



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“DISEÑO Y APLICACIÓN DE PRINCIPIOS SUSTENTABLES A UN EDIFICIO DE VIVIENDA”

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE ARQUITECTO
Cuenca, Septiembre del 2013

DIRECTOR: ARQ. ALFREDO ORDOÑEZ CASTRO

AUTOR: ANDRÉS ESPINOZA SEMERIA





RESUMEN.

El deterioro ecológico que el paso de la humanidad ha causado en un tiempo tan corto, considerando el tiempo geológico, y en especial en el siglo XX, en el que hemos transformado la naturaleza de manera equivalente a lo que la humanidad lo había hecho en toda su historia, hace necesario tomar conciencia del proceder erróneo en el desarrollo de las civilizaciones para emprender por un camino diferente de ahora en adelante tomando en cuenta los importantes porcentajes de contaminación que produce el sector de la construcción, en los que a nivel mundial las edificaciones son responsables del 40% del uso de energía, utilizan un 40% de materiales en bruto y producen el 50% del total de los residuos generados.

La respuesta al problema es entonces una arquitectura consciente, de principios, que asegura el porvenir sin compromisos de las futuras generaciones.

Ante esta situación, el presente trabajo propone un edificio de viviendas en la ciudad de Cuenca mediante prácticas responsables, en armonía con la naturaleza y con el contexto, que satisface la necesidad básica de confort de las personas, destacando la eficiencia y el ahorro, sugiriendo el uso de energías renovables y que trata de fomentar las relaciones inter - personales de una micro - sociedad.

PALABRAS CLAVE:

Arquitectura Sustentable, Arquitectura Bioclimática, Sustentabilidad, Vivienda, Clima, Aislamiento, Eficiencia, Verde, Energía Renovable, Reciclaje.

ABSTRACT.

The ecological damage that humanity have caused in such a short time, considering geological time, and especially in the XX century, in which we have transformed nature in an equivalent way to what humanity has done in all history, makes necessary to become aware of the mistaken procedure in the civilization development to set off on a different way from now on, taking into consideration the important percentages that the building sector produces, in which buildings are responsible for the 40% of energy use globally, use 40% of raw materials and produce 50% of the total generated waste.

The answer to the problem is then a conscious architecture, a principles architecture, which assures the future of the next generations.

Given this situation, the present work proposes a residential building in the city of Cuenca through a responsible practice, in harmony with nature and context, that satisfies the basic comfort necessities of people, emphasizing efficiency and savings, suggesting the use of renewable energies and trying to encourage inter-personal relationships in a micro - society.





Introducción	17
Objetivos	19
 CAPÍTULO 1: INFORMACIÓN BÁSICA DE REFERENCIA	
Arquitectura Bioclimática	
Antecedentes	22
Concepto	24
Tipos de edificación bioclimática	25
Filosofía de la arquitectura bioclimática	26
Metodología del análisis bioclimático	28
Aspectos configuradores	28
Metodología sistemática	29
Arquitectura Sustentable	
Antecedentes	33
Concepto	34
Principios de la arquitectura sustentable	35
Metodología aplicable al proyecto sustentable en nuestro medio	36
El sitio y el uso del suelo	36
La comunidad.....	36
Salud y bienestar	37
Materiales	38
Energía	39
Agua	39
Tecnologías a aplicar	
Producción de energía	42
Manejo eficiente de la energía	43
Manejo del agua	51
Contaminación y medio ambiente	53
Análisis de ejemplos de edificios sustentables	
Edificio “Hemiciclo Solar”	55
Emplazamiento, forma y orientación	55



Distribución interior	57
Sistemas de bioclimatismo y sustentabilidad	60
Tecnología	65
Edificio "One Brighton"	66
Emplazamiento, forma y orientación	67
Distribución interior	68
Sistemas de bioclimatismo y sustentabilidad	71
Tecnología	72
Residencia Nord Milanofiori	75
Emplazamiento, forma y orientación	76
Distribución interior	78
Sistemas de bioclimatismo y sustentabilidad	81
Tecnología	84
Bibliografía	87

CAPÍTULO 2: INVESTIGACIÓN

La calidad medioambiental en arquitectura

Diseño y planificación participativos	93
---	----

Los factores biofísicos en el proceso de diseño

El sitio	96
Elección del sitio	96
Análisis del sitio	104
Factores del clima	105
Soleamiento	105
Geometría solar	105
Conceptos de geometría solar	107
Luz natural	109
Radiación solar	118
Horas de luz solar	134
Sombras	134
Temperatura del aire	141
Humedad	142
Viento	144
Precipitaciones	153
Nubosidad	155



Promedio mensual diario del clima	156
Topografía	157
Factores biológicos	157
Agua	163
Tipos de suelo	163
Calidad de aire y niveles de ruido	163
Vistas	165
Pautas de movimiento de personas y vehículos	168
Orientación óptima	169
Confort	170
Confort térmico	171
Confort visual	173
Confort acústico	175
Calidad de aire	177
Tablas de Mahoney	179
Materiales	180
Análisis del ciclo de vida	180
Características de los materiales sustentables de construcción	183
Propiedades de los materiales	184
La naturaleza como estrategia proyectual	
Antecedentes medioambientales en la arquitectura	196
Estrategias de diseño en la arquitectura medioambiental	198
Orientación tecno - científica	198
Ética ecológica	199
Tamiz cultural	200
Visión integral	201
Bibliografía	203

CAPÍTULO 3: PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA

Especificaciones funcionales	208
Especificaciones formales	213
Especificaciones tecnológicas	213
Especificaciones sustentables	213
Bibliografía	217

**CAPÍTULO 4: PROYECTO**

Esquemas de funcionamiento	220
Zonificación	224
Anteproyecto	226
Perspectivas	244
Secciones y plantas constructivas	248
Estrategias de sustentabilidad	274
Sistemas Pasivos	275
Aporte solar directo	275
Ventanas captoras	275
Almacenamiento térmico en obra	275
Sistemas de control solar	275
Aporte solar indirecto	276
Sistema de invernadero adosado	276
Aislamiento	281
Muros exteriores	281
Cálculo de aislamiento para muros exteriores	284
Muros interiores	284
Ventanas y puertas	285
Cubierta	288
Puentes térmicos	290
Ventilación	290
Sistemas activos e híbridos	294
Paneles fotovoltaicos	294
Sistema de reutilización de agua lluvia	297
Aplicaciones eficientes	299
Generación de biogás a partir de residuos orgánicos	303
Evaluación	304
Temperatura interior	304
Iluminación	317
Acústica	325
Auto - evaluación LEED	328
Renders	329
Bibliografía	337
Conclusión	339



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Andrés Esteban Espinoza Semeria, autor de la tesis "Diseño y Aplicación de Principios Sustentables a un Edificio de Vivienda", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Arquitecto. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Septiembre del 2013

Andrés Espinoza Semeria

0103584207





UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Andrés Esteban Espinoza Semeria, autor de la tesis "Diseño y Aplicación de Principios Sustentables a un Edificio de Vivienda", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Septiembre del 2013

Andrés Espinoza Semeria

0103584207





Agradecimiento.

Gracias a Dios, que todo se lo debe a El.

Gracias a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, por haberme permitido cursar esta hermosa carrera, que convertida en profesión tiene mucho que hacer para el futuro del mundo.

Gracias a los profesores que durante los años de estudio nos compartieron su conocimiento sin ningún compromiso para tratar de formar arquitectos de calidad.

Gracias a mis amigos y compañeros de curso, que con ellos pasamos inolvidables momentos durante el estudio de la carrera de Arquitectura.

Gracias a mis padres, familia y demás amistades por haberme apoyado durante todo el tiempo de estudio.





Dedicatoria.

Dedico este trabajo a mis padres, Esteban y Ximena. Gracias papá por ser siempre un ejemplo de responsabilidad y valentía, y por ser especialmente mi mejor amigo. Gracias mamá por ser mi guía y ser siempre la luz que ilumina mi espíritu.

Dedico también a al resto de mi familia y amigos, que confían en mi y siempre me han dado ánimo.





Introducción

El deterioro ecológico que el paso de la humanidad ha causado en un tiempo tan corto, considerando el tiempo geológico, y en especial en el siglo XX, en el que hemos transformado la naturaleza de manera equivalente a lo que la humanidad lo había hecho en toda su historia, hace necesario tomar conciencia del proceder erróneo en el desarrollo de las civilizaciones para emprender una práctica responsable de ahora en adelante, tomando en cuenta las importantes cifras de contaminación que produce el sector de la construcción, que a nivel mundial las edificaciones son responsables del 40% del uso de energía, utilizan un 40% de materiales en bruto y producen el 50% del total de los residuos generados.

Desde la revolución industrial y especialmente desde hace un siglo con el apogeo del capitalismo, la mayor distribución de la riqueza y el abaratamiento de la energía, el costo de la construcción y mantenimiento de los edificios disminuyó considerablemente. Esta disminución en el costo no solo afectó en el uso de la energía sino también en el uso de los materiales que anteriormente eran solo de producción local y de bajo consumo energético y que con el paso del tiempo hasta llegar a la época presente, se producen y transportan usando energía hasta el punto en que traer materiales del otro lado del mundo resulta más barato, pero, ¿se está considerando el real consumo energético en este proceso? ¿Es una práctica responsable? Volviendo al pasado, en muchas ocasiones el proyecto era innecesario por el simple análisis desde el punto de vista energético.

En la actualidad, resulta imposible dejar de prestar atención a la crisis medioambiental, tanto en lo que respecta a la destrucción de la capa de ozono a causa de los clorofluorocarbonos, como a la pérdida de hábitats naturales y diversidad debido a la contaminación, la desertificación y la deforestación, a los crecientes niveles de dióxido de carbono generados por los edificios y otras fuentes, al agotamiento de agua dulce, indispensable para la vida, y al deficiente manejo de la misma. Los gobiernos nacionales y los ciudadanos exigen estándares más exigentes de la construcción debido principalmente a razones medioambientales, por ello la misma profesión se ha visto obligada a

tomar cartas en el asunto y ha realizado congresos a nivel mundial, como el realizado en 1993 en la ciudad de Chicago, que fue una contundente declaración de intenciones con el fin de contrarrestar el impacto en el medio ambiente por el sector de la construcción, y en la actualidad con organizaciones también a nivel mundial y nacional, como son GBC (Green Building Council), BREEAM en Reino Unido, Viikki en Finlandia, MINERGIE en Suiza, y otros.

“La práctica de estas intenciones se conoce como Arquitectura Sustentable. El término "arquitectura sustentable" proviene de una derivación del término "desarrollo sostenible" (del inglés: sustainable development) que la primer ministro noruega Gro Brundtland incorporó en el informe "Nuestro futuro común" (Our common future) presentado en la 42a sesión de las Naciones Unidas en 1987. "El desarrollo es sustentable cuando satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades" definió Gro Brundtland." (Definición tomada de Wikipedia.com)

Entonces hablamos de una arquitectura consciente, que mediante prácticas responsables, en armonía con la naturaleza y con el contexto, satisface la necesidad de confort de las personas y asegura el porvenir sin compromisos de las futuras generaciones.

Los términos sustentable y sostenible no tienen una definición definitiva y universal, algunos autores los definen con un mismo significado y otros no, pero para el desarrollo de este trabajo se tomaran los dos términos como sinónimos que tienen el mismo significado y así evitar confusiones.

El presente trabajo utiliza la arquitectura sustentable para proyectar un edificio de viviendas en la ciudad de Cuenca, para lo cual se comienza con un capítulo teórico que permitirá conocer que es y cómo funciona la arquitectura sustentable mediante el estudio de conceptos y principios, que luego se analizaran en ejemplos de aplicación en edificios que han sido diseñados y construidos bajo los parámetros de sustentabilidad.



En el segundo capítulo se desarrolla a través de la metodología del documento “Pautas de diseño para una Arquitectura Sostenible” del Arquitecto Francisco Javier Soria, el cual tiene como primera parte “La calidad ambiental de la arquitectura”, en la que se trata del compromiso del arquitecto con las necesidades medioambientales emergentes y su vinculación con las ciencias sociales y el arte, en cualquier intervención que vaya a realizarse. A continuación trata “Los factores biofísicos en el proceso de diseño”, en la que se analiza la naturaleza, el contexto y el clima del sitio de la intervención, para luego estudiar los parámetros de confort de las personas y finalizar con un análisis de los materiales de construcción, con lo que se logra obtener una base de datos bastante completa para la formulación de los criterios de diseño que se aplicarán para proyectar. El capítulo finaliza con la tercera parte del documento, “La naturaleza como estrategia proyectual”, en la que se exponen varias tendencias o estrategias que se pueden utilizar para realizar una intervención más consciente y respetuosa en el contexto.

A continuación, en el tercer capítulo, se establecen las especificaciones funcionales, formales, tecnológicas y sustentables que se aplicaran en el proyecto, y finalmente terminar en el cuarto capítulo con la elaboración del proyecto de viviendas sustentable y su evaluación en los parámetros de sustentabilidad.

Mediante este proceso se propone que la proyección del edificio de viviendas sea un modelo aplicable para nuestro medio, que utilice los conceptos y procedimientos de sustentabilidad con el fin de cubrir satisfactoriamente los niveles óptimos de confort para del usuario, y establecer una relación naturaleza – edificación en parámetros de armonía, respeto y consideración.



Objetivos

OBJETIVO PRINCIPAL:

Realizar un proyecto ejecutivo de un edificio de viviendas sustentable.

OBJETIVOS COMPLEMENTARIOS:

Conocer el beneficio del uso de energías alternativas.
Conocer los parámetros de diseño bioclimático.
Conocer el proceso de construcción de un edificio sustentable.
Aplicación de tecnologías al diseño.



1

2



Información Básica de Referencia

3

4



ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

ANTECEDENTES

Un progreso marcado por las innovaciones tecnológicas que, en el campo de la construcción, posibilitaron el acceso a una vivienda sana a una enorme cantidad de población en un siglo que vio el mayor incremento demográfico de la historia, pero que, paralelamente, significaron un elevado coste de desgaste en recursos naturales, en contaminación ambiental con sus consecuentes desastres naturales inducidos por el hombre, difícilmente asumibles a largo plazo.

Es precisamente en las sociedades desarrolladas cuando, a finales de siglo y una vez resueltos los problemas más acuciantes de asentamiento de la población y garantizado su nivel de vida, se asiste a un replanteamiento general de los procesos de producción industrial, y de sus consecuencias en costes energéticos y ambientales. La construcción, como uno de los factores claves del desarrollo industrial, es uno de los primeros objetos de estudio en el campo de la adecuación ambiental, produciéndose numerosos trabajos sobre el tema, a partir, sobre todo, de las crisis energéticas de los setenta.

En un principio los primeros trabajos realizados se dirigían exclusivamente al ahorro energético, en la actualidad el problema ha transcendido hacia el entendimiento de la arquitectura bioclimática como un proceso activo, donde el ahorro es un factor más a tener en cuenta, pero en el que la adecuación ambiental ha de entenderse como un sistema más amplio, modificador del sistema natural e interactuante con él, en todos los sentidos, desde los energéticos hasta los estéticos y funcionales en el campo de la Arquitectura y el Urbanismo.

En la actualidad, se puede decir que se han diseñado, construido y evaluado suficientes ejemplos de arquitectura bioclimática capaces de refrendar la bondad y calidad ambiental de las construcciones realizadas teniendo en cuenta los principios básicos de “*construir con el clima*”, y se ha demostrado sobradamente su viabilidad económica.

Sin embargo, la arquitectura bioclimática, aunque con un impacto mediático cada vez más extendido, sigue teniendo un peso real insignificante dentro de la producción arquitectónica mundial, [...] y su desarrollo se encuentra limitado a las escasas iniciativas de promoción pública y a sectores muy aislados y concienciados de la iniciativa privada. Diferentes estudios avalan la capacidad de ahorro de energía de hasta un 70% en las soluciones arquitectónicas pensadas desde una lógica de adaptación y adecuación al clima, en comparación a los usuales procedimientos de construcción tradicional. [...]

Se podría argumentar que, en cualquier proceso de producción científica, el desarrollo teórico siempre se sitúa por delante de la producción industrial, y que es necesario un cierto tiempo de desfase entre ambos, destinado a evaluar y reajustar las nuevas propuestas. Aunque en cierto modo este argumento puede ser válido (determinados sistemas técnicos incorporables a las construcciones relacionados con los sistemas activos que utilizan energías renovables aún requieren de cierto grado de desarrollo), el problema de base reside, seguramente, en cómo se cuantifican los ahorros energéticos, y en el traslado de dichas cuantificaciones al mercado y al proceso de producción.



