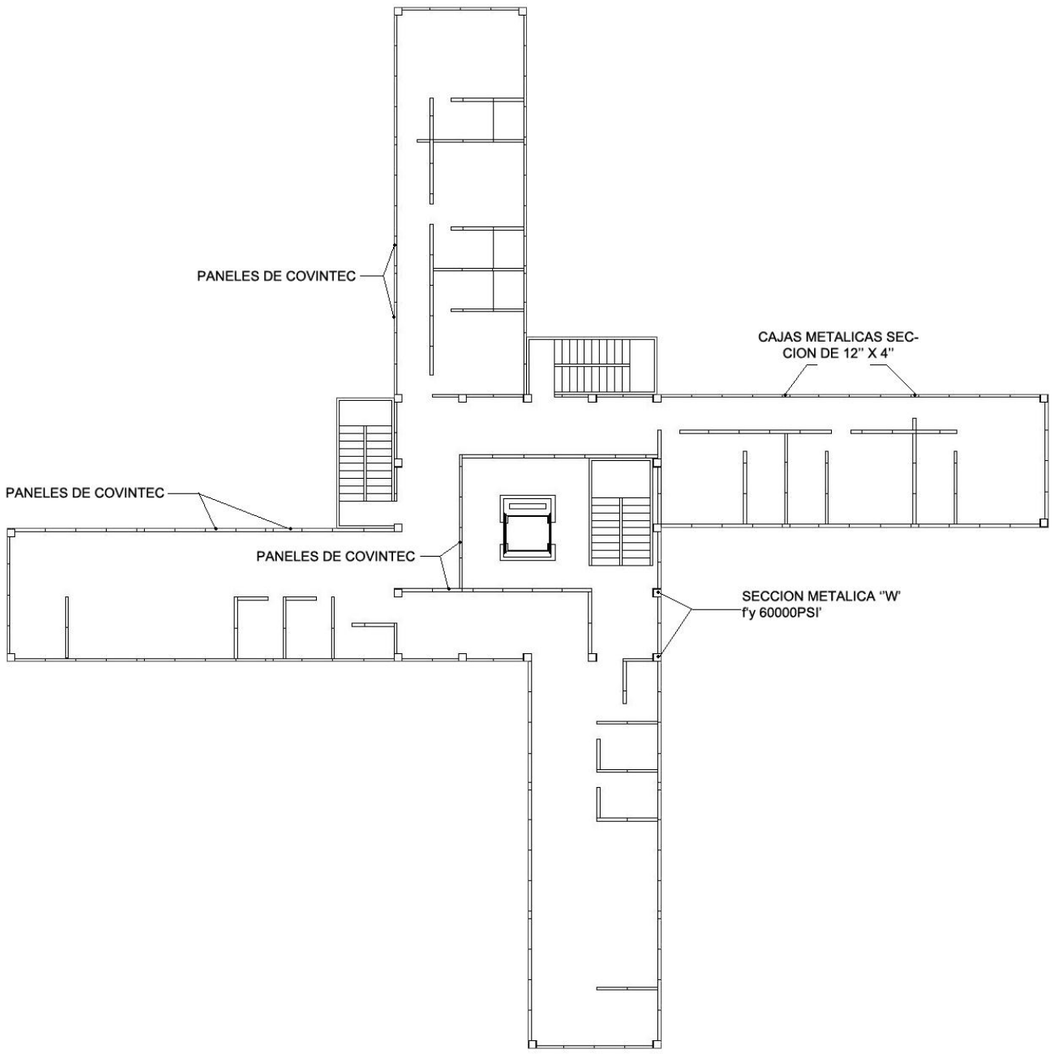


Ilustración 317. Planta de apartamentos modulada a paneles de covintec con resolución de circulación. Fuente: Elaboración propia

- En el diseño de los apartamentos se utilizó una modulación combinada entre el panel de covintec y las secciones ‘‘W’’ de 12’’ a cada 4 paneles de dimensiones 1.22mts de ancho x 2.44mts de alto, con una separación de 5.17mts entre cada eje de las secciones, así mismo este módulo constructivo se aplica entre las secciones de cajas metálicas de 12’’x4’’ con una varianza de 5.13mts dada las dimensiones y disposición

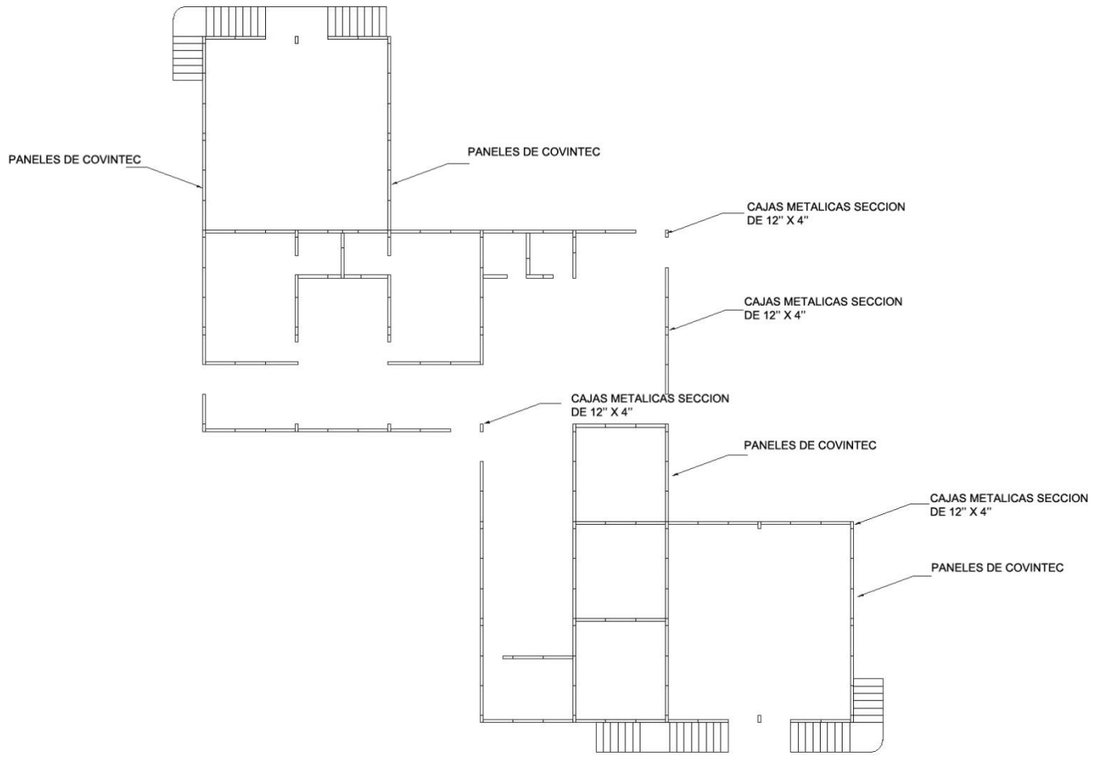
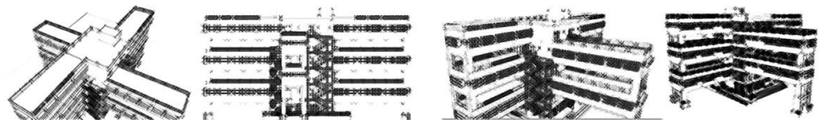


Ilustración 316. Planta de administración modulada a paneles de covintec. Fuente: Elaboración propia

de la estructura principal ubicadas en las alas externas del apartamento.

En la cuantificación de materiales el módulo constructivo responde al ahorro de paneles ya que entre cada eje se propone colocar el panel completo sin cortes para evitar desperdicios, ya que solo se cortará y reutilizará el corte del elemento de cerramiento para puertas y ser utilizado nuevamente en el proyecto con un total de 910 paneles, divididos en 182 unidades por apartamento. En la utilización de secciones ‘‘W’’ se cuantifica un total de 358 piezas de 6mts de longitud estándar para todo el anteproyecto, tomando en cuenta la altura hasta el NPT+21.52mts.

El uso de secciones de cajas metálicas de 12’’X4’’, en los apartamentos, se cuantifica un total de 180 según dimensiones en planos.



- La zona administrativa cuenta con una modulación menor a la de los apartamentos, consta de 3 paneles de covintec entre secciones de cajas metálicas de 12''X4'' con una separación de 3.96mts y 3.78mts por la disposición de la estructura principal según la conveniencia del diseño para mantener la homogeneidad de su forma.

  Se cuantifica un total aproximado de paneles covintec de 170 unidades de 1.22mtsX2.44mts, así mismo la utilización de secciones de cajas metálicas oscila en 22 elementos de 6 mts de longitud.

