DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Especialización en Diseño Ambiental

PROYECTO CHIGNAHUAPAN

Arq. Gustavo Alvarez Mayén

Integración de Estrategias Bioclimáticas al Diseño y Solución del Proyecto
Arquitectónico.

Taller de Diseño Bioclimático II

Director de ICR:

Mtro. Roberto Gustavo Barnard Amosurrutia

Coordinador del Posgrado en Diseño Bioclimático

Codirector de ICR

Mtro. Héctor Valerdi Madrigal

Profesor Investigador del Departamento del Medio Ambiente para el Diseño

CDMX

13 de abril del 2021

RESUMEN

Este trabajo pretende ser una guía de consulta metodológica para el análisis y desarrollo de proyectos de diseño arquitectónico, en interacción con las características climatológicas, ambientales y urbanas del sitio donde se ubicará. De tal forma que los datos, gráficas y esquemas que aquí se presentan, mas allá de contener información respecto del sitio, sirvan para la toma de decisiones y el establecimiento de estrategias de diseño bioclimático, que aporten confort al interior del espacio contenido, de una manera sustentable, es decir, con beneficios ecológicos, que no representen fuertes impactos al ambiente, a un bajo costo de operación y mantenimiento y, que coadyuven a garantizar que las generaciones futuras reciban un medio ambiente sano y con los recursos suficientes para solventar sus necesidades.

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I. Análisis del Sitio

I.1 Localización Geográfica

I.2 Topografía

1.3 Hidrografía

I.4 Aspectos Demográficos

I.5 Infraestructura y Equipamiento Urbano

CAPÍTULO II. Análisis Climatológico

II.1 Clima en Chignahuapan

II.2 Temperatura

II.3 Humedad y Temperatura

II.3 Radiación Solar

II.4 Vientos

II. Estrategias Bioclimáticas, Gráfica Psicrométrica

CAPÍTULO III. Anteproyecto Arquitectónico

III.1 Análisis del Predio

III.2 Requerimientos del Programa Arquitectónico

III.3 Conceptualización

III.4 Premisas Compositivas y de Diseño

III.5 Plantas Arquitectónicas

III.6 Fachadas Arquitectónicas

III.7 Cortes Arquitectónicos

CAPITULO IV. Diseño y Evaluación Bioclimática

IV.1 Estudio de Asoleamiento

IV.1.1 Evaluación de la propuesta preliminar de Dispositivos de Control Solar

IV.1.2 Análisis Solsticio de Invierno

IV.1.3 Análisis Solsticio de Verano

IV.1.4 Conclusión del Análisis Solar y Ajuste a Dispositivos de Control Solar en Fachada Suroeste

IV.1.5 Análisis de Dispositivos con Base en los Ajustes Obtenidos de la Conclusión del Análisis Solar

IV.2 Sistemas Constructivos

IV.2.1 Sistemas Constructivos y Estrategias Bioclimáticas

IV.2.2 El Patio Central Como Estrategia Bioclimática

IV.3 Viento

IV.3.1 Simulación de los Vientos

IV.3.2 Conclusiones Sobre la Simulación

IV.4 Comportamiento Térmico

IV.4.1 Procedimiento para el análisis y simulación del comportamiento térmico

IV.4.2 Comportamiento térmico al interior con base en la temperatura operativa

IV.4.4 Conclusión de la Simulación del Comportamiento Térmico

IV.5 Eficiencia energética NOM-020-ENER2011 y Ener Habitat

IV.5.1 Análisis NOM-020-ENER2011

IV.5.2 Análisis y comparativo de sistemas constructivos Ener-Habitat

IV.5.3 Etiqueta de Certificación EDGE

IV.6 Confort Lumínico - Iluminación Natural

Introducción

IV.6.1 - Iluminación Natural - Nivel PB

IV.6.2 Iluminación Natural - Nivel PA

Conclusión luz diurna / Iluminación natural

IV.7 Confort Lumínico - Iluminación Artificial

IV.7.1 Iluminación Artificial - Nivel PB

IV.7.2 Iluminación Artificial - Nivel PA

IV.8 Análisis y Balance Acústico

IV.8.1 Situación del Predio e Identificación de Fuentes Sonoras Externas e Internas

IV.8.2 Acondicionamiento acústico en estancia, nivel PB

IV.8.3 Aislamiento acústico en estancia, nivel PB

IV.9 Criterios de Sustentabilidad – Ecotecnologías

Conclusiones

Bibliografía y Referencias

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Estado de Puebla dentro de la república
Figura 2. Ubicación del Municipio de Chignahuapan dentro del Estado de Puebla
Figura 3. Localización del predio dentro del Municipio de Chignahuapan
Figura 4. Carta topográfica del municipio de Chignahuapan
Figura 5. Mapa esquemático de la topografía del municipio de Chignahuapan
Figura 6. Corrientes y Cuerpos de Agua del Estado
Figura 7. Gráfica de población urbana y rural
Figura 8. Viviendas habitadas por tipo, 2010
Figura 9. Viviendas particulares habitadas por número de cuartos, 2010
Figura 10. Viviendas particulares habitadas por número de dormitorios, 2010.
Figura 11. Clasificación de clima
Figura 12. Normales climatológicas
Figura 13. Gráfica de temperaturas por mes, máxima, media, mínima y promedio.
Figura 14. Gráfica de humedad relativa y temperatura de bulbo seco por mes y por hora
Figura 15. Gráfica Radiación Solar Mensual
Figura 16. Radiación Máxima Total Horaria Mensual
Figura 17. Rangos de Iluminación Mensuales
Figura 18. Rosa de los Vientos, Marzo y Noviembre
Figura 19. Gráfica de Velocidad de los Vientos
Figura 20. Rosa de los Vientos por Mes
Figura 21. Gráfica Psicrométrica
Figura 22. Fotografía Aérea del Predio
Figura 23. Poligonal del predio.
Figura 24. Programa Arquitectónico y Superficie Habitable (Paños interiores del local)
Figura 25. Diagrama de Zonificación Inicial
Figura 26. Diagrama de Zonificación, Ajuste 01
Figura 27. Diagrama de Zonificación, Ajuste 02
Figura 28. Planta Arquitectónica Nivel P.B.
Figura 29. Planta Arquitectónica Nivel P.A.
Figura 30. Planta Arquitectónica Nivel Azotea de Conjunto
Figura 31. Fachada Arquitectónica 01 (Frontal Principal)
Figura 32. Fachada Arquitectónica 02 (Posterior)
Figura 33. Corte Arquitectónico Transversal T1
Figura 34. Corte Arquitectónico Transversal T2
Figura 35. Corte Arquitectónico Longitudinal L1
Figura 36. Temperaturas Horarias
Figura 37. Corte por Fachada CXF01 – Fachada Suroeste
Figura 38. Recorrido Solar Solsticio de Invierno
Figura 39. Penetración Solar en Planta 13:00hrs
Figura 40. Penetración Solar en Sección 13:00hrs
Figura 41. Penetración Solar en Planta 14:00hrs
Figura 42. Penetración Solar en Sección 14:00hrs
Figura 43. Penetración Solar en Planta 15:00hrs
Figura 44. Penetración Solar en Sección 15:00hrs
Figura 45. Penetración Solar en Planta 16:00 hrs
Figura 46. Penetración Solar en Sección 16:00hrs
Figura 47. Recorrido Solar Solsticio de Verano

Figura 48. Penetración Solar en Planta 13:00hrs
Figura 49. Penetración Solar en Sección 13:00hrs
Figura 50. Penetración Solar en Planta 14:00hrs
Figura 51. Penetración Solar en Sección 14:00hrs
Figura 52. Penetración Solar en Planta 15:00 hrs
Figura 53. Penetración Solar en Sección 15:00 hrs
Figura 54. Penetración Solar en Planta 16:00 hrs.
Figura 55. Penetración Solar en Sección 16:00 hrs.
Figura 56. Penetración Solar en Planta 17:00 hrs
Figura 57. Penetración Solar en Sección 17:00 hrs.
Figura 58. Penetración Solar en Planta 18:00 hrs
Figura 59. Penetración Solar en Sección 18:00 hrs
Figura 60. Comparativa entre Posición Inicial de Dispositivos Horizontales y Posición Final
Figura 61. Planta dispositivos verticales 01V niv PB
Figura 62. Gráfica solar y perfil de sombra
Figura 63. Angulo de protección solar en dispositivos verticales Planta Baja
Figura 64. Gráfica solar y perfil de sombra
Figura 65. Gráfica solar y perfil de sombra dispositivos horizontales y verticales en PB
Figura 66. Sección dispositivo horizontal 03H en Planta Alta
Figura 67. Gráfica solar y perfil de sombra
Figura 68. Planta seccional dispositivos verticales en Planta Alta
Figura 69. Gráfica solar y perfil de sombra
Figura 70. Gráfica | solar y perfil de sombra dispositivos horizontales y verticales en PA
Figura 71. Detalle isométrico de dispositivo de control solar 02H en Planta Baja.
Figura 72. Detalle isométrico de dispositivo de control solar 03H en Planta Alta.
Figura 73. Flujo de vientos para intercambio de aire al interior PB.
Figura 74. Flujo de vientos para intercambio de aire al interior PA
Figura 75. Cubo de escalera como disipador de aire con sobrecalentamiento
Figura 76. Fachada 01 - Cubo de escalera como chimenea para disipar aire caliente
Figura 77. Fachada 02 - Exterior
Figura 78. Corte Arquitectónico Transversal T1
Figura 79. Corte Arquitectónico Transversal T2
Figura 80. Corte Longitudinal CL-01 – Esquema de operación del patio central
Figura 81. Simulador de vientos del suroeste, imagen 3D
Figura 82. Simulador de vientos del suroeste por sección, vista 2D
Figura 83. Simulador de ventilación cruzada con vientos del suroeste por sección tipo por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D
Figura 84. Simulador de ventilación cruzada con vientos del suroeste por sección tipo por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D
Figura 85. Simulador de ventilación únicamente por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D
Figura 86. Barrera Rompevientos, vista esquemática.

Figura 87. Composición del modelo volumétrico, vista posterior
Figura 88. Composición del modelo volumétrico vista frontal
Figura 89. Tabla de comportamiento térmico mensual
Figura 90. Comportamiento térmico mensual en periodo anual
Figura 91. Comportamiento térmico mensual.
Figura 92. Periodos críticos por día del periodo anual .
Figura 93. Ganancias internas periodo anual.
Figura 94. Comportamiento térmico PB
Figura 95. Comportamiento térmico PA
Figura 95a. Elementos conformadores de la superficie en fachada NO
Figura 95b. Elementos conformadores de la superficie en fachada SO
Figura 95c. Elementos conformadores de la superficie en fachada SE
Figura 95d. Elementos conformadores de la superficie en fachada NE
Figura 95e. Superficie inferior en fachada lateral izq, sureste (entrepiso)
Figura 95f. Superficie inferior en fachada principal (entrepiso)
Figura 95g. Criterio de Ventanas en fachada Principal NE
Figura 95h. Criterio de Ventanas en fachada Posterior SO
Figura 96. Muros envolvente general
Figura 97. Elementos materiales que componen el sistema de muros de la envolvente
Figura 98. Detalle en sección uro tipo envolvente general
Figura 99. Cubierta en azotea y superficies cubiertas en niveles inferiores que generan volados o sombra.
Figura 100. Elementos materiales que componen el sistema de techos de la envolvente
Figura 101. Detalle tipo Elementos materiales que componen el sistema de techos de la envolvente, nivel Azotea
Figura 102. Alimentación de todas las ventanas ubicadas en los muros de la envolvente general
Figura 103. Configuración tipo de ventanas
Figura 104. Esquema de dimensionamiento según tipo de sombreado
Figura 105. Alimentación de puertas sobre la envolvente
Figura 106. Configuración tipo de ventanas
Figura 107. Valores resultantes en evaluación de la NOM-020-2011
Figura 108. Ejemplo de etiqueta de eficiencia energética
Figura 109. Fachada NE (ppal)
Figura 110. Fachada NO (lateral der)
Figura 111. Fachada SO (posterior)
Figura 112. Fachada SE (lateral izq)
Figura 113. Factor de decremento fachadaNE (ppal)
Figura 114. Factor de decremento fachada NO (lateral der)
Figura 115. Factor de decremento fachada SO (posterior)
Figura 116. Factor de decremento fachada SE (lateral izq)
Figura 117. Fachada NE (ppal) junio
Figura 118. Fachada NO (lat der) junio
Figura 119. Fachada SO (posterior) junio
Figura 120. Fachada SE (lat. izq.) junio

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 121. Factor de decremento fach-NE (ppal) junio
Figura 122. Factor de decremento fach-NO (lat der) junio
Figura 123. Factor de decremento fach-SO (posterior) junio
Figura 124. Factor de decremento fach-SE (lat izq) junio
Figura 125. Comportamiento primavera
Figura 126. Comportamiento otoño
Figura 127. Comportamiento verano
Figura 128. Comportamiento invierno
Figura 129. Conformación por capas del Sistema constructivo
Figura 130. Comportamiento primavera
Figura 131. Comportamiento otoño
Figura 132. Comportamiento verano
Figura 133. Comportamiento invierno
Figura 134. Comportamiento primavera
Figura 135. Comportamiento otoño
Figura 136. Comportamiento verano
Figura 137. Comportamiento invierno
Figura 138. Comportamiento primavera
Figura 139. Comportamiento otoño
Figura 140. Comportamiento verano
Figura 141. Comportamiento invierno
Figura 142. Conformación por capas del Sistema constructivo de la cubierta
Figura 142a. Conformación por capas del Sistema constructivo de la cubierta / ajuste en absorción
Figura 143. Comportamiento primavera
Figura 144. Comportamiento otoño
Figura 145. Comportamiento verano
Figura 145a. Comportamiento verano
Figura 146. Comportamiento invierno
Figura 146a. Resultados etiqueta The Edge, rubro energía.
Figura 146b. Resultados etiqueta The Edge, rubro agua.
Figura 146c. Resultados etiqueta The Edge, rubro materiales.
Figura 147. Luz diurna 8:00 am
Figura 148. Luz diurna 8:00 am colores falsos
Figura 149. Luz diurna 12:00 pm
Figura 150. Luz diurna 12:00 pm colores falsos
Figura 151. Luz diurna 4:00 pm
Figura 152. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 153. Luz diurna 8:00 am
Figura 154. Luz diurna 12:00 pm
Figura 155. Luz diurna 4:00 pm
Figura 156. Luz diurna 8:00 am
Figura 157. Luz diurna 8:00 am colores falsos
Figura 158. Luz diurna 12:00 pm
Figura 159. Luz diurna 12:00 pm colores falsos
Figura 160. Luz diurna 4:00 pm
Figura 161. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 162. Luz diurna 8:00 am

Figura 163. Luz diurna 12:00 pm
Figura 164. Luz diurna 4:00 pm
Figura 165. Luz diurna 8:00 am
Figura 166. Luz diurna 8:00 am colores falso.
Figura 167. Luz diurna 12:00 pm
Figura 168. Luz diurna 12:00 pm colores falsos
Figura 169. Luz diurna 4:00 pm
Figura 170. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 171. Luz diurna 8:00 am
Figura 172. Luz diurna 12:00 pm
Figura 173. Luz diurna 4:00 pm
Figura 174. Luz diurna 8:00 am
Figura 175. Luz diurna 12:00 pm
Figura 176. Luz diurna 4:00 pm
Figura 177. Luz diurna 8:00 am colores falsos
Figura 178. Luz diurna 12:00 pm colores falsos
Figura 179. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 180. Luz diurna 8:00 am
Figura 181. Luz diurna 12:00 pm
Figura 182. Luz diurna 4:00 pm
Figura 183. Luz diurna 8:00 am
Figura 184. Luz diurna 12:00 pm
Figura 185. Luz diurna 4:00 pm
Figura 186. Luz diurna 8:00 am colores falsos
Figura 187. Luz diurna 12:00 pm colores falso.
Figura 188. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 189. Luz diurna 8:00 am
Figura 190. Luz diurna 12:00 pm
Figura 191. Luz diurna 4:00 pm
Figura 192. Luz diurna 8:00 am
Figura 193. Luz diurna 12:00 pm
Figura 194. Luz diurna 4:00 pm
Figura 195. Luz diurna 8:00 am colores falsos
Figura 196. Luz diurna 12:00 pm colores falsos
Figura 197. Luz diurna 4:00 pm colores falsos
Figura 198. Luz diurna 8:00 am.
Figura 199. Luz diurna 12:00 pm.
Figura 200. Luz diurna 4:00 pm.
Figura 201. Posición de luminarias y curvas fotométricas
Figura 202. Distribución y nomenclatura de luminarias en recámara 03
Figura 203. Iluminación indirecta en cajillos laterales (31 al 41)
Figura 204. Iluminación general embutida en pérgola (Franjas centrales)
Figura 205. Luz artificial en estancia
Figura 206. Luz artificial en estancia, colores falsos
Figura 207. Luz artificial en estancia, colores falsos
Figura 208. Luz artificial en estancia.
Figura 209. Distribución y nomenclatura de luminarias en cocina
Figura 210. Curvas fotométricas

Figura 211. Iluminación sobre barra desayunador (9)
Figura 212. Iluminación sobre barra de preparación (1)
Figura 213. Luminaria de alumbrado general (10 a 15)
Figura 214. Iluminación de trabajo oculta e indirecta (2 a 8)
Figura 215. Luz artificial en cocina.
Figura 216. Luz artificial en cocina, colores falsos.
Figura 217. Luz artificial en cocina, colores falsos 3d
Figura 218. Luz artificial en cocina
Figura 219. Distribución y nomenclatura de luminarias en recámara 03
Figura 220. Luminaria de alumbrado general (8 a 14)
Figura 221. Luminaria en cabecera efecto wall washer (4, 5 y 6)
Figura 222. Luminaria de lectura dirigible en cabecera (1 y 15)
Figura 223. Iluminación de trabajo oculta e indirecta (7)
Figura 224. Luz artificial en recámara 03
Figura 225. Luz artificial en rec 03, colores falsos
Figura 226. Luz artificial en recámara 03 colores falsos.
Figura 227. Luz artificial en recámara 03.
Figura 228. Luz artificial planta baja
Figura 229. Luz artificial planta alta
Figura 230. Luz artificial desde exterior fachada suroeste
Figura 231. Ubicación de fuentes externas al proyecto
Figura 232. Planta seccional esquemática de estancia y ubicación de elementos que la delimitan.
Figura 233. Alzado de muros M01 al M04
Figura 234. Planta seccional esquemática del plafón a nivel viguerio y nivel lecho bajo de losa.
Figura 235. Detalle tipo en sección de viga en plafón de estancia
Figura 236. Matriz de tiempo de reverberación con plafón aparente pintado
Figura 237. Matriz de tiempo de reverberación con plafón de yeso liso, sobre losa de vigueta y bovedilla
Figura 238. Planta seccional esquemática de estancia y ubicación de elementos que la delimitan.
Figura 239. Plafón de yeso liso, sobre losa de vigueta y bovedilla.
Figura 240. Regadera tipo propuesta
Figura 241. Inodoro tipo propuesto
Figura 242. Calentador de agua propuesto
Figura 243. Matriz de cálculo calentador solar
Figura 244. Características del calentador solar propuesto
Figura 245. Radiación horaria en el sitio
Figura 246. Sección longitudinal por filtrado de aguas jabonosas
Figura 247. Esquema de funcionamiento biodigestor
Figura 248. Capacidad del biodigestor y volumen de lodos a evacuar
Figura 249. Matriz de datos generales para cálculo
Figura 250. Matriz de cálculo del sistema solar
Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja
Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta
Figura PER-Paz. Planta esquemática de referencia nivel azotea

Introducción

A menudo se piensa que hablar de confort es un tema de costosas instalaciones con finos y elegantes acabados sin detenernos a analizar el costo no solo económico sino ambiental que esto conlleva debido a los altos consumos energéticos y los altos niveles de contaminantes que se generan en construcciones de ese tipo en la gran mayoría de los casos. Incluso he escuchado en diversas ocasiones que el confort es algo propio de las clases sociales más privilegiadas pero ¿qué pasaría con estas “equipadas” y lujosas edificaciones y sus “privilegiados” ocupantes si de pronto prescindieran del servicio de energía eléctrica? ¿qué pasaría si de pronto hubiese un recorte en el suministro de agua potable? ¿realmente estas construcciones tendrían la capacidad de operar en condiciones propicias para el desarrollo de las actividades más básicas para las que fueron creadas? La respuesta podía tomar diferentes vertientes pero lo cierto es que hoy por hoy en la gran mayoría de los casos no estarían ni cerca de poder hacerlo ante cualquier contingencia de éste tipo.

El crecimiento de las manchas urbanas está dado principalmente por zonas habitacionales, es por eso que el presente trabajo, desarrolla un caso de vivienda tipo residencial y se enfocará en el establecimiento de estrategias de diseño bioclimático que aporten confort a los individuos que la habiten, sin que esto implique costosos y complicados procesos de manejo.

CAPÍTULO I. Análisis del Sitio

I.1 Localización Geográfica

El municipio de Chignahuapan es uno de los 217 que conforman al Estado de Puebla, Se encuentra en una latitud de 19°50'14.62" N, y una longitud de 98°01'52.19" O, en el sureste de la República Mexicana.

Su cabecera municipal se encuentra a una altura de 2,294 msnm.

Colinda al sur con el Estado de Tlaxcala y al poniente con el Estado de Hidalgo, sus límites al norte y noreste con el municipio de Zacatlán, al oriente con el municipio de Aquixtla, y al sureste con el municipio de Ixtacamaxtitlan.

La superficie del municipio de Chignahuapan representa el 2.2% de la superficie del estado con 759.22 km².¹

Figura 1. Ubicación del Estado de Puebla dentro de la república.

República Mexicana
Fuente Wikiwand

Figura 2. Ubicación del Municipio de Chignahuapan dentro del Estado de Puebla..

Estado de Puebla
Fuente Wikiwand

Figura 3. Localización del predio dentro del Municipio de Chignahuapan.

Municipio de Chignahuapan
Fuente Google Earth © 2020.

I.2 Topografía

En el municipio de Chignahuapan esta rodeado por cerros que llegan a alturas cercanas a los 3000 msnm.

La zona donde se localiza el proyecto es evidentemente plana y se encuentra a una altitud de 2,310 msnm.

La fisiografía y relieve del municipio de cataloga como:

Provincia: Eje Neovolcánico 100%

Subprovincia: Lagos y Volcanes de Anahuac 100%

Sistemas de Topoformas: Lomerío de tobas con llanuras (42%), Sierra volcánica de laderas escarpadas (30%),

Lomerío de tobas (16%) y Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado (12%).

El uso de suelo y la vegetación se clasifican de la siguiente manera:

Uso: Agricultura (58%) y zona urbana (2%)

Vegetación: Bosque (37%) y pastizal (2%)

En cuanto a los aspectos edafológicos se presentan suelos dominantes conformados por: Phaeozem (39%), Andosol (35%), Vertisol (13%), Luvisol (6%), Planosol (3%) y Durisol (1%).

La geología del municipio esta determinada por dos periodos: Neógeno (84%) y Cuaternario (13%) con formación de rocas ígnea extrusiva: toba ácida (29%), andesita (22%), basalto (19%), riolita (9%), riodacita (3%), dacita (2%), brecha volcánica básica (2%) y riolita-toba ácida (2%) Sedimentaria: conglomerado (1%)

Suelo: aluvial (8%)

Figura 4.