El desfase existente entre una evaluación económica del consumo energético y de su impacto ambiental a largo plazo, y el actual sistema de evaluación del coste de producción en el sector de la construcción, pensado en términos de rentabilidad a corto plazo, obviando el mantenimiento energético del edificio, dificulta una evaluación objetiva de las ventajas que aporta una arquitectura entendida desde la adecuación al medio natural. Habrá que esperar a la progresiva introducción de las normativas de ámbito nacional e internacional de evaluación del gasto energético en función de su equivalencia en gases contaminantes de efecto invernadero (CO₂), para que se empiece a producir una concienciación real sobre la necesidad de entender la construcción como una parte fundamental en el problema del desarrollo sostenible.

La aplicación real de las directrices de reducción de las emisiones de dióxido de carbono [...] llevada al sector de la construcción, producirá seguramente los ajustes necesarios para promocionar de forma estable y sostenida los edificios concebidos para conseguir una alta eficiencia energética. Hay que pensar, en este sentido, que la edificación supone ya, en los países industrializados, el 50% de la energía consumida, y el 25% de la contaminación emitida. El balance también resulta positivo a la hora de realizar una cuenta global. Los índices de sobrecosto al aplicar lógicas de adecuación bioclimática a la construcción han implicado, en España, una media de un 15% más sobre el coste de construcción de una vivienda tradicional, compensados sobradamente con los ahorros energéticos obtenidos, ya comentados, del orden de un 70%, y que, en el cómputo global relacionado con la vida útil del edificio, supondría un ahorro neto total (costes de construcción más costes de mantenimiento) en torno al 20%.

No es de extrañar, por ello, que a una fase inicial de desconfianza y de recelo ante la introducción de una nueva lógica constructiva, se esté iniciando otra en la que las calificaciones de “arquitectura ecológica”, “arquitectura bioclimática”, “arquitectura energéticamente consciente”, “arquitectura ambiental”, etc., hayan proliferado de forma espectacular, hasta un punto en el

que es difícil discernir las bondades o defectos de unas y otras, y en donde la “eco-moda” se ha introducido como un factor más a la hora de promocionar arquitectura. En muchos casos, detrás de complicadas y críticas terminologías pseudocientíficas se esconden en realidad meros guiños formales (a los que tan acostumbrados nos tienen las modas arquitectónicas) a cuestiones ligadas al paisajismo o al ruralismo que poco o nada tienen que ver con la complejidad científico-técnica que supone un proyecto de arquitectura bioclimática. En el peor de los casos, detrás de esta moda ecológica, se recogen aleatoriamente soluciones constructivas y estrategias de ubicación, orientación e implantación en el territorio copiadas literalmente de modelos (otro rasgo característico de las modas arquitectónicas) que poco o nada tienen que ver con las necesidades reales, y que pueden llegar a ser altamente contraproducentes. De hecho, si algo es capaz de caracterizar la arquitectura bioclimática, es precisamente su adecuación al medio ambiente y al lugar en el que se introduce, imposibilitando la misma solución en situaciones geográficas y ambientales distintas. En este sentido, es importante diferenciar entre los distintos términos empleados al hablar de las relaciones que se pueden establecer entre arquitectura y ambiente, y sobre todo, en distinguir las distintas lógicas que ellos suponen.



CONCEPTO

No existe la “Arquitectura Bioclimática”, sino la Arquitectura simple y llanamente. El bioclima nos ofrece tan solo un conjunto de datos, condicionantes o determinantes, que habrán de tenerse en cuenta en el diseño arquitectónico y urbanístico, que requerirá soluciones adecuadas en la obra. Podemos, pues, hablar de un enfoque, de una concepción bioclimática de la Arquitectura.

Esta concepción considera como fundamentos básicos de la Arquitectura a tres grandes aspectos: *El lugar*, *La Historia* y *La Cultura*.

El Lugar, origen y punto de referencia del hombre y de todo hacer humano, en sus dos concepciones clásicas de *Locus* y *Situs* que hoy podríamos traducir como *Contexto* y *Entorno*, aparece como el gran condicionante del problema arquitectónico aportando los valores climáticos y micro climáticos por un lado, y, los materiales de construcción, el paisaje y las formas constructivas por otro.

A la vez, el microclima incluye en una relación integradora los aspectos térmicos, lumínicos y acústicos, inseparables en el espacio arquitectónico.

El paisaje, los materiales, y las formas constructivas constituyen una fuente inagotable para la inspiración y, a su vez, una delimitación del campo de posibilidades para la adecuación de las formas arquitectónicas o urbanas.

La Historia, por otra parte, señala con precisión la constante adecuación del hombre a su entorno y nos revela la estructura de la evolución social, económica y política del hábitat humano, apuntando asimismo el riquísimo repertorio de lenguajes arquitectónicos que se hacen presentes y compatibles en la Arquitectura y la Ciudad.

La Cultura, por último nos muestra los mecanismos y recursos del

hacer humano, de los hechos arquitectónicos que constituyen el espacio habitable y extrae, analiza y pondera los valores estéticos que han hecho y hacen posible que la edificación llegue a ser Arquitectura.

No es, por tanto, “Arquitectura Bioclimática” una nueva adjetivación. No es una nueva tendencia o “ismo” procedente de una elucubración intelectual, que como tal se agota en sí misma.

No es, tampoco, una invasión de nuevas tecnologías descubiertas por científicos e ingenieros, a partir de la energía solar, lo que, más precisamente, podríamos denominar “helioingeniería”. Es importante señalar aquí que simplemente, a través del propio diseño arquitectónico, sin otras consideraciones que las que se refieren al lugar, al clima, a las orientaciones, al soleamiento, etc., podemos mejorar las condiciones del hábitat, antes de recurrir a técnicas o sistemas tecnológicos. Por decirlo más elementalmente todavía: bastaría con considerar por donde sale el sol, por donde se oculta y con qué inclinación incide en cada época del año, con todas sus consecuencias, para afirmar que estamos haciendo “arquitectura bioclimática”. Esta consideración ha hecho que, a nivel de diseño y construcción, se distinga entre *Sistemas Pasivos* de aprovechamiento de la energía solar y *Sistemas Activos*, siendo estos últimos los que hacen uso de tecnología y mecanismos industriales.

No es, por último, una confabulación económico-política que pretende establecer un nuevo colonialismo industrial imponiendo y vendiendo tecnología y equipamiento.

La consideración y el uso de los recursos locales,- el sol, el viento, la biomasa, las mareas, etc.- como energías alternativas ofrecen más bien una perspectiva de *Ahorro Energético* y de autonomía e independencia que actualiza y recupera el viejo dicho romano: *Sol Omnibus Lucet*, el sol luce para todos sin distinción.



La Arquitectura Bioclimática, el enfoque Bioclimático de la Arquitectura es, por el contrario, una vuelta a la naturaleza y a la realidad; es una reconsideración de la relación del hombre con el medio ambiente; es una recuperación, a través de la historia y de la cultura, de las constantes y valores arquitectónicos que han estado siempre presentes y han sido patrimonio de la Arquitectura y de la ciudad de los hombres.

Podríamos ampliar su significado llamando a la Arquitectura Bioclimática, *Arquitectura Medioambiental*.

Es, por otra parte, un nuevo punto de partida para recuperar valores constantes de la Arquitectura que nos permite redescubrir a la Arquitectura misma y plantear su conexión y adecuación al presente a la vez que nos proporciona una perspectiva de futuro.

El diseño arquitectónico siempre ha tenido dos vertientes: la de *Respuesta* o satisfacción de necesidades de confort y de entorno y *Propuesta* o modificación de un contexto definido por un subsistema de necesidades socio-económico-culturales. Por ello, el Enfoque Bioclimático tal como ha quedado definido propone una nueva línea de actuación que ayude al arquitecto a responder y a encontrar soluciones para los problemas arquitectónicos que provienen de las exigencias actuales, de las aspiraciones de los usuarios o, incluso, de las intenciones de los propios diseñadores.

Veamos como este nuevo enfoque del hacer arquitectónico viene definido por aquellos arquitectos que en todo el mundo están preocupados por ello y trabajan en esta línea.

Principio de concepción arquitectural que pretende utilizar por medio de la arquitectura misma, los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del confort de hábitat.

Esta definición es algo escasa y su autor se refiere principalmente a los aspectos del bienestar térmico.

Elaboración de nuevos modelos, es decir, la composición de

soluciones arquitectónicas a partir del conjunto de técnicas y de los materiales disponibles, con miras a conseguir el resultado del confort deseado, conforme a las exigencias del usuario y a partir del clima local.

Ya parece aquí una creación de nuevos modelos, nuevas formas que suponen también nuevos valores.

Pero hay otra definición que parece más comprensiva y más enriquecedora, conforme a nuestros planteamientos.

La concepción bioclimática es ante todo una especie de compromiso cuyas bases son:

- Un programa de arquitectura.
- Un paisaje.
- Una cultura.
- Unos materiales locales.
- Cierta noción del bienestar y del abrigo.

Y cuya síntesis es la envoltura habitable.

Y este es el momento de poner el énfasis en cual sea realmente el objetivo que se persigue al utilizar el enfoque bioclimático de la arquitectura: que no es otro que el de mejorar la *calidad de vida*.

El enraizamiento con el lugar, la recuperación de nuestra historia y nuestra cultura y la proyección hacia un futuro energético y ecológico más equilibrado no hacen sino promover un hábitat cualitativo e integralmente superior al alcanzado en la actualidad y abrimos perspectivas, ciertamente optimistas, en el campo de la Arquitectura y de la Ciudad.

Tipos de edificación bioclimática.

En el orden más sencillo, se encontrarían aquellos edificios que sólo se preocupan de conseguir una alta eficiencia energética una vez contruídos, sin incluir más variables ecológicas que las derivadas



del ahorro energético a largo plazo. Se trataría de adecuar al máximo, desde el diseño del edificio y desde su resolución técnica y constructiva, el balance energético del mismo, aquilatando las ganancias y pérdidas a las necesidades del confort climático, pero obviando toda otra serie de relaciones más complejas que se pueden establecer entre ambiente y arquitectura.

En un segundo orden se situarían aquellos otros en donde el balance energético global incluiría no sólo la fase de vida útil del edificio, sino todo su proceso constructivo, desde la extracción de los materiales, su elaboración industrial, su puesta en obra, su uso, su reciclaje y su destrucción. En este caso, el balance energético global y su equivalencia en contaminación ambiental llevaría a un análisis pormenorizado de los materiales de construcción, y por tanto, a la utilización de aquellos menos costosos en términos energéticos (o en su equivalente, en contaminación ambiental), y al rechazo, o a la mejora del sistema productivo, de aquellos otros con costes elevados, capaces de anular las posibles ganancias energéticas obtenidas durante el tiempo de usufructo del edificio. Según este principio, se primarían más, por ejemplo, aquellas técnicas capaces de introducir en la construcción materiales procedentes del reciclaje (actualmente se hace, en los países nórdicos, con el 40% del vidrio empleado en la edificación) y, a su vez, se fomentarían aquellos otros materiales que, en su proceso de mantenimiento o sustitución, puedan ser introducidos, a su vez, en un nuevo ciclo.

En un tercer orden, se situarían aquellas edificaciones que no sólo se preocupan de mantener buenos balances energéticos, sino también en adecuarse al medio en un sentido más extenso. Desde aquellas que se introducen en el paisaje, limitando el impacto visual de las construcciones, hasta aquellas otras que se preocupan por el mantenimiento de otros recursos naturales limitados, como la inclusión o el mantenimiento de la vegetación (fomentando la integración en la edificación de especies autóctonas) y el ahorro de agua (mediante la introducción de redes separativas de aguas grises y negras, la depuración selectiva por filtros verdes o la captación de agua de lluvia). Sistemas complementarios que, utilizados en beneficio de la edificación, son perfectamente

compatibles e incluso coadyuvantes en el ahorro energético del edificio y en la obtención de las condiciones de confort deseadas.

En cualquier caso, es importante señalar que, lejos de parecer un sistema basado en rígidos principios inmutables, la arquitectura bioclimática ha de caracterizarse por un radical alejamiento de posiciones dogmáticas o fundamentalistas. Si existe algo realmente flexible y variable es, precisamente, el medio natural, y una arquitectura que mantenga como filosofía la adecuación a éste, debe ser capaz también de plantearse como un sistema abierto y adaptado al usuario, muchas veces marcado por factores extraños a la racionalidad ambiental. En este sentido, lejos de significar un problema, la arquitectura bioclimática (en realidad, como ha sucedido siempre con la buena arquitectura) ha de compaginar una serie de intereses que pueden ser, en cierta medida, contrapuestos. La flexibilidad de la arquitectura bioclimática debe permitir conseguir siempre un equilibrio entre todos los factores, y por tanto, alcanzar los objetivos posibles dentro de cada nivel de exigencia, que irá cambiando en relación con las necesidades, las condiciones y el grado de desarrollo socio-económico. La evolución paulatina de la conciencia ecológica, en un supuesto optimista, permitirá que las soluciones planteadas sean cada vez más eficaces en térmicos energéticos, de confort, de calidad ambiental y, por supuesto, en términos económicos.

Filosofía de arquitectura bioclimática.

Esta distinción adecuada, atañe a la filosofía imperante tras determinadas actuaciones realizadas bajo el mismo epígrafe de arquitecturas bioclimáticas, pero enormemente dispares entre sí. Se tendrían, en este supuesto, tres modelos distintos de actuación, cada una con sus posibles variantes.

Un primer modelo estaría formado por aquellas actuaciones tendentes a recuperar un cierto grado de "primitivismo", volviendo a soluciones vernáculas, enfatizando los peligros que acechan al desarrollismo y reivindicando lo natural frente a los desmanes del progreso tecnológico. Se trataría en alguna medida de un



planteamiento muy vinculado al territorio y al asentamiento en baja densidad, una vuelta al medio rural. Es un planteamiento acompañado, muchas veces, de cierto fundamentalismo ecológico en el sentido de prohibir o limitar el empleo de muchos materiales de construcción, sobre todo de aquellos que implican un mayor consumo energético o procesos industriales con una alta repercusión ambiental. A su vez, preconizan el empleo de materiales considerados naturales, como la tierra, la madera o la arcilla.

El problema de estas soluciones es su escasa solvencia para ser empleadas a gran escala en el asentamiento de millones de personas. Sería de todo punto inviable un urbanismo de baja densidad extendido masivamente en el territorio, colapsando vías de circulación y generando aún más problemas ambientales, debido a la multiplicación de redes de abastecimiento y recogida. Por otra parte, la utilización masiva de materiales como la madera también es incompatible con el mantenimiento de la vegetación, y la renuncia a los procesos de producción industrial es, hoy por hoy, insostenible por ser imposible su sustitución a gran escala. Además, y frente a una visión rígida y prohibicionista de lo industrial, siempre es posible aplicar criterios de mejora energética y ambiental en los procesos de fabricación.

Otro modelo actualmente muy publicitado, en relación a la arquitectura de alta eficiencia energética, es el tecnológico, el denominado "high-tech" o, en su versión supuestamente más orientada a la integración medio ambiental, "eco-tech". Con gran repercusión mediática, se trata de un modelo exhibicionista que aplica los más espectaculares alardes técnicos en la resolución de edificios, con complejos sistemas activos de control climático (vidrios de alta eficiencia, sistemas móviles robotizados de protección, sistemas de captación solar activa) controlados por ordenador (domótica). Son edificios cuya eficiencia energética sólo se limita al mantenimiento, sin tener en cuenta otras premisas, como el coste energético de construcción (generalmente elevadísimo). Se trata de un modelo que se extiende como manifiesto de futuro, pero que debido a su elevado coste sólo es asumible por corporaciones privadas de alto nivel económico, que lo exhiben como símbolo

de poder y como objeto publicitario dentro de la moda actual por lo ecológico.

El modelo tecnológico, aunque muy seductor por su imagen y su impacto publicitario, (es curioso como empieza a ser asumido en este mismo sentido por el sector público), tiene algunas cualidades objetivas, como las apuestas por la innovación continua y aplicada o por la experimentación en nuevas formas, muchas veces trasladadas de otros sectores industriales de vanguardia, como el automovilístico, el aeronáutico o incluso el espacial. Sin embargo, tiene también ciertos problemas nada desdeñables. Por una parte, el empleo de soluciones y sistemas sobredimensionados, destinados más a satisfacer una imagen que a resolver problemas reales, y por otra, y más grave, su elevado coste, que lo convierte en inviable a gran escala, y muy poco aplicable a la edificación de viviendas, el sector económicamente más necesitado de un aquilatamiento extremo en la relación coste-beneficio.