Según HOPSA el costo por mt2 de construcción con covintec es de $160 el mt2, esto incluye mano de obra, costo unitario y espacios de acometida de las distintas instalaciones especiales. En cambio la construcción con mampostería obedece a un precio de $350 el mt2, este último dato proporcionado por la alcaldía de Managua en el departamento de diseño y construcción.

TABLA COMPARATIVA DE PRECIOS POR mts² DE CONSTRUCCION			
COSTOS		TOTAL mts2	$TOTAL
COVINTEC	$160	6342mts2	$1,014,720
MAMPOSTERIA	$350	6342mts2	$2,219,700

Tabla 24. Comparación de precios en metros cuadrados de construcción entre covintec y mampostería. Fuente: Elaboración propia

Como se ha descrito en la tabla anterior, la propuesta del sistema combinado de Covintec resulta ser la más idónea para el diseño de viviendas de interés social, así mismo HOPSA brindó el dato de costos debido a que recientemente están llevando proyectos de esta tipología. Por ende el área en la tabla es la correspondiente al total de mts2 de construcción de los módulos de apartamentos y la zona administrativa del multifamiliar ''Tetris Social''.

4.2.3.4 Selección de materiales constructivos complementarios

Se ha optado por la implementación de materiales de cerramiento estético a las estructuras principales como son las secciones ''W'' que soportan las alas de los módulos de apartamentos, en donde se maquillaron las columnas con láminas de durock por su resistencia a la intemperie, bloqueando de esta manera la sensación de esbeltez que produce la altura y disposición de los elementos estructurales respecto a su sección independientemente estas sean de alta resistencia f'y=60000PSI. Ver planos Lam. A-06 - A-09.

Ilustración 318. Textura de barro en circulación petatonal general. Fuente: www.texturasskp.com

En los vestíbulos externos se implementó el uso del ladrillo de barro con capacidad de antirreflejo de los rayos del sol, esto con el fin de disminuir las superficies irradiadas que transmitan calor hacia los elementos inmediatos que conforman el conjunto, así mismo el piso al ser de barro, este actúa igualmente como un regulador térmico exterior. Cabe señalar que la resistencia de este material a la intemperie es alta y es apropiada para grandes terrazas rurales.

Se propuso en la zona administrativa el Durock para fascias planas, esto igualmente con el fin de brindar un toque estético y de recubrimiento de bajantes pluviales. Ver planos Lam. A-13 – A-15.

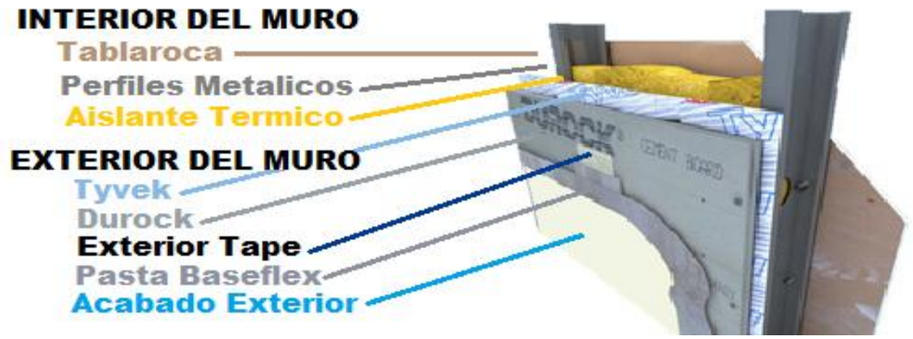


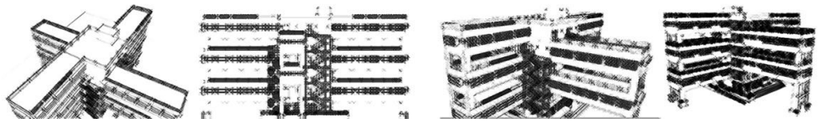
Ilustración 319 .Láminas de durock http://tablarocaguadalajara.com/precio/dupont/tyvek-dupont/

4.2.3.5 Requerimientos de espacios para instalaciones técnicas.

Según las NTON 11013-04 toda vivienda debe estar equipada con servicios de energía eléctrica, agua potable, aguas negras y pluviales así como también de un sistema contra incendios.

- En la zona de apartamentos se propone junto al acceso de escaleras en un espacio hueco de 8'' entre dos paredes, la acometida de agua potable y del sistema contra incendios de sprinklers, que abastece a todo el apartamento.

- Junto al ascensor se propone un espacio hueco de 8'' de ancho entre dos paredes que conforman la caja de ascensores, para la evacuación de aguas negras.



- El sistema de aguas pluviales funciona por medio de bajantes ubicados dentro del cerramiento de Durock que cubre las secciones ‘‘W’’ que soportan las alas de los apartamentos, por donde las aguas pluviales descienden desde el ultimo nivel de losa en la azotea NPT+21.52mts en los niveles más altos y desde el NPT+18.10mts siendo el segundo nivel más alto. No obstante en las áreas de terrazas se diseñaron trampas que se conectan con los bajantes de las columnas.

- El sistema eléctrico de luminarias internas funciona por medio de paneles solares anteriormente descritos.

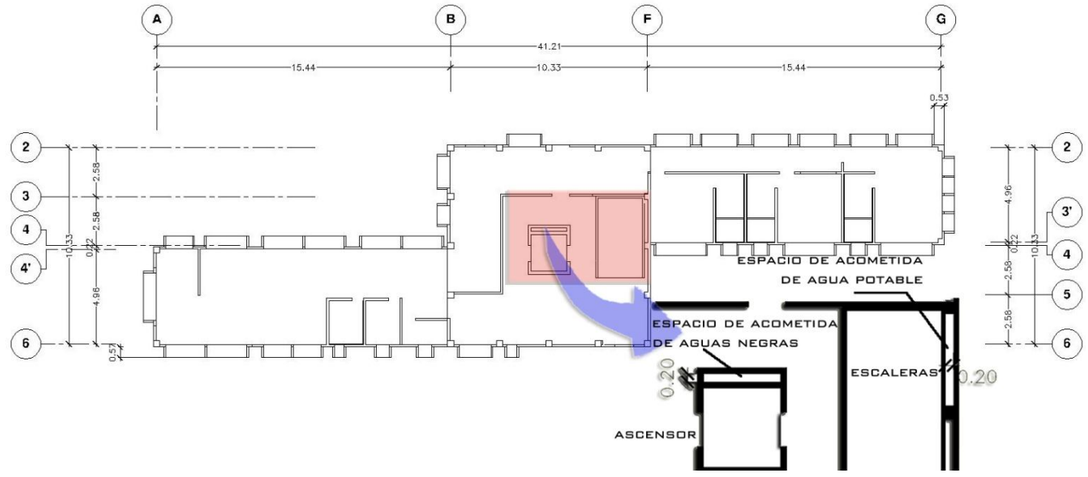


Ilustración 320. Espacios para tubería de agua potable y aguas negras. Fuente: Elaboración propia.

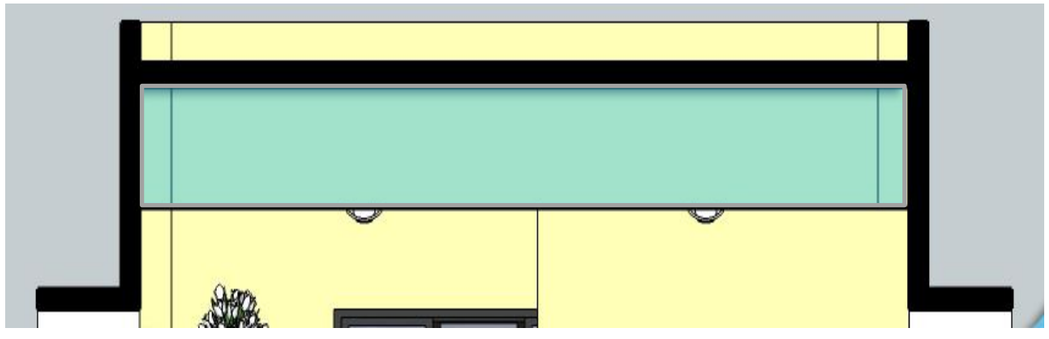


Ilustración 321. Espacio de canalización y tuberías de agua potable y aguas negras en cámara de aire de cielo falso. Fuente: Elaboración propia

4.3 Graficación arquitectónica

4.3.1 Planos de anteproyecto

4.3.2 Perspectivas externas-internas

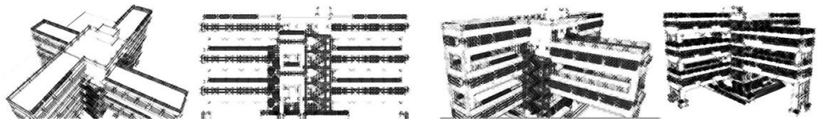


Ilustración 322. Perspectiva exterior frontal 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 322. Perspectiva exterior frontal 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 323. Perspectiva exterior del acceso de carga pesada y camión de basura. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 324. Perspectiva exterior de acceso vehicular-garita y acceso peatonal. Fuente: Elaboración propia