Carta topográfica del municipio de Chignahuapan. Fuente INEGI.

Figura 5.

Mapa esquemático de la topografía del municipio de Chignahuapan. Fuente Topographic-map.com.

I.3 Hidrografía

Región hidrológica: Tuxpan – Nautla (76%), Pánuco (22%) y Balsas (2%)

Cuenca: R. Tecolutla (76%), R. Moctezuma (22%) y R. Atoyac (2%)

Subcuenca: R. Laxaxalpan (73%), L. Tochac y Tecocomulco (13%), R. Metztlán (9%), R. Necaxa (2%), R. Zahuapan (2%) y R. Tecuantepec (1%)

Corrientes de agua: Perennes: Agrio, Ahualtongo, Blanco, Cantarranas, Hondo, San Pedro, Totolapa y Xalatlaco.

Intermitentes: Agua Escondida, Capulaque, Hondo, La Mora y San Lorenzo

Cuerpos de agua: Perennes (0.75%): Ajolotla, Bordo La Primavera, Presa Cuautelolulco, Presa la Luz y San Francisco

Intermitentes (0.25%): Bordo El Rodeo y Loma Alta ¹

El suministro de agua para la población en la entidad es responsabilidad de los gobiernos municipales. En la entidad se reportan 872 tomas de captación de agua, de ellas, el 65% son pozos de extracción en fuentes subterráneas y superficiales. ²

Figura 6.
Corrientes y Cuerpos de Agua del Estado.

I.4 Aspectos Demográficos

De acuerdo con la Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), realizada en el 2015 la Población total del municipio de Chignahuapan ascendía a 62 mil 28 personas, de las cuales 31 mil 760 personas pertenecen al género femenino y 30 mil 268 al género masculino, con una densidad poblacional de 81.7 habitantes por km².

Dentro de las 157 localidades con las que cuenta el municipio, la ciudad de Chignahuapan es la más densa demográficamente ya que cuenta con 19 mil 608 personas, lo que representa el 33.86 por ciento del total del municipio, el resto se ubica dentro las 156 localidades restantes.

Figura 7. Gráfica de población urbana y rural.

Fuente: SNIM / INEGI 2010

Chignahuapan, se encuentra ubicado en la región socioeconómica denominada “Sierra Norte”, la cual se caracteriza por una población mayoritariamente rural (35 mil 466 habitantes en zonas rurales en el municipio de Chignahuapan); describiendo un grado de rezago social medio y un grado de marginación medio.

En cuanto a la condición de la vivienda en el municipio de Chignahuapan, conforme a lo que se establece en el programa sectorial de vivienda 2001-2006 que cataloga a una vivienda digna a aquella que cuenta con servicios de suministro de agua, drenaje y energía eléctrica, se encuentra habitada y con una ocupación que no rebase a los 2.5 habitantes por habitación. Bajo esta tesitura, se observó que en 2005 en el municipio de Chignahuapan había 11 mil 596 viviendas particulares habitadas y para 2010 se incrementó a 13 mil 990 viviendas particulares habitadas, con un promedio de ocupantes de 4.13, en una media de 3 cuartos por vivienda.

Figura 8. Viviendas habitadas por tipo, 2010.

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas ⁽¹⁾	14,007	100.00
Vivienda particular	14,006	99.99
Casa	13,568	96.87
Departamento en edificio	136	0.97
Vivienda o cuarto en vecindad	240	1.71
Vivienda o cuarto en azotea	0	0
Local no construido para habitación	5	0.04
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	57	0.41
Vivienda colectiva	1	0.01

Fuente: SNIM / INEGI 2010

Figura 9. Viviendas particulares habitadas por número de cuartos, 2010.

Número de cuartos	Número de viviendas particulares habitadas	%
1 cuarto	822	5.88
2 cuartos	3,653	26.11
3 cuartos	4,370	31.24
4 cuartos	2,844	20.33
5 cuartos	1,265	9.04
6 cuartos	562	4.02
7 cuartos	227	1.62
8 cuartos	126	0.90
9 y más cuartos	96	0.69

Fuente: SNIM / INEGI 2010

Figura 10. Viviendas particulares habitadas por número de dormitorios, 2010.

Número de dormitorios	Número de viviendas particulares habitadas	%
1 dormitorio	6,466	46.22
2 dormitorios	5,168	36.94
3 dormitorios	1,835	13.12
4 dormitorios	403	2.88
5 y más dormitorios	94	0.67

Fuente: SNIM / INEGI 2010

I.5 Infraestructura y Equipamiento Urbano

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para el año 2050, el 70 por ciento de la población en el mundo vivirá en zonas urbanas, por consecuencia en los próximos 50 años aumentará la fusión de las grandes ciudades en mega-regiones, el llamado fenómeno de las “ciudades sin fin” podría ser uno de los rasgos más significativos de la forma cómo vive la gente y crezca la economía, de acuerdo con el informe “Estado de las Ciudades en el Mundo 2010- 2011”, publicado por ONU-Hábitat.

En cuanto a fuentes de abastecimiento de agua dentro del municipio para el año 2016 se contaba con 12 pozos profundos y 106 manantiales, dando un total de 118 fuentes de abastecimiento, para ese mismo año se contaba con 32 sistemas de drenaje y alcantarillado mismo que beneficiaban al mismo número de localidades, en cuanto a las tomas instaladas para el servicio de energía eléctrica para ese mismo año se contaba con un total de 20 mil 155 tomas, de las cuales 20 mil 025 eran domiciliarias y 130 eran no domiciliarias, beneficiando a 75 localidades con este servicio.

En el sector salud para el 31 de diciembre de 2016 el municipio de Chignahuapan contaba con 22 unidades médicas en servicio de instituciones del sector público de salud, 1 unidad médica del ISSSTE, 1 unidad médica del ISSSTE, 9 del IMSS-PROSPERA, 10 de la Secretaría de Salud y 1 del DIF municipal.

Chignahuapan está ubicado en la entrada de la sierra mágica del estado de Puebla, en una posición privilegiada por constituir el paso obligado hacia el Estado de Veracruz y hacia todos los demás municipios de la Sierra Norte, lo que ha permitido el desarrollo de una infraestructura vial que lo conecta por autopista directamente hasta las Ciudades de México, Puebla, Tulancingo, Huauchinango, y próximamente hasta la Ciudad de Tuxpan, Veracruz.

El municipio cuenta con un total de 414.75 kms de carreteras de los cuales 69.4kms son de cuota y 345.51 son carreteras libres.

En el sector educativo para el inicio del ciclo escolar 2015/16 el municipio contaba con los siguientes espacios educativos en uso: 227 planteles, 731 aulas, 18 bibliotecas, 11 laboratorios, 4 talleres.

En el sector de cultura y deporte de acuerdo a las áreas o espacios deportivos seleccionados y registrados en el Instituto Poblano de Cultura Física y Deporte del Estado all 31 de diciembre de 2016 solo se tiene registrado una cancha de usos múltiples, existiendo un déficit de espacios como; albercas, campos de béisbol, campos y canchas de futbol, canchas de basquetbol, canchas de frontón, canchas de tenis, canchas de voleibol y pistas de atletismo y trota pistas, entre otros.

En el sector de seguridad para el 31 de diciembre de 2015 el municipio contaba con 4 agencias del ministerio público del fuero común presentando un déficit en las agencias del ministerio público del fuero federal.

En el ámbito comercio en cuanto a las gasolineras establecidas en el municipio paso de 4 en el año 2014 a 5 gasolineras en el 2016, en cuanto a las unidades de comercio y de abasto en operación por municipio para 31 de diciembre de 2016 Chignahuapan contaba con; 6 tiendas Diconsa, 1 tianguis, 2 mercados públicos y presentaba un déficit en centrales de abasto y centro de acopio de granos y oleaginosas.

En el sector turístico para el 31 de diciembre de 2016, los establecimientos de hospedaje registrados en el municipio se desglosan de la siguiente manera; 32 hoteles, 2 moteles, 11 cabañas, villas y similares, dando un total de 45 establecimientos, presentando un déficit de campamentos y albergues recreativos, pensiones y casas de huéspedes, y departamentos y casas amuebladas con servicio de hotelería.

En cuanto a los establecimientos de preparación y servicio de alimentos y de bebidas con categoría turística para el 31 de diciembre de 2016, el municipio contaba con 23 restaurantes, 3 de preparación para consumo inmediato, 4 cafeterías, fuentes de sodas, neverías, refresquerías y similares y 6 bares, cantinas o similares, dando un total de 36 establecimientos, como dato extra existe una agencia de viajes y servicios de reservación.

CAPÍTULO II. Análisis Climatológico

La información contenida en el presente análisis fue asistida por software Meteonorm en su versión 7, versión 7.3.2, para la generación de archivos EPW que contienen la información referente a:

Periodos de radiación en periodo de 1991 a 2010

Periodo de temperatura 2000 a 2009

Para la medición de:

Temperatura media, máxima y mínima

Radiación difusa y global

Precipitación

Humedad Relativa media, máxima y mínima

Presión atmosférica

Dirección del viento

Velocidad del viento

La obtención de estos datos servirá para alimentar el software Climate Consultant 6.0, para poder representar y visualizar gráficamente la información climatológica del exterior llevada al confort interior de las edificaciones o proyectos de arquitectura.

Este software utilizó el modelo de confort adaptativo ASHRAE Standard 55-2010 y PLUS ASHRAE Handbook 2005.

II.1 Clima en Chignahuapan

La clasificación del clima según el sistema modificado Köppen-García pertenece al grupo C, con una clasificación Cbw2 (i')gw'', descrito como: Semicálido con poca oscilación tipo gangas canícula.

Figura 11. Clasificación de clima.

Datos Generales		Datos Generales del Clima	
Ciudad:	CHIGNAHUAPAN	Temp. (°C) ;	Prec. (mm)
Estado:	Puebla	Temp. Máxima:	23.1
Estación:	21140 Chignahuapan	Temp. Media:	19.5
Coordenadas Geográficas:		Temp. Mínima:	17.7
Latitud:	19° 50' N	Prec. Máxima:	132.5
Longitud:	98° 01' Oeste	Prec. Mínima:	7.9
Altitud:	2294 msnm	Prec. Total:	695.4
Periodo de observación:		P/T	35.63
Temperatura	25 años	% Prec. Inverna	6.14%
Precipitación	25 años	Oscilación	5.4

Grupo climático	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	
A	<p>(A)Ca (w0)(i')gw"</p>	
C		
B		
E		
Descripción:	Semicálido poca oscilación tipo ganges canícula	

Datos Climáticos

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Temperatura	17.7	18.3	20.8	22.2	23.1	21.1	19.4	19.2	18.4	18.0	17.8	18.2	19.5
Precipitación	12.3	14.4	16.0	36.4	51.7	113.6	110.2	99.4	132.5	80.7	20.3	7.9	695.4

Gráficas:

Fuente. Hoja de cálculo desarrollada por el Dr. Víctor Fuentes F. con base en las fórmulas y criterios definidos por E. García.

Según el Observatorio Meteorológico Nacional se obtienen los siguientes datos a través de los cuales se alimentó la hoja de cálculo para clasificación de Köppen-García.

Figura 12. Normales climatológicas.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA NORMAL	17.7	18.3	20.8	22.2	23.1	21.1	19.4	19.2	18.4	18.0	17.8	18.2	19.5
TEMPERATURA MEDIA NORMAL	10.0	10.6	12.9	14.6	15.5	14.7	13.6	13.4	13.2	12.0	11.0	10.6	12.7
PRECIPITACION NORMAL	12.3	14.4	16.0	36.4	51.7	113.6	110.2	99.4	132.5	80.7	20.3	7.9	695.4

Fuente. Observatorio Meteorológico Nacional, estación 00021140 Chignahuapan, Puebla. Periodo 1981-2010.

II.2 Temperatura

Como podemos observar en la gráfica, nuestra zona de confort se encuentra entre los 20°C y los 26°C y dentro de este rango se encuentran las temperaturas máximas durante todo el año. Siendo la primavera, la época que presenta las temperaturas más altas.

Por el contrario si analizamos el comportamiento de las temperaturas media y baja, podemos observar que se encuentran con una distancia importante respecto de la zona de confort, sobre todo en época de otoño, invierno y parte de la primavera donde las mínimas alcanzan los 4°C.

Como conclusión podemos decir que el proyecto requiere que la estrategia a implementar (*una vez revisada la humedad relativa*) sean ganancias de calor en periodos nocturnos y por la mañana durante todo el año, por lo que se puede pronosticar el uso de materiales acumuladores con inercia térmica que conserven el calor y lo transmitan hasta el momento en el que este es requerido.

Figura 13. Gráfica de temperaturas por mes, máxima, media, mínima y promedio.

Fuente. Climate Consultant 6.0

II.3 Humedad y Temperatura

La gráfica nos muestra el comportamiento de la humedad relativa, respecto de las temperaturas por mes a lo largo de las 24 hrs del día.

Se observa que prácticamente durante todo el año a excepción de los meses de marzo y abril, la humedad excede los límites de confort en los periodos nocturnos, específicamente entre las 0:00 y las 9:00 am, periodo en el que las temperaturas son más bajas. Por otra parte se presenta un déficit de humedad en un periodo de diciembre a abril en un horario entre las 12:00 y las 18:00 hrs. En ambos tanto por exceso como por déficit el rango se encuentra en el 10% de humedad.

En conclusión como estrategia debemos generar ganancias de calor en los periodos nocturnos y de madrugada que nos ayuden a deshumidificar el ambiente y apoyarnos de elementos que de forma controlada nos aporten humedad al ambiente en los meses de diciembre a abril en horarios diurnos de entre las 11:00 y las 17 hrs. que nos ayuden a equilibrar la humedad relativa al interior de la residencia.

Figura 14. Gráfica de humedad relativa y temperatura de bulbo seco por mes y por hora.

Fuente. Climate Consultant 6.0

Figura 15. Gráfica Radiación Solar Mensual.

Fuente. Climate Consultant 6.0

Figura 16. Radiación Máxima Total Horaria Mensual

MES	MÁXIMA TOTAL	W/m2	RADIACIÓN SOLAR MÁXIMA TOTAL																								Horas con más de 120 W/m2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Enero	739		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	74.6	260.5	446.5	601.2	703.1	738.5	703.1	601.2	446.5	260.5	74.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	4910.3
Febrero	846		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	125.2	333.3	535.0	700.5	808.5	846.0	808.5	700.5	535.0	333.3	125.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	5851.2
Marzo	923		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	182.2	401.6	608.7	776.3	885.0	922.6	885.0	776.3	608.7	401.6	182.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6629.9
Abril	922		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.9	228.2	438.5	632.5	787.8	887.7	922.2	887.7	787.8	632.5	438.5	228.2	35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6943.5
Mayo	879		0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	249.9	443.4	619.5	759.2	848.7	879.5	848.7	759.2	619.5	443.4	249.9	65.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6852.1
Junio	871		0.0	0.0	0.0	0.0	79.0	261.0	449.7	620.4	755.4	841.7	871.4	841.7	755.4	620.4	449.7	261.0	79.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6885.4
Julio	818		0.0	0.0	0.0	0.0	63.4	234.6	414.1	577.2	706.6	789.5	818.0	789.5	706.6	577.2	414.1	234.6	63.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6389
Agosto	860		0.0	0.0	0.0	0.0	36.3	215.8	411.3	591.5	735.6	828.2	860.2	828.2	735.6	591.5	411.3	215.8	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	6497.6
Septiembre	765		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	151.1	333.0	504.7	643.7	733.8	764.9	733.8	643.7	504.7	333.0	151.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	5497.2
Octubre	783		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	117.5	309.9	496.2	648.9	748.5	783.1	748.5	648.9	496.2	309.9	117.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	5425
Noviembre	754		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	77.5	267.1	456.7	614.2	717.9	754.0	717.9	614.2	456.7	267.1	77.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	5020.8
Diciembre	712		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.6	238.8	421.9	575.2	676.4	711.7	676.4	575.2	421.9	238.8	58.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9	4653.6
Promedio	823		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	162.5	358.1	542.8	692.3	789.1	822.7	789.1	692.3	542.8	358.1	162.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11	5912.2

Fuente. Hoja de cálculo desarrollada por Dr. Víctor Fuentes Freixanet.

II.3 Radiación Solar

La radiación directa (radiación medida únicamente proveniente del sol) durante las diferentes estaciones del año queda de la siguiente manera:

-Periodo de primavera (21 de marzo al 20 de junio): mayor radiación en el mes de Marzo cercano a los 800w/m2 y menor en el mes de junio con 650 w/m2

-Periodo de verano (21 de junio al 22 de septiembre): mayor radiación en agosto cercano a los 700w/m2 y menor en el mes de septiembre con 530 w/m2

-Periodo Invernal (21 de diciembre al 20 de marzo): febrero el mes con mayor incidencia del periodo con 830w/m2 y los demás meses muy consistentes en los 800w/m2

-Periodo otoñal (23 de septiembre al 20 de diciembre): diciembre con mayor radiación solar directa con 780w/m2 y septiembre el menor con 530 w/m2

El periodo con mayor radiación a lo largo del día es de febrero a agosto a partir de las 10:00 y hasta las 14:00 hrs, con intensidades mayores a los 700 w/m2, seguido por los meses de agosto a octubre y enero con un periodo más corto de 11:00 a 13:00 hrs.

Por lo que durante estos periodos se deberá poner especial atención para el planteamiento de estrategias de diseño bioclimático.

Figura 17. Rangos de Iluminación Mensuales.

Fuente. Climate Consultant 6.0

El promedio de la iluminación directa normal en el sitio se ubica en los 45000 lux, mientras su rango mínimo promedio está en los 27500lux y su rango promedio máximo está en los 71000lux.

Los meses de abril a octubre presentan un índice máximo, menor al promedio anual de iluminación directa y un índice de iluminación difusa superior al promedio anual, por lo que se deduce que durante este periodo pueden existir temporadas con nublados y la iluminación es mayormente difusa.

Por otro lado en los meses de noviembre a marzo, la iluminación directa es superior al promedio anual y aunque la iluminación global es superior a esta, la diferencia no es muy representativa por lo que se deduce que aunque existen nublados también se cuenta con cielos despejados.

II.4 Vientos

El comportamiento de la velocidad promedio durante todo el año, excede los 2.0 m/s, con un periodo de mayor velocidad de octubre a mayo quedando muy cercanos a la clasificación de brisa ligera (Beaufort, s.f.).

Las velocidades más extremas se dan en los meses de Marzo con vientos superiores a los 6.00m/s y noviembre, superando los 5.5m/s., los meses restantes con velocidades cercanas a los 5.0 m/s clasificándose como brisa moderada (Beaufort, s.f.).

En conclusión deberemos estudiar como estrategia la forma de controlar la velocidad de los vientos para poder contar con la posibilidad de apertura de ventanas y puertas, sin sensaciones negativas e incómodas.

En la gráfica se aprecia que el mayor porcentaje de tiempo, los vientos llegan en marzo con mayor frecuencia del sur oeste y para el mes de noviembre de manera muy constante ocupan todo el cuadrante desde el sur sureste hasta el oeste, con temperaturas constantes de hasta 20°C.

Figura 18. Rosa de los Vientos, Marzo y Noviembre.

Fuente. Climate Consultant 6.0

Figura 19. Gráfica de Velocidad de los Vientos.

Fuente. Climate Consultant 6.0

Existe una tendencia constante a que los vientos más frecuentes vienen del oeste por periodos más prolongados.

Figura 20. Rosa de los Vientos por Mes.

Fuente. Climate Consultant 6.0

II.5 Estrategias Bioclimáticas, Gráfica Psicrométrica

Figura 21. Gráfica Psicrométrica

Los resultados obtenidos de la tabla psicrométrica nos ubican dentro de la zona de confort (ASHRAE Handbook 2005) entre los 20.5° la mínima y los 27°C las máximas, con un rango de entre el 10% y el 85% de humedad relativa.

Según los datos arrojados por la gráfica psicrométrica en la localidad solo el 20.4% del tiempo se dan las condiciones óptimas de confort.

Las recomendaciones para incrementar dicho porcentaje consisten en:

- Sombreado de ventanas
- Enfriamiento evaporativo directo
- Ventilación
- Promover las ganancias internas de energía y conservarla
- Alta masa térmica para promover las ganancias pasivas

Fuente. Climate Consultant 6.0

CAPÍTULO III. Anteproyecto Arquitectónico

III.1 Análisis del Predio

Figura 22. Fotografía Aérea del Predio

Fuente. Google Earth, © Google 2020

Figura 23. Poligonal del predio.

Fuente. Elaboración propia.

Superficie del predio: 800.00 m²

Dimensiones: Frente 20.00 m, Fondo 40.00 m

Colindancias laterales: Noroeste con terreno baldío y construcción a 2 niveles (ciega), Sureste con terreno baldío, Frente al noreste con calle secundaria, frente suroeste con brecha.

Infraestructura de servicios: La zona no cuenta con servicio de alcantarillado sanitario, por lo que se deberá pensar en algún otro sistema para desalojo de aguas servidas. Se cuenta con suministro de energía eléctrica y red de agua potable.

Altura máxima: Según el reglamento de construcciones de Chignahuapan la altura máxima será en relación con el ancho de calle, la vialidad frontal de acceso tiene un ancho aproximado de 10.00 mts, por lo que esa será nuestra altura promedio máxima.

Uso y destino del agua: Por normatividad deberá implementarse el tratamiento de aguas tanto pluviales como negras y grises en predios superiores a los 300 m².

III.3 Conceptualización

El proyecto se desarrolla como parte de un ejercicio académico. Cuyo principal objetivo es el de planteamiento de una propuesta para una residencia cuyo diseño sea acorde a las condiciones climáticas y de infraestructura de la zona, y que en el se puedan reflejar de forma clara, precisa y fundamentada, las estrategias de diseño bioclimático a través de las cuales se logre el confort al interior tanto en sus aspectos higrotérmicos, como en los aspectos visuales, acústicos, olfativos, etc. Siempre bajo un amplio y estricto respeto hacia el medio natural y a un bajo costo de operación.

Por otra parte el proyecto, deberá permitir que una familia y sus ocupantes puedan adaptarse dentro del espacio al desarrollo de actividades bajo el esquema de la **nueva normalidad** y lo que esto implica, es decir, que los espacios sean lo suficientemente amplios, ventilados e iluminados, como para desarrollar actividades propias de una vivienda, o bien propias de los centros de trabajo y actividades académicas bajo los estándares mínimos que se requieren para que la experiencia de vivir la casa resulte en una mejora de la calidad de vida de los usuarios.

Para tal fin y en congruencia con los estudios y análisis desarrollados en capítulos anteriores, el partido arquitectónico propuesto se ha planteado en dos niveles, el primero de ellos albergará zonas públicas y de servicios, tratando en todo momento de mantener una relación directa entre el interior y el exterior, a través de la implementación de un patio interior, jardín y terraza común, que además de que estos elementos nos permiten vestibular, ventilar e iluminar naturalmente, también son áreas que promueven la integración familiar y el desarrollo de actividades sociales bajo un alto nivel de seguridad y resguardo.

El nivel superior +01, alberga la zona íntima, donde se pretende que las habitaciones, tengan un aprovechamiento total de la luz del natural, sin las inclemencias de la temperatura que esto conlleva. De dimensiones generosas y equipadas con baños y vestidores independientes, todas las habitaciones se orientan hacia el sur oeste y de forma constante se plantean el uso de dispositivos pasivos que permitan el control solar.