Por último se tendría el modelo que se podría denominar posibilista. Se trata de introducir, paulatinamente, mejoras en el diseño arquitectónico y en la resolución constructiva de los edificios, de tal modo que con un pequeño incremento de costes, se obtengan notables beneficios en ahorro energético y adecuación ambiental. Es un modelo de probada eficacia, que no implica complejas transformaciones de la industria productiva actual (utiliza materiales habituales en el proceso constructivo), no interfiere en los planeamientos estratégicos de desarrollo y puede ser perfectamente asumible en costes por el conjunto de agentes que intervienen en el proceso inmobiliario: administración, promotores, técnicos, constructoras y usuarios. Un modelo en consonancia con las próximas normativas internacionales a aplicar en concepto de eficiencia energética y protección ambiental y suficientemente flexible para adaptarse a diferentes necesidades y demandas económicas y sociales. Además, se trata de un modelo perfectamente adaptable a la idiosincrasia social y económica de cada lugar, y por tanto perfectamente compatible con las necesidades de desarrollo y sostenibilidad a las que se enfrentan los países del segundo y tercer mundo.



Se trata, este último, de un modelo perfectamente aplicable hoy por hoy, que sólo necesita de un apoyo más decidido de la administración en cuanto a dotar, en vivienda pública, de un mayor peso a las promociones de arquitectura bioclimática y en cuanto a subvencionar, en vivienda privada, los pequeños incrementos de costes de mejora introducidos en las edificaciones. A medio plazo, y con la introducción de las normativas de calificación energética, el propio sector se autorregulará para generar una producción estable de viviendas bioclimáticas.

METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO

1. Aspectos Configuradores.

Es inmediato advertir que en el análisis bioclimático de la Arquitectura se consideran los *aspectos biofísicos* referidos a la geografía y al clima, entre los cuales se encontraran datos, más o menos relevantes según los casos, en cuanto a temperatura, humedad, vientos, lluvias, nieve, etc.

Ciertamente estos factores son muy significativos y pueden estudiarse con gran objetividad y detalle, utilizando los sistemas avanzados de medición y codificación de datos. De su conocimiento y estudio, tanto en sus aspectos parciales como en sus interrelaciones se obtendrán conclusiones muy manejables y aplicables directamente a valoraciones de bienestar en condiciones que ofrece el edificio a analizar.

Sin embargo, puede resultar menos inmediato y generalmente sorprende a los profanos en el tema, la necesidad de considerar otros aspectos de la arquitectura que habitualmente se omiten en los análisis técnicos y quedan sujetos a elaboraciones más teóricas o intuitivas; nos referimos a los *aspectos psicológicos y estéticos* de la forma arquitectónica referidos al lugar y a la arquitectura que se analiza.

Son estos aspectos absolutamente fundamentales para el análisis bioclimático porque de ello se deduce la manera específica de manejar los volúmenes, las simetrías, los elementos ornamentales y decorativos, los colores y texturas, etc., así como las peculiaridades formales que se constituyen como significativas en el entorno y en el contexto a que nos referimos en cada caso.

Por último, no podemos olvidar la necesidad de incorporar al análisis bioclimático el estudio de los *aspectos socioculturales*, puesto que toda la arquitectura se refiere necesariamente a un espacio concreto y a un tiempo histórico en los que se inserta y



configura y sobre todo, a un hombre determinado poseedor de una cultura específica.

Podríamos calificar estos aspectos como bioculturales por analogía con el término utilizando anteriormente (biofísicos) para el análisis del lugar.

2. Metodología Sistemática.

Aceptando a priori que cualquier metodología de análisis requiere no perder de vista nunca la totalidad de lo analizado frente a los diferentes aspectos parciales considerados en el desarrollo del análisis y, por tanto, es necesario continuamente poner en relación todos los factores en juego y retroalimentar el discurso con continuas operaciones de vuelta atrás, proponemos una sistemática para abordar el análisis bioclimático que pretende reconocer toda la diversidad de los factores a considerar y establece unos niveles de relación entre ellos suficientemente operativos.

En términos generales la operación consiste en:

- a) Información y toma de datos referidos al entorno y al contexto.
- b) Ordenación e interrelaciones entre los datos. Contradicciones, ajustes y valoración de los mismos.
- c) Interpretación y elaboración de las conclusiones del análisis: parciales y globales.

A partir de todo lo expuesto procederíamos del modo siguiente:

2.1 Información y toma de datos referidos al entorno.

Factores Climáticos.

Debemos señalar aquí que el objetivo consiste en definir el microclima que estamos estudiando, pues los aspectos climáticos generales de un área resultan poco significativos:

- Radiación Solar. Intensidad y duración. Ciclos diario y estacional.
- Temperaturas extremas y medias.
- Humedad relativa. Extremas y medias.
- Orientaciones.
- Vientos y brisas. Velocidad, duración y calidad.
- Precipitaciones. Lluvias y nieves.
- Luminosidad ambiental. Intensidad. Niveles lumínicos medios. Ciclo diario y estacional.

Factores del lugar.

Se trata de definir con precisión el situs, es decir, el entorno próximo concreto.

- Emplazamiento.
- Geología, sismo.
- Topografía.
- Vegetación.
- Sonidos y ruidos.
- Contaminación.
- Materiales locales de construcción.

Primera Fase del análisis: Factores Biofísicos.

Se consideran preferentemente los siguientes aspectos:

Aspectos Térmicos.

- Temperatura húmeda y seca.
- Diagrama psicométrico.
- Diagrama bioclimático.
- Ventilación, volumen y velocidad de renovación del aire.

Aspectos Acústicos.

- Focos y niveles de producción de ruidos internos y externos.



- Niveles de bienestar medios.

Aspectos Lumínicos.

- Niveles lumínicos medios.
- Ciclo diario y estacional.

En esta primera fase hemos de establecer las relaciones entre los factores biofísicos obtenidos y las condiciones medias del bienestar humano.

La interrelación de los factores térmicos, acústicos y lumínicos arroja unas consideraciones previas que pueden reunirse del modo siguiente:

Compatibles:

Aislamiento Térmico.
Aislamiento Acústico.

Contrapuestos:

Aislamiento Térmico.
Iluminación.

Semicompatibles:

Aislamiento Acústico.
Iluminación.

De las interrelaciones establecidas y de la valoración de los datos podemos extraer unas primeras conclusiones que nos definan las condiciones de bienestar del edificio analizado, así como ciertas condiciones de uso que conviene estudiar con detalle, pues un uso adecuado o inadecuado de los elementos que constituyen el espacio habitable puede modificar grandemente el nivel de bienestar que se obtiene.

Naturalmente influye en gran manera la participación del usuario y la sabia costumbre que indica en cada época del año y en cada hora del día como debe habitarse la casa y como deben usarse los elementos de control climáticos, ventanas, persianas, etc., para conseguir el bienestar buscado según las actividades que se desarrollan.

2.2 Información y toma de datos referidos al contexto.

Establecidas las relaciones, ajustes y contradicciones entre los factores biofísicos y las condiciones medias del bienestar humano pasaríamos a analizar otro tipo de factores, es decir a la:

Segunda Fase del análisis: Factores de la Edificación.

Se trata de analizar los elementos constructivos y los modos de construir para reconocer y evaluar su comportamiento físico (aislamiento, capacidad térmica, permeabilidad luminosa, etc.) y su comportamiento formal psicológico (sensación de abrigo, apertura y comunicación, relación interior-exterior, etc.)

Se consideran los siguientes aspectos:

Forma Constructiva:

- Forma global del edificio.
- Diseño interior.
- Compartimentación. Altura. Dimensiones. Proporciones y escalas.
- Características de los materiales y técnicas locales.
- Aislamiento. Térmico y acústico.
- Textura y color.

Elementos de la edificación:

- Muros.
- Cubiertas.
- Suelos.



- Ventanas y puertas.
- Galerías, porches, accesorios.

Obtenidos estos datos y codificados convenientemente estableceríamos las interrelaciones posibles y deduciríamos determinadas condiciones de habitabilidad y bienestar.

A continuación estableceríamos también las relaciones posibles entre estos factores de la edificación los factores biofísicos obtenidos anteriormente.

De todo ello pueden deducirse una serie de conclusiones parciales en nuestro análisis que nos dan un primer nivel de conocimiento de la arquitectura analizada.

Se produce, por otra parte, una primera síntesis al considerar relacionadamente factores que se refieren al entorno y factores referidos preferentemente al contexto, con lo que ya aparece la influencia de aspectos culturales además de los puramente físicos.

Por último, pasaríamos a considerar otro tipo de factores, fundamentales para la comprensión del espacio arquitectónico y urbano, que hemos llamado "bioculturales" y que aportarían en definitiva la explicación más profunda de la arquitectura analizada, con lo que pasaríamos a la

Tercera Fase del análisis. Factores antropológicos – culturales.

Se trata aquí de establecer razones profundas de la concepción y asimilación por parte del habitante y de la sociedad de la arquitectura o del espacio urbano analizado; de la formalización última y de la apropiación o desarraigo que el espacio habitable analizado produce en el momento del análisis pero referido naturalmente a su proceso histórico de producción, remodelación y asimilación.

Debemos pues considerar lo siguiente:

Aspectos estéticos-culturales:

- Conformación del espacio.
- Volúmenes, masas.
- Direcciones, ejes, nodos.
- Simetrías.
- Elementos ornamentales y decorativos.
- Elementos simbólicos-representativos.
- Fachadas, umbrales, patios, etc.

Y también los que se refieren al orden social e histórico en que la arquitectura analizada se inscribe.

Aspectos históricos-antropológicos.

- Características históricas.
- Costumbres y tendencias.
- Necesidades y usos.
- Modos de vida. Actividad. (Industrial, Urbana, Rururbana-Rural).
- El habitante.
- Concepto del bienestar y del abrigo.
- Participación operativa y de control.

Obtenidos estos datos y ponderados convenientemente podemos establecer la hipótesis referente al modo de vida y al concepto del espacio habitable que dio lugar a la arquitectura analizada o que la ha transformado hasta su estado en el momento del análisis.

Establecidas las interrelaciones entre estos factores y los anteriormente obtenidos, biofísicos, y edificatorios, así como entre las conclusiones parciales obtenidas en cada fase del estudio, pasaremos a deducir las conclusiones globales del análisis arquitectónico propuesto.



2.3 Conclusiones del Análisis.

Estas conclusiones, naturalmente, nos darán un conocimiento y una explicación global de la arquitectura analizada, donde se integran todos los aspectos que la propia arquitectura integra, pero, a la vez nos facilitaran conclusiones y explicaciones parciales, en los diversos aspectos, que vendrán determinadas por su explicación y valoración concreta, en sí misma, pero también por su explicación y valoración en relación con todos y cada uno de los demás aspectos.

Creemos así que el resultado del Análisis Bioclimático tal como ha quedado expuesto o sistematizado, debe ser el de un conocimiento profundo e integral de la arquitectura o del espacio urbano, así como de sus aspectos parciales o concretos.

Y todo ello nos conduce a la posibilidad de establecer clases de *edificios bioclimáticos* así como *tipos y tipologías bioclimáticas*, lo que sería el objetivo último del análisis propuesto y el punto de partida para una propuesta de metodología de proyectación arquitectónica que integraría el *enfoque bioclimático de la arquitectura*.



ARQUITECTURA SUSTENTABLE

ANTECEDENTES

“Especies de animales y plantas están desapareciendo cien veces o más rápido que antes de la llegada de la humanidad, y tantas como hasta la mitad de ellas pueden estar extintas al final del siglo. Un Armagedón se acerca al comienzo del tercer milenio. Pero esto no es el ardiente colapso de la humanidad relatado en las sagradas escrituras. Es la destrucción del planeta por una abundante, exuberante e ingeniosa humanidad”. (Wilson 2002).

No son solo las actividades de naturaleza humana que amenazan el medio ambiente, sino también su creciente población. Actualmente más de 2 billones de personas, sin acceso a una alimentación sana, requiere urgentemente de recursos para satisfacer sus necesidades básicas, mientras que otros billones de personas están rápidamente incrementando sus recursos para mejorar sus estándares de vida.

A más de esto, la población mundial está creciendo y actualmente llegando a los 7 billones de habitantes, se espera que se estabilice en 9 millones al final del siglo (Whitaker 2004).

Se supone que el noventa por ciento de este crecimiento de población tome lugar en países en desarrollo. El crecimiento de la población y el aumento de los bajos estándares de vida requerirán más recursos, producirán más desperdicios y se incrementara el impacto en el medio ambiente natural.

Los principios de sustentabilidad apuntan a controlar los problemas de degradación medio ambiental, la falta de equidad humana y la calidad de vida, apoyando el desarrollo sustentable en los términos social y económico, que es capaz de obtener los beneficios de un saludable y estable medio ambiente a largo plazo.

Sin embargo, pensar y aplicar principios sustentables no es fácil.

El pensamiento sustentable va en contra de nuestro instinto primitivo de anteponernos a otros en la pelea por supervivencia. Prioriza racionalmente soluciones favorables a largo plazo antes que prioridades individuales a corto plazo. El pensamiento sustentable que es altruista y a largo plazo, requiere de procesos de pensamiento razonados y sofisticados que involucran altos niveles de abstracción y que están sostenidos por el entendimiento de redes complejas interconectadas.

Por ello la sustentabilidad, necesita de un pensamiento contemporáneo. Requiere de un escrutinio de valores tradicionales, medidas económicas y la redefinición de *calidad de vida*.

El concepto clave de sustentabilidad es la equidad, equidad entre todas las personas que viven hoy en el mundo y que vivirán en el futuro. Lograr las ambiciosas metas de sustentabilidad requiere un realismo que reconozca las limitaciones del ser humano, y que reconozca también la necesidad urgente de adquirir una nueva filosofía de vida. “Si se aspira llegar a la sustentabilidad, la ética y los valores que la sustentan serán tan importantes como el desarrollo científico y tecnológico” (Parkin *et al.* 2004).



CONCEPTO

Sustentable es un término acuñado en los años 90 que luego los arquitectos la adoptaron como "arquitectura sustentable", y en realidad como profesión no se ha inventado nada nuevo. Durante muchos años se etiquetó a cierta arquitectura de "verde", "eco-amistosa", o "ambiental", como las propuestas de mediados de los 70 donde ya se veía viviendas autosuficientes, otras hechas con desechos o semienterradas, y a estos ejemplos de definición ahora se les llama "sustentable". Para muchos, hoy, la sola inclusión de un colector solar o muro Trombe en un edificio implica calificarlo de sustentable, pero el concepto ha sido mal interpretado, como también se confunde la idea de "bioclimático", "bioambiental" o "solar" con la idea de sustentabilidad.

El concepto de sustentabilidad ha sido definido a lo largo de una serie de importantes congresos mundiales y engloba no sólo la construcción, sino toda la actividad humana. Según el diccionario de la Real Academia Española, sustentable significa "que se puede sustentar o defender con razones". En nuestro contexto el término sustentable es mucho más complejo pero empecemos por decir que se encuentra extremadamente ligado al concepto de desarrollo sustentable. La definición formulada por la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development) dice ser "el desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades."

La arquitectura sustentable es el modelo más acabado de las diferentes tendencias de la arquitectura bioambiental, pues estos movimientos son su fundamento. La arquitectura sustentable recoge toda la información previa de estas tendencias y las integra con una nueva visión más integral del impacto ambiental que representa la transformación del medio ambiente natural por el hombre al intervenirlo para hacer sus edificaciones y para desarrollar su vida.

Existen algunas condiciones que la sociedad debe cumplir para alcanzar la sustentabilidad:

- Las tasas de uso de recursos renovables no deben exceder su capacidad de regeneración.
- Las tasas de uso de recursos no renovables no deben exceder la capacidad de desarrollo de sustitutos sustentables.
- Las tasas de emisiones de contaminación no deben exceder la capacidad asimilativa del medio ambiente.

Tomando en cuenta todo esto podemos decir que Arquitectura Sustentable es la que construye formas sustentables con materiales sustentables en sitios sustentables. Reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una edificación, estudia el clima y el sitio para un correcto emplazamiento, analiza el impacto del edificio en la comunidad, estudia los materiales a utilizar desde su fabricación hasta el proceso de reciclaje, propone diseños que promueven el bienestar y la salud del usuario, y por último vela por el ahorro y el manejo eficiente de la energía y el agua. De igual modo, se tiene conciencia de máximo respeto e integración con los ciclos vitales de la naturaleza y el medio ambiente, para garantizar su preservación y la disponibilidad del mismo por parte de las futuras generaciones.