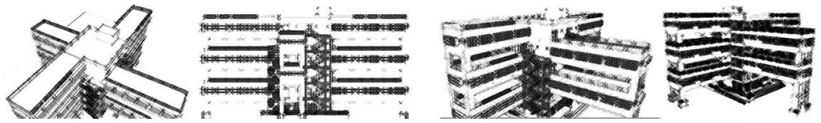


Ilustración 326. Perspectiva exterior de admón. Y área verde. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 325.Perspectiva exterior del estacionamiento-admón. y edificios. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 327. Perspectiva exterior hacia el estacionamiento y admón. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 328. Perspectiva exterior de circulación peatonal, estacionamiento y admoón. Fuente: Elaboración propia

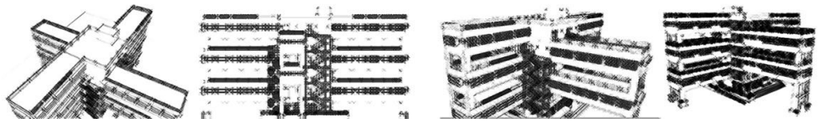


Ilustración 330. Perspectiva exterior de admón. Y circulación peatonal. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 332. Perspectiva exterior de área de desechos. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 329. Perspectiva exterior del cafetín 11:00am. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 331. Perspectiva exterior de cafetín 2/5:30pm. Fuente: Elaboración propia

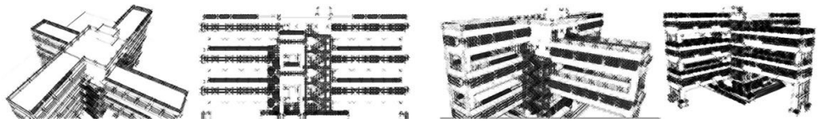


Ilustración 334. Perspectiva de la terraza social hacia el exterior 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 336. Perspectiva de la terraza social hacia el exterior 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 333. Perspectiva de la terraza social hacia el lobby general. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 335. Perspectiva exterior de losa de techos con paneles solares. Fuente: Elaboración propia

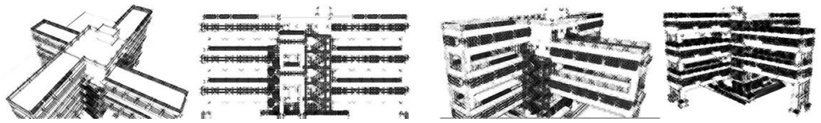


Ilustración 338. Perspectiva exterior de acceso principal a edifico 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 339. Perspectiva exterior de acceso principal a edificio 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 337. Perspectiva exterior de área de juegos. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 340. Perspectiva exterior (vista altura humana hacia la parte superior del edificio. Fuente: Elaboración propia

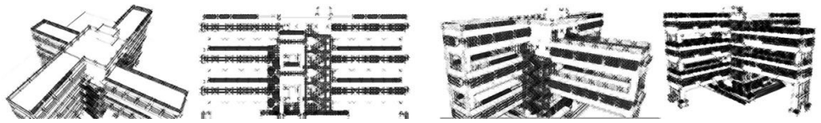


Ilustración 342. Perspectiva exterior 1 del edificio. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 341. Perspectiva exterior de acceso principal peatonal. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 344. Perspectiva exterior 2 del edificio. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 343. Perspectiva exterior frontal nocturna. Fuente: Elaboración propia

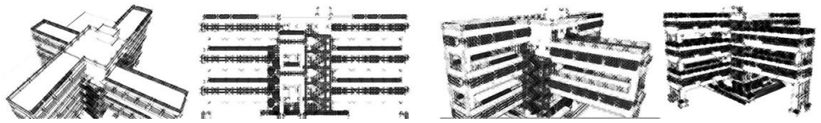


Ilustración 346. Perspectiva exterior nocturna de edifico. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 347. Perspectiva exterior de conjunto. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 345.

4.3.2 Perspectivas internas

Ilustración 348. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 349. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 350. Perspectiva interna de sala-comedor-cocina 3. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 351. Perspectiva interna 1 de dormitorio principal. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 352. Perspectiva interna 2 de dormitorio principal. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 353. Perspectiva interna 1 de dormitorio 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 354. Perspectiva interna 2 de dormitorio 1. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 355. Perspectiva interna 2 de dormitorio 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 356. Perspectiva interna 2 de dormitorio 2. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 357. Perspectiva interna 1 de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 358. Perspectiva interna 2 de servicios sanitarios. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 359. Perspectiva interna 1 de Lobby y cuarto de servicio. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 360. Perspectiva interna 2 de Lobby y cuarto de servicio. Fuente: Elaboración propia

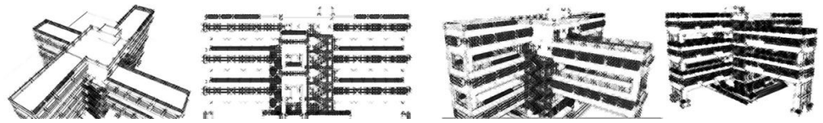


Ilustración 361. Perspectiva interior de circulación general y escaleras. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 362. Perspectiva interior 1 de circulación general en apartamentos. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 363. Perspectiva interna de elevador y escaleras en área de apartamentos. Fuente: Elaboración propia

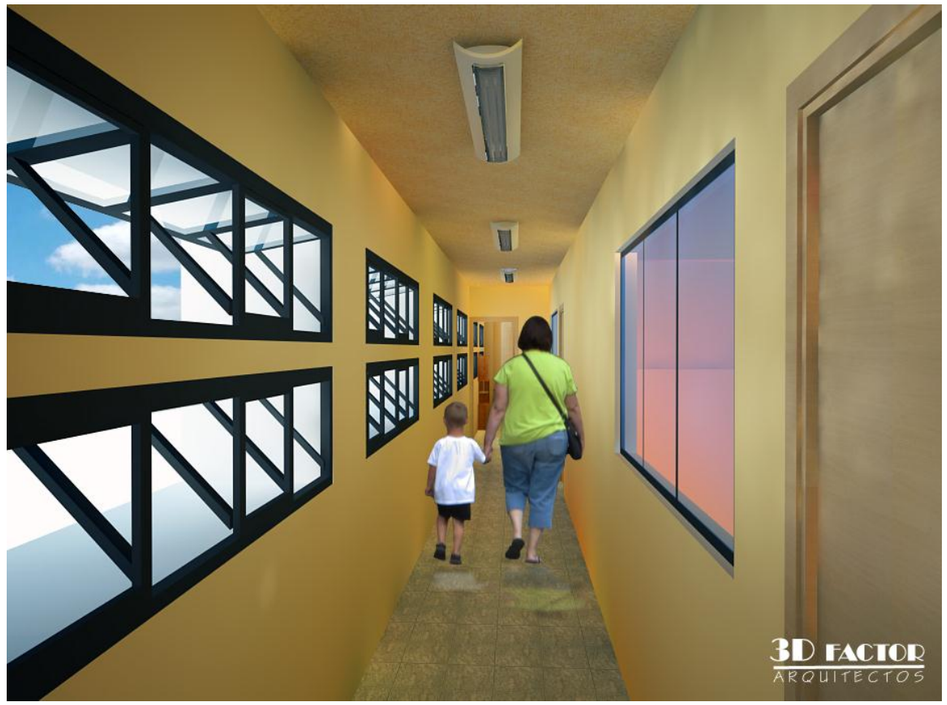


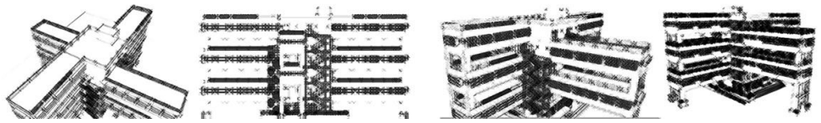
Ilustración 364. Perspectiva interna de pasillo en dormitorios. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 366. Perspectiva interna de recepción en admón. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 365. Perspectiva interna de lavanderia. Fuente: Fuente propia

Ilustración 368. Perspectiva interna de sala de juntas en admón. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 367. Perspectiva interna de pasillos en Admón. Fuente: Elaboración propia



4.4 Medidas ambientales para los principales impactos negativos del anteproyecto.

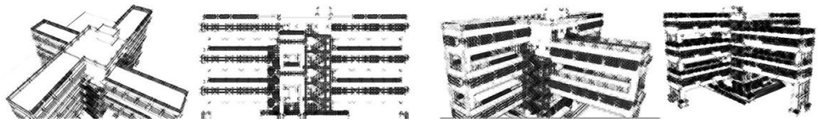
Análisis de impacto ambiental de anteproyecto multifamiliar de interés social con énfasis en criterios bioclimáticos.