Uno de los espacios que definen el funcionamiento y se convierte en el tema central del proyecto, además de estar planteado como estrategia de diseño, es el patio central interior mencionado con anterioridad, que de manera sencilla articula y da estructura funcional a todos los espacios que conforman el proyecto, este nos da diversas posibilidades para controlar la ventilación, la iluminación natural e incluso podría apoyarnos a la humidificación del ambiente en el caso de que fuera requerida.

El funcionamiento general se presenta de forma sencilla, es decir se trató de simplificar los recorridos y circulaciones y trata de evitar cruces energéticos. Por esta razón se ha planteado una circulación de servicio exterior desde el acceso principal hasta la zona del jardín posterior. De igual manera existe acceso directo desde la cochera hasta las zonas de servicio como la cocina e incluso se pudo hacer un recorrido desde la cochera hasta la zona íntima sin dejar pista de ello hacia las zonas públicas.

Un concepto que predomina en la propuesta es la de mantener el espacio abierto al interior, evitando en la medida de lo posible el uso excesivo de divisiones y en caso de que estas sean inevitables dar opciones para que se construyan de forma ligera.

III.4 Premisas Compositivas y de Diseño

La distribución de áreas del proyecto responde a dos factores básicos, el primero de ellos es la orientación del predio y en segundo término las características climáticas del sitio.

El predio se encuentra orientado en su eje longitudinal al noreste en su lindero principal a través del cual se da la conexión con la vialidad y por ende se ubica el acceso principal y la fachada 01 del proyecto. El lindero opuesto, presenta una orientación suroeste donde se ubica nuestra fachada 02 en colindancia con lote baldío y brecha. Las fachadas laterales longitudinales del predio con nomenclatura 03 y 04 poseen una orientación noroeste y sureste respectivamente, en colindancia con construcciones existente y lote baldío respectivamente.

Otro de los factores que nos ayudaron a determinar la distribución interna de los locales que conforman el proyecto, es el resultado del análisis climatológico, a través del cual nos percatamos que el clima de Chignahuapan se comporta de una forma que pudiéramos decir constante durante todo el año *-a pesar de las temperaturas específicas de cada estación-* presentando temperaturas medias a lo largo de todo el año por debajo de la zona de confort –entre los 20°C y los 26°C- con mínimas de hasta los 6°C en periodo invernal, las temperaturas máximas promedio se ubican dentro de la zona de confort durante todo el año.

De este análisis hemos concluido que nuestra estrategia principal debe centrarse en evitar las pérdidas de calor por las noches y madrugadas, tratando de establecer un criterio de diseño que nos permita garantizar que los espacios se mantendrán en confort durante todo el año.

La primera de las estrategias de diseño para lograr el objetivo, fue la ubicación de los espacios habitables principales del proyecto, como son zonas de estar y recamaras, que se encuentran orientados hacia el noroeste permitiendo de forma controlada a través de dispositivos de sombreado, la incidencia de radiación directa a través de las ventanas y por otro lado se pretende lograr acumular calor en la envolvente de la residencia con materiales, cuya inercia térmica nos permita una re irradiación de este calor hacia el interior en los periodos nocturnos. Los locales referentes a servicios y/o circulación, están ubicados estratégicamente hacia la cara noreste ya que al ser estos áreas de tránsito, almacenamiento o bien de estancias cortas, no requieren el mismo tratamiento que los locales principales y a pesar de esto, el proyecto ha sido resuelto en torno a un patio central que a manera de claustro, nos permite por un lado la incidencia lumínica y de radiación controlada en zonas de servicio o secundarias, y por otro lado la posibilidad de convivencia entre el interior y el exterior. Además de que puede servir como elemento central de captación y/o distribución de aguas. (Ver figuras T3-01, T3-02 y T3-03),

Figura 25 . Diagrama de Zonificación Inicial.

Fuente. Elaboración propia

Figura 26. Diagrama de Zonificación, Ajuste 01

Fuente. Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de Zonificación, Ajuste 02

Fuente. Elaboración propia

[illegible]

Arq. Gustavo Alvarez Mayen – Proyecto Chignahuapan – Especialización en Diseño Ambiental

Figura 29. Planta Arquitectónica Nivel P.A.

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Planta Arquitectónica Nivel Azotea de Conjunto

Fuente: Elaboración propia

III.6 Fachadas Arquitectónicas

Figura 31. Fachada Arquitectónica 01 (Frontal Principal)

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Fachada Arquitectónica 02 (Posterior)

Fuente: Elaboración propia

III.7 Cortes Arquitectónicos

Figura 33. Corte Arquitectónico Transversal T1

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Corte Arquitectónico Transversal T2

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Corte Arquitectónico Longitudinal L1

CAPÍTULO IV. Diseño y Evaluación Bioclimática

IV.1 Estudio de Asoleamiento

IV.1 Estudio de Asoleamiento

IV.1.1 Evaluación de la Propuesta Preliminar de Dispositivos de Control Solar

Hemos podido confirmar que las temperaturas del lugar se comportan de forma podríamos decir constante durante todo el año, esto es, noches y madrugadas frías con un alto % de humedad como se aprecia en la **Figura 14. Gráfica de humedad relativa y temperatura de bulbo seco por mes y por hora pg 16**, en la que se observa que la humedad excede los límites de confort en los periodos nocturnos, específicamente entre las 0:00 y las 9:00 am, por ende durante este periodo las temperaturas son perceptiblemente más bajas. Ahora bien como se observa en la **Figura 36**, las temperaturas horarias alcanzan niveles de confort prácticamente durante todo el año en promedio a partir de las 12:00 y hasta las 18:00hrs.

Dado que la temperatura exterior de bulbo seco, es medida a la sombra, se hace necesario implementar protección solar en puntos vulnerables, para evitar el sobrecalentamiento por la incidencia de radiación directa, ya que como se ha mencionado, una de nuestras principales estrategias de diseño, es el promover las ganancias internas, por lo que debemos poner atención en estos los puntos susceptibles de incidencia solar.

Como criterio para promover una temperatura de confort durante la temporada invernal, y dado que las temperaturas de la temporada de febrero a octubre a las 12:00hrs, se observa que las temperaturas horarias se encuentran cercanas al límite inferior de la zona e confort, salvo en el caso de abril y mayo, se establece que la protección solar se dará de las 13:00 a las 17:00hrs, ya que es este el periodo crítico, donde inclusive en el mes de mayo a las 15:00hrs se presenta un temperatura de 26.1°C, por lo que el análisis solar estará enfocado a las condiciones solares de este lapso, específicamente durante los solsticios de verano e invierno.

Figura 36. Temperaturas Horarias

Temperatura horaria		PERIODO DIURNO																							
		HORA																							
Mes		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Enero	9.9	8.8	7.7	7.2	6.6	6.1	5.7	6.2	10.1	13.6	16.4	18.5	20.1	21.2	21.7	21.6	20.5	18.7	16.7	15.6	14.5	13.3	12.2	10.9
2	Febrero	11.7	10.6	9.4	8.8	8.2	7.7	7.3	8.1	12.0	15.1	17.8	20.0	21.6	22.7	23.2	23.2	22.4	20.7	18.7	17.5	16.3	15.1	13.9	12.7
3	Marzo	13.4	12.2	11.0	10.3	9.6	9.1	9.1	11.2	14.1	16.9	19.5	21.6	23.3	24.5	25.2	25.4	24.7	23.3	21.3	19.9	18.6	17.3	16.0	14.6
4	Abril	14.8	13.7	12.6	12.1	11.4	11.0	11.2	14.1	16.9	19.6	22.0	23.7	25.0	25.8	26.1	26.0	25.2	23.8	22.0	20.7	19.4	18.1	16.9	15.6
5	Mayol	15.1	14.0	13.2	12.7	12.2	12.0	12.8	15.2	17.6	19.8	21.6	23.2	24.5	25.3	25.7	25.7	25.0	23.8	22.2	21.0	19.8	18.5	17.3	16.1
6	Junio	14.8	13.8	13.4	12.8	12.4	12.5	13.2	14.6	16.2	17.9	19.4	20.8	21.9	22.7	23.3	23.4	23.1	22.3	21.2	19.9	18.8	17.7	16.6	15.5
7	Julio	14.8	13.9	13.2	12.8	12.4	12.1	12.5	14.7	16.6	18.3	19.9	21.1	22.0	22.5	22.7	22.8	22.5	21.7	20.5	19.2	18.3	17.3	16.4	15.4
8	Agosto	14.6	13.8	13.1	12.7	12.1	11.9	12.1	14.2	16.4	18.4	20.0	21.1	21.9	22.6	22.9	22.9	22.4	21.5	20.2	19.1	18.2	17.2	16.3	15.4
9	Septiembre	14.4	13.7	13.0	12.6	12.2	11.9	12.1	13.9	15.5	17.2	18.9	20.3	21.2	21.8	22.1	22.0	21.4	20.3	19.0	18.2	17.4	16.6	15.8	15.0
10	Octubre	13.2	12.3	11.4	10.9	10.4	10.1	10.2	12.5	15.2	17.7	19.7	21.1	22.1	22.7	22.8	22.6	21.7	20.2	18.8	17.8	16.9	15.9	14.9	13.9
11	Noviembre	11.0	9.9	8.7	8.1	7.4	7.0	7.0	9.4	12.5	15.3	17.8	19.6	21.0	21.8	22.2	21.9	20.7	18.7	17.6	16.5	15.4	14.3	13.2	12.0
12	Diciembre	10.0	8.9	7.7	7.1	6.5	6.0	5.8	6.9	10.9	14.1	16.8	18.9	20.4	21.4	21.7	21.4	20.2	18.1	17.0	15.8	14.6	13.5	12.2	11.0
MEDIA ANUAL		13.1	12.2	11.2	10.7	10.1	9.8	9.9	11.8	14.5	17.0	19.1	20.8	22.1	22.9	23.3	23.2	22.5	21.1	19.6	18.4	17.3	16.3	15.1	14.0

Zona de confort		Min	Máx	
1	Enero	19.0	24.5	MES MÁS FRIO DEL AÑO
2	Febrero	20.0	25.5	
3	Marzo	20.5	26.3	
4	Abril	21.5	26.3	MES MÁS CALUROSO DEL AÑO
5	Mayol	21.5	26.2	
6	Junio	21.0	26.1	
7	Julio	21.0	25.6	
8	Agosto	21.0	25.6	
9	Septiembre	20.6	25.6	
10	Octubre	20.0	25.3	
11	Noviembre	20.0	25.0	
12	Diciembre	19.4	24.5	

La figura muestra que el mes con las temperaturas más bajas es el mes de enero con una mínima de 9.9°C

Dado que por las características del predio y su orientación, se decidió que la ubicación de los locales habitables, como son estancias, recamaras, cocinas etc. - Según lo establece el Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla (2015)- fuera hacia la fachada posterior orientación suroeste, y dado que es sobre esta fachada donde se recibe un fuerte asoleamiento hacia las horas más críticas, es en está fachada donde se habrán de evaluar los dispositivos de control solar, tanto a nivel planta baja, como a nivel planta alta como se aprecia en la **Figura 37.**

Los dispositivos marcados como 01, 02 y 03, son propuestas preliminares, de los que se evaluará, nivel de efectividad y protección, su posición y dimensionamiento y grado de transparencia en su caso.

Figura PER-Paz. Planta esquemática de referencia nivel azotea

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Figura 37. Corte por Fachada CXF01 – Fachada Suroeste

Fuente: Elaboración propia

IV.1.2 Análisis en el Solsticio de Invierno

Una vez definido el objetivo y teniendo en cuenta las características del sitio, se ha desarrollado la gráfica estereográfica, para poder analizar los dispositivos preliminares y a través de los resultados desarrollar los ajustes necesarios que nos permitan por un lado el funcionamiento requerido y por el otro, evitar erogaciones innecesarias por un sobredimensionamiento o mal funcionamiento de los dispositivos.

La mancha en color amarillo, se refiere al periodo de horas donde se pretende que el dispositivo de control solar opere, sombreando las ventanas del proyecto en su fachada suroeste, a partir de las 13:00 y hasta las 17:00hrs, durante el solsticio de invierno..

Análisis Solsticio de Invierno 13:00hrs

Figura 39. Penetración Solar en Planta 13:00 hrs

El dispositivo 03H, sombrea el 100% de la ventana a las 13:00 hrs en planta alta, por el contrario en la planta baja el dispositivo 02H permite una pequeña franja de penetración solar. A esta hr la temp. Es de 20.4°C por lo que se considera como despreciable la incidencia en PB

Figura 40. Penetración Solar en Sección 13:00 hrs.

Fuente: Elaboración propia

Análisis Solsticio de Invierno 14:00hrs

Figura 41. Penetración Solar en Planta 14:00 hrs

A las 14:00hrs el dispositivo 03H, permite la entrada de la radiación solar parcialmente, de igual manera sucede con los dispositivos de planta baja.

Figura 42. Penetración Solar en Sección 14:00 hrs

Análisis Solsticio de Invierno 15:00hrs

Figura 43. Penetración Solar en Planta 15:00 hrs.

A las 15:00hrs los dispositivo tanto en PB como en PA, permiten la incidencia de la radiación solar parcialmente. A esta hr la temperatura exterior de BS es de 21.7°C. se tiene aún una oscilación de 4.3°C hasta rebasar la máxima de confort.

Figura 44. Penetración Solar en Sección 15:00 hrs.

Análisis Solsticio de Invierno 16:00hrs

Figura 45. Penetración Solar en Planta 16:00 hrs.

Planta

Fuente: Elaboración propia

El análisis del solsticio de invierno terminó a las 16:00 hrs ya que las hrs de sol subsecuentes los rayos, chocan con la barda perimetral. Por otro lado ya a las 16:00hrs la temperatura exterior de BS es de 21.4°C y para las 18:00 hrs será de 18.1°C, ya fuera de la zona de confort.

Figura 46. Penetración Solar en Sección 16:00 hrs.

CXF01

Fuente: Elaboración propia

IV.1.3 Análisis en el Solsticio de Verano

ZONA EN CONFORT DURANTE ÉPOCA VERANIEGA, MESE DE JUNIO, JULIO Y AGOSTO DE 12:00 A 18:00 HRS EN FACHADA SUROESTE.

Figura 47. Recorrido Solar Solsticio de Verano

La mancha en color rojizo, indica el periodo de horas durante el día en que se requiere sombreado de vanos y ventanas, ya que durante estas horas las temperaturas exteriores se encuentran entre los 20°C y los 26°C que se tiene como rango de temperaturas de confort.

Análisis Solsticio de Verano 13:00hrs

A las 13:00hrs el dispositivo superior bloquea la radiación tanto en nivel planta alta como en nivel planta baja.

Figura 48. Penetración Solar en Planta 13:00 hrs

Planta

Fuente: *Elaboración propia*

Figura 49. Penetración Solar en Sección 13:00 hrs.

CXF01

Fuente: *Elaboración propia*

Análisis Solsticio de Verano 14:00hrs

A las 14:00hrs el dispositivo superior bloquea la radiación tanto en nivel planta alta como en nivel planta baja.

Figura 50. Penetración Solar en Planta 14:00 hrs.

Planta

Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Penetración Solar en Sección 14:00 hrs.

CXF01

Fuente: Elaboración propia

Análisis Solsticio de Verano 15:00hrs

A las 15:00hrs los dispositivos 02H y 03H operan de forma integral manteniendo el interior en sombra.

Figura 52. Penetración Solar en Planta 15:00 hrs

Planta

Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Penetración Solar en Sección 15:00 hrs

CXF01

Fuente: Elaboración propia

Análisis Solsticio de Verano 16:00hrs

A las 16:00hrs el dispositivo superior 03H, sigue ofreciendo una protección total a la ventana de las recamaras, mientras que el dispositivo 02H, permite el paso de una muy pequeña franja de asoleamiento en planta baja.

Figura 54. Penetración Solar en Planta 16:00 hrs.

Planta

Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Penetración Solar en Sección 16:00 hrs.

CXF01

Fuente: Elaboración propia

Análisis Solsticio de Verano 17:00hrs

A las 17:00hrs la penetración es ligeramente mayor, a estas hrs se presenta una temperatura horaria de 23°C.

Figura 56. Penetración Solar en Planta 17:00 hrs.

Planta

Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Penetración Solar en Sección 17:00 hrs.

Análisis Solsticio de Verano 18:00hrs

A las 18:00hrs la protección del dispositivo vertical 01, evita que la radiación penetre de forma importante.

Figura 58. Penetración Solar en Planta 18:00 hrs.

Figura 59. Penetración Solar en Sección 18:00 hrs.

Planta

Fuente: Elaboración propia

IV.1.4 Conclusión del Análisis Solar y Ajuste a Dispositivos de Control Solar en Fachada Suroeste

Como conclusión se obtiene que si se hace un ajuste en la altura a la que se encuentra el dispositivo de control solar en PA de tal forma que se encuentre más cercano al cerramiento de la ventana, se podría reducir la dimensión de volado de este de 2.3mts a 1.30mts y se tendría prácticamente la misma protección que en su planteamiento inicial. El dispositivo en PB, se mantiene bajo las mismas características originales de posición y dimensión.

Figura 60. Comparativa entre Posición Inicial de Dispositivos Horizontales y Posición Final

IV.1.5 Análisis de Dispositivos con Base en los Ajustes Obtenidos de la Conclusión del Análisis Solar

Dispositivo 01V en Planta Baja

Dispositivos a base de piedra brasa donde la intención además de ofrecer un control solar, es la de poder acumular energía para que está se pueda re irradiar en los periodos nocturnos hacia el interior, por medio de la inercia térmica del material, promoviendo las ganancias en periodos de cero asoleamiento.

Figura 61. Planta dispositivos verticales 01V niv PB

Fuente: Elaboración propia

Figura 62. Gráfica solar y perfil de sombra

Fuente: Elaboración propia

Planta seccional por fachada suroeste (posterior) en nivel planta baja

Dispositivo 02VH en Planta Baja

Dispositivo tipo louver, fabricado en herrería y terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado, anclado a elementos de concreto por medio de placas de acero ahogadas.

Figura 63. Angulo de protección solar en dispositivos verticales Planta Baja

Figura 64. Gráfica solar y perfil de sombra

GRÁFICA SOLAR ORTOGONAL
ÁNGULOS DE SOMBRA VERTICAL
DISPOSITIVO HORIZONTAL PLANTA BAJA, FACHADA SUROESTE

Fuente: Elaboración propia

Figura 65. Gráfica solar y perfil de sombra dispositivos horizontales y verticales en PB

GRÁFICA SOLAR ORTOGONAL
DISPOSITIVOS HORIZONTAL y VERTICALES EN PLANTA BAJA,
FACHADA SUROESTE

Fuente: *Elaboración propia*

Dispositivo Vertical 01V y Horizontal 02H en Planta Baja

El volado está ofreciendo la protección esperada, y en el caso de los elementos verticales, que se han planteado con distintas funciones, como la de estructura, la de elementos plásticos de la fachadas y con la posibilidad de que sean elementos almacenadores de calor que pueda re irradiarse al interior durante los periodos nocturnos, están ofreciendo protección hacia la orientación sureste y dado que su posición en la orientación norponiente se encuentra fuera de la trayectoria solar, no estarán generando obstrucción alguna por las tardes.

Dispositivo Horizontal 03H en Planta Alta

Dispositivo fabricado a base de estructura metálica que recibe en su lecho inferior, una cara de tablavento Durock, en terminado aparente pulido con entrecalles de dilatación, y en su parte superior por Multipanel de 1 ½" de espesor.

Figura 66. Sección dispositivo horizontal 03H en Planta Alta

Figura 67. Gráfica solar y perfil de sombra

Fuente: Elaboración propia

Dispositivo 04V Vertical en Planta Alta

Dispositivo fabricado a base de estructura metálica que recibe en su lecho inferior, una cara de tablavamento Durock, en terminado aparente pulido con entrecalles de dilatación, y en su parte superior por Multipanel de 1 ½" de espesor.

Figura 68. Planta seccional dispositivos verticales en Planta Alta

Figura 69. Gráfica solar y perfil de sombra

Fuente: Elaboración propia

Figura 70. Gráfica solar y perfil de sombra dispositivos horizontales y verticales en PA

Dispositivo Vertical y Horizontal en Planta Alta

El volado está ofreciendo la protección esperada, y en el caso de los elementos de contraventana exterior -cuyo planteamiento se basa principalmente en evitar las pérdidas de energía en los periodos nocturnos-, mismos que por su configuración generan parteluces verticales, están ofreciendo protección solar en el caso de la orientación sureste en un corto periodo matutino, en la orientación norponiente dado que la proyección de la sombra se encuentra fuera de la trayectoria solar, estos nos generan interferencia alguna de los rayos solares, por lo que se mantienen únicamente con su función aislante.

GRÁFICA SOLAR ORTOGONAL
DISPOSITIVOS HORIZONTAL y VERTICALES EN PLANTA ALTA,
FACHADA SUROESTE

Fuente: Elaboración propia

IV.2 Sistemas constructivos

IV.2.1 Sistemas Constructivos y Estrategias Bioclimáticas

El sistema constructivo de la envolvente, pretende ser eficiente, sencillo y con uso de materiales comerciales que se puedan conseguir con facilidad en la zona. Las losas de azotea están propuestas a base de viguetas de concreto, bovedillas de poliestireno de 20cms y capa de compresión de concreto armado de 5cms, dando un espesor total de losa de 25cms, así como de un sistema de pendientes para canalización de escurrimientos pluviales, a base de un relleno de tezontle rojo de $\frac{3}{4}$ ", un entortado de concreto armado de 5.00cms de espesor y por último una membrana prefabricada APP de 3.5cms como impermeabilizante en color terracota. Las losas de entrepiso serán a base del mismo sistema de vigueta y bovedilla y el terminado de los pisos se ha planteado a base de duela de madera natural sobre un bastidor de madera, de tal forma que queden flotados y separados el concreto para que la temperatura del piso sea constante y de sensación confortable al caminar descalzo sobre este, cabe mencionar que, el aprovechamiento forestal y la industria maderera contribuyen significativamente al desarrollo económico de Chignahuapan (Eileen Salinas Cruz, 2017) .

Los muros generales que delimitan la envolvente en sus 4 fachadas, se han planteado a base de un sistema de block de concreto hueco 12x20x40 con dos caras de aplanado, la exterior de mortero de cemento arena y de yeso-cemento al interior.

Existen muros ubicados en la planta baja, específicamente en el área de la estancia en la fachada noroeste, estos elementos se espera trabajen de forma polivalente, es decir, son elementos cuya construcción se propone en materiales acumuladores, podrán almacenar energía que se espera se transmita hacia el interior en periodos nocturnos. Y por otro lado servirán como elementos estructurales y volumétricos para dar carácter e intención arquitectónica a la fachada posterior.

Las ventanas y cancelas deberá fabricarse en un sistema tradicional de perfiles de aluminio o bien madera con cristal de 6.00mm, contemplando el tratamiento de juntas para evitar los puentes térmicos y al mismo tiempo la incidencia de ondas sonoras que provengan del exterior, o bien para evitar que se ventilen los sonidos propios de las actividades desde el interior hacia el exterior.