PRINCIPIOS DE LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE

1. Economía de recursos.

Al economizar recursos el arquitecto reduce el uso de recursos no-renovables en la construcción y operación del edificio. Existe un flujo continuo de recursos, naturales y manufacturados, que ingresan y salen del edificio. Este flujo empieza con la producción de materiales de construcción y continúa a lo largo de la vida útil del edificio para la creación de ambientes que sostengan el bienestar y las actividades humanas. Después de la vida útil del edificio, sus componentes deberían servir para otros edificios.

Para un determinado recurso, su forma antes de ingresar y luego de salir de un edificio serán diferentes. Este cambio se debe a varios procesos mecánicos o intervenciones humanas sobre los recursos durante su uso en los edificios. Estos elementos que ingresan en el ecosistema o proceso de construcción son muy diversos, con diferentes formas, volúmenes y sus implicaciones ambientales.

2. Diseño del Ciclo de Vida.

El modelo convencional del ciclo de vida de un edificio es un proceso lineal que consiste en 4 fases: diseño, construcción, operación y mantenimiento, y demolición. El problema con este modelo es que está definido muy pobremente, no menciona problemas ambientales (obtención y proceso de materiales) ni tampoco el manejo de residuos (reutilización y reciclaje de recursos).

El segundo principio de arquitectura sostenible es Diseño de Ciclo de Vida, esta aproximación sí reconoce las consecuencias ambientales del ciclo de vida de los recursos usadas en arquitectura, desde su obtención hasta su retorno a la naturaleza. Este proceso se basa en la noción de que un material se transforma de una forma útil a otra, sin término de su utilidad.

3. Diseño Humano.

El diseño humano es el tercer y tal vez el principio más importante del diseño sustentable. Mientras la Economía de Recursos y el Diseño de Ciclo de Vida tratan con la eficiencia y la conservación, el Diseño Humano tiene que ver con la habitabilidad de todos los componentes del ecosistema, incluyendo plantas y animales. Este principio nace de la meta humanitaria y altruista de respetar la vida y dignidad de todos los seres vivos.

En sociedades modernas, las personas permanecen más del 70% de sus vidas puertas adentro. El rol esencial de la arquitectura es proporcionar ambientes construidos que brinden al usuario, salud, protección, salud y bienestar psicológico y productividad.

La calidad ambiental, al ser un factor intangible, su importancia es a veces menospreciada por cuestiones de energía y conservación ambiental. O dicho de otra forma los arquitectos se han preocupado únicamente en la forma y estilos de las edificaciones sin considerar la calidad ambiental dentro y alrededor del entorno construido. Al ser el diseño humano un principio de la Arquitectura Sustentable, es necesario considerar la calidad ambiental del espacio para dar un confort óptimo a la persona e influenciar positivamente en su salud y bienestar.



METODOLOGÍA APLICABLE AL PROYECTO SUSTENTABLE EN NUESTRO MEDIO

Tomada del libro "Strategies for Sustainable Architecture". Debido a que algunos puntos de la metodología original son inalcanzables e inaplicables, se escogieron los puntos que son factibles de aplicar.

1. El sitio y el uso del suelo.

1.1 Uso sustentable del sitio y del suelo.

Escoger el sitio del proyecto con cuidado.

- Escoger sitios con acceso a transporte público.
- Escoger sitios con conexiones existentes o potenciales conexiones a caminos pedestres y ciclo vías.
- Escoger sitios cuyo desarrollo beneficie a la comunidad.

Uso del suelo eficiente.

- Considerar las necesidades de la comunidad.
- Crear proyectos viables y atractivos.
- Considerar proyectos de usos mixtos.
- Diseñar para densidades altas y apropiadas.
- Construir en sitios previamente utilizados.

Minimizar el impacto del proyecto.

- Proteger los hábitats naturales locales.
- Conservar, proteger y mejorar la vegetación propia del entorno.
- Mejorar el potencial para transeúntes y ciclistas.
- Incluir la producción de alimento en caso de ser posible.

1.2 Evaluar el nivel de impacto ambiental.

- Mientras mas población, mayor el impacto.
- Mientras mas uso de tecnología apropiada, mayores eficiencias y menores impactos ambientales.

1.3 Proteger el medio ambiente reduciendo el esparcimiento urbano.

Un correcto diseño y desarrollo urbano permite que:

- Se haga uso eficiente del suelo y edificaciones disponibles para reducir la demanda de intervención en el campo.
- Permite a la gente llegar a su trabajo y los locales de servicio fácilmente, como tiendas, escuelas, locales de salud, lugares de ocio, etc.
- Permite que el transporte público sea más viable y da opción para caminar o usar bicicleta.

2. La comunidad.

2.1 Miras a una comunidad sustentable.

- Minimizar el uso de recursos y desperdicios.
- Controlar la contaminación a niveles en los que los sistemas naturales puedan hacerla frente.
- Satisfacer las necesidades locales con soluciones locales si es posible.
- Permitir que todos tengan acceso al agua y alimentación sana, así como también a refugio y combustible.
- Proteger la salud dotando de ambientes limpios, seguros y placenteros.
- Proveer el acceso a la información y conocimiento.
- Dar voz a la comunidad para la toma de decisiones.
- Dotar de lugares y espacios que sean bellos útiles y de valor para la gente.

2.2 Diseñar para comunidades sustentables.

Mejorar la calidad de vida.

- Reconocer el impacto del espacio construido sobre las



actividades y relaciones de la comunidad.

- Considerar la dotación de establecimientos para la cultura y descanso.
- Asegurar un espacio público de calidad.

Promocionar la sustentabilidad.

- Educar y discutir sobre diseño sustentable con la comunidad.
- Diseñar edificios como herramientas para la enseñanza, explicación y demostración de los sistemas utilizados.

3. Salud y Bienestar.

3.1 Síndrome del edificio enfermo – Enfermedades relacionadas al edificio de estancia.

Estos términos se refieren a un conjunto de síntomas que afectan a un significativo número de ocupantes de un edificio durante el tiempo que pasan en el y disminuye o desaparece durante los periodos que están fuera el. Usualmente los síntomas no pueden llegar a determinar los contaminantes específicos o fuentes de contaminación causantes de la enfermedad.

Síntomas:

- Alergias.
- Asma.
- Irritación de los ojos, nariz o garganta.
- Fatiga.
- Dolor de cabeza.
- Desorden del sistema nervioso.
- Congestión respiratoria.
- Sinusitis.

3.2 Causas de enfermedades.

Por lo menos se esto, si es que una persona tiene exceso de trabajo en cualquier grado, ellos no pueden disfrutar del tipo de salud que

estoy hablando; no si es que están encadenados continuamente a un aburrido y mecánico turno de trabajo, sin esperanza al final de este; no si es que se vive en una continua y sórdida ansiedad para el sustento; no si es que están enfermos por la condición de su casa; no si es que están privados de todo el gozo de la belleza natural del mundo; no si es que no tienen diversión para acelerar el flujo del espíritu de cuando en cuando; todas estas cosas, que tocan directamente a la persona de mayor o menor modo, nacen del llamado que hago para vivir en buena salud. (William Morris, 1884).

3.3 Materiales y calidad del aire interior.

La investigación de los efectos de los materiales en la salud ha resultado en el desarrollo de una serie de esquemas de etiquetado de los materiales que los clasifica según su grado de emisión. Los principales materiales cubiertos por estos esquemas son los pisos, paneles y materiales de acabado.

3.4 Mejorando los entornos urbanos.

Diseñar edificios sanos.

Niveles de control del ambiente físico.

- Considerar la temperatura interior en relación a la temperatura exterior.
- Considerar los niveles de humedad relativa y su impacto en la temperatura.
- Proporcionar abundante luz natural y buena calidad de iluminación sin brillo.
- Aislar acústicamente los edificios hacia afuera y hacia adentro.
- Permitir al usuario controlar su entorno a través de sistemas sencillos.

Mantener el medio libre de contaminación.

- Evitar tableros y materiales con formaldehído o metanal.
- Utilizar pinturas con bajos COV (compuestos orgánicos)



- volátiles) o evitar los acabados.
- Evitar materiales como las alfombras, que permiten la acumulación de polvo.
- Pensar en utilizar tratamiento en la madera solo si es necesario, y utilizar los tratamientos menos tóxicos.
- Ventilar suficientemente los espacios para evitar la acumulación de contaminantes.

Independencia e identidad.

- Crear ambientes que ayuden a los discapacitados a sentirse libres e independientes.
- Diseñar edificios que demuestren la consideración de todo tipo de usuarios y sus necesidades particulares.
- Permitir a los usuarios sentirse dueños del edificio.
- Diseñar ambientes que permitan a los individuos envejecer cómodamente.

Espacios reconstituyentes.

- Considerar en incluir espacios de paz y descanso que permitan rejuvenecer y calmar a los usuarios.
- Permitir a los usuarios disfrutar de la naturaleza.

4. Materiales.

4.1 Evaluación del ciclo de vida.

Es la evaluación de impactos asociados a los materiales desde su obtención, fabricación y colocación.

4.2 Selección sustentable de materiales.

Minimizar la necesidad de materiales.

- Construir cuando es realmente necesario.
- Construir tamaños racionales.
- Diseñar para un uso efectivo de los materiales.

- Diseñar para tener mantenimiento reducido y durabilidad.

Utilizar materiales existentes.

- Utilizar materiales reciclados.

Diseñar para permitir el reuso y reciclaje de edificios y materiales.

- Diseñar para tener flexibilidad de usos y maximizar la vida del edificio.
- Diseñar para una durabilidad y maximizar la vida de los componentes.
- Diseñar para permitir el reciclaje y la biodegradación de los materiales.

Seleccionar materiales nuevos con cuidado.

- Seleccionar materiales renovables con ciclos de regeneración corta.
- Obtener madera de fuentes acreditadas.
- Utilizar materiales disponibles abundantemente y no utilizar materiales escasos.
- Seleccionar materiales obtenidos o extraídos con mínimo impacto en el medio ambiente.
- Utilizar materiales asociados con una producción no contaminante.
- Utilizar materiales que tengan baja emisión de CO2 en la vida del edificio considerando el impacto en el ahorro de energía.
- Considerar las políticas ambientales de los fabricantes.
- Utilizar materiales que no contaminen el aire interior.
- Seleccionar materiales producidos localmente que requieren un mínimo de transporte.

Colocación del material y la minimización de desechos.

- Segregar los desechos de madera, materiales inertes, arena, metal, durante la construcción y demolición para facilitar el reciclaje.



- Acordar con los proveedores la posibilidad de devolución de material adquirido en exceso, y la posibilidad de entrega de desechos de materiales para reciclaje.
- Incluir suministros de reciclaje en los edificios.

5. Energía.

5.1 Diseñar para minimizar las emisiones de CO2 y la contaminación.

Reducir los requerimientos de energía.

- Diseñar con el medio ambiente natural:
 - Orientar la edificación para tener un soleamiento correcto, y satisfacer los diferentes requerimientos.
 - Orientar la edificación para hacer uso de la vegetación y el paisaje para proteger o tomar ventaja de los vientos.
 - Considerar el uso de vegetación para dar sombra y moderar los espacios interiores.
 - Orientar los espacios en la edificación según sus necesidades térmicas.
- Diseñar el envolvente del edificio para controlar las temperaturas interiores:
 - Minimizar la pérdida de calor a través de un correcto aislamiento y hermeticidad.
 - Minimizar las ganancias de calor no requeridas con protección solar, aislamiento y acabados reflectivos.
 - Considerar el uso de masa térmica para moderar las variaciones diarias de temperatura, y para almacenar calor de la época caliente para utilizarlo en la época fría.
 - Proporcionar lobbies y espacios tapón.
 - Proporcionar ventilación natural para enfriamiento.
- Diseñar el envolvente del edificio para minimizar el uso de electricidad para iluminación.
- Promover un estilo de vida que ahorre recursos, como por ejemplo el uso de duchas en vez de tinas.

Usar la energía eficientemente.

- Proporcionar calefacción y ventilación a través de equipos eficientes energéticamente.
- Utilizar luces y sus aplicaciones eficientes energéticamente.
- Proponer metas de manejo de energía y monitorear el rendimiento del edificio.
- Proponer políticas de ahorro de energía y educar a los usuarios.

Usar fuentes de energía “verdes”.

- Utilizar fuentes de energía gratis, como son el sol, viento, calor del suelo, etc.
- Utilizar fuentes de energía renovables.

6. Agua.

6.1 Extracción del Agua.

Cuadro 1.1

	Uso total m3 per cápita por año (Worldwatch 2001)	Uso total m3 per cápita por año (Guardian 2003)
Congo		20
Etiopia	42	47
Reino Unido		160
Austria		281
Sudáfrica	354	391
China	491	439
Alemania	574	583
Francia	675	704
Australia	1250	839
Canadá		1623
EEUU	1932	1844
Uzbekistán		2626

Fuente: Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*.



6.2 Consumo global estimado de agua.

Cuadro 1.2

	Demanda estimada Km3 por año	%
Agricultura	2880	65
Industria	975	22
Municipios	300	7
Pérdidas por evaporación en reservorios	275	6
Total	4430	

Fuente: Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*.

6.3 Uso y distribución sustentable del agua.

Minimizar las necesidades de agua.

- Seleccionar plantas con bajos requerimientos de agua.
- Promover el uso de duchas en vez de tinas.

Utilizar el agua eficientemente.

- Instalar sprays ahorradores de agua o llaves automáticas en lavabos y duchas.
- Instalar inodoros de doble flujo o de bajo flujo.
- Instalar sistemas de riego, agrupando las plantas según sus necesidades de agua.
- Instalar medidores de agua.
- Educar a los usuarios y tener conciencia de ahorro de agua.

Reciclar el agua usada.

- Instalar colectores de aguas grises de lavabos, duchas y tinas para utilizarlas en inodoros y jardinería.

Reciclar el agua lluvia.

- Instalar un colector para recoger el agua lluvia y utilizarla en el jardín.
- Instalar un sistema de reciclaje de agua lluvia.

Reducir el número de drenajes principales.

- Instalar un sistema urbano sustentable de drenaje.

6.4 Uso domestico de agua.

Una típica familia de África usa aproximadamente 23 litros de agua por día comparado con los más de 450 litros por persona que se usa en los EEUU.

Estimaciones de uso domestico de agua.

Cuadro 1.3

	Litros per cápita por día
Uganda	60
Dinamarca	130
Reino Unido	145
Singapur	170
Australia	250
EEUU	300 - 800+

Fuente: Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*.



6.5 Perdida de agua a través de fugas. (Reino Unido).

Cuadro 1.4

Tipo de pérdida	Pérdida por minuto	Pérdida anual	Costo anual
2 gotas/seg	18 ml	9.5 m3	8 – 17 dólares
De gotas a flujo constante	59 ml	31 m3	25 – 55 dólares
Flujo de 2mm	277 ml	146 m3	117 – 254 dólares
Flujo de 3mm	638 ml	336 m3	274 – 587 dólares
Flujo de 5mm	1 litro	528 m3	424 – 920 dólares

Fuente: Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*.

6.6 Uso del agua.

Cuadro 1.5

Uso del agua	% del total de uso de agua en el Reino Unido por día		Volumen típico de agua por uso en el R.U. (Butler 2000)	% del total de uso domestico de agua per cápita por día en Alemania. (BGW 2000)	Uso posible eficiente	Uso posible de aguas grises	Uso posible de aguas lluvias
	Doméstico	Comercial (%)					
Vaciado de inodoros	31% (45l)	35	8.8 L	27% (35l)	SI	SI	SI
Limpieza/ duchas	26% (38l)	26	Tina 74 L Ducha 36L	35% (45l)	SI	NO	SI
Vaciado de urinarios		15	Tanque 3.7 L		SI	SI	SI
Bebida/cocina	15% (22l)	9		4% (5l)	SI	NO	SI
Lavandería	12% (17l)	8		12% (16l)	SI	NO	SI
Lavado de platos	10% (15l)	2		6% (8l)	SI	NO	SI
Uso externo	5% (7l)	4	116 L	15% (19l)	SI	SI	SI
Otros	1% (1l)	1					SI

Fuente: Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*.



TECNOLOGÍAS A APLICAR

El edificio sustentable puede brindar altos niveles de confort al usuario al mismo tiempo que representa ahorro de recursos, pero acompañado de tecnología, la eficiencia que se adquiere hace que el ahorro sea aun más representativo llevando al edificio a cierto grado de auto-sustentabilidad.

Existen varios campos donde la tecnología es aplicable, que se enumeran a continuación.

1. Producción de energía.

Introducción a las Energías Renovables.

Todos somos responsables del cambio climático y es nuestra responsabilidad trabajar para encontrar una solución. En el siglo pasado se vio como el consumo de los recursos no renovables de energía han causado mas daño al medio ambiente que cualquier otra actividad humana. La electricidad generada a partir de combustibles fósiles ha llevado a altas concentraciones de gases contaminantes en la atmósfera.