No.	Factores Ambientales	Características generales y Especificaciones Particulares
1	**Clima**	Temperatura media anual 27.05 grados según Mahoney
2	**Calidad del Aire**	Nivel medio en calidad del aire, debido a bajos niveles de contaminación.
3	**Geología**	Mediano riesgo de sismicidad.
4	**Hidrología/ Superficie Hidrológica**	Bajo disponibilidad de aguas subterráneas. Bajo nivel de contaminación de superficie hidrológica.
5	**Suelos**	Erosión moderada
6	**Vegetación**	Valor medio de la cubierta vegetal 20 y el 40%
7	**Fauna**	Bajo valor de fauna menor al 30%
8	**Paisaje**	Alta calidad del paisaje. Moderado nivel de contaminación de aguas.
9	**Población**	Aproximadamente 140 habitantes. A razón de 6 personas por apartamento.
10	**Economía**	Gran base económica. Principal actividad el comercio, encontrándose cerca diversos centros comerciales.

La Evaluación del Ciclo de Vida de proyectos de vivienda se realizará mediante el llenado de un histograma diseñado para tal fin, que se expresa en el formulario adjunto. El histograma contienen componentes ambientales y cada componente se desglosa en un conjunto de variables.

Tabla 25. Factores ambientales de impactos negativos del anteproyecto. Fuente: Elaboración propia

I1. HISTOGRAMA DE EVALUACION AMBIENTAL DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO													
Nombre del Proyecto: TETRIS SOCIAL													
Dirección exacta del Proyecto: Rotonda el Periodista 200mts al Norte Managua													
			RELACION ESCALA /PESO							RANGOS			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
No.	COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	3	1	2	2	1	3	S	R	N	A	V
1	MATERIALES DE CONSTRUCCION	DISPONIB. MATER	x	1									
		RENOV. FUENTES	x	1									
		AGRES PROCESO	x	1									
		CAL/DUR. MATER	x	1									
		PROTECCION AMB	x	1									
		FACIL SUST/REP.			x	1							
		FRECUENCIAS	5		1		0						
		EXPXF	15		4		0		19				
		PXF	5		2		0		7				
	VALOR TOTAL = EXPXF / PXF =				19	/	7		2.71				
			RELACION ESCALA /PESO							RANGOS			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
No.	COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	3	1	2	2	1	3	S	R	N	A	V
2	DISEÑO	CULTURA LOCAL			x	1							
		ESTABILIDAD	x	1									
		FUNCIONABILIDAD	x	1									
		CONFORT AMB.	x	1									
		ELIMIN.DESECHOS	x	1									
		ADAPTAC. MEDIO	x	1									
		FRECUENCIAS	5		1		0						
		EXPXF	15		4		0		19				
		PXF	5		2		0		7				
	VALOR TOTAL = EXPXF / PXF =				19	/	7		2.71				
			RELACION ESCALA /PESO							RANGOS			
			E	P	E	P	E	P		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0
No.	COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	3	1	2	2	1	3	S	R	N	A	V
3	TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION	FUERZA TRABAJO	x	1									
		EQUIPAMIENTO	x	1									
		GENE/DISPOS. DES	x	1									
		CONTROL EJECUC.			x	1							
		EXTERNALIDADES			X	1							
		FRECUENCIAS	3		2		0						
		EXPXF	9		8		0		17				
		PXF	3		4		0		7				
	VALOR TOTAL = EXPXF / PXF =				17	/	7		2.43				
SIGNIFICADO SEMAFORO AMBIENTAL: ROJO: ESTADO CRITICO, INCOMPATIBILIDAD AMBIENTAL; AMARILLO: ESTADO INTERMEDIO, CON LIMITACIONES AMBIENTALES; VERDE: COMPATIBILIDAD AMBIENTAL													



RESUMEN DE LA EVALUACION DEL HISTOGRAMA									
No.	COMPONENTES	EVALUACION				SEMAFORO AMBIENTAL			
		1.0-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	2.6-3.0	R	N	A	V
1	MATERIALES DE CONSTRUCCION				2.71				
2	DISEÑO				2.71				
3	TECNOLOGIA DE CONSTRUCCION			2.43					
PROMEDIO		2.6							

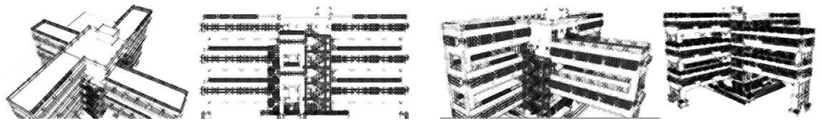
VALORES	DESCRIPCION	VALORACIÓN DEL SITIO
Entre 1 y 1.5	Significa que el proyecto puede causar críticos impactos negativos al medio ambiente, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de de las personas que ocuparían las viviendas. Indexa altos niveles de vulnerabilidad ante los desastres naturales a los usuarios finales.	LA UGA define como no elegible el proyecto en las condiciones en que se presenta, remitiéndolo al MARENA para su debido trámite de Evaluación de Impacto Ambiental
Entre 1.6 y 2.0	Significa que el proyecto puede causar impactos negativos al medio ambiente, pudiendo dar lugar a afectaciones a la calidad de vida de los usuarios de las viviendas ya que indexa vulnerabilidades medias a los usuarios	La UGA sugiere la búsqueda de una mejor – y menos impactante - alternativa tecnológica, de diseño o en la selección de materiales de construcción para la realización del proyecto de viviendas.
Entre 2.1 y 2.5	ignifica que el proyecto provoca impactos medioambientales negativos moderados y no indexa vulnerabilidades a los usuarios	La UGA considera esta alternativa del proyecto elegible siempre y cuando no se obtengan calificaciones de 1 (Escala) en algunos de los siguientes aspectos: Adaptación al medio, confort ambiental y renovabilidad de las fuentes (materiales de construcción)
Superiores a 2.6	Significa que el proyecto provoca impactos medioambientales negativos irrelevantes y no indexa vulnerabilidades a los usuarios	a UGA considera este proyecto totalmente elegible e idóneo para su desarrollo

Tabla 26. Histograma de evaluación ambiental del ciclo de vida del anteproyecto. Fuente: Elaboración propia

En las tablas anteriores se realizó el estudio de impacto ambiental de la propuesta de anteproyecto en donde se demuestra que el diseño interactúa de manera positiva con el entorno según la UGA (Unidad de Gestión Ambiental), por tanto no se requiere tomar medidas de acción, estando en regla con la ley 217 ‘’Ley General del medio ambiente y los recursos naturales’’ Capitulo 2, Sección IV, Art.25.

4.5 Conclusiones parciales del capítulo 4

Todos los análisis realizados en este capítulo fueron de suma importancia a la hora de presentar una propuesta adecuada frente a criterios bioclimaticos, significaron la justificación del anteproyecto en aspectos tales como la ventilación natural, la iluminación natural, el confort térmico, la acústica, etc. La fusión de las teorías, análisis, y criterios bioclimáticos de diseño se ven reflejados gráficamente en la memoria descriptiva (planos de anteproyecto y las respectivas perspectivas). Conforme a los análisis de impacto ambiental del diseño se lograron buenos resultados, obteniendo que el anteproyecto pasa los requerimeintos mínimos de evaluación ambiental, esto índica que dicha propuesta habitacional llena las necesidades de habitabilidad digna



5. Conclusiones Generales

Es prioritario dejar por sentado la implementación de metodologías bioclimáticas que permitieron el desarrollo de un anteproyecto multifamiliar de interés social con enfoque bioclimático en Managua, en donde se abordo de manera compleja las posibles estrategias de diseño que darían lugar a un anteproyecto que cumple con los requerimientos de confort básicos en la tipología habitacional en la cual se eligió la más favorable ya expuesta.

Por tanto el análisis del clima de Managua permitió desarrollar los criterios de diseño a considerarse seleccionando las estrategias más adecuadas, debido a las características meteorológicas del departamento basado en registros de datos climáticos que justifican cuantitativamente y cualitativamente el comportamiento físico ambiental de la ciudad a través del año.

De manera consecutiva se encontraron dos sitios apropiados en el distrito 1, dadas sus dimensiones, ubicación, topografía, paisajismo etc.; pero la elección del lugar de emplazamiento resulto ser el ideal no solamente por sus características físicas, sino también porque resolvió previamente de manera cualitativa la búsqueda de una ventilación constante que debido a la disposición del diseño en el lugar se obtuvieron resultados positivos al someter al conjunto a las pruebas de ventilación antes demostradas.