La planta baja al albergar las áreas públicas del proyecto, mismas que podrían resultar ser los locales más “ruidosos” del proyecto, por lo que en atención a los requerimientos acústicos, se ha implementado un plafón conformado por vigas de madera con una separación entre el lecho superior de estas, y el lecho inferior de la bovedilla de poliestireno, que en este caso estarán terminada únicamente en una pintura vinílica color gris oscuro, ya que la intención es que las vigas de madera den acabado y generen estas entrecalles donde el sonido no rebote de forma directa sobre una superficie lisa, sino que más bien, el sonido pase a través de estas vigas y se encuentre con el poliestireno de forma directa y aparente, evitando así el rebote y propagación del sonido que aquí se generan.

La ventilación de las áreas, deberá darse únicamente para garantizar los cambios necesarios de aire viciado por aire puro y deberá hacerse durante los periodos diurnos de forma cruzada e intermitente, tomando en consideración que los vientos fuertes y con periodos más prolongados, se dan en el cuadrante sureste a oeste. Se recomienda generar los cambios de aire, entre las 11:00 y las 14:00 hrs.

Las instalaciones electromecánicas deberán garantizar el bajo consumo eléctrico y la disminución del gasto de agua, por lo que se deberá desarrollar un planteamiento de iluminación eléctrica de bajo consumo como es la tecnología led, y al mismo tiempo el proyecto deberá garantizar que la incidencia de la iluminación, se de sobre las superficies donde se real y específicamente se requiera, con opción a diferentes escenas de luz que además de generar diferentes ambientes, logre solventar el requerimiento de luz eléctrica en una amplia variedad de actividades, dentro del mismo espacio.

El sistema constructivo de los dispositivos de control solar horizontales se ha dado de dos maneras distintas. Los dispositivos de la fachada suroeste a nivel planta baja, serán fabricados a base de perfiles metálicos anclado a los muros de mampostería a manera de pergolado cerrado, ver **Figura 71**, isométrico de dispositivo 02H en PB.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Planta Arquitectónica Nivel Planta Baja
Fuente. Elaboración propia

Figura 71. Detalle isométrico de dispositivo de control solar 02H en Planta Baja.

Fuente. Elaboración propia

CEDULA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

- (H9) Remate en muros de piedra a base de concreto armado terminado aparente
- (H10) Marco perimetral a base de PTR de 2"x3", terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado
- (H11) Larguero de refuerzo a bse de PTR de 2"x2", terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado
- (H12) Solera de acero de 4"x $\frac{1}{4}$ ", terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado

El dispositivo 03H, esta constituido de forma sólida, por un cerramiento metálico perimetral, una capa superior de panel Glamet de 1 ½" y un plafón de tabla cemento Durock pulido a manera de concreto. Ver **Figura 72**.

Figura 72. Detalle isométrico de dispositivo de control solar 03H en Planta Alta.

Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta

Planta Arquitectónica Nivel Planta Alta
Fuente. Elaboración propia

CEDULA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO

- (H1) Multipanel de 1 ½" con pendiente al 2%
- (H2) Muro de concreto con color integral negro acabado aparente
- (H3) Columna metálica, terminada en primario anticorrosivo y pintura de esmalte, color negro satinado
- (H4) Canal perimetral metálico perfil CPS de 10"x4", terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado.
- (H5) Canal liston de lámina galvanizada cal 26
- (H6) Canaleta de carga
- (H7) Perfil metálico PTR de 4"x4" terminado en primario anticorrosivo y pintura de esmalte color negro satinado.
- (H8) Tablamiento Durock de 13mm, terminado aparente pulido y sellado con juntas de dilatación según despiece.

Fuente. Elaboración propia

IV.2.2 El Patio Central Como Estrategia Bioclimática

Uno de los elementos arquitectónico que es considerado de gran relevancia al proyecto, es el patio central, con una dimensión en planta de 8.30m X 3.80m, delimitado en sus 3 de sus lados a una altura de 6.80mts y en su lado noreste por una altura de 9.23mts (medidos sobre nivel de piso terminado interior). Este espacio desde el punto de vista bioclimático nos ofrece la posibilidad de captar iluminación natural, energía radiante y lograr ventilación cruzada de la gran mayoría de espacios, incluso de aquellos que por su uso, pudieran considerarse espacios no habitables. El patio tendrá una interacción muy importante con el cubo de la escalera en la llegada a ala azotea, ya que es a través de la escalera que se genera una triple altura y se pretende funcione a manera de chimenea y logre conducir el aire caliente hacia el exterior en los momentos cuando el viento sea escaso a manera de ventilación pasiva.

Figura 73. Flujo de vientos para intercambio de aire al interior PB.

Planta Arquitectónica Nivel Planta Baja
Fuente. Elaboración propia

Figura 74. Flujo de vientos para intercambio de aire al interior PA

Planta Arquitectónica Nivel Planta Alta
Fuente. Elaboración propia

Figura 75. Cubo de escalera como disipador de aire con sobrecalentamiento

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

- Simbología**
- Locales de mayor estancia
 - Patio central
 - Cubo de escalera
 - Elementos constructivos acumuladores
 - Dispositivos de control solar

Figura 76 – Fachada 01 - Cubo de escalera como chimenea para disipar aire caliente

Fuente: Elaboración propia

Figura 78- Corte Arquitectónico Transversal T1

Fuente: Elaboración propia

Figura 77 – Fachada 02 - Exterior

Fuente: Elaboración propia

Figura 79. Corte Arquitectónico Transversal T2

Fuente: Elaboración propia

Figura 80 – Corte Longitudinal CL-01 – Esquema de operación del patio central

Fuente: Elaboración propia

IV.3 Viento

IV.3.1 Simulación de los Vientos

Para el análisis del viento y los efectos que generan sobre el proyecto, se ha realizado una simulación tomando como base los datos climatológicos obtenidos y contenidos en el Capítulo II, Análisis Climatológico específicamente en su sección **II.4 Vientos**, donde en la **Figura 19** podemos observar una velocidad media anual superior a los 3.00 m/s, siendo los meses de marzo y noviembre los más ventosos como se aprecia en la **Figura 18, Rosa de los vientos**, en donde también se observa que en el cuadrante sur a oeste los vientos se presentan con periodos de tiempo más prolongados.

Por lo anterior el criterio de simulación tomó como base las siguientes consideraciones específicas:

- 1.- Dado que la media anual de los vientos llega a ser superior a los 3.00 m/s, se considero una velocidad máxima de 4.00 m/s para la simulación.
- 2.- El viento según los datos obtenidos en el estudio climatológico de la zona, tienen una tendencia a presentarse en el cuadrante sur a oeste y con periodos más prolongados, por lo que la simulación se realizará dentro del mismo cuadrante.
- 3.- Para efectos de ventilación, se han tomado diferentes escenarios consistentes en:
 - a) Ventilación cruzada con ingreso sobre cuadrante sur a oeste y salida por patio central y fachada noreste
 - b) Aperturas prominentes de ingreso y egreso con la misma orientación de ingreso por cuadrante sur a oeste
 - c) Aperturas pequeñas de ingreso y prominentes a la salida con la misma orientación de ingreso por cuadrante sur a oeste
 - d) Aperturas solo por patio central para observar el efecto en la velocidad del viento
- 4.- El software utilizado en la simulación realizada es Flow Design© de Autodesk 2014
- 5.- El software utilizado para el modelo 3D, es Autocad© de Autodesk en su versión 2018

Simulador

Figura 81. Simulador de vientos del suroeste, imagen 3D

Status: **Transient**
 Analysis: 3D
 Wind Speed: 4.000 (m/s)
 Length: 62.474 (m)
 Width: 59.804 (m)
 Height: 10.679 (m)
 Voxel size: 0.267 (m)

Figura PER-Paz. Planta desquemática de referencia nivel azotea

Fuente. Elaboración propia.

El efecto de los vientos provenientes del oeste, con una velocidad máxima promedio de 4.00m/s, como resultado de la simulación se aprecian las presiones que este ejerce sobre la fachada y los elementos que la conforman, por lo que se hace necesario el establecimiento de elementos que permitan la disminución en la velocidad de los vientos durante estos periodos y poder así lograr el confort y la posibilidad de intercambios de aire al interior.

Fuente. Obtención Autodesk Flow Design.

Figura PER-Paz. Planta desquemática de referencia nivel azotea

Figura 82. Simulador de vientos del suroeste por sección, vista 2D

Las mayores presiones se siguen registrando en la fachada suroeste, con viento directo sobre ella por lo que debemos de igual manera establecer elementos que nos ayuden a disminuir la velocidad de este. Por otro lado la velocidad disminuye hacia el interior del patio central como se observa a través del código de colores.

Status: **Transient**
Analysis: 3D
Wind Speed: 4.000 (m/s)
Length: 62.661 (m)
Width: 31.553 (m)
Height: 14.221 (m)
Voxel size: 0.222 (m)

Vientos del surteste
golpenado la fachada.

Fachada suroeste

Fuente. Obtención Autodesk Flow Design.

Figura 83. Simulador de ventilación cruzada con vientos del suroeste por sección tipo por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D

Figura 84. Simulador de ventilación cruzada con vientos del suroeste por sección tipo por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D

La imagen muestra la ventilación cruzada del viento en planta alta y el efecto que tiene cuando sale hacia el patio central, mismo que suministra viento fresco hacia el cubo de escaleras, aunque nueva, ente en velocidades superiores a lo deseable.

Fuente. Obtención Autodesk Flow Design.

Figura 85. Simulador de ventilación únicamente por patio central (ver planta esquemática de referencia) vista 3D

En este caso, hemos bloqueado la entrada directa del viento para analizar los efectos si solo mantuvieramos la ventilación a través del patio central y podemos observar que la velocidad de este baja considerablemente, por lo que podemos deducir que sería la opción más conveniente.

Fuente. Obtención Autodesk Flow Design.

IV.3.2 Conclusiones Sobre la Simulación

Tomando como base crítica la velocidad de 4 m/s, observamos la necesidad de disminuir ésta, antes de que choque contra la fachada para evitar en primer lugar, presiones fuertes sobre los elementos arquitectónicos de la fachada, aumento en la velocidad de este por efecto venturi, cuando la masa de aire choca y trata de circular por los vanos y ventanas del proyecto ya que esto generaría un fuerte discomfort para el usuario, evitar que las altas velocidades y su paso constante terminen por enfriar el interior ya que recordemos que la intención de ventilación, está dada únicamente por la necesidad de renovación de aire viciado por aire fresco, no así para efectos de enfriamiento.

La opción que se plantea es la de ubicar elementos verdes en los ejes que delimitan el predio sobre sus orientaciones suroeste y noroeste, con alturas de hasta 5.00 mts que puedan ayudarnos a disminuir la velocidad del viento y no a bloquearlo, para poder garantizar que dentro del predio se tenga una velocidad promedio que ronde los 2 m/s.

Figura 86. Barrera Rompevientos, vista esquemática

IV.4 Comportamiento Térmico

IV.4.1 Procedimiento para el análisis y simulación del comportamiento térmico

Para el análisis y la simulación del comportamiento térmico de la edificación se utilizaron datos climáticos generados en software meteonorm© , que fueron introducidos al software design builder©, donde se generó el modelo volumétrico, atendiendo al dimensionamiento, orientación del conjunto, elementos que conforman el modelo y que podrían generar cambios importantes en el comportamiento de la envolvente.

De igual manera se trabajó con los materiales propios del sistema constructivo desglosado en capas, atendiendo de forma precisa a los espesores, características generales y propiedades termofísicas, para lograr obtener resultados confiables y precisos conforme al planteamiento original de proyecto y obtener conclusiones sobre posibles mejoras, ajustes y/o modificaciones a las que haya lugar dependiendo de los resultados.

La envolvente esta compuesta por:

1.- Muros exteriores a base de:

- a) Una capa en contacto con el exterior a base de aplanado de mortero de cemento arena con color integral gris oscuro, tratado para dar aspecto de concreto aparente, estableciendo juntas de control según despiece con un espesor promedio de hasta 1.5cms.
- b) Block hueco de concreto de tipo estructural de 12x20x40cms. Ancho, alto y largo respectivamente, junteado con mortero de cemento arena acabado común.
- c) Una capa de colchón de fibra de vidrio thermafiber© de hasta 50 mm de espesor como elemento aislante para evitar pérdidas de energía por las noches y madrugadas.
- d) Lambrin de tablero de yeso de 12.7 mm de espesor terminado con pintura acrílica color según muestra.

2.- Losas y cubiertas a base de :

- a) En entrepiso, vigueta pretensada de concreto y bovedilla de poliestireno de alta densidad de hasta 25cms de peralte para recibir una capa de compresión de concreto armado con malla electrosoldada de hasta 5.00cms de espesor.
- b) En Azotea, ídem anterior más un sobre firme de concreto simple para dar pendientes y una capa de impermeabilizante tipo membrana APP de 3.5mm de espesor en color rojo.

3.- Ventanas y cancelas al exterior a base de doble acristalamiento con cristal claro de 6 +6mm y al interior a base de cristal claro sencillo de 6.00mm.

4.- Las puertas fueron planteadas en tambor de madera de triplay de 6.00mm sobre bastidor, dando un espesor comercial de hasta 4.00cms, el interior se plantea de igual manera con un relleno de colchoneta de fibra de vidrio como aislamiento térmico y acústico.

5.- Muros interiores, estos se plantean a base de block hueco tipo estructural de 12x20x40cms, ancho, alto y largo respectivamente, junteados con mortero de cemento arena acabado común para recibir aplanado fino de yeso a dos caras de hasta 1.5cms de espesor terminado en sellador vinílico y pintura acrílica color según muestra.

El análisis considero una ocupación de una pareja con 2 hijos, durante los 7 días de la semana por un periodo de 24 hrs, dada la situación actual de confinamiento ya que de esta manera obtendremos los datos en un escenario crítico.

IV.4.2 Modelo volumétrico

Figura 87. Composición del modelo volumétrico, vista posterior

- Piso PB Conc120mm-Imp3.5mm-Bas75mm-TP19mm-MaMa19mm
- Flat roof 2000 regs
- 100mm concrete slab
- 115mm single leaf brick (plastered both sides)
- Ext wall CemSa15mm-CoBlockMe120mm-GF50mm-GPB12.7mm
- Solid hardwood door (normally hung)
- Wooden flush panel hollow core door (normally hung)
- External floor - Energy code standard - Medium weight (data modified when loaded to file)
- Ventanas y Canceles Duo Vent

Modelo volumétrico visto por la fachada posterior, suroeste..

Fuente. Design builder.

Figura 88. Composición del modelo volumétrico vista frontal

- Piso PB Conc120mm-Imp3.5mm-Bas75mm-TP19mm-MaMa19mm
- Flat roof 2000 regs
- 100mm concrete slab
- 115mm single leaf brick (plastered both sides)
- Ext wall CemSa15mm-CoBlockMe120mm-GF50mm-GPB12.7mm
- Solid hardwood door (normally hung)
- Wooden flush panel hollow core door (normally hung)
- External floor - Energy code standard - Medium weight (data modified when loaded to file)
- Ventanas y Canceles Duo Vent

Modelo volumétrico visto por la fachada principal, noreste.

Fuente. Design builder.

En ambos casos, se puede apreciar que la construcción del modelo lleva implícito el sistema constructivo mencionado anteriormente, mismo que se identifica a través del código de color, generado por el mismo design builder.

IV.4.3 Comportamiento térmico al interior con base en la temperatura operativa

Para determinar la eficiencia térmica de la edificación, es necesario recordar que la zona de confort para la localidad donde se ubica el proyecto es de los 20°C como mínima y los 26°C como máxima.

Por otra parte debemos tener en cuenta que el registro que mas nos interesa es el que concierne a la temperatura operativa, ya que está nos involucra el estado de temperaturas al interior donde se incluyen las ganancias internas por actividades propias dentro del edificio.

La temperatura operativa se mantiene durante todo el año dentro del rango establecido anteriormente, es decir en confort. Aún en los periodos invernales de diciembre a marzo, las temperaturas son confortables con una oscilación de entre los 22.5°C al inicio del invierno y los 25°C al final de este. Durante los meses más calurosos que son abril y mayo , las temperaturas promedio no logran sobrepasar el límite de los 26°C y durante el periodo veraniego las temperaturas se mantienen prácticamente al centro de la zona de confort.

Figura 89. Tabla de comportamiento térmico mensual.

Fecha/Hora	Humedad Relativa	Temperatura del Aire	Temperatura Radiante	Temperatura Operativa	Temperatura Ext. BS
	%	°C	°C	°C	°C
01/01/2002	31.91	22.88	23.18	23.03	13.49
01/02/2002	28.91	24.51	24.82	24.66	15.20
01/03/2002	28.77	25.10	25.35	25.23	17.18
01/04/2002	31.92	25.52	25.72	25.62	18.66
01/05/2002	38.25	24.83	24.97	24.90	18.93
01/06/2002	45.86	24.10	24.26	24.18	17.85
01/07/2002	47.47	23.74	23.89	23.82	17.65
01/08/2002	46.81	24.00	24.18	24.09	17.53
01/09/2002	50.06	23.65	23.84	23.75	16.94
01/10/2002	43.54	24.07	24.30	24.19	16.46
01/11/2002	35.77	23.55	23.86	23.70	14.54
01/12/2002	33.33	22.39	22.67	22.53	13.63
PROMEDIOS		24.03	24.26	24.14	16.51

Fuente. Reporte Designbuilder

Figura 90. Comportamiento térmico mensual en periodo anual.

Fuente. Reporte Designbuilder

Ahora bien para lograr conclusiones más objetivas y específicas, hemos obtenido el comportamiento diario del periodo anual, ya que se hace necesario saber si dentro de este existen algunos momentos extremos y de que gravedad pueden ser para establecer estrategias que puedan disminuir el impacto de dichos momentos extremos.

El primer periodo extremo se presenta en el mes de febrero, del día 20 al día 26, con su pico máximo el día 22 con una temperatura operativa de 27.9°C.

El segundo periodo extremo se presenta en el mes de marzo, del día 17 al día 22, con su pico máximo el día 18 con una temperatura operativa de 27.9°C.

A finales de marzo y principios de abril, se presenta otro momento crítico que va del día 28 de marzo al día 02 de abril, con temperatura máxima de 27.3°C el día 31 de marzo.

Durante el mes de abril se presentan los días más críticos de todo el año, entre los días 8 y 13, siendo el día 11 el día con el mayor registro de la temperatura operativa que llega a los 28.7°C y si comparamos la temperatura al exterior de este periodo, podemos ver que esta, se encuentra dentro de la zona de confort, por lo que durante estos días podremos hacer uso de humidificación y/o ventilación activa ya que durante el mes de marzo y abril, se presentan grandes periodos de vientos que nos permitirían lograr dicho objetivo.

05- mayo 23 al 27-máx de 27.1°C el día 26

06- junio 19 al 21-máx de 27.6°C el día 20

07- julio 21 al 23-máx de 27.8°C el día 22

08- octubre, día 14 con una máxima de 27.4°C

Figura 91. Comportamiento térmico mensual.

Fuente. Reporte Designbuilder

Figura 92. Periodos críticos por día del periodo anual .

	Fecha/Hora	Humedad Relativa	Temperatura del Aire	Temperatura Radiante	Temperatura Operativa	Temperatura Ext. BS
01	20/02/2002	28.20961	26.18818	26.54439	26.36629	16.51771
	21/02/2002	25.84498	26.82412	27.11387	26.96899	18.40417
	22/02/2002	26.64556	27.81923	28.132	27.97561	19.03958
	23/02/2002	28.10678	27.45879	27.8781	27.66844	16.98333
	24/02/2002	24.52776	26.83933	27.20353	27.02143	16.95833
	25/02/2002	25.20015	26.62327	26.99178	26.80752	16.71458
	26/02/2002	26.92153	26.31663	26.70214	26.50939	15.86042
02	17/03/2002	31.35485	26.56042	26.73735	26.64888	20.42083
	18/03/2002	32.34529	27.71519	28.02717	27.87118	19.18021
	19/03/2002	37.36732	26.87089	27.13646	27.00367	18.55417
	20/03/2002	26.3637	26.5384	26.88802	26.71321	17.19375
	21/03/2002	23.37539	26.80924	27.16355	26.9864	17.21458
	22/03/2002	23.87945	26.94071	27.22778	27.08424	18.65104
	28/03/2002	29.81256	26.19578	26.42175	26.30877	19.38333
03	29/03/2002	23.84398	26.32746	26.60827	26.46787	18.41562
	30/03/2002	22.24455	26.50902	26.77692	26.64297	18.79792
	31/03/2002	22.65723	27.18676	27.43073	27.30874	19.99375
	01/04/2002	22.82731	26.92672	27.23065	27.07868	18.33021
	02/04/2002	29.19185	26.11414	26.36123	26.23769	18.35938
	08/04/2002	37.398	26.29481	26.42237	26.35859	21.08229
	09/04/2002	29.58604	27.78262	28.03907	27.91084	20.29792
04	10/04/2002	33.06178	28.14939	28.35696	28.25318	21.71771
	11/04/2002	32.57773	28.57997	28.78801	28.68399	22.06354
	12/04/2002	31.9305	28.17107	28.48564	28.32836	19.94583
	13/04/2002	31.56415	26.28725	26.49322	26.39024	19.43542
	23/05/2002	33.01668	25.95876	26.06512	26.01194	20.89479
	24/05/2002	26.95169	26.47625	26.72602	26.60114	19.21146
	25/05/2002	24.88927	26.61126	26.84389	26.72758	19.44687
05	26/05/2002	27.29257	27.0487	27.2406	27.14465	20.51563
	27/05/2002	48.50846	26.08146	26.14202	26.11174	21.08021
	19/06/2002	44.9085	26.23892	26.31244	26.27568	21.73125
	20/06/2002	39.75911	27.54349	27.74263	27.64306	21.19583
	21/06/2002	48.57217	26.60169	26.78638	26.69403	20.40313
	21/07/2002	45.41024	26.51943	26.55225	26.53584	22.50729
	22/07/2002	44.1693	27.76975	27.9778	27.87378	21.13229
06	23/07/2002	49.99665	26.30746	26.54767	26.42756	18.98333
	14/10/2002	36.0689	27.19539	27.52846	27.36193	17.94792

Fuente. Datos obtenidos de design builder.

Arq. Gustavo Alvarez Mayen – Proyecto Chignahuapan – Especialización en Diseño Ambiental

En la figura se puede observar a detalle, el comportamiento de la temperatura operativa del edificio en relación a la temperatura exterior y la oscilación térmica que existe, respecto de la zona de confort, que en este caso se sobrepasa durante estos periodos.

Los días marcados en color rojo, son los días que registran las temperaturas más extremas, siendo el 11 de abril, el más caluroso de todos con una temperatura de 28.7°C. Ahora bien si sacamos del escenario los días marcados en color rojo, podemos observar que el comportamiento diario aunque se llega a sobrepasar los 26°C, no en todos los casos llega a los 27, por lo que reafirmamos el hecho de que como se aprecia en el análisis climatológico del presente trabajo, podemos utilizar la ventilación pasiva para contrarrestar los efectos del sobrecalentamiento por un lado y por el otro, si comparamos dichas temperaturas críticas con la humedad relativa presente en estos pequeños periodos podríamos establecer una segunda estrategia a través de la humidificación, sobre todo para aquellos momentos, en los que el viento pudiese no estar presente de forma activa.

Figura 93. Ganancias internas periodo anual.