A más de los nocivos efectos, el precio del combustible aumenta sin freno. La razón es que la demanda excede a la oferta en millones de barriles por día y esta diferencia va en aumento.

La necesidad actual es la energía limpia, verde y sustentable. Ya no se puede aceptar la emisión de toneladas de dióxido de carbono en la atmosfera, ni tampoco se puede aceptar el alza constante del precio de combustible. El mito de que las reservas naturales son interminables ha sido desechado. Estamos rodeados de muchas fuentes de energía renovable, que están esperando a ser aprovechadas.

La energía renovable es la energía derivada de procesos naturales que tienen una frecuente reposición. Las fuentes renovables pueden evitar los problemas antes mencionados usando fuentes de energía que van a durar mas tiempo que la raza humana o que se regeneran constantemente. La mayoría de las fuentes de energía renovable son amigables con el medio ambiente, pueden evitar el calentamiento global reduciendo las emisiones de carbono y además permitir a las economías depender menos de políticas turbulentas con otras naciones.

Diferentes tipos de energía renovable.

El sol lleva brillando 5.000 millones de años y seguirá haciéndolo durante otros 6.000. Arroja sobre la tierra 4.000 veces más energía de la que podemos consumir en un periodo de un año.

Además de su propia capacidad para generar energía (energía solar térmica y energía solar fotovoltaica), el sol está en el origen de todas las energías renovables. Así, el calentamiento de la tierra y del agua provoca las diferencias de presión que dan origen al viento, fuente de la energía eólica. El sol es, a la vez, el agente principal del ciclo del agua, que convierte la evaporación de los océanos en lluvia y, por lo tanto, en el recurso de la energía hidráulica.

El sol, también, es el actor imprescindible del proceso de fotosíntesis y por ello origen principal de la energía que utiliza la biomasa.

En definitiva, el sol es la fuente de la vida en la tierra y debemos aprovechar su energía y las que, a partir de su influjo, la naturaleza transforma.

Así se resumen los diferentes tipos de energía renovable mas comunes según la página web: www.fuentesdeenergiarenovables.com



- Solar
- Eólica
- Geotermal
- Hidráulica
- Biomasa
- Hidrógeno
- Magnética

2. Manejo eficiente de la energía.

La visión del consumo de la energía en los edificios tiene varias vertientes. Su reducción representa un menor coste económico para los usuarios, una menor dependencia de fuentes limitadas, y una reducción de la contaminación vinculada a su producción.

2.1 Conservación de la energía.

Una buena generación o captación de energía puede desaprovecharse por completo si el edificio no tiene una alta capacidad de conservación de la energía. A mayor conservación menor necesidad.

Aislamiento térmico en cerramientos.

Un cerramiento aislado reduce a una cuarta parte las transferencias de calor que se producen a través de él. El aislamiento, aunque se ha convertido en una práctica habitual en nuestros edificios, debe avanzar en una mejor selección de los materiales, sus espesores y, fundamentalmente, su colocación. En la actualidad existen materiales aislantes adecuados para aislar por el exterior el cerramiento, para ser inyectados en las cámaras de aire, proyectados sobre superficies horizontales o moldeados para recubrir superficies horizontales. No debe haber, por tanto, ningún elemento no aislado.

Eliminación de puentes térmicos.

Casi un 20% de la energía que pierde un edificio se va a través de los

puentes térmicos. Resulta imprescindible, por tanto, poner en práctica medidas constructivas encaminadas a su eliminación o a reducir sus efectos como:

- Aislamiento por el exterior.
- Eliminación de hornacinas.
- Capialzados y carpinterías compactas.

Eliminación del riesgo de condensaciones intersticiales.

Las condensaciones intersticiales representan una pérdida evidente de la capacidad aislante de los materiales sobre los que se producen, que generalmente son los materiales aislantes; por ello es recomendable, para eliminar el riesgo de condensaciones intersticiales emplear materiales aislantes equilibrados, como el poliestireno extruído o el vidrio celular, colocarlos cerca de la cara fría o complementarlos con una barrera de vapor.

- Aislamiento por el exterior.
- Aislantes térmicos con barrera de vapor.
- Aislantes térmicos equilibrados higrotérmicamente.

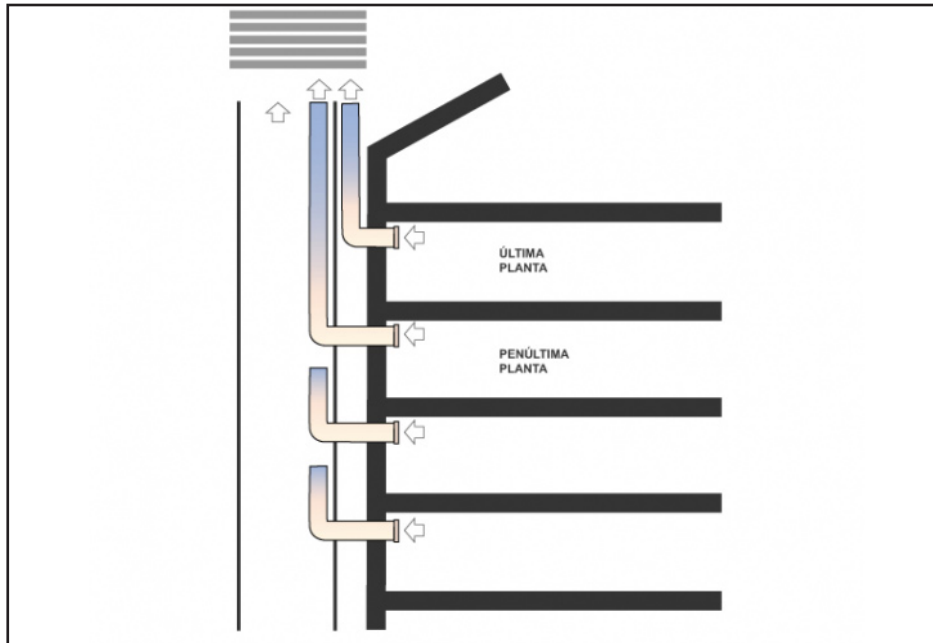
Ventilación higiénica controlada permanente.

En la actualidad más del 50% de los intercambios de energía entre un edificio y su entorno se producen por la renovación de aire. Con las mejoras del aislamiento, este porcentaje se incrementará. Pero dado que la renovación de aire es imprescindible para mantener unas condiciones del ambiente interior adecuadas, se debe proceder a una ventilación higiénica controlada, donde los intercambios correspondan exactamente a las necesidades.

- Sistemas de ventilación natural controlada a través del tiro natural en los cuartos húmedos (img 1.1).
- Sistemas de ventilación regulables.

Imagen 1.1

Esquema de ventilación a través de tiro natural

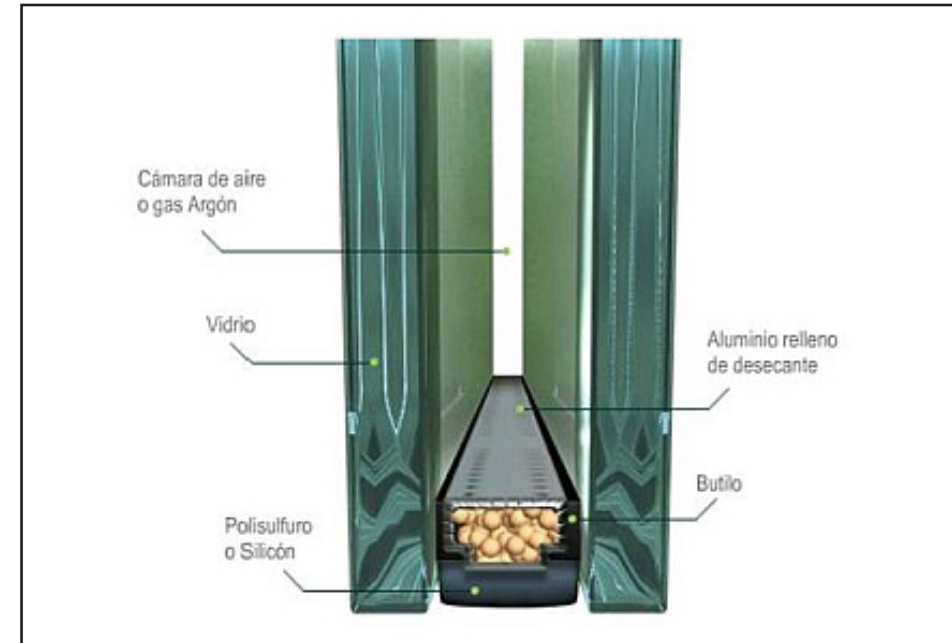
Fuente: <http://www.sisnova.com>

Vidrios y carpinterías.

En los cerramientos, los huecos acristalados representan los elementos térmicamente más débiles. Los vidrios aislantes son actualmente utilizados de forma generalizada, y dentro de esta categoría también pueden utilizarse los bajo emisivos, si las condiciones son las adecuadas, o para situación de alta radiación, combinando lunas (vidrios) convencionales con lunas reflectantes o coloreadas. Las carpinterías pueden convertirse en los puentes térmicos de las ventanas si no se cuidan eligiendo aquellas suficientemente aislantes: PVC, aluminio con ruptura de puente térmico, madera o poliuretano. Igualmente, la hermeticidad de la carpintería evitará descontrolar el posible sistema de ventilación controlada; por ello, debe haber un cuidado especial en su selección.

Imagen 1.2

Ejemplo de ventana aislante

Fuente: <http://www.solarescalafera.com/es>

- Vidrios aislantes y bajo emisivos.
- Vidrios coloreados o reflectantes.
- Carpinterías aislantes.
- Carpinterías de alta hermeticidad.

2.2 Captación, acumulación y aprovechamiento de las energías naturales.

Los sistemas pasivos y activos de aprovechamiento de las energías renovables se basan en tres principios: la captación de la energía (calor o frío), su acumulación y su correcto aprovechamiento gracias a una adecuada distribución. El edificio en sí mismo, o los dispositivos mecánicos que se añadan, deben cumplir esas funciones.

Acumulación de la energía.

Las energías naturales utilizadas en los sistemas bioclimáticos son claramente cíclicas, generando altos picos de energía en momentos puntuales y su ausencia total en otros. El recurso básico para reducir el golpe de energía y permitir su disfrute durante un período prolongado de tiempo es acumulándola según se capta. Un edificio con dispositivos bioclimáticos de captación de energía, sin ningún sistema de acumulación, tiene un funcionamiento interno peor que otro edificio convencional sin ningún tipo de captación. En los sistemas bioclimáticos la acumulación debe hacerse fundamentalmente en los elementos estructurales y constructivos del edificio, optimizando de este modo su empleo.

- Aislamiento térmico por el exterior (img 1.3).
- Empleo de materiales con difusividades térmicas altas (alta velocidad de calentamiento), como piedra, metales, cerámica.
- Empleo de materiales con efusividades altas (alta capacidad de acumulación), como piedra, metales, cerámica (img 1.4).
- Empleo del agua como acumulador de calor (img 1.5).

Orientación.

La orientación de los dispositivos de captación y del edificio en general está vinculada a la energía que se pretende captar. Si se trata de la radiación solar, la orientación más adecuada para su mejor captación durante el invierno y para evitar efectos perjudiciales en el verano, en latitudes septentrionales es la sur y en latitudes australes la orientación norte, mientras que en latitudes que se encuentran cerca de la línea ecuatorial la orientación correcta es la este-oeste. Si la captación es de viento, los dispositivos más eficaces son los orientados a vientos dominantes; pero dado que también es posible un adecuado funcionamiento con otras orientaciones, una combinación de radiación y ventilación es conveniente.

Imagen 1.3

Aislamiento exterior.

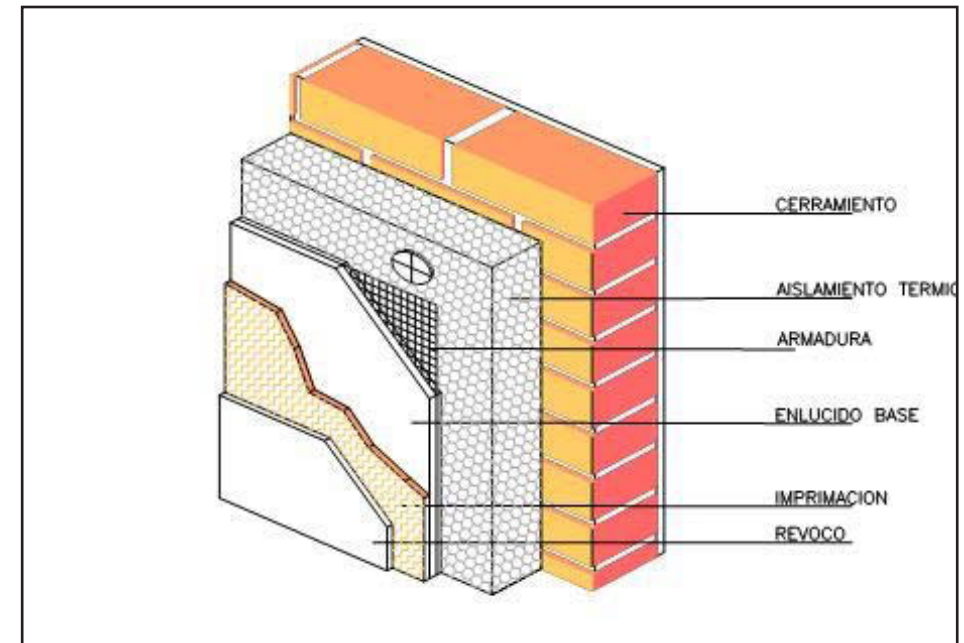

Fuente: <http://www.arquidia.com>

Imagen 1.4

Piedra, cerámica, metal

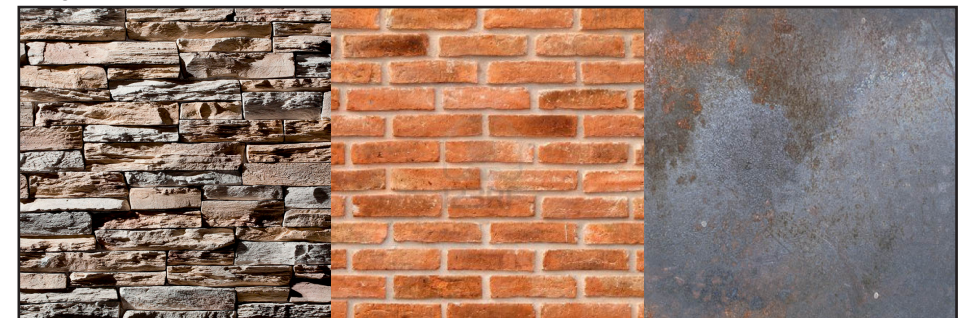
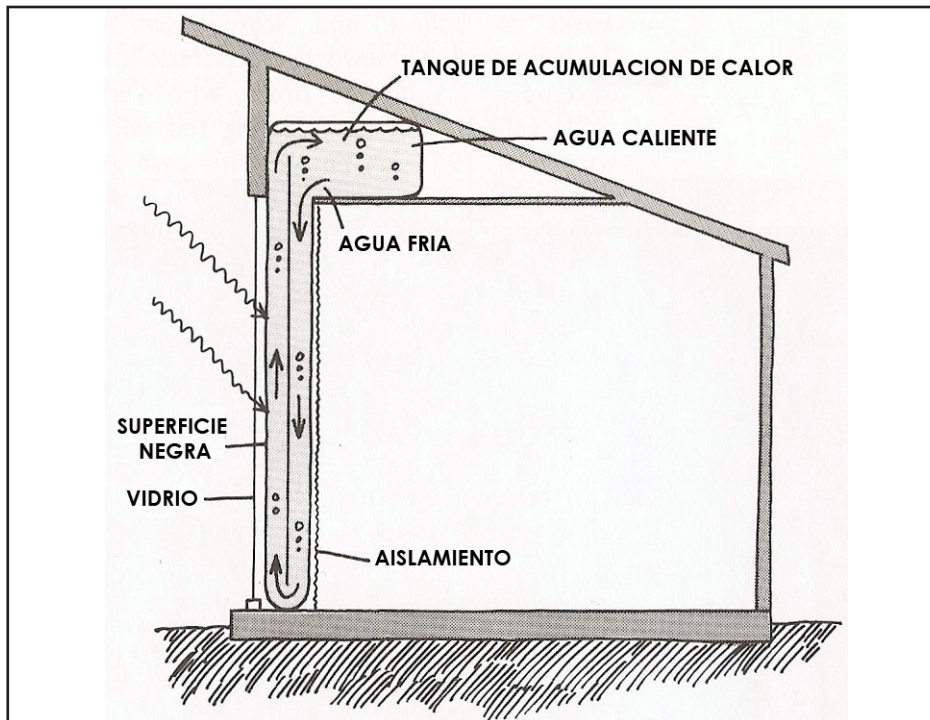

Fuente: [google images](https://www.google.com/search?q=google+images).