El diseño, así como su memoria descriptiva, se planteó en el capítulo 4, en el que se demuestra que cumple no solamente con generar a sus ocupantes el confort humano, sino también presenta rangos aceptables para su emplazamiento en la ciudad de Managua, proponiéndose un sistema constructivo que cumple con dos premisas dentro de su propias características técnicas las cuales son, el bajo costo preliminar aproximado de construcción si en un futuro se llegase a concretar la propuesta y que a su vez proporcionan niveles de calidad de vida, , por lo cual esto conlleva a mencionar los resultados del estudio de riesgo ambiental que aprueban y confirman que la propuesta de Anteproyecto de edificio multifamiliar de Interés Social con énfasis en criterios bioclimáticos en la ciudad de Managua, es un diseño Arquitectónico amigable con el ambiente y el hombre.

6. Recomendaciones Generales

Se recomienda a la Alcaldía de Managua

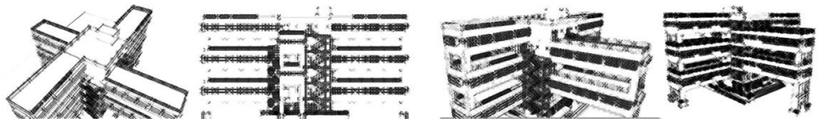
- Implementar un estudio de Costos a cabalidad, con el fin de determinar de manera precisa el Costo Integro del diseño el cual refuerce los datos brindados en este documento.
- Incrementar los estudios y análisis de riesgo ambiental para que contribuyan a desarrollar una mayor información y soporte técnico en esta propuesta de diseño.
- Elaborar un estudio de esta tipología arquitectónica con criterios bioclimáticos, que impulse el desarrollo de la vivienda social en altura.

Se recomienda a la Facultad de arquitectura de la UNI

- Continuar con los estudios y análisis bioclimáticos en la formación de los estudiantes de arquitectura para el desarrollo profesional y competitivo de los alumnos en esta especialidad.

Se recomienda a los estudiantes de la facultad de arquitectura de la UNI

- Elaborar propuestas de interés social bioclimático, con el fin de generar ideas de progreso para el país y la arquitectura nacional, en materia de preservación del medio ambiente del ser humano.



7. Glosario

Aislamiento térmico: capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen.

Bienestar Térmico: condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecido reglamentariamente, que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

Cartas bioclimáticas (también denominados "diagramas bioclimáticos"): Son sistemas de representación gráfica de las relaciones entre las diferentes variables térmicas que influyen en la sensación de confort térmico.

Cerramiento: elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otro edificio. Es la función que realizan los captadores cuando constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

Coeficiente de transmisión de calor: cantidad de calor que atraviesa la unidad de superficie por unidad de tiempo, cuando se establece entre las caras paralelas del cerramiento una diferencia de temperatura de un grado.

Condensación: consiste en el paso de una sustancia en forma gaseosa a forma líquida, generalmente cuando el tránsito se produce a presiones cercanas a la ambiental. La condensación se produce al bajar la temperatura, por ejemplo, con el rocío en la madrugada.

Conductividad térmica: capacidad de los materiales para dejar pasar el calor a través de ellos.

Confort térmico: es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 "es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico".

Demanda energética: energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique.

Espacio tapón: espacios adosados a la vivienda, de baja utilización y que térmicamente pueden actuar de aislantes o "tapones" entre la vivienda y el exterior.

Flujo luminoso: potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su unidad es el lumen.

Higrometría: Parte de la física que estudia la producción de la humedad atmosférica y la medida de sus variaciones.

Humedad relativa (o grado de humedad): Es la humedad que contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir, sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica.

Iluminación general: iluminación sustancialmente uniforme de un espacio.

Iluminancia: cantidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie.

Irradiación solar: potencia radiante incidente por unidad de superficie sobre un plano dado. Se expresa en kW/m^2.

Lumen (lm): Unidad que define el flujo luminoso.

Lux (lx): unidad del S.I. para la iluminancia o nivel de iluminación. Es igual a un lumen por m2.

Masa térmica: capacidad de un material para retener calor.

Permeabilidad al aire: propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m3/h, en función de la diferencia de presiones.

Punto de rocío: temperatura a partir de la cual empieza a condensarse el vapor de agua contenido en el aire produciendo rocío, neblina, o en el caso de que la temperatura sea inferior a 0ºC, escarcha.

8. Acrónimos y siglas

Db: Decibeles.

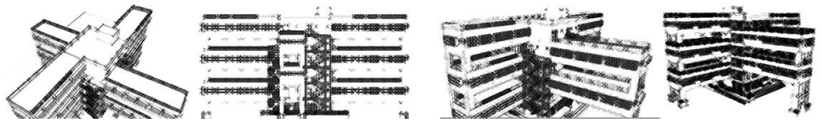
EPS: Elementos de Protección Solar.

INVUR: Instituto Nicaragüense de Vivienda Urbana y Rural.

MINVAH: Ministerio de vivienda y asentamientos humanos.

MABICAN: Manual Bioclimático de las Canarias.

FMCPAIYA: Fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arqutiectos.



9. Bibliografía

ALCALDIA MUNICIPAL DE MANAGUA.
Plan Regulador de Managua.
Edición 90 y 91 Diario Oficial La Gaceta.
9 y 10 de Mayo 1984.
Sinopsis:
Normativas viales, Desarrollo Urbano, Zonificacion, Usos de suelo, Permisos de construcción para la ciudad de Mnagua.

Autores varios.
Ley orgánica de la dirección general de bomberos de Nicaragua.
2012
Sinopsis: Consulta general

Arq. BROWN, NELSON.
Reflexiones sobre la autoconstrucción,
Managua. 2002
Sinopsis: Libro dedicado a la crítica de arquitectura y las construcciones.

CARRETO BERNAL, FERNANDO. GONZÁLEZ PÉREZ, RAÚL, VILLAVICENCIO, JUAN JOSÉ.

Geografía general. Toluca,

México, 1989.

Sinopsis: Libro de Geografía conceptos básicos y aplicación

CLAUX, Charriquiry Inés
Acerca de la Arquitectura y el Proceso de Diseño
Edición UNI
Managua 1999.
Sinopsis: Terminología arquitectónica, teoría y consulta.

CONRADO MATUS, CELA MARÍA. MATUS BALTODANO, TANIA ANDINA.
Monografía “Diseño de un conjunto de edificios multifamiliares en el municipio de Ciudad Sandino”.
Managua, Nicaragua. 2005.
Sinopsis: Consulta general tipología multifamiliar

DE SOLA MORALES, Ignasi/ LLORENTE, Marta/ MONTANER, Josep / ANTONI, Ramón / OLIVERAS, Jordi.
Introducción a la Arquitectura, conceptos fundamentales.
Carmen Rodríguez Editora.
Primera Edición Octubre 2000.
Sinopsis:
Define y contiene los conceptos básicos de la arquitectura desde un punto de vista simple y análogo en donde representa ejemplos de la Arquitectura mundial del último siglo y hace referencia histórica a la Arquitectura Antigua.

GIVONI, Baruch.
Man Climate and Architecture.
Applied Science Publishers LTD. London, England.
1981.

Sinopsis:
Libro de consulta hacia procedimientos y enfoques eco técnicos para el desarrollo de proyectos arquitectónicos.

HALFTERMEYER, Gratus
Managua a través de la Historia 1846 – 1946.
Editorial Hospicio San Juan de Dios.
1946
Sinopsis
Historia de Managua y datos específicos del primer centenario de la ciudad como capital.

JORGE D. CZAJKOWSKI Y ANALÍA F. GÓMEZ.
Capítulo 2 del libro: Introducción al diseño bioclimático y la economía energética edilicia.
La Plata. 1994.
Sinopsis: Criterios, Metodologías, y Teorías de cara al bioclimatismo y ahorro energético en la arquitectura.

KOENINGBERGER, O.H. SZOKOLAY, STEVE.
Manual of tropical housing and building. Longman,
Londres, 1974.
Sinopsis: Manual de construccion y abitabilidad tropical

KONYA, Allan
Diseño en climas Cálidos. Manual Práctico. Architectural Ltd. London.
1981 Blame Ediciones.
Sinopsis: Libro de consulta y terminologías básicas sobre el comportamiento y diseño en sitios con climas cálidos.

LÓPEZ DE ASIAIN, Jaime.
“Arquitectura, ciudad, medioambiente”.
Universidad de Sevilla,
Sevilla. 2001
Sinopsis: Libro consulta de términos de urbe ambeintal.

LUXÁN GARCÍA, MARGARITA. REYMUNDO IZARD, ARACELI.
Manual de diseño bioclimático para Canarias, España,
2012.
Sinopsis: Criterios, Metodologías, y Teorías de cara al bioclimatismo en la arquitectura.