Fuente. Reporte Designbuilder

A través de las gráficas podemos observar que las mayores ganancias internas se obtienen a través de las ventanas y cancelas y el comportamiento se presenta conforme al objetivo, es decir, las ganancias en periodos invernales son superiores a las que se presentan durante los periodos veraniegos, lo cual nos beneficia y ayuda a que las temperaturas al interior durante los periodos más críticos donde las temperaturas bajas se perciben fuertemente se nivelen y cuando las temperaturas exteriores sean mayormente alta se disminuyan.

Las ganancias provenientes de los demás conceptos como, iluminación, equipos, ocupación y ventanas al interior, no representan un gran aporte por lo que, nos concentraremos en el concepto de las ventanas al exterior.

Figura 94. Comportamiento térmico PB

Fuente. Reporte Designbuilder

Figura 95. Comportamiento térmico PA

Fuente. Reporte Designbuilder

IV.4.4 Conclusión de la Simulación del Comportamiento Térmico

El clima de la región se comporta de una manera podemos decir estable durante todo el año, es decir las temperaturas más bajas se presentan de forma constante por las noches y madrugadas, por lo que la principal estrategia en este sentido es promover las ganancias internas durante los periodos nocturnos en la ausencia de la radiación solar. En ese sentido el sistema constructivo de la envolvente como se ha mencionado anteriormente está estructurado de tal forma que una vez que hemos acumulado energía al interior podamos conservarla, a través de la utilización dentro del sistema constructivo de acabados con una absorción alta que logre captar energía y a través de la inercia térmica de los materiales, pueda esta re irradiarse por las noches y conservarse a través del aislamiento de los muros que están en contacto con el exterior y en el caso de las ventanas se proponen doubles acristalamientos y contraventanas de madera. Salvo en los casos como lo hemos analizado que en ciertos y muy concentrados periodos el calor pueda rebasar los límites de los 26°C durante los periodos diurnos, en los que se propone como estrategia principal la ventilación activa y la humidificación, ya que al presentarse estas altas temperaturas durante el día, podemos generar intercambios de aire y un aumento en la humedad relativa para lograr nivelar y preparar el edificio para los periodos fríos de la noche.

Las ganancias directas a través de las ventanas se presentan mayormente durante los periodos invernales ya que los dispositivos de control solar integrados al edificio, precisamente sugieren esta acción, permitiendo durante los periodos invernales la incidencia controlada de radiación directa para evitar el enfriamiento del interior, aunque cabe la posibilidad de incrementar su sección para bloquear aún en mayor medida las ganancias por radiación directa durante el verano.

En general podemos concluir que el diseño del edificio, el sistema constructivo propuesto, los dispositivos de control solar y los dispositivos para evitar perdidas de calor nocturno, se comportan de forma coherente con el objetivo resultado del análisis climatológico realizado previamente, logrando mantener el confort térmico en su interior, conforme al rango establecido para la zona de Chignahuapan Puebla.

IV.5 Eficiencia energética NOM-020-ENER2011

Ener Habitat y Certificación EDGE

Introducción

IV.5.1 Análisis NOM-020-ENER2011

El presente capítulo, tiene como objeto, el someter nuestro proyecto a los criterios que establece la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-ENER-2011, EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES, ENVOLVENTE DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL, cuyo objetivo es limitar la ganancia de calor de los edificios para uso exclusivamente habitacional a través de su envolvente, tratando de racionalizar el uso de la energías convencionales en los sistemas de enfriamiento.

El ejercicio se realizara a través de la aplicación de la herramienta de cálculo de la NOM-020-ENER-2002, cuyos resultados nos proveerán de información relevante para poder determinar si deben realizar ajustes y o modificaciones en su caso a los sistemas constructivos, particularmente de la envolvente, de tal forma que podamos en alguna medida lograr ahorros energéticos que pudieran necesitarse para enfriamiento al interior de la edificación.

La envolvente arquitectónica es aquella que está en interacción directa con el clima y sus elementos y está conformada de forma general por los muros exteriores, techos, superficies inferiores, ventanas y puertas, cada uno de ellos con características específicas en relación a los materiales de los que están compuestos. Es a través de estos elementos y su estructura de materiales donde se generan las mayores ganancias y/o pérdidas de energía que puede resultar en altos consumos energéticos para lograr una temperatura confortable al interior, lo cual representa altas erogaciones económicas por parte de los usuarios, erogaciones de recursos públicos por subsidios a la energía eléctrica e importantes aportaciones de contaminantes a la atmosfera. Es por eso que entre mayor sea el porcentaje de cumplimiento de la norma, nuestro edificio será mayormente eficiente térmicamente.

Para tal efecto primeramente y como se indica en las plantas de referencia, se han identificado los elementos que componen la envolvente general, de los cuales se ha hecho un desglose de materiales e identificando sus factores de conductividad térmica y sus espesores, para lograr obtener el resultado general del comportamiento energético de la envolvente.

Identificación de componentes de la envolvente considerados para la evaluación NOM-020-2011

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Planta Arquitectónica Nivel Planta Baja
Fuente. Elaboración propia

Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta

Planta Arquitectónica Nivel Planta Alta
Fuente. Elaboración propia

Figura PER-Paz. Planta esquemática de referencia nivel azotea

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simbología.

- Fachada NE principal
- Fachada SO posterior
- Fachada SE lateral izquierda
- Fachada SO lateral derecha
- Techo (losa cubierta en azotea)
- ▼ Ventana en fachada principal
- ▼ Ventana en fachada posterior
- ▼ Ventana en fachada lateral
- ▼ Puertas
- Superficies inferiores

Identificación de componentes de la envolvente considerados para la evaluación NOM-020-2011

Simbología.

- Fachada NE principal
- Fachada SO posterior
- Fachada SE lateral izquierda
- Fachada NO lateral derecha
- Techo (losa cubierta en azotea)
- ▼ Ventana en fachada principal
- ▼ Ventana en fachada posterior
- ▼ Ventana en fachada lateral
- ▼ Puertas
- Superficies inferiores

Figura 95a. Elementos conformadores de la superficie en fachada NO

Fuente. Elaboración propia

Figura 95b. Elementos conformadores de la superficie en fachada SO

Figura 95c. Elementos conformadores de la superficie en fachada SE

Fuente. Elaboración propia

Figura 95d. Elementos conformadores de la superficie en fachada NE

Fuente. Elaboración propia

Figura 95e. *Superficie inferior en fachada lateral izq, sureste (entrepiso)*

Fuente. *Elaboración propia, software Dialux evo 9.2*

Figura 95f. *Superficie inferior en fachada principal (entrepiso)*

Fuente. *Elaboración propia, software Dialux evo 9.2*

Figura 95g. Criterio de Ventanas en fachada Principal NE

Ventana remetida
fachada ppal. PA

Protección en fachada ppal. Más allá de los límites de la ventana.

Ventana con protección de volado más allá de los límites de la ventana en fachada principal PA

Ventana sin protección

Fuente. Elaboración propia, software Dialux evo 9.2

Figura 95h. Criterio de Ventanas en fachada Posterior SO

Ventana con protección
solar más allá de los
límites de la ventana en PA

Troneras sobre cancel o ventana, se consideran como remetidas ya que se encuentran en el paño interior del cerramiento sobre el dispositivo light shelf

Cancel en fachada trasera suroeste en PA, rec ppal, se considera remetida, ya que se encuentra entre muros verticales y marquesina

Ventanas en fachada trasera suroeste en PB, se consideran remetidas, ya que presentan elementos verticales laterales y partesol superior

Conformación de los componentes de la envolvente y descripción del sistema constructivo propuesto en muros.

Figura 96. Muros envolvente general

Muros

Agregar otro

1

F. principal (1)

área 123.38 m2 Masivo

Muro envolvente AP20-BH120-

Editar

Borrar

2

F. posterior (1)

área 123.38 m2 Masivo

Muro envolvente AP20-BH120-

Editar

Borrar

3

F. izquierda (1)

área 90.706 m2 Masivo

Muro envolvente AP20-BH120-

Editar

Borrar

4

F. derecha (1)

área 90.706 m2 Masivo

Muro envolvente AP20-BH120-

Editar

Borrar

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 97. Elementos materiales que componen el sistema de muros de la envolvente

Sistema constructivo de los muros de la envolvente.

Descripción / nombre de la porciónMuro envolvente AP20-BH120-FV38-TR13

Componente de la envolvente

TechoPared

x

LigeroMasivo

x

Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mK)	Aislamiento térmico (m²K/W)
Convección exterior	1.000	13.000	0.077
M-01Aplanado de mortero cem-ar	0.020	0.6300	0.0317
M-02Block hueco de concreto	0.120	2.9900	0.0401
M-03Colchon de fibra de vidrio	0.05	0.0400	0.9500
M-04Tablero de veso	0.013	0.1354	0.0960
Convección interior	1.000	8.100	0.1235

M = 1.3183

K = 0.7586

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 98. Detalle en sección uro tipo envolvente general

Fuente. Elaboración propia

Conformación de los componentes de la envolvente y descripción del sistema constructivo propuesto en techos.

Figura 99. Cubierta en azotea y superficies cubiertas en niveles inferiores que generan volados o sombra.

Techo/superficie inferior

Agregar otro

1

Techo (1)

área

197.67

m2

Losa Azotea APP3.5-SF50-

☒ Techo
 ☐ sup. inferior

Editar

Borrar

2

Sup. inf (1)

área

40.7

m2

Vigüeta y bovedilla de EPS

☐ Techo
 ☒ sup. inferior

Editar

Borrar

3

Sup. inf (2)

área

19.89

m2

Vigüeta y bovedilla de EPS

☐ Techo
 ☒ sup. inferior

Editar

Borrar

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 100. Elementos materiales que componen el sistema de techos de la envolvente

Sistema constructivo de los techos de la envolvente.

Descripción / nombre de la porción

la Azotea APP3.5-SF50-RT100-LVB250-APL

Componente de la envolvente

Techo

☒

Pared

☐

Ligero

☐

Masivo

☒

Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/mK)	Aislamiento térmico (m²K/W)
Convección exterior	1.000	13.000	0.077
Te-01 Impermeabilizante APP	0.004	0.0170	0.2353
Te-02 Entortado de concreto	0.050	0.5000	0.1000
Te-03 Relleno de tezontle roto	0.100	0.1900	0.5263
Te-04 Losa de via v bo de poliestireno	0.250	0.3400	0.7353
Te-05 Aplanado de veso	0.020	.149	0.000
Convección interior	1.000	6.600	0.1515

M =

1.8253

K =

0.5478

Guardar datos

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 101. Detalle tipo Elementos materiales que componen el sistema de techos de la envolvente, nivel Azotea.

Fuente. Elaboración propia

Conformación de los componentes de la envolvente y descripción del sistema constructivo propuesto en ventanas.

Figura 102. Alimentación de todas las ventanas ubicadas en los muros de la envolvente general

Ventanas		
Agregar otra		
1 V1 F. principal (1) área 1.036 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	7 V1 F. posterior (1) área 10.056 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	1 V7 F. posterior (1) área 1.898 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]
2 V2 F. principal (1) área 1.572 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	8 V2 F. posterior (1) área 8.071 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	1 V8 F. posterior (1) área 10.475 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]
3 V3 F. principal (1) área 2.55 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	9 V3 F. posterior (1) área 8.071 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	
4 V4 F. principal (1) área 4.68 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	1 V4 F. posterior (1) área 10.891 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	
5 V5 F. principal (1) área 1.632 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	1 V5 F. posterior (1) área 11.975 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	
6 V6 F. principal (1) área 12.619 m2 colocada en: F. principal (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	1 V6 F. posterior (1) área 11.66 m2 colocada en: F. posterior (1) Filtrazol 6mm [Editar] [Borrar]	

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 103. Configuración tipo de ventanas

Ventana

Esta ventana está en: F. principal (1)

Nombre de la ventana: V1 F. principal (1)

Área de la ventana: 1.036 m²

Tipo de vidrio: **Filtrazol 6mm K= 4.86 CS= 0.68**

[Agregar nuevo tipo de vidrio]

Tipo de sombra: Volado más allá de los límites de la ventana

L 2.85 H 0.7 A 4.46

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 104. Esquema de dimensionamiento según tipo de sombreado

Fuente. Guía herramienta NOM-020

Tipo de cristal propuesto como ajuste al proyecto para aumentar el % de cumplimiento con la norma.

Define las dimensiones de los dispositivos de control solar que en su caso se plantean sobre las ventanas.

Conformación de los componentes de la envolvente y descripción del sistema constructivo propuesto en puertas.

Figura 105. Alimentación de puertas sobre la envolvente

Puertas
Agregar otra

ID	Nombre	Area	Material	Colocada en	Material de la puerta	Acciones
1	P1 F. principal (1)	4.2 m2	Masivo	F. principal (1)	Puerta de acero rellena de PUR	Editar, Borrar
2	P2 F. principal (1)	2.4 m2	Masivo	F. principal (1)	Puerta de acero rellena de PUR	Editar, Borrar
3	P3 F. principal (1)	2.76 m2	Masivo	F. principal (1)	Puerta de acero rellena de PUR	Editar, Borrar
4	P4 F. principal (1)	2.52 m2	Masivo	F. principal (1)	Puerta de acero rellena de PUR	Editar, Borrar

Fuente. Herramienta NOM-020

Figura 106. Configuración tipo de ventanas

Puerta

Esta puerta está en:

Nombre de la puerta:

Área de la puerta: m²

Material de la puerta:

Agregar nuevo tipo de puerta

Guardar

Ir a pantalla de confirmación

Fuente. Herramienta NOM-020

Resultados y conclusiones de la evaluación a la NOM-020-2011

Figura 107. Valores resultantes en evaluación de la NOM-020-2011

Resultados			
	Conducción (W)	Radiación (W)	Total (W)
Edificio de referencia	649.34	5150.35	5799.69
Edificio proyectado	-439.72	4941.28	4501.56
Cumple con la norma	Si ☒	No ☐	22.4%

Fuente. Herramienta NOM-020

Como se observa en la imagen, el resultado es positivo con un ahorro de un 22.4% de ganancia de calor del proyecto en relación con el edificio de referencia, lo cual nos representa el mismo % de ahorro económico por consumos de energías no renovables y contaminantes. Por otro lado, no olvidemos que el clima en la región se presenta mayormente frío durante los periodos nocturnos, por lo que considero que el “saldo” restante nos favorecerá para lograr las ganancias internas necesarias para llegar a las temperaturas de confort deseadas al interior que oscilan entre los 20°C y los 26°C, por lo que el resultado es que cumple con la norma y que es coherente con el planteamiento de diseño y selección de materiales para el edificio.

Figura 108. Ejemplo de etiqueta de eficiencia energética

EFICIENCIA ENERGÉTICA	
Ganancia de Calor	
Determinada como se establece en la NOM-020-ENER-2010	
Ubicación del Edificio para uso Habitacional	
Nombre:	Residencia Chignahuapan
Dirección:	Calle 18 de marzo s/n
Colonia:	Teotlalpan
Ciudad:	Chignahuapan
Delegación y/o Municipio:	Chignahuapan
Entidad Federativa:	Puebla
Código Postal:	73300
Ganancia de Calor permitida por este proyecto de norma (edificio para uso habitacional de referencia) (Watts)	5799.69
Ganancia de Calor de este Edificio (edificio para uso habitacional Proyectado) (Watts)	4501.56
Ahorro de Energía	
Ahorro de Energía de este Edificio	
<div style="text-align: center;"> <p>22.4%</p> </div>	
Menor Ahorro Mayor Ahorro	
Fecha:	13 de febrero del 2021
Nombre y Clave de la Unidad de:	UV/C-008
<p>Importante</p> <p>Cuando la ganancia de calor del edificio proyectado sea igual a la del edificio de referencia el ahorro será del 0% y por lo tanto cumple con la norma. La etiqueta no debe retirarse del edificio.</p>	

Fuente. NOM-020-2011

IV.5.2 Análisis y comparativo de sistemas constructivos Ener-Habitat

Se ha desarrollado una simulación numérica de los sistemas constructivos planteados en el proyecto, con el objetivo de conocer el comportamiento de los sistemas constructivos de la envolvente general y así poder determinar si se comportan de forma eficiente a lo largo del día, y en que momentos o periodos presenta mayor o menor eficiencia.

Para lograr esto primeramente, hemos investigado algunas propiedades termofísicas de los materiales que conforman los sistemas constructivos de nuestra envolvente, tales como:

- a) Calor específico
- b) Conductividad térmica
- c) Masa

De igual manera se ha hecho un desglose por capas de los materiales que conforman el sistema constructivo de muros y techos, para identificar si se trata de capas homogéneas, capas no homogéneas o una combinación de ambas, atendiendo a sus espesores en cada caso ya que el software toma en cuenta el efecto de la masa térmica para generar los resultados y no únicamente los coeficientes de conductividad de los materiales.

Otro aspecto relevante a considerar es la orientación de los componentes de la envolvente y el periodo bajo el cual se pretenden analizar, para este caso, hemos obtenido datos del comportamiento de cada uno de los elementos de la envolvente en 3 temporadas:

- d) Equinoccios, del que se ha considerado un solo periodo con obtención de resultados para el mes de marzo.
- e) Junio, análisis del comportamiento durante el periodo de verano
- f) Diciembre, análisis del comportamiento térmico durante el solsticio de invierno.

El sistema constructivo propuesto de los muros y techos de la envolvente que confrontaremos con algunos más para validar su eficiencia están conformados por :

Muros:

- Exterior** ↑ ↓ **Interior**
- Aplanado de mortero de cemento arena de hasta 2.00cms de espesor
 - Muro de block hueco tipo estructural de 12x20x40cms juntado con mortero de cemento arena
 - Colchoneta de fibra de vidrio de 2" de espesor
 - Tablero de yeso de 12.7 mm terminado en pintura vinílica

- Exterior** ↑ ↓ **Interior**
- Techo**
- Membrana prefabricada APP de 3.5 mm con alma de poliéster de 180 gr./m2
 - Entortado de concreto simple de 5.00cms de espesor
 - Relleno ligero para dar pendientes, espesor promedio de 10.00cms
 - Losa a base de vigueta de concreto y bovedilla de poliestireno de alta densidad
 - Aplanado de yeso de hasta 2.00cms de espesor, terminado en pintura vinílica

Análisis de sistemas de aislamiento

Para lograr la selección correcta de los materiales, se hizo un análisis en primer lugar de 3 diferentes tipos de aislamiento, bajo las mismas circunstancias, espesores y orientación y así poder determinar cual de los 3 presentaba un mejor comportamiento (*para ubicación de fachadas ver figuras X-1 y X-2*).

El análisis se llevo acabo bajo los siguientes criterios:

- ✗ SC1: Poliéstireno de alta densidad con espesor de 2"
- * SC2: Poliuretano esreado con espesor de 2"
- ✦ SC3: Colchoneta de fibra de vidrio con un espesor de 2"

El comparativo se hizo en el mes de junio en las 4 orientaciones correspondientes a las fachadas del proyecto: Noreste (fachada principal), noroeste (fachada lateral derecha), suroeste (fachada posterior interior), sureste (fachada lateral izquierda).

Como se observa en las gráficas, los materiales se comportan de forma mucho muy similar, la oscilación térmica es prácticamente la misma, no importando la orientación de que se trate.

Figura 109. Fachada NE (ppal)

Figura 110. Fachada NO (lateral der)

Figura 111. Fachada SO (posterior)

Figura 112. Fachada SE (lateral izq)

Figura 113. Factor de decremento fachada NE (ppal)

Figura 114. Factor de decremento fachada NO (lateral der)

Figura 115. Factor de decremento fachada SO (posterior)

Figura 116. Factor de decremento fachada SE (lateral izq)

Análisis de sistemas constructivos base para muros de la envolvente

El segundo criterio, consistió en desarrollar un análisis comparativo a través de los materiales que definen la masa constructiva de los muros envolventes y su comportamiento a través de las diferentes orientaciones de cada fachada y poder obtener conclusiones sobre el comportamiento de los mismos durante el mes de junio, periodo veraniego.

S.C.1: Tabique rojo de 12.00 cms de espesor (absortancia de 0.65)

S.C.2: Block de concreto aireado curado en autoclave HEBEL® de 12.5cms de espesor (absortancia de 0.60)

S.C.3: Block térmico de concreto BLOCKASA® de 12cms de espesor (absortancia de 0.70)

Para lograr obtener un comportamiento real de cada bloque, se optó por considerar las características superficiales otorgando una absortancia de acuerdo a su composición superficial y/o tono de esta.

Rango de confort reportado por Ener-Habitat 21°C a 25°C

Rango de confort establecido para el proyecto 20°C a 26°C de 12:00 a 19:00hrs

Fuente: Datos obtenidos de Meteoronorm y Climate Consultant

Figura 117. Fachada NE (ppal) junio

Figura 118. Fachada NO (lat der) junio

Figura 119. Fachada SO (posterior) junio

Figura 120. Fachada SE (lat. izq.) junio

Figura 121. Factor de decremento fach-NE (ppal) junio

Figura 122. Factor de decremento fach-NO (lat der) junio

Figura 123. Factor de decremento fach-SO (posterior) junio

Figura 124. Factor de decremento fach-SE (lat izq) junio

Resultados de la simulación del material base de la envolvente arquitectónica

Para la simulación numérica en la fachada noreste –Figura X-25- es donde recordemos, están ubicados los espacios de apoyo como son: vestidores y sanitarios, considerados como no habitables, siendo el único local con características de habitable, según los establece el ARTÍCULO 101 del Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla, la zona de “estar familiar”.

En esta misma fachada principal NE, el material marcado como sistema constructivo S.C.3, es el que presenta una diferencia menor en su oscilación térmica y un menor factor de decremento y, se mantiene dentro de la zona de confort que marca el programa Ener-Habitat en un periodo de entre las 3:00 y las 12:00 hrs (●), y para efectos de la zona de confort establecida por Meteonorm® y Climate Consultant® el periodo es aún mayor dado entre la 1:00 y las 15:00hrs (●), las líneas de los sistemas S.C.1 y S.C.2 presentan mayores oscilaciones térmicas sobre todo el sistema S.C. 2, que llega a rebasar por mucho los límites mínimos y máximos. Por otro lado este comportamiento es coherente con la idea de ganar temperatura durante los periodos nocturnos ya que en relación a la temperatura exterior de bulbo seco, las noches y madrugadas son frías como se aprecia en la gráfica –Figura X-25- y la temperatura exterior en relación a la temperatura S.C.3. presenta considerables diferencias en su oscilación térmica.

En la fachada noroeste, figura X-26, el análisis presenta un comportamiento muy similar al obtenido para la fachada noreste, figura X-25, aunque con una ganancia mayor durante los periodos nocturnos. Nuevamente el sistema constructivo marcado como S.C. 3, tiene un mejor comportamiento, ya que durante los periodos nocturnos se mantiene en temperaturas confortables, respecto de la temperatura exterior de BS, el sistema S.C. 3, presenta una oscilación térmica que llega a los 27°C, lo que representa 1°C más respecto de la zona de confort establecida para el proyecto, durante los periodos diurnos, el material se comporta eficientemente, ya que se encuentra dentro de la zona de confort según los criterios de Meteonorm ® y Climate Consultant ®.

En la fachada suroeste, el sistema constructivo marcado como S.C. 3, se mantiene prácticamente estable dentro de los límites de los 20°C y los 26°C, por lo que se confirma su eficiencia durante la noche y el día y mejor aún, durante el periodo diurno entre las 7:30 y las 15:00 hrs, presenta un descenso en su temperatura, situación conveniente que evitará el sobrecalentamiento hacia el interior durante las horas en que las temperaturas exteriores son mayormente confortables.