Imagen 1.5

Esquema de muro de agua acumulador de calor

Fuente: *google images*.

- Huecos acristalados y fachadas largas al sur (latitudes septentrionales).
- Huecos acristalados y fachadas largas al norte (latitudes australes).
- Huecos acristalados y fachadas largas al este y oeste (latitudes centrales).

Cubiertas.

Una cubierta plana recibe el 100% de las horas de sol de un día. En verano, además, los rayos que inciden sobre ella en los momentos de máxima irradiación lo hacen de una forma muy

perpendicular. Las cubiertas ventiladas o vegetales del tipo ecológico (de escaso espesor, con especies autóctonas, sin mantenimiento y con un consumo de agua mínimo) eliminan los efectos del sobrecalentamiento sobre la cubierta, por lo que, en climas calurosos y con alta radiación solar, es conveniente añadir al aislamiento de la cubierta alguno de estos sistemas.

- Ventiladas (img 1.6).
- Ecológicas (img 1.7).

Ventilación natural.

La estrategia fundamental en condiciones de verano es la ventilación. Por ello, la estructura del edificio debe facilitar la ventilación natural. Los elementos básicos serían las ventanas opuestas para permitir la ventilación cruzada. Si se desean sistemas más eficaces, por su capacidad o por su control, se pueden emplear chimeneas solares u otros sistemas que funcionen con el calentamiento solar o con el viento. En resumen:

- Estructura interior que facilite la ventilación cruzada (img 1.8).
- Locales grandes en esquina.
- Chimeneas solares de ventilación (img 1.9).
- Dispositivos de recalentamiento.

Dispositivos pasivos específicos de captación solar.

Al margen de los sistemas de captación directa (ventanas y ventanales), los sistemas de captación de energía pueden optimizarse empleando dispositivos específicos más eficaces, como galerías acristaladas, en las que la distribución del aire se hace creando un óptimo lazo convectivo. El más conocido sería el muro trombe, pero la integración es mayor si se emplean galerías o terrazas, en los que, gracias al acristalamiento, se produce efecto invernadero (img 1.10).

- Galerías con lazo convectivo.
- Falsos invernaderos con lazo convectivo.



Ejemplo de cubierta ventilada



Ejemplo de cubierta ecológica



Ejemplo de ventilación cruzada

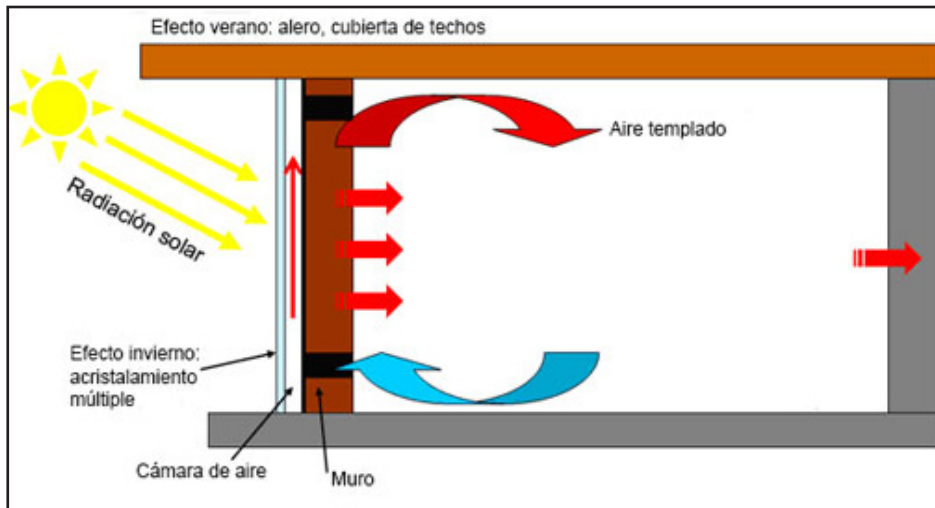


Ejemplo de chimenea solar



Imagen 1.10

Esquema de Muro Trombe



Fuente: <http://www.solucionesespeciales.com>

Dispositivos activos específicos de captación solar.

Como complemento energético a los dispositivos pasivos, los sistemas activos de captación de energía pueden aportar una cantidad y un tipo de energía que no se podría obtener en otras circunstancias. Si se trata de obtener agua caliente para la calefacción o para agua doméstica, se deberán utilizar colectores planos. Si se desea obtener directamente electricidad se deberán utilizar paneles fotovoltaicos o pequeños aerogeneradores. Dado que estos últimos dispositivos se encarecen por la necesidad de las baterías de acumulación, resultan más rentables las instalaciones conectadas a red.

- Colectores planos de agua caliente.
- Paneles fotovoltaicos.
- Aerogeneradores domésticos

2.3 Equipos de acondicionamiento.

Uno de los puntos más significativos de consumo de energía en el edificio es el sistema de acondicionamiento. Ya se trate de calefacción o de refrigeración, el consumo suele ser muy elevado en cualquier circunstancia. Por ello, el empleo de equipos de generación de calor o de frío con alto rendimiento, dentro de instalaciones adecuadas y dimensionadas correctamente, ahorrará mucha energía.

Cálculo de cargas.

Para un diseño correcto del sistema es fundamental proceder a un preciso y correcto cálculo de cargas térmicas. Si la instalación está subdimensionada no cumplirá con su función acondicionadora, pero si está sobredimensionada se incrementarán notablemente los gastos de instalación y de explotación energética, ya que en cualquier equipo al trabajar a potencia parcial se empeora su rendimiento. Los métodos de cálculo de cargas más precisos se basan en las simulaciones energéticas. El empleo de simuladores permitirá obtener una estimación de cargas muy precisa e interactuar con el diseño del edificio y de la instalación.

- Métodos de simulación.

Elección del sistema.

Previamente a proceder a la elección del sistema es necesario analizar la ubicación y el funcionamiento del edificio. Esto permitirá descartar los sistemas menos adecuados (bombas de calor en climas extremadamente fríos) o seleccionar otros adecuados (recuperadores de calor en edificios en zonas térmicamente muy diferenciadas o que movilicen grandes caudales de aire).

- Análisis de la ubicación del edificio.
- Análisis del uso del edificio.
- Análisis del funcionamiento del edificio.
- Análisis de las necesidades del edificio.



Fuentes energéticas adecuadas.

La energía eléctrica, a pesar de la comodidad de uso, debe descartarse por completo para la calefacción, ya que su bajo rendimiento total, entre un 25 y un 30%, sólo la hace apta para su uso en los motores que precisen las enfriadoras o climatizadoras, para las que hay escasas alternativas lógicas. La otra aplicación alternativa de la electricidad está en los generadores de calor por efectos termodinámicos, como las bombas de calor. Los sólidos, concretamente los carbones, deben igualmente descartarse por la alta contaminación que generan. Son en general sustancias que no queman completamente, produciendo volátiles contaminantes, y que producen gran cantidad de sulfatos, lo que termina por convertirse en lluvia ácida. Los líquidos están reducidos al gasóleo de calefacción, que es menos contaminante, por lo que se convierte en más adecuado, aunque tiene el problema del almacenamiento.

Finalmente los gaseosos, de los que el más habitual es el gas natural. Es en parte menos contaminante que el gasóleo C (genera menos monóxido de carbono) pero también más productor de óxidos de nitrógeno. Resulta el más cómodo, al estar canalizado.

- La electricidad para los enfriadores y climatizadoras.
- La electricidad en las bombas de calor.
- El gasóleo C.
- El gas natural.

Equipos de calefacción.

Los equipos más habituales para la calefacción son las calderas. De entre ellas las óptimas son la de baja temperatura y las de condensación. Las primeras, porque en ellas las pérdidas son menores al trabajar en un rango inferior al de las convencionales. Las segundas porque aprovechan parte de la energía que se pierde con los humos y con el vapor de agua de la combustión. Pueden tener un rendimiento que supere el 100% del poder calorífico inferior del combustible. Las bombas de calor, si las

temperaturas del ambiente exterior no son muy bajas, permiten obtener rendimientos (COP) de más de 4, lo que quiere decir que producen 4 kWh térmicos consumiendo 1 kWh eléctrico. Eso las convierte en el aparato de calefacción más interesante, con los costes de explotación energética más bajos, aunque con importantes gastos de implantación. Los sistemas de recuperación del calor residual que se pierde en el edificio, si la cantidad de energía es importante, son rentables. El caso máximo se encuentra en los sistemas de cogeneración eléctrica, que pueden aprovechar grandes cantidades de calor residual para la calefacción o la preparación del agua caliente sanitaria.

- Calderas de baja temperatura.
- Calderas de condensación.
- Bombas de calor (img 1.11).
- Recuperadores de calor.
- Cogeneración.

Equipos de refrigeración.

Resulta muy difícil emplear energías renovables en la refrigeración. No obstante es sencillo emplear la recuperación de calor para producir frío mediante equipos de trigeneración energética. Otras alternativas interesantes son los sistemas evaporativos. En aquellas zonas que no sean particularmente húmedas, y si no se necesitan grandes precisiones en las condiciones del aire tratado, los sistemas evaporativos pueden ser altamente eficaces, ya que consumen agua, y la poca energía que necesitan los ventiladores para mover el aire.

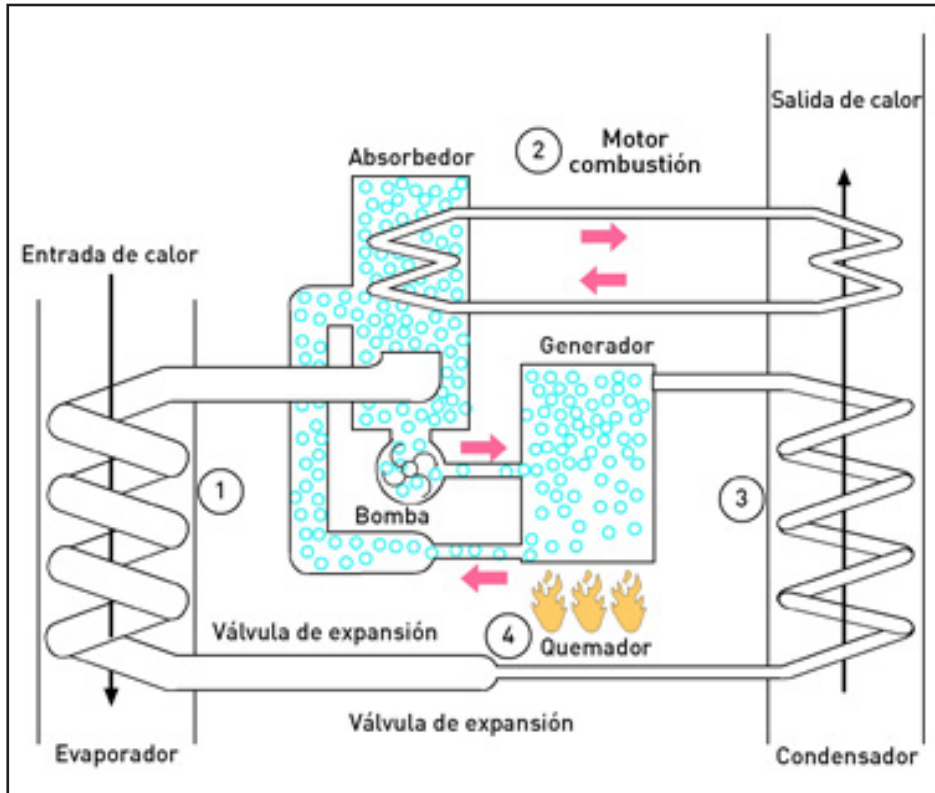
- Recuperadores de calor con sistemas de trigeneración.
- Sistemas evaporativos.

2.4 Otros equipos y sistemas energéticos de alta eficacia.

Una parte de la energía que consume el edificio se pierde por la ineficacia de los sistemas de generación, consumo o distribución de la misma.

Imagen 1.11

Esquema de bomba de calor

Fuente: <http://www.forofrio.com>

Alumbrado.

La mejora de lámparas y luminarias puede ahorrar mucha energía, si se emplean lámparas de bajo consumo o luminarias de alta eficacia. Un correcto proyecto de alumbrado dará lugar a la mejora definitiva.

- Lámparas de bajo consumo.
- Luminarias de alta eficacia.

Electrodomésticos de cocina.

La mejora de los electrodomésticos puede ahorrar mucha energía. En la actualidad el electrodoméstico más consumidor es el frigorífico; los de alto aislamiento pueden reducir las pérdidas en los momentos en los que se encuentre cerrado. Los lavavajillas, las lavadoras y las secadoras tienen su mayor gasto en el empleo indiscriminado, independientemente de la carga, y en el empleo de energía eléctrica. Los actuales aparatos de gas (agua caliente calentada con gas) optimizan el uso de la energía. Entre las cocinas eléctricas, las vitrocerámicas de inducción emplean energía únicamente cuando se cierra un circuito entre la cocina y la olla o sartén; de este modo el uso de la energía está igualmente optimizado.

- Frigoríficos del alto aislamiento.
- Lavavajillas, lavadoras y secadoras con detección de carga.
- Lavavajillas de bajo consumo energético (con agua caliente a gas).
- Lavadoras de bajo consumo energético (con agua caliente a gas).
- Cocinas vitrocerámicas de inducción.

2.5 Sistemas de regulación y control integrados.

Cada vez resulta más importante la incorporación de la domótica en el control integral de los sistemas de acondicionamiento y consumidores de energía en general. De este modo se optimizará el empleo de una estrategia pasiva de acondicionamiento o un dispositivo de iluminación natural.

Sistemas de acondicionamiento.

Los sistemas pasivos de acondicionamiento, combinados con equipos convencionales, serán eficaces si un sistema de regulación y control acciona los sistemas convencionales sólo en los momentos



en los que sean necesarios. Un sistema de diferenciación zonal resulta imprescindible, ya que las energías renovables, sol o viento, pueden actuar muy sectorialmente, y ser preciso el sistema convencional en un área de la casa y suficiente el sistema pasivo en otra. Los sistemas automáticos también pueden mejorar el rendimiento de los sistemas pasivos en sí mismos. Un temporizador puede elevar o bajar una persiana según la hora del día, o hacerlo en función de un sensor de radiación solar. La apertura de un hueco de ventilación o el accionamiento de un ventilador puede estar en función del análisis de las condiciones de aire exterior en relación a las condiciones interiores.

Sistemas de alumbrado.

Un fotómetro puede indicarnos cuándo deben elevarse las ventanas y cuándo debe encenderse el alumbrado artificial. Éste, a su vez, puede regular su potencia en función de las necesidades.

Sistemas integrados.

Los sistemas domóticos integrarán todos estos funcionamientos y optimizarán el consumo energético global.

3. Manejo del agua.

Todos sabemos que el agua es esencial para la vida, su presencia y sus características permitieron la evolución en este planeta. Sin el agua no hay vida, es nuestro recurso más precioso y debe tratarse como tal.

El 97 % del agua de nuestro planeta está en los océanos en forma de agua salada. Del 3% de agua dulce que existe en el planeta, casi toda está almacenada en los mantos acuíferos profundos, en hielo y nieve permanente, en los grandes lagos y ríos; Menos del 1% de toda el agua dulce se encuentra en la atmósfera y de esta manera está disponible como agua de lluvia.

3.1 Uso eficiente del agua.

Edificios sostenibles en términos de agua:

Los edificios deben optimizar el uso del agua, tanto en aquellas zonas donde la falta de agua pueda representar un problema, como en aquellas donde siendo suficiente, su depuración y potabilización representan un alto coste social.

Empleo de sanitarios más eficaces.

El gasto de agua se puede optimizar si los sanitarios se fabrican y usan correctamente. El empleo de atomizadores reduce el consumo de agua en los grifos, las cisternas de doble descarga reducen el agua necesaria para el arrastre de desperdicios y los electrodomésticos inteligentes reducen, igualmente su consumo de agua. Por otro lado, si se utiliza una red separativa de pluviales y aguas sucias interiores, se pueden utilizar las aguas de lluvia en algunos cometidos, como las cisternas.

- Atomizadores de alta eficacia.
- Cisternas de doble descarga.
- Redes separativas.
- Empleo de electrodomésticos más eficaces. El gasto de agua se puede optimizar si los electrodomésticos se fabrican y usan correctamente.
- Lavavajillas inteligentes de bajo consumo de agua.
- Lavadoras inteligentes de bajo consumo de agua.