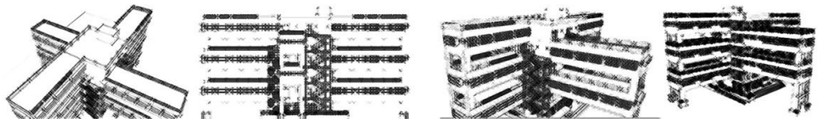
NEILA, JAVIER.
Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible,
2004.
Sinopsis: Bioclimatismo en arquitectura

MINISTERIO DE TRANSPORTE E INFRAESTRUCTURA.
Normas mínimas de dimensionamiento para desarrollos habitacionales.
2004
Sinopsis: libro de consultas

NEUFERT, Peter
Neufert, Arte de Proyectar en Arquitectura.
Edición al Castellano: Gustavo Gili.
Barcelona 1995.
Sinopsis:
Enciclopedia de Consulta y referencias Arquitectónicas – Constructivas, dedicado a: estudiantes, aparejadores y profesionales de la Arquitectura e Ingeniería.MTI-MOVIMONDO
Normas de dimensionamiento Habitacional.
Managua 2002.
Sinopsis:
Normativas y consulta sobre dimensionamiento habitacional.
RUEDA, SALVADOR.
Modelos de ordenación de territorios más sostenibles.
Barcelona. 2002.
Sinopsis: Pautas de sostenibilidad urbana

ONTEZ, Rugama Hatzel
Pro Vivienda San Sebastián con calles danadas
El Nuevo Diario
Edición 23 de Agosto 2013
Sinopsis: Sección de periódicos, consulta

SAMPIERI Hernández Roberto. FERNANDEZ Carlos. BABTISTA Pilar.
Metodología de la Investigación
4ta edición. 2006
Sinopsis:Libro de consulta y metodologías sobre técnicas de investigación científica.



SEQUERIA CALERO, Yelinda.
Investigar es fácil.
Edicion: Grimel Remigio Hernández.
Impreso: Editorial El Amanecer S.A
Managua Nicaragua 1994.
Sinopsis: Libro de consulta y metodologías sobre técnicas de investigación científica.

SEVILLANO NICOLAS, JUAN PEDRO.
Crisis ambiental, y confort térmico en las Canarias,
España. 2012.
Sinopsis: Libro de concientización ambiental basado en el clima de las Canarias

10. Anexos

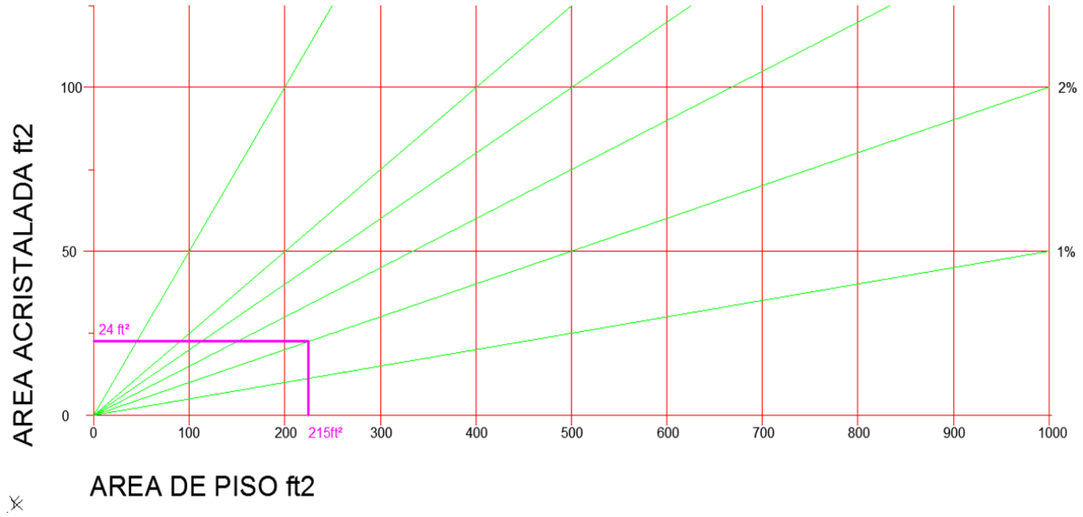


Ilustración 371. Cálculo de área acristalada en recibidor. Fuente: Elaboración propia

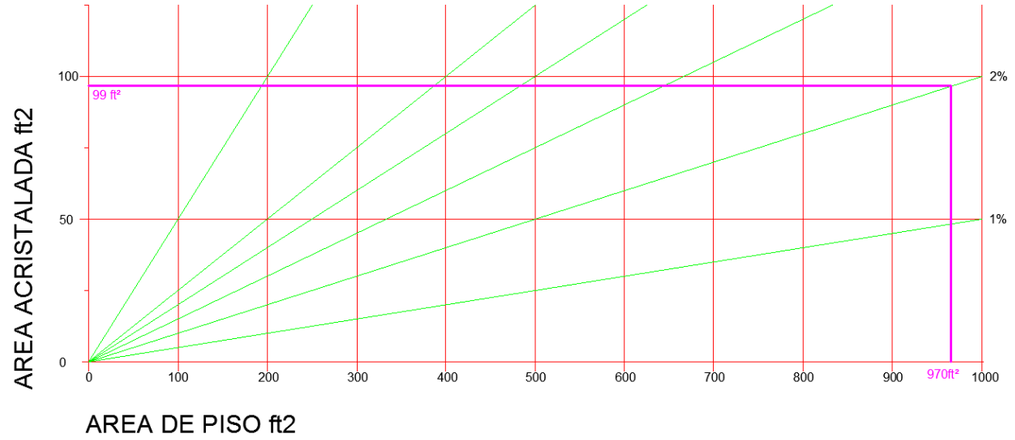


Ilustración 369. Cálculo de área acristalada en Lobby. Fuente: Elaboración propia

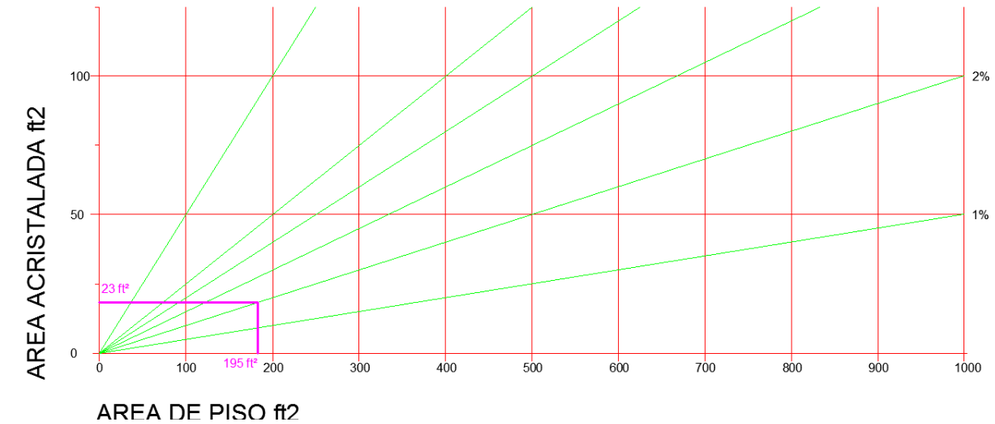


Ilustración 370. Cálculo de área acristalada en Dormitorio ppal. Fuente: Elaboración propia

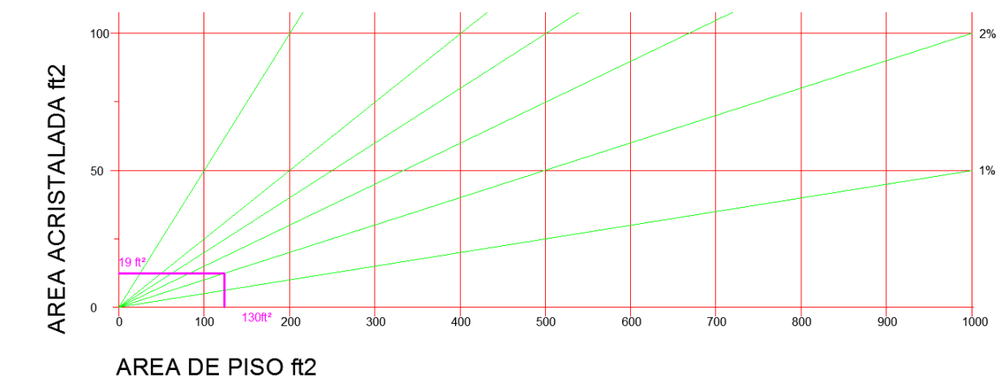
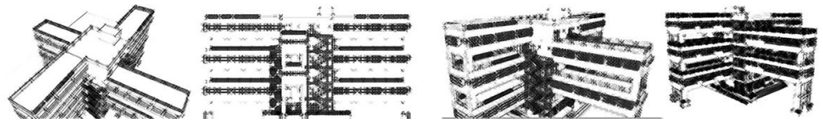


Ilustración 372. Cálculo de área acristalada en dormitorio 1 y 2. Fuente: Elaboración propia



- **Entrevista a arqutiecto costarricense**
- Costa Rica, Viernes 28 de agosto de 2009
- nacion.com /aldea global

Tico propone diseño bioclimático para viviendas de bien social

- Hay que valorar el bosquejo y no solo el costo de las casas, dice Michael Smith
- Viviendas pueden aprovecharse por más horas al día con algunos cambios

Construir una casa de interés social un poco elevada, orientarla de este a oeste y dotarla de amplias ventanas puede significar una mejor calidad de vida para la familia que la habitará y una mayor productividad de ese hogar.