En la fachada sureste, el sistema constructivo S.C.3, se mantiene de forma eficiente dentro de la zona de confort que marca el programa Ener-Habitat ® y por ende se mantiene dentro de la zona de confort de los 20°C a los 26°C, marcada como referencia de los programas Meteonorm® y Climate Consultant® y que es la que se ha considerado como objetivo a cumplir dentro del proyecto.

Por lo anterior el sistema constructivo que dará base a la envolvente arquitectónica y que se ha sometido a simulación anteriormente como: Design builder®, Herramienta NOM-020-ENER2011 y en este caso Ener Habitat®, continua siendo el block térmico de concreto de 12x20x40cms. Y se pretende combinar con otros sistemas para lograr además de la eficiencia energética, el acabado estética y arquitectónicamente deseado, mismo del que a continuación se generarán las simulaciones por cada fachada y en relación a las 4, estaciones del año, primavera, verano, otoño e invierno y así obtener resultados completos sobre el funcionamiento y eficiencia del sistema completo.

Simulación del sistema constructivo integrado en fachada lateral izquierda sureste

Figura 125. Comportamiento primavera

Marzo

Figura 126. Comportamiento otoño

Septiembre

Figura 129. Conformación por capas del Sistema constructivo

S.C.	Material	Espesor	A
1	☒ BD MorteroCementoArena 1		0.7
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89	0.02 [m]	
	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		
	☒ goose Block-TER-BLOCKASA 0.	0.12 [m]	
3	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		0.05 [m]
	☒ goose Fibradevidrio 0.04 220 7		
4	☒ BD Yeso 0.16 784 830		0.0127 [m]
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89		

Fuente. Rep. Ener-Habitat

El sistema constructivo integral conformado por 4 capas, se comporta de manera idónea durante todo el año en la fachada sureste, se mantiene dentro de la zona de confort durante todo el día, tanto para la simulación numérica del programa Ener-Tabitat®, como dentro del rango de temperaturas manejadas para el proyecto de los 20°C a los 26°C.

Figura 127. Comportamiento verano

Junio

Figura 128. Comportamiento invierno

Diciembre

Figura PER-Paz Planta esquemática de referencia

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simulación del sistema constructivo integrado en fachada principal noreste

Figura 130. Comportamiento primavera

Marzo

Figura 131. Comportamiento otoño

Septiembre

Figura 129. Conformación por capas del Sistema constructivo

S.C.	Material	Espesor	A
1	BD MorteroCementoArena 1	0.02 [m]	0.7
2	goose BlockHEBEL 1.05 650 89	0.12 [m]	
3	BD Adobe 0.58 1500 1480	0.05 [m]	
4	goose Fibradevidrio 0.04 220 7	0.0127 [m]	

Fuente. Rep. Ener-Habitat

Para la fachada sureste, el comportamiento se aprecia durante todo el año eficiente, aún en el mes de diciembre donde se aprecia fuera de la zona de confort, la estabilidad que ofrece respecto del comportamiento de la temperatura exterior, es sumamente favorable, ya que su oscilación térmica es “casi” plana.

Figura 132. Comportamiento verano

Junio

Figura 133. Comportamiento invierno

Diciembre

Figura PER-Paz Planta esquemática de referencia

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simulación del sistema constructivo integrado en fachada lateral derecha noroeste

Figura 134. Comportamiento primavera

Marzo

Figura 135. Comportamiento otoño

Septiembre

Figura 129. Conformación por capas del Sistema constructivo

S.C.	Material	Espesor	A
1	☒ BD MorteroCementoArena 1		0.7
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89	0.02 [m]	
	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		
	☒ goose Block-TER-BLOCKASA 0.	0.12 [m]	
3	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		0.05 [m]
	☒ goose Fibradevidrio 0.04 220 7		
4	☒ BD Yeso 0.16 784 830		0.0127 [m]
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89		

Para la fachada lateral derecha suroeste, donde se ubican locales como: cocina y cuarto de servicio en PB y recamara 02 y vestidor en PA, observamos un disconfort a la baja en temporada invernal, donde el sistema alcanza temperaturas ligeramente inferiores a los 16°C que si lo comparamos con la temperatura exterior de BS que presenta una oscilación importante y consideramos las ganancias internas, no representa una situación extrema, por lo que consideraremos que el sistema en esta fachada es eficiente.

Figura 136. Comportamiento verano

Junio

Figura 137. Comportamiento invierno

Diciembre

Figura PER-Paz Planta esquemática de referencia

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simulación del sistema constructivo integrado en fachada posterior suroeste

Figura 138. Comportamiento primavera

Marzo

Figura 139. Comportamiento otoño

Septiembre

Figura 129. Conformación por capas del Sistema constructivo

S.C.	Material	Espesor	A
1	☒ BD MorteroCementoArena 1		0.7
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89	0.02 [m]	
	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		
	☒ goose Block-TER-BLOCKASA 0.	0.12 [m]	
3	☐ BD Adobe 0.58 1500 1480		0.05 [m]
	☒ goose Fibradevidrio 0.04 220 7		
4	☒ BD Yeso 0.16 784 830		0.0127 [m]
	☐ goose BlockHEBEL 1.05 650 89		

Para la fachada posterior sur oeste se observa un ligero sobrecalentamiento en la época de primavera que sobrepasa en 2°C y 1°C, la zona de confort que establece el programa Ener-Habitat y la establecida para el proyecto respectivamente durante la noche y la mañana, entre las 0:00 y las 9:00am, ahora bien si comparamos la temp. Máxima se alcanza a las 3:00hrs y va descendiendo hasta alcanzar el límite confortable hacia las 9:00hrs, durante este periodoel comparativo con la temperatura exterior, resulta favorable al interior del proyecto.

Figura 140. Comportamiento verano

Junio

Figura 141. Comportamiento invierno

Diciembre

Figura PER-Paz Planta esquemática de referencia

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simulación del sistema constructivo integrado en cubierta de azotea

Figura 142. Conformación por capas del Sistema constructivo de la cubierta

S.C.	Material	Espesor	A
1	Capa homogénea 1- BD- Impermeabilizante 0.16 1121 1460	0.0035 [m]	0.7
	Capa homogénea 2- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.05 [m]	
	Capa homogénea 3- BD- Vermiculita 0.19 700 880	0.1 [m]	
	Capa no homogénea Tipo: Doble vigueta y bovedilla sólida 4- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.25 [m]	
	Capa homogénea 5- BD- Yeso 0.16 784 830	0.015 [m]	

Figura 143. Comportamiento primavera

Figura 144. Comportamiento otoño

Figura 145. Comportamiento verano

Figura 146. Comportamiento invierno

Figura PER-Paz Planta esquemática de referencia

Planta Arquitectónica Nivel Azotea
Fuente. Elaboración propia

Simulación del sistema constructivo integrado en cubierta de azotea

Figura 142. Conformación por capas del Sistema constructivo de la cubierta

S.C.	Material	Espesor	A
1	Capa homogénea 1- BD- Impermeabilizante 0.16 1121 1460	0.0035 [m]	0.7
	Capa homogénea 2- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.05 [m]	
	Capa homogénea 3- BD- Vermiculita 0.19 700 880	0.1 [m]	
	Capa no homogénea Tipo: Doble viga y bovedilla sólida 4- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.25 [m]	
	Capa homogénea 5- BD- Yeso 0.16 784 830	0.015 [m]	

Figura 142a. Conformación por capas del Sistema constructivo de la cubierta / ajuste en absorción

S.C.	Material	Espesor	A
1	Capa homogénea 1- BD- Impermeabilizante 0.16 1121 1460	0.0035 [m]	0.2
	Capa homogénea 2- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.05 [m]	
	Capa homogénea 3- BD- Vermiculita 0.19 700 880	0.1 [m]	
	Capa no homogénea Tipo: Doble viga y bovedilla sólida 4- BD- Concreto 1.35 1800 1000	0.25 [m]	
	Capa homogénea 5- BD- Yeso 0.16 784 830	0.02 [m]	

Las gráficas muestran un comparativo entre el mismo sistema constructivo, pero con un ajuste en el color del acabado de la primera capa exterior que es el impermeabilizante, en la figura 142, la absorción refiere un color terracota equivalente a un valor de 0.7 y en la figura 142a, el valor se sustituyó por un acabado de la capa exterior por color blanco con un valor de 0.2, el comportamiento es radicalmente diferente y opuesto durante la época veraniega, por lo que en conclusión, conservaremos el color terracota, ya que el objetivo es lograr ganancias internas durante los periodos nocturnos y ya que el análisis está planteado en verano, el comportamiento en épocas de invierno se supone será mucho más frío, por lo que no se considera viable.

Figura 145. Comportamiento verano
Junio

Figura 145a. Comportamiento verano
Junio

IV.5.3 Etiqueta de Certificación EDGE / Simulación

Con base en los criterios de diseño establecidos durante la etapa de diseño y la revisión de las etiquetas de certificación, se hizo el ejercicio a través del software gratuito de la etiqueta Edge, para obtener un resultado sobre el punto en el que se encuentra el proyecto en su versión final, y se obtuvo lo siguiente:

Figura 146a. Resultados etiqueta The Edge, rubro energía.

En la gráfica se aprecia una disminución considerable en el consumo de energía para confort con base en el proyecto o línea base por lo que la calificación en este rubro arroja un resultado favorable de hasta un 57.4%.

Cabe mencionar que los datos introducidos únicamente hacen referencia a si existen o no los sistemas que el software contempla, es decir, no se ingresaron valores porcentuales para el presente ejercicio, por lo que los ahorros podrían ser aún mayores en relación al comparativo.

Con base en los criterios de diseño establecidos durante la etapa de diseño y la revisión de las etiquetas de certificación, se hizo el ejercicio a través del software gratuito de la etiqueta Edge, para obtener un resultado sobre el punto en el que se encuentra el proyecto en su versión final, y se obtuvo lo siguiente:

Figura 146b. Resultados etiqueta The Edge, rubro agua.

En la gráfica se aprecia una disminución considerable en el consumo de agua en relación a la línea base, esto dado a partir de la implementación de ecotecnologías muy básicas y accesibles como se observa en el capítulo *IV.9 Criterios de Sustentabilidad - Ecotecnologías* del presente documento.

Obteniendo una calificación positiva del 34.84% en el rubro de ahorro en el consumo de agua.

Fuente. Software The Edge

Con base en los criterios de diseño establecidos durante la etapa de diseño y la revisión de las etiquetas de certificación, se hizo el ejercicio a través del software gratuito de la etiqueta Edge, para obtener un resultado sobre el punto en el que se encuentra el proyecto en su versión final, y se obtuvo lo siguiente:

Figura 146c. Resultados etiqueta The Edge, rubro materiales.

Con base en los criterios comparativos de la línea base establecidos en el software, se obtiene un 50.22 % en la reducción de la energía incorporada en los materiales, por lo que de igual manera se reduce la huella de carbono del edificio.

Fuente. Software The Edge

IV.6 Confort Lumínico - Iluminación Natural

Introducción

El presente trabajo ha sido desarrollado con base en 2 criterios, el primero de ellos se refiere al análisis de la iluminación natural que incide al interior del espacio arquitectónico y está hecho utilizando diferentes mediciones que nos ayuden a identificar el comportamiento de esta a través de las diferentes estaciones del año específicamente en los solsticios de verano e invierno, 21 de junio y 21 de diciembre respectivamente, así como durante los equinoccios de primavera y otoño de los que cabe mencionar, se hizo un solo análisis con fecha del 21 de marzo. Estos análisis y mediciones se hicieron en horarios matutino a las 8:00 am y vespertinos a las 12:00 pm y 4:00 pm, para poder contar con la intensidad de luz por la mañana, medio día y tarde. El objetivo de este análisis de luz diurna, es determinar si la orientación, dimensión y ubicación de nuestros vanos, es suficiente para que la iluminación natural, entre y se distribuya al interior del proyecto, o bien si a través de algún dispositivo o estrategia, podemos incrementar o disminuir la intensidad de esta.

El segundo, trata sobre el planteamiento conceptual de un diseño de iluminación artificial, que además de cumplir con los estándares internacionales que permitan la correcta operación y funcionalidad del espacio interior con seguridad y confort dentro de todas y cada una de las diferentes áreas que conforman al proyecto en respuesta a las actividades específicas que en cada una de estas áreas se realizan en horarios nocturnos o cuando las condiciones del clima, no permitan el flujo pleno de los rayos del sol.

La idea medular de la selección, distribución y ubicación de las luminarias toma en cuenta varios factores como: evitar los deslumbramientos mientras esté en operación la luminaria, la posibilidad de seccionamiento en la operación y manejo de la intensidad de las luminarias, de tal forma que se puedan crear diferentes ambientes y escenas de iluminación que le permitan al usuario personalizar el espacio interior, a través del manejo de los accesorios de control.

La línea base para el análisis inicial, obtención de conclusiones, ajuste y planteamiento final de la propuesta, está hecha con base en lo que establece por una parte el Reglamento de Construcciones de la CDMX y por otro la International Commission on Illumination y sus normas para iluminación diurna y artificial *NORMAS CIE*. Cuyo objetivo es lograr una correcta distribución e intensidad de la iluminación que como se dijo anteriormente garantice una visión clara y suficiente para el usuario.

El análisis y planteamiento de diseño, fueron desarrollados utilizando como herramientas electrónicas principales el software Autocad de Autodesk® *-para trazo bidimensional-* y Dialux Evo *-para modelado, simulación y obtención de cálculos lumínicos-* en sus versiones 2020 y 9.2 respectivamente.

El programa Dialux consideró los siguientes datos para la obtención de mediciones:

Localización: Chignahuapan Puebla

Luminancia en el cenit: 6462 cd/m²

Categoría de contaminación (Dato obtenido de los valores para CDMX): Tráfico entre medio y denso, presencia de polvo menor que 600 microgramos/m³

IV.6.1 - Iluminación Natural - Nivel PB

Para el análisis, simulación y cálculo de esta sección, se selecciono a nivel de planta baja el área de la estancia, ya que como se observa más adelante, sus dimensiones, orientación y situación dentro del proyecto, aunado a la actividad que pudiera desarrollarse en este sitio, nos sugirió tomarlo como base para determinar el comportamiento de la luz natural al interior de la PB, durante los cambios de estación y en tres horarios distintos de cada cambio de estación.

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el equinoccio de primavera 21 de marzo.

Figura 147. Luz diurna 8:00 am.

Se aprecian los puntos específicos de baja incidencia lumínica durante el periodo

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 148. Luz diurna 8:00 am colores falsos.

La mayor intensidad se aprecia sensiblemente al pie de los vanos de la fachada noroeste.

Una gran zona al centro del espacio se presenta con un bajo nivel de iluminación natural durante los equinoccios de primavera y otoño por las primeras hrs de la mañana.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el equinoccio de primavera 21 de marzo.

Figura 149. Luz diurna 12:00 pm.

Se aprecian los puntos específicos de baja incidencia lumínica durante el periodo, que en comparación con los registrados a las 8:0am han disminuido considerablemente

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 150. Luz diurna 12:00 pm colores falsos.

En este gráfico, podemos observar un aumento considerable en la penetración e intensidad de la iluminación, tanto por la fachada noroeste como por el patio central del proyecto..

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el equinoccio de primavera 21 de marzo.

Figura 151. Luz diurna 4:00 pm.

Se aprecia una constante en el aumento de la iluminación por puntos interiores, en las horas vespertinas.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 152. Luz diurna 4:00 pm colores falsos.

El momento máximo de penetración e intensidad lumínica se da a partir del medio día en adelante.

Los dispositivos de control solar tienen coherencia contra lo que arroja la simulación.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el equinoccio de primavera 21 de marzo.

Figura 153. Luz diurna 8:00 am.

Se cumple con las normas del Reglamento de Construcciones de la CDMX

No se cumple con las normas CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	227 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.17	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 154. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Se considera que cumple CIE				
Plano útil	E _{perpendicular}	494 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.16	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 155. Luz diurna 4:00 pm.

Se cumple con el objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	3028 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.049	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de invierno 21 de diciembre.

Figura 156. *Luz diurna 8:00 am.*

Al igual que durante los equinoccios, el comportamiento de la penetración de luz por las mañanas, se da de forma insuficiente, en relación a lo que establece la norma.

Vista en Planta en interior de Estancia.

Fuente. *Reporte DialuxEvo*

Figura PER-PB. *Planta esquemática de referencia nivel planta baja*

Nivel Planta Baja

Fuente. *Elaboración propia*

Figura X157. Luz diurna 8:00 am colores falsos .

Se aprecia la mancha de colores de entre los 100 y hasta los 30 lux, en una parte importante del espacio interior.

Vista en Planta en interior de Estancia.

Fuente. *Reporte DialuxEvo*

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Figura 158. *Luz diurna 12:00 pm.*

El comportamiento mejora sustancialmente hacia el medio día.

Figura PER-PB. *Planta esquemática de referencia nivel planta baja*

Nivel Planta Baja

Fuente. *Elaboración propia*

Figura 159. Luz diurna 12:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana

Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de invierno 21 de diciembre.

Figura 160. Luz diurna 4:00 pm.

Se aprecia un comportamiento sumamente eficiente en cada punto de la retícula al interior del espacio.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 161. Luz diurna 4:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Durante el solsticio de invierno y toda la temporada más fría, se pretende que los dispositivos de control solar, permitan un mayor rango de asoleamiento por las tardes para captar energía para los periodos nocturnos, lo cual implica también favorecer la intensidad de iluminación natural al interior.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana

Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de invierno 21 de diciembre.

Figura 162. Luz diurna 8:00 am.

Se cumple con las normas del Reglamento de Construcciones de la CDMX

No se cumple con las normas CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	157 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.18	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 163. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.414 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1394 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.056	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 164. Luz diurna 4:00 pm.

Se cumple con el objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	6025 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.023	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de verano 21 de junio.

Figura 165. Luz diurna 8:00 am.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de verano 21 de junio.

Figura 167. Luz diurna 12:00 pm.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 168. Luz diurna 12:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de verano 21 de junio.

Figura 169. Luz diurna 4:00 pm.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja

Fuente. Elaboración propia

Figura 170. Luz diurna 4:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Vista en Planta en interior de Estancia.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en estancia ubicada en planta baja durante el solsticio de verano 21 de junio.

Figura 171. Luz diurna 8:00 am.

Se cumple con el Reglamento de Construcciones de la CDMX

No se alcanza el nivel objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	289 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.17	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 172. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el nivel objetivo de manera contundente

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1049 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.072	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 173. Luz diurna 4:00 pm.

Se cumple con el nivel objetivo de manera contundente

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.591 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1523 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.069	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2350 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

IV.6.2 Iluminación Natural - Nivel PA

Para el análisis, simulación y cálculo del comportamiento del proyecto a nivel de planta alta se seleccionó la recámara 03. Al ser está la que ocupa mayor frente hacia la radiación solar directa, es la que recibe mayor influencia y protección del dispositivo de control solar por lo que resulta necesario el análisis en este sitio que además posee dentro de su estructura funcional, relación directa con el vacío del patio central a través de ventanas de sección inferior a la exterior.

Figura 176. Luz diurna 4:00 pm.

Figura 175. Luz diurna 12:00 pm.

Vista en Planta en interior de recamara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Nivel Planta Alta

Fuente. *Elaboración propia*

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en recámara 03 ubicada en planta alta durante los equinoccios 21 de marzo – 21 de septiembre.

Figura 177. Luz diurna 8:00 am colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 178. Luz diurna 12:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 179. Luz diurna 4:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta

Nivel Planta Alta

Fuente. Elaboración propia

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en recamara 03 ubicada en planta alta durante los equinoccios 21 de marzo – 21 de septiembre.

Figura 180. Luz diurna 8:00 am.

Se cumple con el Reglamento de Construcciones de la CDMX

No se alcanza el nivel objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	225 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.001	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 181. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el nivel objetivo de manera contundente

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1178 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.004	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 182. Luz diurna 4:00 pm.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1413 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.016	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis luz diurna en recámara 03 ubicada en planta alta durante el solsticio de invierno 21 de diciembre

Figura 186. Luz diurna 8:00 am colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 187. Luz diurna 12:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta

Nivel Planta Alta

Fuente. Elaboración propia

Figura 188. Luz diurna 4:00 pm colores falsos.

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en recamara 03 ubicada en planta alta durante los solsticio de invierno 21 de diciembre

Figura 189. Luz diurna 8:00 am.

Se cumple con el Reglamento de Construcciones de la CDMX

No se alcanza el nivel objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	146 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.000	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 190. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el nivel objetivo de manera contundente

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	859 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.016	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 191. Luz diurna 4:00 pm.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	4146 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.000	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis luz diurna en recámara 03 ubicada en planta alta durante el solsticio de verano 21 de junio

Figura 195. Luz diurna 8:00 am colores falsos

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 196. Luz diurna 12:00 pm colores falsos

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 197. Luz diurna 4:00 pm colores falsos

Vista en Planta en interior de recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

SIMBOLOGÍA

- Indica ubicación de incidencia de luz directa por cancel y/o ventana
- Indica ubicación de incidencia de luz indirecta por cancel y/o ventana a través de local o pasillo

Análisis luz diurna en recamara 03 ubicada en planta alta durante el solsticio de verano 21 de junio

Figura 198. Luz diurna 8:00 am.

Se alcanza el nivel del Reglamento de construcciones de la CDMX

No se alcanza el nivel objetivo CIE

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	300 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	0.001	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 199. Luz diurna 12:00 pm.

Se cumple con el nivel objetivo de manera contundente

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	1120 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.001	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 200. Luz diurna 4:00 pm.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.643 %	-	-
Plano útil	E _{perpendicular}	724 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.010	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 1550 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m²	-	-
		0.00 W/m²/100 lx	-	-

Fuente. Reporte DialuxEvo

Conclusión luz diurna / Iluminación natural

Como pudimos apreciar, el resultado de la simulación a través del equinoccio de primavera (como único análisis para los equinoccios), y los solsticios de verano e invierno, podemos concluir que el comportamiento durante los primeros minutos de la mañana, tanto en la planta alta como en la planta baja es muy similar y constante durante todo el año, como es obvio los primeros momentos del día, en relación a la inclinación del sol, y la orientación de nuestros vanos y fachadas, infieren en la penetración de la luz diurna en estos momentos. Por otro lado, el comportamiento una vez dirigiéndose el sol hacia su posición en el zenit, permite que la luz penetre de forma abundante e intensa y como se aprecia en las imágenes renderizadas, de forma controlada y en la idea de evitar los deslumbramientos, ya que para cuando se da está penetración abundante de los rayos solares, que además de iluminar nos funcionan como estrategia para aumentar las ganancias internas en preparación para los periodos nocturnos, estos se encuentran en posición oblicua a la vista principal y ortogonal, desde el interior.

Podemos agregar que en periodos fuera de esquemas de pandemia, las viviendas se encuentran en una mayor ocupación hacia las horas vespertinas por lo que el lograr un nivel adecuado de luz natural durante estas horas, podría generar ahorros en el consumo de energía eléctrica para efectos de alumbrar e iluminar.