3.2 Reciclaje del Agua.

¿Qué son las aguas grises?

Toda el agua que se ha usado en la casa, excepto la de los sanitarios, se llama agua gris. Agua de la regadera, del lavabo, del lavamanos, de la lavadora, de lavar los platos y del uso en la cocina en general, compone entre 60 y 80% de toda el agua de



desecho de una casa familiar. Esta agua puede ser reciclada para otros propósitos, especialmente para irrigación del paisaje.

¿Qué son las aguas negras?

Agua que contiene materia fecal, puede ser de humanos o de animales, se llama agua negra. Por ser portador a de bacterias patógenas dañinos para el humano, necesita de un tratamiento previo para eliminar estas bacterias, antes de ser reciclada. También las aguas grises estancadas se convierten en aguas negras después de aproximadamente 24 horas. En una casa familiar generalmente es nada más el agua de los sanitarios convencionales con excusado de agua, sin embargo al mezclarse con las aguas grises en la mayoría de los drenajes, toda el agua de una casa se convierte en agua negra.

En el contexto de una casa familiar conviene separar las instalaciones de plomería:

Una instalación será para drenaje y tratamiento de "aguas grises" y otra para las "aguas negras", si es que hay agua. (No se producen aguas negras utilizando sanitarios secos o composteros).

¿Por qué reutilizar las aguas grises?

Es un desperdicio irrigar jardines, huertos y árboles con grandes cantidades de agua potable, cuando las plantas pueden prosperar con agua previamente utilizada, que contiene pequeñas cantidades de composta, grasa y minerales. Los beneficios de reutilización de agua gris incluyen:

- Menos uso de agua potable.
- Menos carga para los ríos, lagos y arroyos, las plantas de tratamiento y las fosas sépticas.
- Tratamiento de aguas grises en el suelo es altamente eficiente.
- Posibilidad de implementarse en muchas áreas donde no se puede realizar un tratamiento convencional.

- Recarga de los mantos acuíferos.
- Posibilidad de sembrar y mantener plantas aun en tiempos de sequía.

3.3 Captación de agua de lluvia.

Se puede captar agua de techos, balcones, plazas, caminos, carreteras, rocas grandes y superficies impermeables.

Las lluvias en zonas áridas tienden a suceder de manera errática y extrema, a lo mejor, caen nada más cuatro o cinco aguaceros fuertes al año, pero si la precipitación es muy alta la podemos aprovechar para abastecernos de agua limpia. (Consumo humano).

Ventajas de agua de lluvia.

- Es la más limpia, "destilada" por el sol y las nubes.
- Es agua potable, si la cosechamos, almacenamos y filtramos cuidadosamente.
- Esta accesible en cualquier lugar donde hay lluvia.
- No se necesitan muchas tuberías, bombas caras, ni filtros sofisticados para cosecharla.

Conservación.

- Para guardar el agua de lluvia, se necesitan cisternas y contenedores, con suficiente capacidad que requiera el programa.
- Se necesita mucha superficie impermeable, así como espacio debajo de ellas, para ubicar las cisternas y llenarlas por gravedad.
- Para evitar, que el agua se pudra o se llene de mosquitos, las cisternas tienen que estar selladas y protegidas de la entrada de luz, viento, polvo y animales.

Si es que el agua lluvia es filtrada correctamente puede ser apta para el consumo humano, y si no, es útil para el uso en inodoros y jardinería.



4. Contaminación y medio ambiente.

Gases.

La contaminación gaseosa que puede generar un edificio de viviendas es en función de la combustión vinculada al acondicionamiento: las calderas individuales o colectivas para calefacción o agua caliente sanitaria. La reducción de la dependencia energética del edificio, mediante el empleo de sistemas que aprovechen las energías naturales, limitará este tipo de contaminación.

Líquidos.

El agua doméstica, una vez empleada, se convierte en aguas negras o grises que salen del edificio como una nueva forma de contaminación. El empleo de sistemas de consumo de agua eficaces, como los electrodomésticos que ajustan el consumo de agua a la carga del aparato, o las cisternas de doble descarga, reducen el consumo. La autodepuración primaria de las aguas permitiría su reutilización para el riego y la reducción del caudal contaminante.

Sólidos.

Los residuos sólidos urbanos en muchas ocasiones acaban en vertederos incontrolados provocando la acidificación del suelo y la contaminación de aguas subterráneas. La solución más efectiva sería reducir el consumo de productos desechables y proceder al reciclado de los mismos. Para ello es imprescindible el empleo de estructuras y dispositivos interiores que faciliten el reciclado de basuras mediante redes de recogida separativas. Por otro lado si se emplean materiales reciclables o reciclados en el proceso de construcción, o en cualquier fase de consumo, se estará reduciendo la cantidad de materia prima nueva que se incorpora al proceso de recuperación y tratamiento.

4.1 Aprovechamiento de los residuos orgánicos.

A partir de la separación de desechos, se pueden aprovechar los desechos orgánicos para la producción de biogás.

Biogás.

El biogás es una mezcla de gases cuyos principales componentes son el metano y el bióxido de carbono, el cual se produce como resultado de la fermentación de la materia orgánica en ausencia del aire, por la acción de un grupo de microorganismos.

Digestores de biogás.

Se llama digestores a los depósitos en los que tiene lugar la digestión anaerobia. A grandes rasgos se pueden definir como recipientes que han de permitir la carga y descarga de materiales y poseer un sistema de recogida del gas que se forma. A la hora de diseñar el digestor hay que tener en cuenta lo siguiente:

- La cantidad de materia a digerir.
- El contenido en sólidos de la misma.
- La digestibilidad de dicha materia, es decir su capacidad para ser degradada.
- La frecuencia con la que se va a alimentar el digestor.
- Los sistemas auxiliares y los de medida y control.

Las dos características fundamentales del digestor van a ser su tamaño y su tipo. La primera de ellas, el tamaño, va a estar condicionado por:

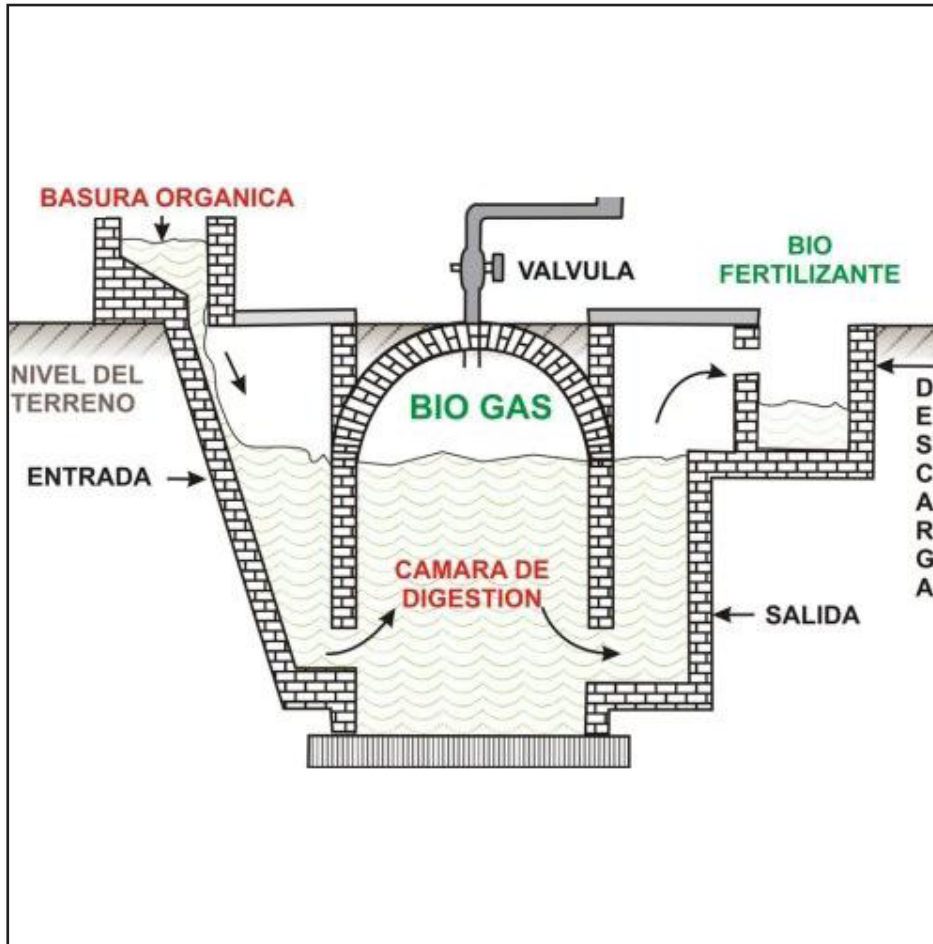
- La concentración de sólidos volátiles, es decir el contenido de material biodegradable en la alimentación.
- La velocidad de alimentación: cantidad de sólidos volátiles por unidad de volumen que entra en el digestor por unidad de tiempo.

- El tiempo hidráulico de retención.

En cuanto a los tipos, existe una gran variedad. Las características especiales de cada uno lo hacen ventajoso frente a los demás según sean las características de la materia a degradar.

Imagen 1.12

Esquema de digestor de biogás



Fuente: <http://www.biodisol.com>

Productos obtenidos de la digestión anaeróbica.

El principal producto obtenido en la digestión anaerobia es el biogás. Su composición depende tanto de cómo se ha desarrollado el proceso como del sustrato utilizado. Generalmente, la biomasa vegetal produce mayores cantidades de biogás; sin embargo, el contenido en metano del mismo es menor que en el caso de la de origen animal, por lo que se reduce su poder energético. El biogás no es un combustible de gran potencia, sin embargo, puede sustituir al gas ciudad con ventaja y tras ser purificado puede usarse como gas natural o como metano.

Las principales formas de aprovechamiento son: su combustión directa como fuente de calor (cocina, alumbrado,...); la combustión en calderas de vapor convencionales y como calefacción en general; y la combustión en motores alternativos de combustión interna para generar electricidad.

ANÁLISIS DE EJEMPLOS DE EDIFICIOS SUSTENTABLES.

1. EDIFICIO “HEMICICLO SOLAR”, MÓSTOLES, MADRID. RUIZ- LARREA & ASOCIADOS



Imagen 1.13



Imagen 1.14

1.1 Emplazamiento, forma y orientación.

El edificio, todo un icono de arquitectura bioclimática, es un bloque unitario, orientado al Sur que, además, sirve de remate urbano al trazado visual del eje longitudinal que estructura el nuevo ensanche de Móstoles Sur. Provisto de una ligera curvatura, aumenta el aprovechamiento energético de la captación de radiación del Sol a modo de un hemiciclo solar.

El bloque, un volumen nítido, limpio y sereno, alberga en su interior y manifiesta en su exterior una estructura orgánica que responde a las solicitudes programáticas, estéticas y energéticas.

El edificio se plantea como un centro habitacional pero también como una arquitectura cívica dotada de espacios comunes generosos y un marcado carácter simbólico. La estrategia arquitectónica general del proyecto pretende llegar a una solución formal que integre los aspectos cívicos, programáticos, funcionales y ecológicos, aunándolos orgánicamente.

La geometría impuesta por la normativa dificultaba cualquier disposición que quisiera trabajar con el clima de una forma favorable debido, fundamentalmente, a dos motivos: la crujía profunda obligaba a distribuir las viviendas con configuraciones no pasantes y la disposición en L generaba sombras auto arrojadas, efecto éste que, combinado con la única orientación, generaba una situación en la que tan sólo el 15% de las viviendas tendría una orientación adecuada y escasamente el 5% la posibilidad de ventilarse de manera cruzada. De modo que finalmente se llevó a cabo la característica forma de este singular edificio.

Desde la carretera de acceso se visualiza la muralla de protección contra el ruido del tráfico rodado que se ha hecho aprovechando la tierra extraída del vaciado del aparcamiento.

Del mismo modo, para minimizar el efecto isla de calor (diferencia de temperatura entre las zonas urbanizadas y las que no), en la zona circundante del edificio, se ha utilizado un pavimento poroso con baja capacidad de absorción de energía y se han plantado árboles de hoja caduca.

Dicha muralla, sirve además para situar las chimeneas de captación de viento. La vegetación que las recubre ayuda a dar humedad y a una

primera bajada de temperatura del aire. El edificio también dispone de una cubierta vegetal con lo que se ayuda a recuperar la huella ecológica que el mismo ha dejado en la parcela. En la misma, hay varias placas solares para la producción de agua caliente sanitaria.

Como reza la memoria, el zócalo separa los usos públicos y privados permitiendo, a la vez, que la planta baja funcione como un verdadero filtro en el espacio público de la plaza y las zonas verdes orientadas al norte y así los locales comerciales pueden gozar de una interesante doble orientación, un espacio público con un escala apropiada, protegido de la lluvia en invierno y del Sol en verano por una marquesina recubierta, en su parte superior, por paneles colectores.

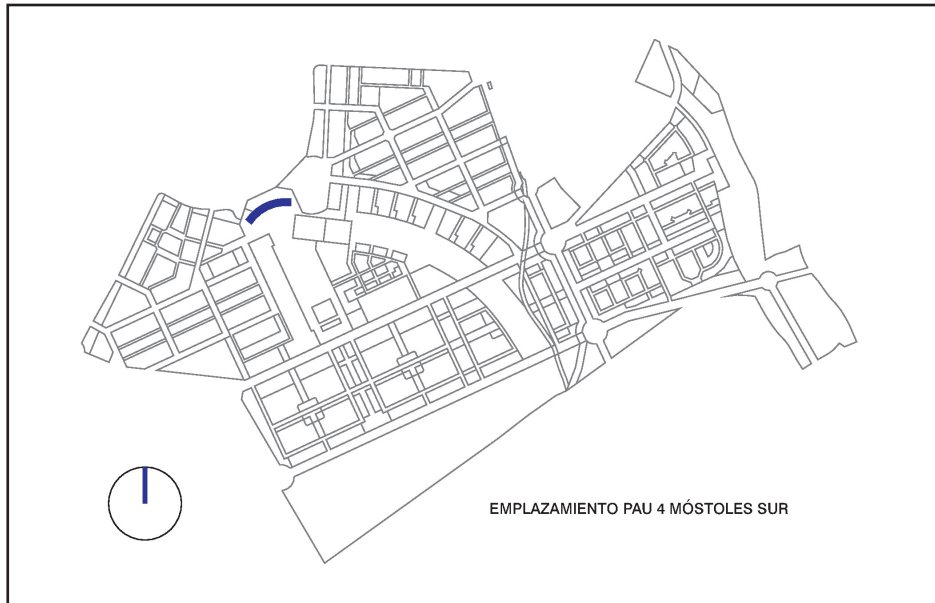


Imagen 1.15

Emplazamiento.

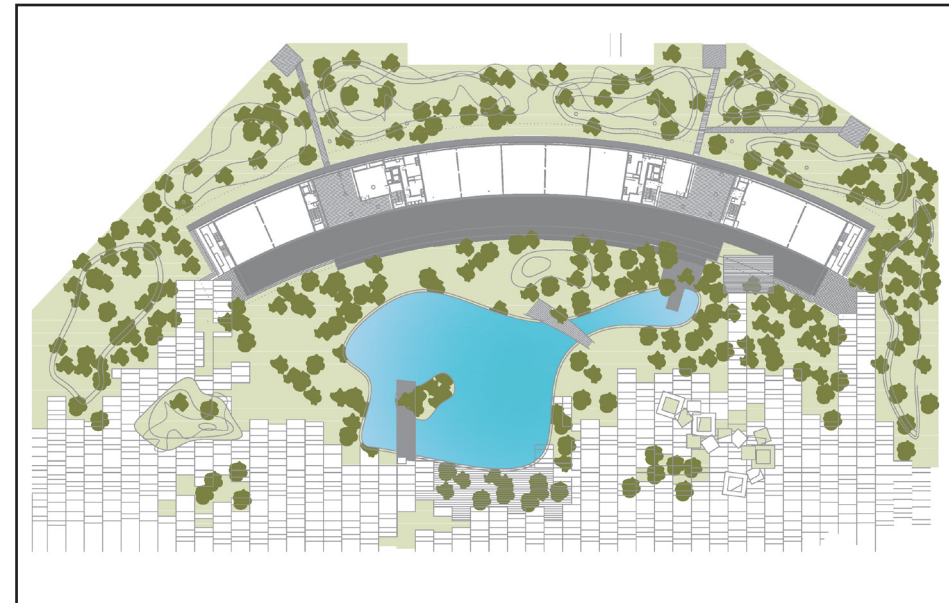
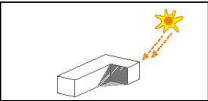
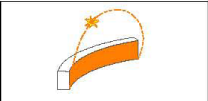
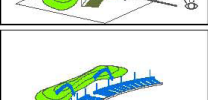
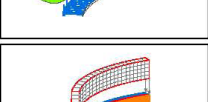
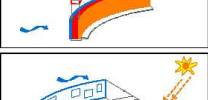
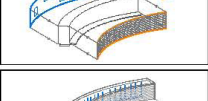
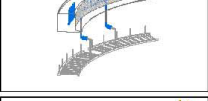
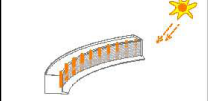
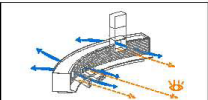


Imagen 1.16

Emplazamiento.