Estas son algunas de las consideraciones que el arquitecto Michael Smith hace para el diseño de este tipo de viviendas en Costa Rica, específicamente para aquellas de clima cálido húmedo (como la zona Atlántica y el Pacífico sur).

Smith, quien trabaja en la Universidad Véritas y en la Universidad de Costa Rica, desarrolló una investigación en la cual estudia el diseño de estas viviendas y compara su funcionalidad de acuerdo con las condiciones climáticas y sociales de las personas que viven en esa área.

Él hizo una propuesta de diseño que le permitiría a sus ocupantes una mayor calidad de vida, en el marco de la maestría en Diseño Ambiental Sostenible de la Architectural Association de Londres, Inglaterra, en el 2008.

Con ese trabajo obtuvo el reconocimiento como una de las mejores siete ponencias en la más reciente conferencia de la Asociación PLEA (Passive and Low Energy Architecture), la cual discute temas de arquitectura sostenible a nivel mundial, llevada a cabo en julio en Quebec, Canadá.

Aire y sombra. En palabras de Smith, en el país hay una buena iniciativa por construir casas de interés social de acuerdo con el clima de la zona donde se ubicarán. Sin embargo, las viviendas de las costas mantienen sistemas herméticos, espacios rígidos y se construyen con una baja comprensión de la materialidad, lo cual sacrifica el confort de las personas con tal de construir a un bajo costo.

“Ayudar a poblaciones críticas no debería limitarse a darles una casa para formar un hogar, sino ofrecerles también una mejor calidad de vida, reflejada en confort, y esto podría lograrse entendiendo la lógica de cómo las personas viven en sus espacios”, explicó el arquitecto.

Smith se refiere al confort en términos ambientales, específicamente en cuanto a iluminación y ventilación. En su estudio determinó que la zona de confort térmico de las personas en el clima cálido húmedo del país – es decir, aquella franja de temperaturas en la que un 90% de la gente se sentiría estadísticamente confortable –va de 23°C a 28°C, sin ventilación.

Ilustración 373. Arq. Michael Smith,. Fuente: www.nacion.com

Sin embargo, al analizar el promedio estadístico de las temperaturas de los días más críticos de mayo, según Meteonorm (un sistema meteorológico global), su estudio detalla que las temperaturas llegaban hasta los 33°C.

Entonces, ¿cómo expandir esta franja? La respuesta, según este investigador, está en el enfriamiento pasivo; esto es, dotar de ventilación natural y sombra a la casa, para reducir al mínimo la necesidad de ventilación artificial.

“Lo recomendable es tener medios naturales de sombra cerca de la casa, como árboles. Pero como no siempre es posible, pueden usarse materiales livianos reflectivos y ventilables sobre la cubierta del techo, como lonas o manteados, para que contengan calor”, señaló.

Otra recomendación es agrandar los espacios de uso común y más frecuente, como el comedor, donde varias personas permanecen por muchas horas al día. Esto se puede hacer reduciendo espacios privados como habitaciones.

Smith hizo también un estudio de la geometría solar para determinar las formas en que los rayos del sol caen en esta zona, y encontró que el diseño inclinado de los techos reduce el impacto solar.

Además, la distancia entre las viviendas permite que el aire fluya entre ellas. Las aperturas en las paredes deben permitir una ventilación cruzada (con entradas y salidas), para que se evapore la sudoración de la piel y así se tenga una sensación refrescante.