Se comprueba de igual manera que los elementos implementados como los light shelves al pie de las ventanas y cancelas, así como la integración del patio central al proyecto arquitectónico, generan beneficios importantes hacia las zonas más lejanas o profundas de los espacios y logran además de articular y vestibular el flujo de personas, también apoya al flujo de luz en el interior de los espacios en torno a este.

IV.7 Confort Lumínico - Iluminación Artificial

IV.7.1 Iluminación Artificial - Nivel PB

Para el diseño, análisis y cálculo de la iluminación artificial, fueron seleccionadas a nivel planta baja, dos zonas, la primera de ellas y en continuidad con el análisis de luz natural, se seleccionó el área social de estancia, y por otro lado se decidió integrar la cocina por ser un elemento importante de convivencia familiar y de actividades que si no cuentan con un adecuado nivel y posicionamiento de iluminación podría resultar riesgoso.

Figura 202. Distribución y nomenclatura de luminarias en recámara 03

The diagram shows a rectangular arena with a path of numbered points. The points are numbered 1 through 51. The path starts at point 35, moves up to 34, 31, 32, 33, then right to 39, 38, 37, 40, 41, then down to 9, 8, 7, 6, 1, 2, 13, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 28, then left to 29, 30, 46, 45, 47, 49, 50, 48, 51, then down to 36, 44, 42, 43, then left to 3, 10, 11, 12, 5, then down to 4, 14, 15, 17, 19, 21, 24, 26, 27, then left to 1, 2, 13, 16, 18, 20, 22, 23, 25, 28, then down to 35. A coordinate system (x, y) is shown at the bottom left corner.

Figura 204. Iluminación general embutida en pérgola (Franjas centrales)

Vista en Planta en estancia
Fuente. Reporte DialuxEvo

Uni.	10	P	19,2 W
Fabricante	SIMON	Φ Lámpara	1920 lm
N° de artículo	81038000-993	Φ Luminaria	1920 lm
Nombre del artículo	Tira LED Essential PRO 19,2W/m 3000K IP20	η	100.00 %
Lámpara	1x 810 Óptica General Flujo 1920lm/m. 3000K Potencia 19,2W/m.	Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
		CCT	3000 K
		CRI	90

Uni.	41	P	16.0 W
Fabricante	MODULAR	Φ Lámpara	1889 lm
Nº de artículo	13460332	Φ Luminaria	1400 lm
Nombre del artículo	Pista track 48V LED 3000K linear spots (16x) flood GI blackstruc	η	74.12 %
Lámpara	1x PISTA LEDspots 3000K 700mA	Rendimiento lumínico	87.5 lm/W
		CCT	3000 K
		CRI	90

Análisis diseño de iluminación artificial

Estancia, nivel PB.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Luminaria tipo en plafón pergolado

Figura 205. Luz artificial en estancia

Vista en Planta en estancia

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 207. Luz artificial en estancia, colores falsos

Vista en Planta en estancia

Fuente. Reporte DialuxEvo

<div> <div>0.10</div> <div>0.20</div> <div>0.30</div> <div>0.50</div> <div>0.75</div> <div>1.00</div> <div>2.00</div> <div>3.00</div> <div>5.00</div> <div>7.50</div> <div>10.0</div> <div>20.0</div> <div>30.0</div> <div>50.0</div> <div>75.0</div> <div>100.0</div> <div>200.0</div> <div>300.0</div> <div>500.0</div> <div>750.0</div> <div>1000.0</div> <div>2000.0</div> <div>3000.0</div> <div>5000.0</div> <div>7500.0</div> <div>10000.0</div> <div>15000.0</div> </div>			
Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	635 lx	$\geq 500 \text{ lx}$
	g_i	0.14	-
Valores de consumo	Consumo	[1450 - 2350] kWh/a	máx. 2350 kWh/a
Potencia específica de conexión	Local	12.76 W/m ²	-
		2.01 W/m ² /100 lx	-

Figura 206. Luz artificial en estancia, colores falsos

Vista modelo 3d en estancia

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 208. Luz artificial en estancia.

Vista interior en estancia

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 209. Distribución y nomenclatura de luminarias en cocina

Figura 210. Curvas fotométricas

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 211. Iluminación sobre barra desayunador (9)

Fabricante	LAMP
Nº de artículo	10440002 + 10400102
Nombre del artículo	STORMBELL 3000 NW FL BK/WH.

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
2.000 m	4.607 m	2.200 m	9

Figura 213. Luminaria de alumbrado general (10 a 15)

Uni.	7			P	
Fabricante		RIO		$\Phi_{\text{Luminaria}}$	
N° de artículo		LDL809 CXM-18 Gen 3		Rendimiento lumínico	
Nombre del artículo		41W 3000K CRI90 55D		CCT	
Lámpara		1x CXM-18 30-90 41W 1200mA		CRI	
Fuente. <i>Reporte DialuxEvo</i>					

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 212. Iluminación sobre barra de preparación (1)

Fabricante		LIGMAN	
N° de artículo		NYB-90251-O-W40	
Nombre del artículo		Nybro 10 Pendant luminaires	
Luminarias individuales			
X	Y	Altura de montaje	Luminaria
2.000 m	2.548 m	2.200 m	1

Figura 214. Iluminación de trabajo oculta e indirecta (2 a 8)

Uni.	1	P	19.2 W
Fabricante	SIMON	$\Phi_{\text{Lámpara}}$	1920 lm
N° de artículo	81038000-993	$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1920 lm
Nombre del artículo	Tira LED Essential PRO 19,2W/m 3000K IP20	η	100.00 %
Lámpara	1x 810 Óptica General Flujo 1920lm/m. 3000K Potencia 19,2W/m.	Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
		CCT	3000 K
		CRI	90

Fuente. *Reporte DialuxEvo*

Fuente. Reporte DialuxEvo

Análisis diseño de iluminación artificial en cocina, nivel PB.

Figura 215. Luz artificial en cocina

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Figura 216. Luz artificial en cocina, colores falsos

Figura 217. Luz artificial en cocina, colores falsos 3d

Vista en modelo 3d en cocina.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 218. Luz artificial en cocina

Vista interior, cocina.
Fuente. Reporte DialuxEvo

<div> <div>0.10 0.20 0.30 0.50 0.75 1.00 2.00 3.00 5.00 7.50 10.0 20.0 30.0 50.0 75.0 100.0 200.0 300.0 500.0 750.0 1000.0 2000.0 3000.0 5000.0 7500.0 10000.0 150</div> <div>TamañoCalculadoNominalVerificación</div> </div>				
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	974 lx	≥ 500 lx	✓
	g_1	0.095	-	-
Valores de consumo	Consumo	[770 - 1200] kWh/a	máx. 1250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	12.82 W/m ²	-	-
		1.32 W/m ² /100 lx	-	-

Iluminación sobre los planos donde se requiere la luz, evitando la generación de sombras por obstrucción del mismo usuario.

Ubicación de luminarias donde no representen deslumbramientos directos sobre el usuario

IV.7.2 Iluminación Artificial - Nivel PA

Para el diseño, análisis y cálculo de la iluminación artificial a nivel de planta alta y en seguimiento al análisis de luz diurna en PB, se selecciono la recamara 03, ya que además contiene el criterio tipo de diseño de la iluminación en todas las recamaras que contiene el proyecto.

Análisis diseño de iluminación artificial, recamara 03, nivel PA.

Figura PER-PA. Planta esquemática de referencia nivel planta alta

Nivel Planta Alta
Fuente. Elaboración propia

Figura 219. Distribución y nomenclatura de luminarias en recamara 03

Vista en Planta en recamara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 221. Luminaria en cabecera efecto wall washer (4, 5 y 6)

Uni.	3	P	14.4 W
Fabricante	ENDO	Φ Lámpara	974 lm
N° de artículo	ERD7850SA_RX360NA	Φ Luminaria	682 lm
Nombre del artículo	Adjustable Downlight	η	70.03 %
Lámpara	1x COB_900TYPE_2800K_Ra98_N_Specular	Rendimiento lumínico	47.4 lm/W
Fuente. Reporte DialuxEvo		CCT	2800 K
		CRI	98

Figura 222. Luminaria de lectura dirigible en cabecera (1 y 15)

Uni.	2	P	4.0 W
Fabricante	FRANKLITE	Φ Luminaria	97 lm
N° de artículo	WB929	Rendimiento lumínico	24.2 lm/W
Nombre del artículo	LED Reading Light	CCT	2700 K
Lámpara	1x	CRI	80
Fuente. Reporte DialuxEvo			

Figura 220. Luminaria de alumbrado general (8 a 14)

Uni.	7	P	41.0 W
Fabricante	RIO	Φ Luminaria	4283 lm
N° de artículo	LDL809 CXM-18 Gen 3	Rendimiento lumínico	104.5 lm/W
Nombre del artículo	41W 3000K CRI90 55D	CCT	2952 K
Lámpara	1x CXM-18 30-90 41W 1200mA	CRI	90

Figura 223. Iluminación de trabajo oculta e indirecta (7)

Uni.	1	P	19.2 W
Fabricante	SIMON	Φ Lámpara	1920 lm
N° de artículo	81038000-993	Φ Luminaria	1920 lm
Nombre del artículo	Tira LED Essential PRO 19,2W/m 3000K IP20	η	100.00 %
Lámpara	1x 810 Óptica General Flujo 1920lm/m. 3000K Potencia 19,2W/m.	Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
Fuente. Reporte DialuxEvo		CCT	3000 K
		CRI	90

Análisis diseño de iluminación artificial, recámara 03, nivel PA.

Figura 224. Luz artificial en recámara 03.

Vista en Planta en recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 226. Luz artificial en recámara 03 colores falsos.

Nivel Planta Alta
Fuente. Elaboración propia

Figura 225. Luz artificial en rec 03, colores falsos

Vista en Planta en recámara 03.
Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 227. Luz artificial en recámara 03.

Criterio general en recamaras.

Iluminación de apoyo y decorativa sobre buroe.

Iluminación de lectura en cabecera.

Alumbrado general.

Fuente. Reporte DialuxEvo

Imágenes de Referencia y Conclusión Iluminación Artificial

Las siguientes imágenes se presentan a manera de registro del proyecto completo en materia de iluminación artificial, meramente como testigo de que se ha realizado el proyecto de forma integral y en todos y cada uno de los locales que lo conforman.

Figura 228. Luz artificial planta baja

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 229. Luz artificial planta alta

Fuente. Reporte DialuxEvo

Figura 230. Luz artificial desde exterior fachada suroeste

Fuente. Reporte DialuxEvo

Una vez realizada la evaluación y simulación del diseño lumínico con fuentes artificiales, hemos obtenido un resultado favorable y en cumplimiento a los estándares internacionales CIE, por lo tanto se cumple de igual manera con el Reglamento de Construcciones de la CDMX, lo cual es enteramente positivo para el confort visual y desarrollo de actividades de los usuario en periodos nocturnos gozando de seguridad y en protección contra el deterioro de visión al no tener la necesidad de forzar físicamente el ojo para ver con claridad. Pero no solamente hemos enfocado el diseño de la iluminación al confort visual *-en cuanto a su medición e intensidad-*, la idea principal fué lograr diferentes ambientes y escenas lumínicas que puedan proveer de un funcionamiento sencillo y confortable y que desde la perspectiva estética, la propuesta pudiese resaltar a través de la iluminación artificial algunos elementos como pueden ser: texturas, colores, la plenitud del espacio, etc. Lo cual se logró ubicando estratégicamente las fuentes generadora de luz que en la gran mayoría giran en torno a una temperatura de color de entre los 2800k y los 3500k y nos permiten: iluminación general, iluminación indirecta, baño de muros e iluminación de acento para efectos decorativos, iluminación de trabajo bajo el criterio de no obstrucción evitando la generación de sombras sobre las superficies de trabajo por el mismo usuario y en fin se logra tener la versatilidad del juego lumínico, dirigiendo la luz hacia donde se necesita de tal manera que su aprovechamiento resulte en una mayor eficiencia.

IV.8 Análisis y Balance Acústico

IV.8.1 Situación del Predio e Identificación de Fuentes Sonoras Externas e Internas

El predio se ubica sobre una calle secundaria cercano a diversas fuentes de presión sonora ya que a pocos metros del local en estudio, se encuentran restaurantes (●), salones sociales (●), calles secundarias (●) y terciarias (●) y una avenida principal (●).

Cabe aclarar que se consideraron como avenida principal (●) aquellas donde se concentra la mayor cantidad de aforo vehicular de forma constante, por otro lado se nombra como calle secundaria (●), aquella que tiene conexión directa con avenidas principales de bajo aforo vehicular e intermitente, y como calle terciaria (●) a aquella que tiene conexión con calles secundarias cuyo aforo se resume a vehículos y personas locales, es decir que tienen sus residencia en torno a esta, y no se presentan negocios o espacios que pudiesen aglomerar gente y/o vehículos y/o actividades que pudiesen ser fuente externa de presión sonora.

Figura 231. Ubicación de fuentes externas al proyecto

Para el análisis se consideró la zona como ambiente urbano, por lo que se habrán de restar 3dDA cada vez que se logre duplicar la distancia entre la fuente y el sitio que ese está analizando, que en este caso será la estancia de la residencia debido a que, como se puede apreciar en la planta de referencia, es un espacio amplio y los elementos que lo delimitan, están conformados en su mayoría por zonas acristaladas que por un lado colindan directamente con el área exterior del jardín posterior y por otro lado se sitúa en colindancia con un patio central, a través del cual pudiesen existir incidencias sonoras provenientes de las fuentes externas más representativas y que dicho sea de paso son:

- Avenida principal, con una distancia de 68.00 mts medidos del punto central de la avenida, en línea recta hacia la fachada interior de la estancia en patio central.
- Calles secundarias, en colindancia directa con la fachada principal del proyecto, esta es la vialidad de acceso al mismo.
- Calle terciaria, en colindancia posterior al proyecto aunque con una separación dada por el jardín y ancho de la vialidad de 30mts en line recta hacia la estancia.
- Restaurante y salón social, una de las principales fuentes ya que por el hecho de la existencia del salón social, muy seguramente se desarrollarán eventos por las noches con sonidos provenientes de grupos musicales, sonidos, gente gritando, aplaudiendo etc. independientemente de los ruidos diurnos que el propio restaurante y las actividades que en el se realizan generan, a una distancia de 54.00 mts desde la esquina más cercana del Salón social hasta la ventana que se encuentra en el patio central contiguo al proyecto.

IV.8.2 Acondicionamiento acústico en estancia, nivel PB.

Como principio del proceso, las imágenes muestran la ubicación del espacio seleccionado y el despiece de los elementos que delimitan al mismo, con la nomenclatura que responde a los diferentes sistemas constructivos que conforman a cada elemento, para poder vaciar sus características específicas en la matriz de análisis y poder obtener los resultados sobre el estudio.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Nivel Planta Baja
Fuente. Elaboración propia

Figura 232. Planta seccional esquemática de estancia y ubicación de elementos que la delimitan.

Figura 233. Alzado de muros M01 al M04

Figura 234. Planta seccional esquemática del plafón a nivel viguero y nivel lecho bajo de losa.

Figura 235. Detalle tipo en sección de viga en plafón de estancia

Fuente. Elaboración propia

COMPONENTE		SUPERFICIE EN M2	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	NRC	M2 ABSORCIÓN
ESTANCIA, NIVEL PB	MURO M01				
	M1-A1	2.88	Vano	0.99	2.85
	M1-A2	10.95	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.08	0.88
	M1-A3	19.68	Cancel de aluminio y vidrio filtraso de 6.00mm	0.04	0.79
	M1-A4	4.44	Vano	0.99	4.40
	MURO M02				
	M2-A1	8.07	Cancel de aluminio y cristal filtrasol de 6.00mm	0.04	0.32
	M2-A2	1.92	Piedra braza aparente	0.02	0.04
	M2-A3	21.78	Cancel de aluminio y cristal filtrasol de 6.00mm	0.04	0.87
	M2-A4	0.35	Concreto Aparente (liso)	0.02	0.01
	M2-A5	5.67	Concreto Aparente (liso)	0.02	0.11
	MURO M03				
	M3-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.05	0.71
	MURO M04				
	M4-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.05	0.71
	PISO				
	P-A1	66.48	Duela de madera entintada sobre bastidor de madera con camara de aire	0.1	6.65
	PLAFON				
	PL-A1	6.17	Cajillo derecho a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	0.31
	PL-A2	6.17	Cajillo izquierdo a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	0.31
	PL-A3	13.09	Viguerio de madera sección según detalle	0.1	1.31
	PL-A4	9.45	Viguetas de concreto pretensado	0.02	0.19
	PL-A4	57.03	Bovedilla de poliestireno de alta densidad	0.44	25.09
MOBILIARIO					
M-SC-01	18.975	Persona sentada en comedor/ocupacion media 6 personas	0.39	7.40	
M-SE-01	10.75	Sillon	0.69	7.42	
M-MC01	10.71	Mesa de comedor 12 personas (2.10x2.10x0.75)	0.14	1.50	
RESULTADOS	TOTALES	303.10	61.86		
	NRC del Espacio	0.20	Como conclusión obtenemos que el análisis y resultados del espacio en RT, está dentro de lo que marca el límite máximo para espacios de este tipo por lo que el proyecto se encuentra en balance.		
	Volúmen del espacio	190.27			
	RT del espacio	0.50			
	RT de referencia	0.80			

El caso 01, a diferencia del caso 2, se analiza conforme al diseño original propuesto donde se pretende evitar la aplicación de yeso, dejando la textura de la losa de viguetas y bovedillas de poliestireno aparente, solo terminada en pintura acrílica color negro ya que por cuestiones técnicas, de mantenimiento y de accesibilidad a la mayor cantidad de instalaciones electromecánicas posibles, se pretende que en la mayor cantidad de zonas posibles queden aparentes los materiales, canalizaciones, tuberías, equipos etc. Y como podemos observar el resultado obtenido está dentro de los que se indica para este tipo de locales con una diferencia de .029 segundos, por lo que podemos afirmar que el espacio y sus elementos son adecuados al requerimiento.

Cabe mencionar que se consideró para tal efecto la ocupación promedio diaria dentro del espacio con una media de 6 personas, ya que esto será la “normalidad” de ocupación en el día a día.

Figura 237. Matriz de tiempo de reverberación con plafón de yeso liso, sobre losa de vigueta y bovedilla.

ESTANCIA, NIVEL PB					
COMPONENTE	SUPERFICIE EN M2	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	NRC	M2 ABSORCIÓN	
MURO M01					
M1-A1	2.88	Vano	0.99	2.85	
M1-A2	10.95	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm	0.08	0.88	
M1-A3	19.68	Cancel de aluminio y vidrio filtraso de 6.00mm	0.04	0.79	
M1-A4	4.44	Vano	0.99	4.40	
MURO M02					
M2-A1	8.07	Cancel de aluminio y cristal filtrasol de 6.00mm	0.04	0.32	
M2-A2	1.92	Piedra braza aparente	0.02	0.04	
M2-A3	21.78	Cancel de aluminio y cristal filtrasol de 6.00mm	0.04	0.87	
M2-A4	0.35	Concreto Aparente (liso)	0.02	0.01	
M2-A5	5.67	Concreto Aparente (liso)	0.02	0.11	
MURO M03					
M3-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm	0.05	0.71	
MURO M04					
M4-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm	0.05	0.71	
PISO					
P-A1	66.48	Duela de madera entintada sobre bastidor de madera	0.1	6.65	
PLAFON					
PL-A1	6.17	Cajillo derecho a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	0.31	
PL-A2	6.17	Cajillo izquierdo a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	0.31	
PL-A3	13.09	Viguerio de madera sección según detalle	0.1	1.31	
PL-A4	66.48	Aplanado de yeso sobre viguetas y bovedillas de poliesireno	0.05	3.32	
MOBILIARIO					
M-SC-01	18.975	Persona sentada en comedor/ocupacion media 6 personas	0.39	7.40	
M-SE-01	10.75	Sillon	0.69	7.42	
M-MC01	10.71	Mesa de comedor 12 personas (2.10x2.10x0.75)	0.14	1.50	
TOTALES	303.10	39.90			
RESULTADOS	NRC del Espacio	0.13	Como conclusión obtenemos que el análisis y resultados del espacio en RT, está dentro de lo que marca el límite máximo para espacios de este tipo por lo que el provecto se encuentra en balance.		
	Volúmen del espacio	190.27			
	RT del espacio	0.77			
	RT de referencia	0.80			

Fuente. *Elaboración propia*

TR en Estancia Caso 02

El caso 02, se plantea como una opción previsoría en la que se llegará a requerir por situación de gustos o bien técnica, la aplicación de un aplanado de yeso, sobre el lecho bajo de la losa de vigueta y bovedilla de poliestireno.

Y el resultado es alentador, ya que aún bajo este criterio se observa que el comportamiento en el tiempo de reverberación se mantiene dentro del tiempo máximo recomendado, por lo que no existe en este sentido, ninguna instrucción que pudiese ser tomada en cuenta por anticipado para el fin que se busca.

Ambas opciones 01 y 02 bajo las circunstancias de uso del local, cumplen y se encuentran dentro de la zona de confort.

IV.8.3 Aislamiento acústico en estancia, nivel PB

Toda fuente de presión sonora, sonido o ruido, genera una cierta cantidad de ondas que chocan contra los cuerpos que se encuentran en su camino y, para el caso específico de este trabajo contra los materiales que conforman el sistema envolvente y divisiones interiores de las construcciones. Al suceder esto, una parte de las ondas son absorbidas por el sistema constructivo, otra parte de ellas es reflejada y otra parte logra ser transmitida a través de la masa de los materiales, por lo tanto, es susceptible de ser percibida y genera “contaminación” o molestia al ambiente interior principalmente de los locales o espacios que conforman el proyecto. *El nivel de transmisión o contaminación hacia los locales aledaños dependiera del nivel, la frecuencia y la longitud de estas ondas en conjunto con las características físicas de los materiales que confinan y delimitan el espacio.*

Derivado de lo anterior, se genera un proceso a través del cual se debe en primera instancia de identificar, ubicar y caracterizar las fuentes sonoras aledañas al espacio o proyecto para que puedan contrastarse con este, con las actividades que se desarrollarán en el y con los niveles óptimos de confort acústico que se requieren. Una vez identificado lo anterior se deberá hacer un análisis de los materiales de los que se compone el espacio confinado atendiendo a el área específica de cada uno de estos, ya que cada material posee un coeficiente de disminución o transmisión de ruido en específico (NRC - noise reduction coefficient por sus siglas en inglés) y del comportamiento de cada uno de estos materiales, podremos obtener el resultado de el nivel de aislamiento o transmisión que se da por fuentes externas, o bien por sonido o ruido generado dentro de este que pudiese afectar a los locales circundantes.

En este caso, el espacio a analizar, es la estancia comedor dentro de una residencia de nivel medio alto, con un requerimiento de 48 dBA¹

Las fuentes de ruido identificadas en la zona se muestran en la figura X-1, aunque no todas serán utilizadas para el presente estudio, únicamente se considerarán las que se refieren a:

- a) Avenida principal - *fuentes lineal* - 63 dBA²
- b) Calle secundaria - *fuentes lineal* – 45 dBA²
- c) Calle terciaria - *fuentes lineal* – 45 dBA²
- d) Restaurante con salón social – *fuentes puntual* – 100 dBA²

Estas fuentes de ruido son las más cercanas y las que pudiesen generar incidencias importantes al interior de la vivienda y por lo tanto discomfort acústico.

¹ Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo, UDELAR, 2012, *Tablas de criterios de confort acústico.*

² Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo, UDELAR, 2012, *03 Fuentes sonoras.*

<http://www.fadu.edu.uy/acondicionamiento-acustico/teoricos-y-tablas/>

Análisis de Aislamiento

Figura 238. Planta seccional esquemática de estancia y ubicación de elementos que la delimitan.

Simbología

0 dBA Indica nivel de ruido de fuentes exteriores que llega a cada uno de los elementos que delimitan el espacio

0 dBA Indica nivel de aislamiento del sistema constructivo

0 dBA Indica nivel de transmisión al interior

-19 dBA Se anula el -19
-18 dBA
01 dBA 01 dBA
21 dBA Dif 20-se conserva
20 dBA
38 dBA Dif 18-se conserva
38 dBA

El resultado final es de **38 dBA** de ruido de fondo por lo que se cumple con el requerimiento

Figura 239. Plafón de yeso liso, sobre losa de vigueta y bovedilla.

COMPONENTE		SUP EN M2	COMPOSICIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	NRC	TLA	AISLAMIENTO
ESTANCIA, NIVEL PB	MURO M01					7
	M1-A1	2.88	Vano	0.99		
	M1-A2	10.95	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.08	49	
	M1-A3	19.68	Cancel de aluminio y vidrio filtraso de 6.00mm	0.04	28	
	M1-A4	4.44	Vano	0.99		
	MURO M02					29
	M2-A1	8.07	Cancel de aluminio y cristal filtrazol de 6.00mm	0.04	28	
	M2-A2	1.92	Piedra braza aparente	0.02	47	
	M2-A3	21.78	Cancel de aluminio y cristal filtrazol de 6.00mm	0.04	28	
	M2-A4	0.35	Concreto Aparente (liso)	0.02	47	
	M2-A5	5.67	Concreto Aparente (liso)	0.02	47	
	MURO M03					49
	M3-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.05	49	
	MURO M04					49
	M4-A1	14.27	Tablaroca 13mm/Thermafiber 50mm/Blockhueco 120mm/Aplanado mortero	0.05	49	
	PISO					NA No hay sótano
	P-A1	66.48	Duela de madera entintada sobre bastidor de madera con camara de aire	0.1	0	
	PLAFON					8
	PL-A1	6.17	Cajillo derecho a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	25	
	PL-A2	6.17	Cajillo izquierdo a base de tablaroca liso con pintura vinílica	0.05	25	
	PL-A3	13.09	Viguerio de madera sección según detalle	0.1	0	
	PL-A4	9.45	Viguetas de concreto pretensado	0.02	34	
	PL-A4	57.03	Bovedilla de poliestireno de alta densidad	0.44	50	
MOBILIARIO					NA	
M-SC-01	18.975	Persona sentada en comedor/ocupacion media 6 personas	0.39	NA		
M-SE-01	10.75	Sillon	0.69	NA		
M-MC01	10.71	Mesa de comedor 12 personas (2.10x2.10x0.75)	0.14	NA		

Fuente. Elaboración propia

IV.9 Criterios de Sustentabilidad - Ecotecnologías

IV.9.1 Ecotecnologías, Consideraciones Generales

Es evidente el deterioro ambiental que el planeta ha venido sufriendo en las últimas décadas y de acuerdo con lo que establece el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU (2018), para el 2050, el 68% de la población mundial vivirá en zonas urbanas. El impacto de este pronóstico al medio ambiente, no será nada alentador, si no se comienza a implementar de manera obligatoria, el uso de sistemas y equipos que ayuden a reducir la presión que en nuestros días se ejerce sobre los recursos hídricos, que fomenten la disminución en el consumo de energías no renovables y de esta manera se logre mermar la huella de carbono.

Es por eso que aunado a las anteriores estrategias que se han planteado durante el desarrollo del presente trabajo, en las cuales como ya hemos podido confirmar, se logra disminuir el consumo energético de la vivienda para efectos de climatización, a través del uso de recursos renovables y gratuitos como el viento, a través de la correcta planificación y estructuración de los sistemas constructivos que estarán en contacto directo con el clima y sus elementos o bien a través del análisis y planteamiento de dispositivos que nos ayuden a generar un control del asoleamiento y su incidencia a través de vanos y ventanas. Se ha hecho un planteamiento a través del cual se ha identificado primeramente en cumplimiento a lo que establece el Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla (2015), la dotación de agua potable para el uso y destino de este proyecto que es de 150 lts / hab / día, teniendo un cálculo de 2 habitantes por recámara, obtenemos que la vivienda tendrá un máximo de ocupación de 6 habitantes y 1 persona de servicio permanente, dando una dotación garantizada total de:

7 habitantes – 150 lts/hab/día = 1,050.00 lts / día
1,050 lts / día = 383,250 lts / año

A simple vista podría parecer que es algo relativa y conservadoramente normal, pero si pensamos que todos estos litros de agua, una vez utilizados se descargan directamente al drenaje y lo visualizamos por cada una de las viviendas que existen en cada población urbana, podríamos tener idea de lo que esto implica.

Es por eso que en primera instancia, el proyecto está pensado en que a este recurso, se le de un máximo aprovechamiento a través de su división y distribución con la mira a que se tengan por lo menos 3 usos antes de ser vertida, no al drenaje, sino al subsuelo a través del jardín que se tiene.

Es así que el primer planteamiento está basado en los siguientes puntos:

- 1.- El primer almacenamiento de agua se dará de forma tradicional, suministrando una reserva a nivel PB (cisterna) que garantice el abasto del vital líquido durante un periodo mínimo de 5 días o 5,250 lts, en cumplimiento con lo que establece el Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla (2015), Art 73 –V, donde se establece una capacidad máxima de 10m³.
- 2.- Del depósito inferior (cisterna) se alimentará el tanque elevado ubicado en la azotea del proyecto, garantizando la renovación constante del agua almacenada, evitando su contaminación o deterioro por efectos de estancamiento.
- 3.- El depósito a nivel azotea estará conformado por un mínimo de 2 elementos, el primero de ellos con agua potable, y el segundo con agua de recuperación para alimentación de inodoros, se pretende que sobre todo el primero de ellos, se encuentre cubierto para evitar en alguna medida el enfriamiento excesivo del agua durante los periodos nocturnos y esto genere un consumo excesivo de energía para calentamiento de la misma.

4.- La distribución de agua hacia los distintos servicios se hará de forma separada ya que los inodoros utilizarán agua de recuperación, aunque se deberá considerar un sistema de by pass para mantenimiento o posibles fallas en el suministro de agua filtrada (2º uso). La propuesta para la red de agua caliente considera el aislamiento térmico de las tuberías de tal forma que se eviten las pérdidas de la temperatura durante el recorrido y que esto implique un mayor tiempo de consumo energético para lograr la temperatura deseada.

Por otro lado al proteger las tuberías con estos sistemas de aislamiento, podremos aumentar la vida útil de los materiales por efectos abrasivos que pudiesen general los sistemas que los contienen.

5.- La grifería y muebles sanitarios propuestos para los servicios del proyecto se han pensado de la siguiente forma:

5.1.- Duchas “ecológicas” con consumos máximo de 8.0 lts/min que cuenten con certificación leed, de chorro ajustable y con una presión de trabajo máximo de 1.00kgms/cm², (*****para evitar la o disminuir la necesidad de equipos de presurización que consuman energía eléctrica, siendo la presión por gravedad suficiente para el óptimo funcionamiento del accesorio.

5.2.- Llaves mezcladoras economizadoras de agua con una presión de trabajo de 0.40kgms/cm². (ídem 5.1*****)

5.3.-En el caso de los inodoros se proponen de grado ecológico con un gasto por descarga de 4.8lts en sistema dual flush y una presión mínima de trabajo de 0.25kgms/cm². (ídem 5.1*****)

5.4.-El sistema de calentamiento de agua será un sistema híbrido que permita a través de la radiación solar lograr una temperatura acorde a los requerimientos y funcione en paralelo con un sistema tradicional de calentamiento con gas.

Figura 240. Regadera tipo propuesta

Fuente. Catálogo Helvex

Figura 241. Inodoro tipo propuesta

Fuente. Catálogo Helvex

Figura 242. Calentador de agua propuesto

Fuente. Catálogo Rheem

6.- Una vez realizado el primer uso a través de alguno de los servicios y o actividades dentro de la vivienda, se ha planteado una clasificación del agua bajo el siguiente criterio:

6.1.- Aguas jabonosas, provenientes de regaderas, lavadoras, lavaderos y lavamanos únicamente en baños.

6.2.- Aguas Negras, provenientes de descarga de inodoros y tarjas en cocina.

6.3.- Aguas no recuperables, son aquellas cuyo uso dificulta su captación y en el proceso pudiese contaminarse de elementos químicos que imposibiliten su re utilización, como en el caso del lavado de autos y garaje, en el que el agua que tiene contacto con el piso firme pudiese ser contaminada por aceites o líquidos provenientes de los sistemas mecánicos de automóviles.

Las aguas jabonosas, serán separadas de las tuberías de las aguas negras, estas serán conducidas primeramente a través de una trampa de grasa y un proceso básico de filtrado que logre mejorar su calidad para su reutilización. Este proceso consiste que una vez a circulado el agua a través de la trampa de grasa, será conducida a 3 registros construido de forma tradicional -Ver figuras 7 y 8-, donde el primero de ellos contendrá en su interior capas de gravas y arenas de diferente granulometría, para atrapar cualquier resto de materia orgánica que pudiese contener el agua, posterior a esto en el segundo registro se hará circular el agua a través de un filtro de gravilla de carbón activado para eliminar cualquier olor que pudiese presentar el agua, el tercer registro, estará vacío en su interior y en este se llevará a cabo el proceso de decantación de sólidos ya que algunas partículas o restos de arena y grava podrían haber circulado con el agua y debemos asegurarnos de que no entren en contacto con los equipos de bombeo que posteriormente dirigirán esta agua a un tanque en la azotea destinado únicamente para alimentar la red de dotación que va hacia los inodoros, obteniendo así el 2do uso del agua proveniente de la regadera, en este tercer registro, se llevará a cabo también la cloración del agua.

Cabe mencionar que el sistema de filtrado, podría en un momento dado, recibir parte del agua proveniente de precipitación pluvial para el mismo fin.

Figura PER-PB. Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Figura 246. Sección longitudinal por filtrado de aguas jabonosas

El lote no cuenta con red de alcantarillado sanitario por lo que según lo que dicta el Art 150 del Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla (2015), únicamente aplicable para lotes de 300m² o mayores, este requerimiento ha sido solucionado a través de un sistema de biodigestor auto limpiable ubicado en el patio de servicio, por su cercanía y fácil acceso desde la vialidad, esto nos permitiría en el caso de ser necesario que un servicio de limpieza pudiese recoger los restos de sólidos y lodos biológicos que pudiesen estar acumulados en el registro correspondiente. La salida del agua tratada será canalizada a un humedal artificial sub superficial, a través del cual se logre la oxigenación del agua residual proveniente del biodigestor, con el fin de tener agua para riego y de lavado de áreas exteriores durante todo el año y esta sirva para recarga de mantos acuíferos con una calidad aceptable, es aquí donde se lograría el 3er uso del recurso hídrico.

Figura PER-PB . Planta esquemática de referencia nivel planta baja

Figura 247. Esquema de funcionamiento biodigestor

Fuente. Ficha técnica biodigestor auto limpiable, Rotoplas©

Figura 248. Capacidad del biodigestor y volumen de lodos a evacuar

Capacidad	Numero de usuarios según consumo diario			
	Zona Urbana 150 L / Usuarios	Zona Periurbana 90 L / Usuarios	Zona Rural 40 L / Usuarios	
600 litros	4	7	15	
1300 litros	9	14	33	
3000 litros	20	33	75	
7000 litros	47	78	175	
Volumen de Lodos a Evacuar				
Biodigestor Rotoplas	600 l	1300 l	3000 l	7000 l
Evacuación de Lodos	100 l	184 l	800 l	1500 l

Fuente. Ficha técnica biodigestor auto limpiable, Rotoplas©

7.- El consumo eléctrico del proyecto está dado básicamente por equipos de iluminación, electrodomésticos y equipos de bombeo. Por lo que el sistema se propone dividido en dos tableros, el primero de ellos para controlar las luminarias y el segundo para controlar los contactos. El consumo total de la vivienda está calculado, con base en un proyecto similar tanto en superficie, como en nivel socioeconómico desarrollado anteriormente por el autor del presente trabajo, el cual arroja los siguientes resultados:

7.1.- Superficie total construida caso análogo: 463.39m²

7.2.- Carga total instalada para iluminación en caso análogo 3,224 watts , factor de demanda del 90% arroja un total de 2,901.6 watts para iluminación, 7.33 AMP.

7.3.- Carga total instalada para contactos 20,092 watts, con un factor de demanda el 80%, arroja un total de 16,073.3 watts para contactos, 45.66 AMP.

El sistema de iluminación y alumbrado, está considerado al 100% con tecnología Led, ya que por sus características de bajo consumo, alta luminosidad, variedad de opciones en temperatura de color, diseño, etc. Resulta muy conveniente para el proyecto y los objetivos que se persiguen. Del mismo modo se hace mención que la propuesta deja fuera del sistema fotovoltaico la partida de iluminación, ya que está entra en operación mayormente, durante los periodos nocturnos donde la radiación solar no existe y de considerarla únicamente estaríamos sobredimensionando el sistema fotovoltaico sin obtener un beneficio sino que por el contrario se incrementaría el costo del mismo.

Ahora bien, esto nos deja únicamente el tablero de contactos para el dimensionamiento e implementación del sistema fotovoltaico, ya que estos a diferencia de las luminarias operan durante todo el día y principalmente en condiciones de radiación solar existente, ya que la manipulación de electrodomésticos y equipos de bombeo ocurre mayormente durante el periodo diurno. Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se cuenta con un dato ponderado de 34.7 w/m² (16,073.3 w / 463.39 m²). No debemos olvidar que este dato esta dado en relación a que operarán de forma simultanea todos los contactos trabajando al 100%, por lo que para efectos de la propuesta hemos considerado que a este valor podríamos afectarlo con un factor del 60% (dato estadístico obtenido como muestreo en los recibos de CFE del caso análogo en contraste de la carga instalada vs el consumo) obteniendo un valor resultante de 20.82w/m².

Figura 249. Matriz de datos generales para cálculo

DATOS DEL PROYECTO			
Proyecto:	Residencia Chignahuapan		
Ubicación:	Chignahuapan, Puebla.		
Superficie del predio (M2):	800.00		
ÁREAS QUE CONFORMAN AL PROYECTO			
No.	DESCRIPCIÓN	SUPERFICIE CONSTRUIDA	UNIDAD
1.-	Superficie de construcción		
	PB	186.57	m2
	PA	217.29	m2
	Azotea	19.464	m2
	Volados y cubiertas	94.77	
	SUBTOTAL	518.10	M2
2.-	Desplante PB	219.70	m2
	Patio central	-33.13	m2
	SUBTOTAL	186.57	
	SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA	518.10	m2
	TOTAL DESPLANTE	186.57	m2
	TOTAL SUPERFICIE LIBRE DE CONSTRUCCIÓN	613.43	M2

Fuente. Elaboración propia

Figura 250. Matriz de cálculo del sistema solar

CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA			
1.-	Superficie construida	518.10 m2	
2.-	Consumo considerado por m2	20.82 w/m2	(Objetivo con base en caso análogo)
	Total consumo	10.79 kw/h/día	
CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA PROPUESTO			
1.-	Marca y modelo	Q.PEAK DUO L-G6 425W	Industronic Solar
2.-	Dimension de panel	1.030 ancho	2.08 lago 2.1424 m2/panel
3.-	Potencia Máxima (w)	425.00 w/m2	
4.-	Orientación	SUR (tolerancia 11°)	
5.-	Inclinación = Latitud	19°50'14.62" N	
(Consultar ficha técnica anexa)			
CALCULO DEL SITEMA			
1.-	Consumo total	10.79 kw/h/día	
2.-	Producción sistema	0.43 kw/m2	
3.-	Superficie requerida alimentación	25.38 m2	
4.-	Superficie por panel	2.1424 m2	
5.-	Total paneles generación	12 pzas	25.71 m2

Fuente. Elaboración propia

Conclusión

Conclusión

Hablar de diseño y confort no siempre resulta sencillo, existirían opiniones diversas basadas en la experiencia personal y tal vez en las posibilidades económicas de cada quién, lo que es evidente es que al parecer nos hemos dejado llevar como sociedad por la forma “fácil” de hacer las cosas, estamos inmersos en el consumismo tecnológico que pareciera resuelve toda situación de forma “mágica”, sin detenernos a analizar el costo social que esto conlleva.

El cambio climático es cada vez más perceptible, y aún no se si realmente se está logrando concientizar y re educar al ser humano para detenerlo. Pareciera que en ocasiones la idea está centrada en que todo lo que tiene que ver con temas climáticos, es responsabilidad única y exclusiva de los gobiernos y, la realidad es que no es así. Todos tenemos de forma individual y personal la responsabilidad de la no agresión desarrollando en la mayoría de los casos actividades muy sencillas como: el acopio, manejo y separación de los desechos domésticos que diariamente generamos, la disminución en el uso de medios de transporte dependientes de la quema de combustibles fósiles para su movilidad, etc.

Por otro lado existen sectores cuyas actividades y desarrollo tiene mayores impactos a nivel macro, uno de ellos está conformado por aquellos que dedicamos nuestras actividades profesionales y económicas al desarrollo de proyectos de diseño y obras de construcción, ya que, el objetivo principal de nuestra actividad implica fuertes impactos al medio natural desde el momento de inicio de los trabajos de preparación del sitio, durante los trabajos de construcción y una vez concluidos estos, durante la operación y vida útil del (los) edificio (s) construido (s), no importando su destino, uso o dimensión, todos tendrán la necesidad de confort en su temperatura interior, todos tendrán el requerimiento de agua potable, todos generarán descargas de aguas servidas y demandarán energía eléctrica por mencionar lo más básico.

Con base en el impacto que nuestras actividades, procesos y “productos” generan, resulta indispensable y obligatorio hacer un análisis en nuestros sistemas y formas de trabajo, con la idea de hacer una autoevaluación y en caso de ser necesario un replanteo y actualización de las bases sobre las que cimentamos y enfocamos nuestros objetivos, empezando desde la conceptualización misma de un proyecto, ya que es evidente que desde las etapas tempranas del diseño podemos encaminar nuestros conocimientos en favor de la sustentabilidad, entendida como el garantizar a las generaciones futuras el poder gozar de la vida y sus recursos como los hemos conocido nosotros mismos con goce de salud en todos los sentidos, hasta la puesta en marcha y operación del edificio terminado.

En apoyo a este esfuerzo, hoy por hoy tenemos a nuestra disposición diversos marcos normativos, herramientas y estudios, que pueden orientarnos a lograr que los proyectos que desarrollamos operen de la forma esperada bajo un optimo rendimiento y a un bajo costo energético y bajo consumo de recursos naturales. En el caso del presente capítulo hemos utilizado diversas herramientas tecnológicas de simulación como la Herramienta de cálculo-NOM-020-ENER, el software Ener Habitat y el software de la etiqueta de certificación The Edge, Climate consultan, Design Builder, Dialux Evo, etc. . Todos ellos aunque con sus particularidades, tienen un mismo objetivo, el de motivar al promotor, diseñador, constructor y operador de las obras y proyectos a la eficiencia en diversos rubros, a través de la simulación virtual.

Un diseño que ha tomado en cuenta la orientación del predio, el comportamiento climático del sitio, aunado a un profundo análisis de materiales para la definición del sistemas constructivos, entre muchos otros, determinarán en gran medida la capacidad de la envolvente para evitar ganancias o perdidas energéticas, logrando condiciones optimas de confort al interior, evitando el excesivo consumo de energías convencionales para refrigeración o calefacción.

En lo personal creo que durante el desarrollo del presente trabajo, se han incrementado definitivamente mis cuestionamientos y dudas sobre el quehacer profesional de los arquitectos y todo lo que necesitamos entender y atender, pero, de igual manera a crecido la conciencia sobre la responsabilidad que en la parte que me corresponde tengo y aunque se que existe aun un largo camino por recorrer y en plena consciencia de tantas formas alternas de energías limpias, materiales y sistemas constructivos específicos a cada situación, herramientas digitales para análisis y simulación, así como marcos normativos, de los que hoy tengo conocimiento y manejo, tengo la convicción de seguir investigando y de aprovechar las oportunidades que todo esto me ofrece a través de su correcto uso y aplicación ya que estoy seguro el único resultado de esto será positivo en todas las formas posibles.

Bibliografía y Referencias

1. Gobierno de Puebla. (2019). Desarrollo Regional Estratégico, región 7 - Chignahuapan. Puebla, México. Obtenido de http://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2007%20Chignahuapan.pdf
2. Gobierno Municipal 2014-2018. (2014). *Chignahuapan*. Obtenido de <https://chignahuapan.gob.mx/>
3. H. Ayuntamiento del Mpo. de Chignahuapan. (2018). Plan de Desarrollo Municipal 2018-2021. Chignahuapan, Puebla, México. Obtenido de <http://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2020/Chignahuapan.pdf>
4. INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Chignahuapan, Puebla, México. Obtenido de http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21053.pdf
5. INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017. Puebla, México. Obtenido de http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/PUE_ANUARIO_PDF.pdf
6. Perfil de la Ciudad Chignahuapan. (Marzo de 2017). Chignahuapan, Puebla, México. Obtenido de http://www.agenda21culture.net/sites/default/files/files/cities/content/cityprofile_chignahuapan_1.pdf
7. Gobierno del Estado de Puebla (26 de marzo del 2005). Reglamento de Obras y Construcciones, para el Municipio de Chignahuapan, Puebla. Obtenido de <https://chignahuapan.gob.mx/wp-content/uploads/2015/04/REGLAMENTO-DE-OBRAS-Y-CONSTRUCCIONES-PARA-EL-MUNICIPIO-DE-CHIGNAHUAPAN-PUEBLA.pdf>
8. (marzo del 2014). Manual de uso Ener Habitat. Evaluación Térmica de la Envolvente Arquitectónica. Obtenido de: http://www.enerhabitat.unam.mx/Cie2/pdfs/Manual_de_uso_Ener-Habitat.pdf
9. Ordoñez G.A. (03 de marzo del 2017). Manual de ayuda Design Builder en español, versión 5. Obtenida de: https://www.designbuilder-lat.com/phocadownload/userupload/ManualDB-Espa%C3%B1ol_2017-03-03.pdf
10. CONUEE, SENER. (2017). Guía Rápida de Cálculo de la NOM-020-ENER-2011, Obtenido de: https://www.conuee.gob.mx/transparencia/GuiaHerramientaCalculoNOM_020_V1.00.pdf
11. Fuentes V. Arquitectura bioclimática, cap IV, ed Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, México, D.F
12. Fuentes V. y R. Manuel (2004), Ventilación natural, cálculos básicos para Arquitectura, ed Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco, México, D.F.
13. Szokolay S.(2004) Introduction to architectural science, the basis of sustainable design, ed Elsevier, Burlington, Massachusetts, EUA
14. A.S.H.R.A.E. Handbook Fundamentals American Society of Heating Air Conditioning Engineers Inc. Atlanta, U.S.A. 2001
15. Fuentes Freixanet Víctor Clima y Arquitectura UAM México, D.F. 2004