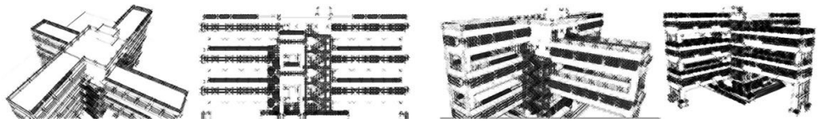


Tabla airfal

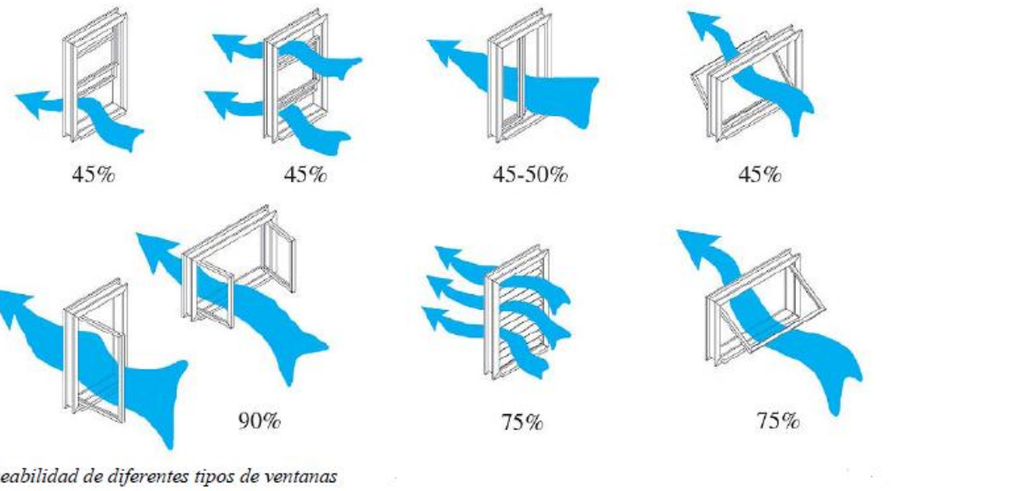
NIVELES DE ILUMINACION

Desarrollada por nuestros Técnicos en Bien de la Salud de la Vista

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACION (LUX) MINIMO	BUENO	MUY BUENO	TONOS DE LUZ RECOMENDADOS LUZ DIA	BLANCO	BLANCO CALIDO
ASCENSORES						
Interior	300	500	700	-	-	-
Relleno	50	100	200	-	-	-
EDIFICIOS AGRÍCOLAS						
Garajes, cocheras: Alumbrado general	50	100	200	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-
Graneros, almacenes: general	50	150	300	-	-	-
Gallineros, porquerizas y conejeros	50	150	300	-	-	-
Preparación de los alimentos al ganado	100	200	400	-	-	-
ENSEÑANZA						
Dibujo de arte, industrial y costura	500	700	1000	-	-	-
Gimnasios	150	300	500	-	-	-
Pizarras	300	500	700	-	-	-
Salas de clases y laboratorios	300	500	1000	-	-	-
Salas de conferencias	200	500	1000	-	-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	500	700	-	-	-
Vestuarios, locadores, lavabos	50	100	250	-	-	-
GARAJES						
Parkings	100	150	300	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-
HABITACIONES						
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-
Espejos	200	500	1000	-	-	-
Cocinas	150	300	600	-	-	-
Cuartos de estar: Alumbrado general	70	200	400	-	-	-
Lectura	200	500	700	-	-	-
Cuartos de niños	70	200	400	-	-	-
Dormitorios: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-
Camas	200	500	800	-	-	-
Escaleras	100	150	300	-	-	-
Trabajo de escolares en casa	300	500	750	-	-	-
HOSPITALES Y CLINICAS						
Camas	100	200	400	-	-	-
Habitaciones y salas: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-
Alumbrado de noche	10			-	-	-
Sobre la cama, examen y lectura	300	500	750	-	-	-
Gabinetes dentales, sillón	700	2500	5000	-	-	-
Salas de espera	200	400	600	-	-	-
Laboratorios (Patología e información)	300	500	1000	-	-	-
Mesas de operación	3000	5000	8000	-	-	-
Quirófanos	300	500	1000	-	-	-
Salas de examen	300	500	1000	-	-	-
Salas de recepción y espera	200	400	600	-	-	-
CAFES Y RESTAURANTES						
Cocinas	200	400	700	-	-	-
Comedores y salones	100	300	600	-	-	-
Dormitorios: Alumbrado general	100	200	400	-	-	-
Camas	200	500	800	-	-	-
Recepción: Alumbrado general	100	200	400	-	-	-
Alumbrado localizado	300	500	750	-	-	-
LOCALES INDUSTRIALES						
Comunes a todas las categorías:						
Alumbrado general	100	200	400	-	-	-
Depósitos	50	100	400	-	-	-
Embalaje	100	200	400	-	-	-
Entrada, pasillos, escaleras	100	200	500	-	-	-
Instrumentos de medida y control	300	500	1000	-	-	-
Oficinas de dibujo: Alumbrado general	100	200	500	-	-	-
Sobre las mesas de dibujo	700	1000	2000	-	-	-
Industrias bastas: Fosa, laminación	200	400	600	-	-	-
Industrias gran precisión	1000	2500	5000	-	-	-
Industrias de precisión: Ajuste, pulido	600	1000	2000	-	-	-
Industrias muy bastas	70	80	150	-	-	-
Industrias ordinarias: Taladros, torneado	300	600	800	-	-	-
Imprenta y Artes Gráficas						
Guillotinas y aplonadoras	300	500	1000	-	-	-
Máquinas de composición mecánica	300	500	1000	-	-	-
Máquinas: salida de las hojas	300	500	1000	-	-	-
Máquinas para batir tintas	700	1000	2000	-	-	-
Mesas de arreglo, composición	700	1000	2000	-	-	-
Industrias Alimenticias						
Engalillado, cerrado de cajas	300	500	1000	-	-	-
Ensacado	150	200	400	-	-	-
Escogido	300	500	1000	-	-	-
Esterilización	300	500	1000	-	-	-
Frigoríficos: Cámara frigorífica	50	100	200	-	-	-
Salas de máquinas	150	200	400	-	-	-
Laboratorio	300	500	1000	-	-	-
Preparación de pastas, llenado de latas	250	400	600	-	-	-
Tratamiento de subproductos	150	200	400	-	-	-
Industrias Metalúrgicas						
Alumbrado localizado en los moldes	500	700	1200	-	-	-
Cabina de pulverización	700	1000	2500	-	-	-
Laminado, cizallado y trefilado	200	300	600	-	-	-
Nave de guarnecido de carrocerías	200	300	600	-	-	-
Preparación de chapas, pintura	300	500	1000	-	-	-
Dosificación y mezcla de los colores	2000	3500	5000	-	-	-
Pulido de pinturas, decoración, acabado	300	500	1000	-	-	-
Inspección: Detalles a verificar minúsculos	3000	4000	5000	-	-	-
Detalles a verificar mediano	300	600	1200	-	-	-
Detalles a verificar finos	1000	2000	3000	-	-	-
Detalles a verificar muy finos	1500	2500	4000	-	-	-
Rebarbado	200	300	600	-	-	-
Talleres de montaje: Piezas muy pequeñas	1000	1500	3000	-	-	-
Talleres de montaje de piezas medianas	200	300	600	-	-	-
Talleres de montaje de piezas pequeñas	500	1000	2000	-	-	-
Talleres: Modelado, embutición, fuelaje	200	300	600	-	-	-
Trabajos de piezas medianas en banco	300	500	1000	-	-	-
Trabajos de piezas pequeñas en banco	500	700	1200	-	-	-
Trabajos muy finos en banco o máquina	1000	1500	3000	-	-	-
Industrias Químicas						
Delante de los aparatos como: molinos	200	300	600	-	-	-
Molido, mezclado, triturado	200	300	500	-	-	-
Sobre el plano de la mesa	300	600	1200	-	-	-
Sobre mesas y pupitres	200	300	600	-	-	-
Sobre niveles, manómetros	300	500	1000	-	-	-
Industrias Textiles						
Alumbrado localizado	1000	2000	3000	-	-	-
Comparación de colores	700	1000	2500	-	-	-
Control final	500	700	1200	-	-	-
Preparación: Mezcla, vareado, estirado	150	300	600	-	-	-
Talleres de corte	300	500	1000	-	-	-
Trabajos sobre el bastidor	300	500	1000	-	-	-
Industrias Del Transporte						
Estación de Ferrocarril						
Sala de espera	100	200	400	-	-	-
Estaciones de Servicio						
Lavado y reparaciones	200	300	500	-	-	-
Patios y accesos	150	200	500	-	-	-
Surtidores	200	300	600	-	-	-
Garajes de Automóviles						
Lavado, engrase, cuidado en general	100	150	300	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-
Hangares de Aviones						
Alumbrado general	200	300	600	-	-	-
Entrenamiento y reparaciones	300	500	1000	-	-	-
Muelles Marítimos						
Mercancías	50	100	200	-	-	-
Viajeros	100	200	400	-	-	-
Venta de Billetes						
Alumbrado general	100	150	300	-	-	-
Andenes de viajeros	100	200	400	-	-	-
Casilleros, Distribuidores y taquillas	300	500	1000	-	-	-
Salas de equipajes	100	150	300	-	-	-
OFICINAS Y ADMINISTRACIONES						
Archivos	100	200	400	-	-	-
Manejo de libros, mecanografía	300	500	1000	-	-	-
Vestíbulos, habitaciones de paso	150	600	700	-	-	-
TIENDAS						
Grandes Superficies						
Alumbrado general	300	500	1000	-	-	-
Escaparates sobre calle comercial	1000	3000	5000	-	-	-
Escaparates sobre calle no comercial	500	1000	2000	-	-	-
Estantes de mercancías	100	200	400	-	-	-
Presentaciones, especiales y vitrinas	1000	2000	3000	-	-	-
Sobre los mostradores	500	700	1200	-	-	-
Pequeñas Superficies						
Alumbrado general	200	300	500	-	-	-
Sobre los mostradores	300	500	700	-	-	-
Escaparates	500	1000	2000	-	-	-

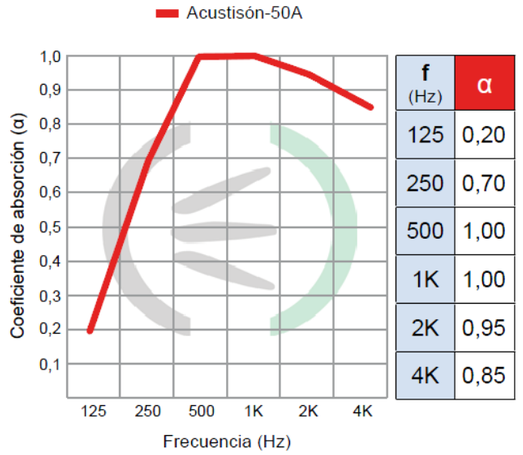
© PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN Y VENTA

Ilustración 374. indices de iluminación en lux. Fuente: airfal.com



Permeabilidad de diferentes tipos de ventanas

Ilustración 376. Permeabilidad en ventanas. Fuente: Curso de graduación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 2013



f (Hz)	α
125	0,20
250	0,70
500	1,00
1K	1,00
2K	0,95
4K	0,85

	Acustisón-50A
Coeficiente de absorción sonora medio α_m:	1,00
Coeficiente de absorción sonora ponderado α_w:	0,95
Clase de absorción acústica:	**A**

Ilustración 375. Ficha técnica acústica de panel acustison-50A. Fuente: Acusticaintegral.com

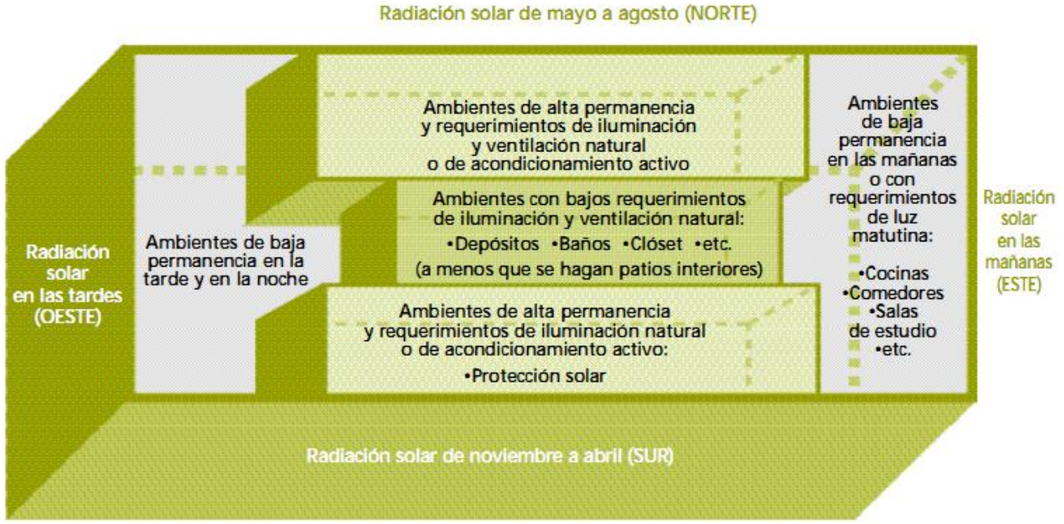


Ilustración 377. Recomendaciones de ubicación de ambientes. Fuente: Curso de graduación de diseño arquitectónico con enfoque bioclimático 2013