- 
 - El volumen edificatorio propuesto en la normativa impide la ventilación cruzada y el soleamiento adecuado.
- 
 - Se modifica la normativa y se propone un volumen en forma de hemicíclo solar que garantiza una óptima orientación. Se reduce la crujía para permitir viviendas pasantes.
- 
 - El vaciado del aparcamiento se utiliza para generar una topografía (microclima y acústica). El hemicíclo solar se sitúa perpendicular al eje urbano. Se recupera la huella ecológica en la cubierta vegetal.
- 
 - Se dispone un sistema de intercambio aire-tierra con una red en peine de conductos enterrados a una profundidad media de 4m. Las bocas de captación toman el aire de la zona arbolada y en sombra.
- 
 - Las viviendas se sitúan entre dos colchones (norte y sur) de captación y protección.
- 
 - La envolvente sur se especializa con una solución constructiva de celosías. La envolvente norte se especializa con una solución constructiva de paneles de policarbonato.
- 
 - El aire enfriado de manera natural es impulsado mecánicamente a través de las UTAs y dirigido hasta las viviendas mediante una red vertical de conductos que entregan el aire a las viviendas a través de un sistema de rejillas y aireadores.
- 
 - La extracción del aire viciado se apoya en un sistema de chimeneas solares.
- 
 - Se vacía o se complementa el volumen edificatorio. Estos vacíos favorecen la ventilación y permiten enriquecer el volumen con espacios públicos.
- 
 - El vaciado parcial del zócalo favorece la ventilación y el flujo de personas por el espacio público de la plaza.

1.2 Distribución Interior.

Las viviendas son pasantes y por lo tanto todas disfrutan de una orientación adecuada, todo esto como resultado de la reducción de la crujía hasta los 11 m. Así se conecta su geometría a los sistemas pasivos de ahorro energético, que facultan en el verano la ventilación natural cruzada a través de las mismas por la captación de vientos frescos, por las aberturas en sus fachadas opuestas y además se proporciona a todas las viviendas de una galería sur para la captación de la radiación solar durante el invierno. La agrupación de las viviendas se matiza en planta por la irrupción de los núcleos de comunicación, las zonas comunes asociadas a ellos y otros espacios cívicos –algunos en doble altura–, cuya repetición forma un ritmo que se manifiesta de una manera natural en la fachada, genera jardines y plazas de relación en distintas alturas del edificio.

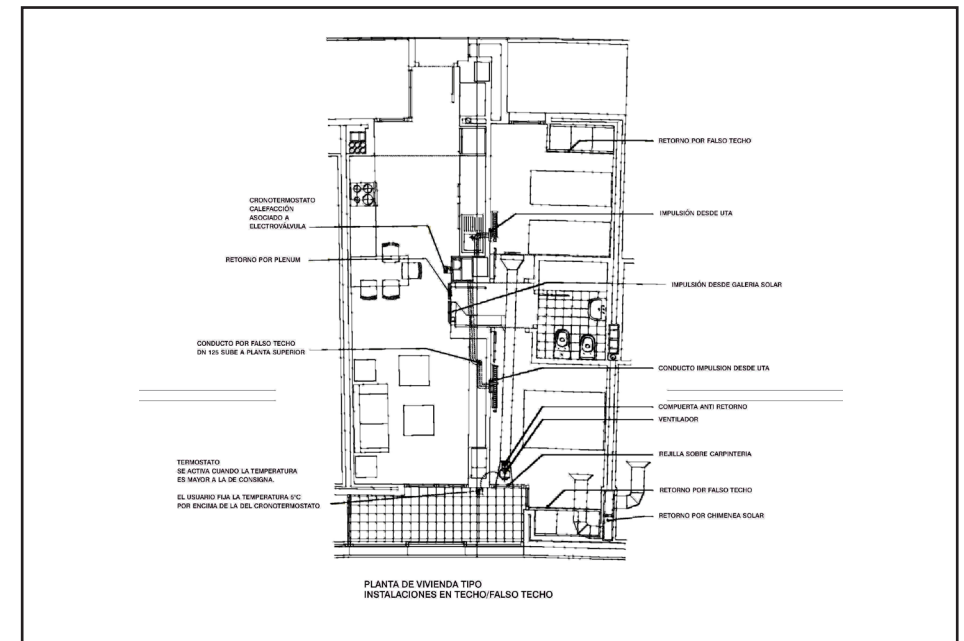


Imagen 1.17

Planta de vivienda tipo.

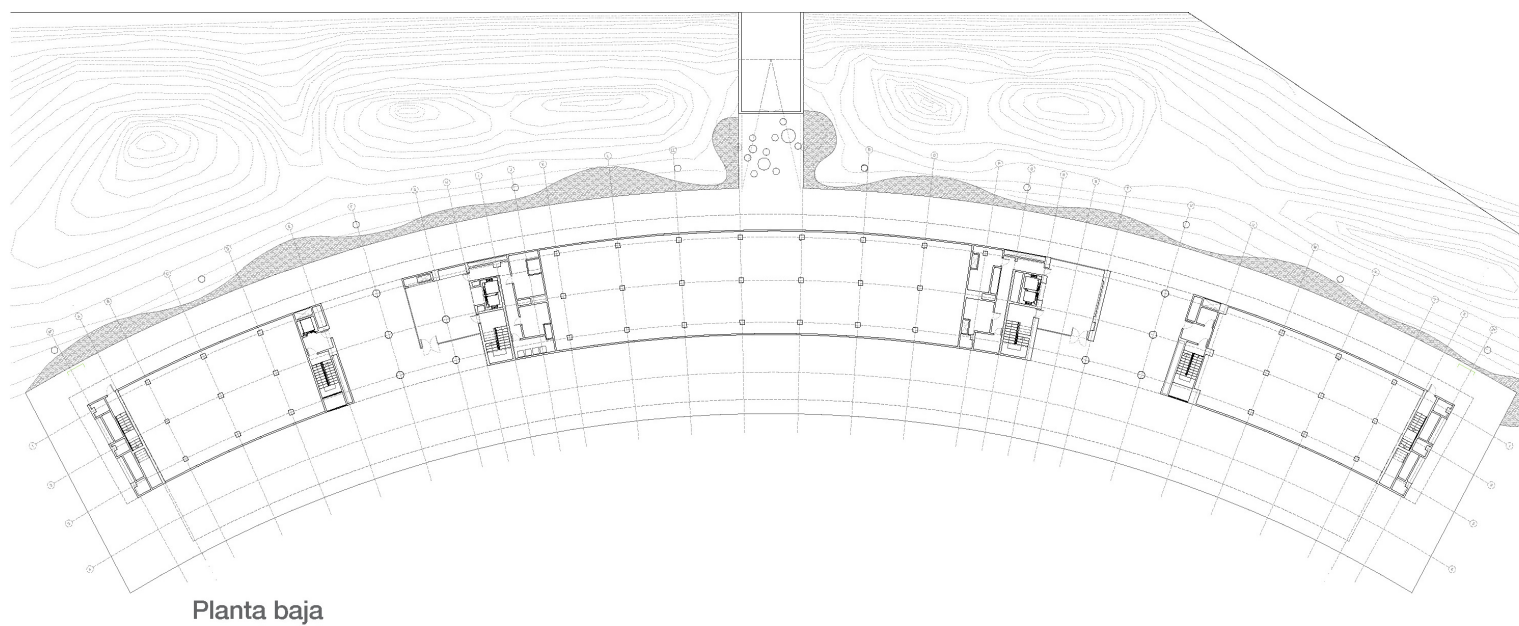
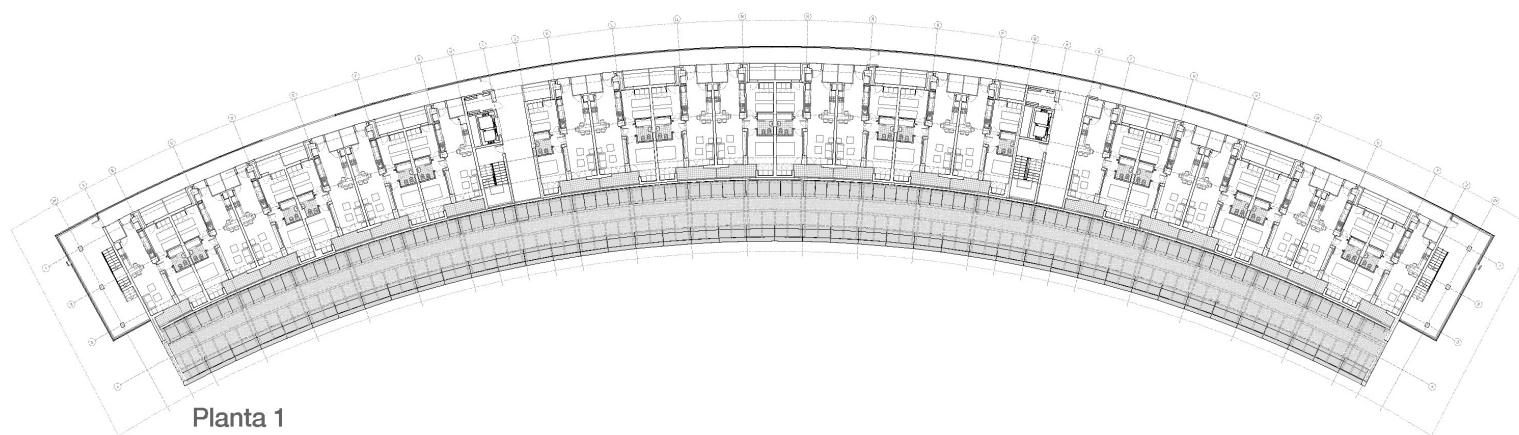


Imagen 1.18

Planta baja - Planta alta 1.

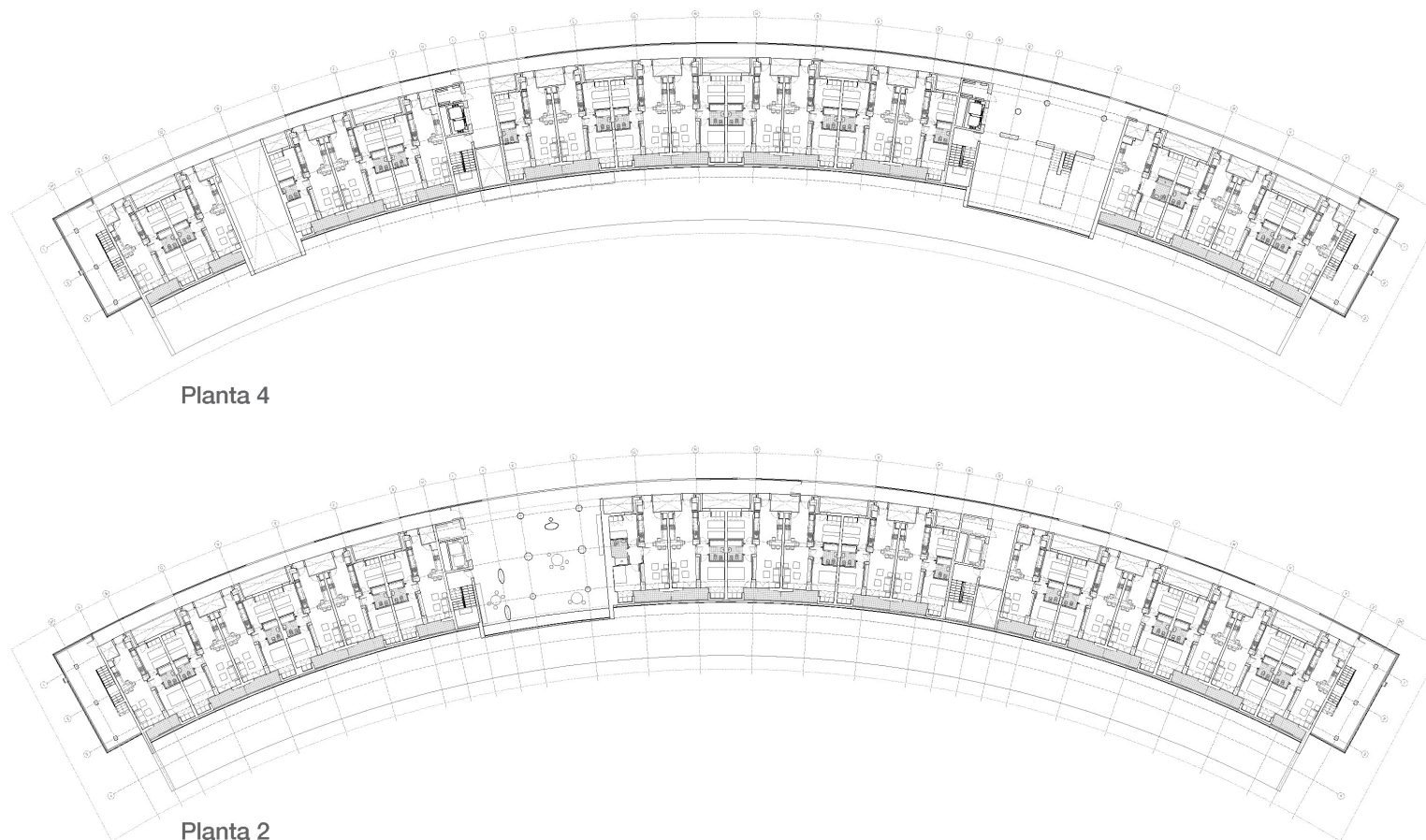


Imagen 1.19

Planta alta 2 - Planta alta 4.

El corredor orientado al Norte permite optimizar el número de núcleos de comunicación de todo el edificio pero, a la vez, actúa como colchón térmico de la fachada Norte; la galería orientada a Sur funciona como una verdadera caldera natural pero, a la par, constituye una reinterpretación del mirador acristalado madrileño; las tres zonas comunes que perforan verticalmente las plantas cumplen una indudable función cívica de intercambio social pero son también importantes áreas ajardinadas que favorecen la ventilación y el enfriamiento del edificio en su conjunto.

El zócalo y la marquesina.

La segregación de uso entre las viviendas y la franja comercial se resuelve mediante una marquesina que protege la planta baja de la radiación y la lluvia. La dotación de paneles captadores solares se concibió integrada en la marquesina de tal modo que la sombra auto arrojada por el edificio durante el verano ayudase a evitar los recalentamientos del sistema.

La ciudad en el edificio.

El volumen del Hemiciclo solar se perfora a la escala adecuada, creándose unos grandes espacios que no sólo favorecen la ventilación cruzada sino que incorporan en el edificio los usos propios de la ciudad: espacios de relación, de juego, de asamblea, espacios expositivos para el arte, etc.

1.3 Sistemas de Bioclimatismo y Sustentabilidad.

Estrategias Bioclimáticas.

Las estrategias bioclimáticas que generan la forma y el sentido del edificio se complementan con sistemas pasivos y activos, en un proceso progresivo de reducción de la demanda energética y de mejora las condiciones de confort para el usuario.

La captación termosolar y la integración de paneles fotovoltaicos. Entre



Imagen 1.20

Secciones.

los pasivos destaca el sistema de calderas (galerías) solares (fachada sur) y, sin duda el más novedoso y relevante, el sistema de geotermia horizontal aire-tierra, que aprovecha la estabilidad térmica del terreno para pretratar el aire exterior e introducirlo en condiciones higrotérmicas de confort en el interior de las viviendas.

Envolvente energética.

Las viviendas están dispuestas de tal manera que están protegidas por un doble colchón de captación y protección:

La fachada Sur, por su forma, el Hemiciclo solar sigue al sol. La envolvente se concibe como un gran captador solar durante el invierno y un inmenso umbráculo en verano. La solución constructiva de la envolvente permite disposiciones flexibles, diferentes niveles de apertura u ocultación. La fachada Sur se abre para captar la radiación del sol durante el invierno y se protege mediante una celosía de lamas de aluminio en verano.

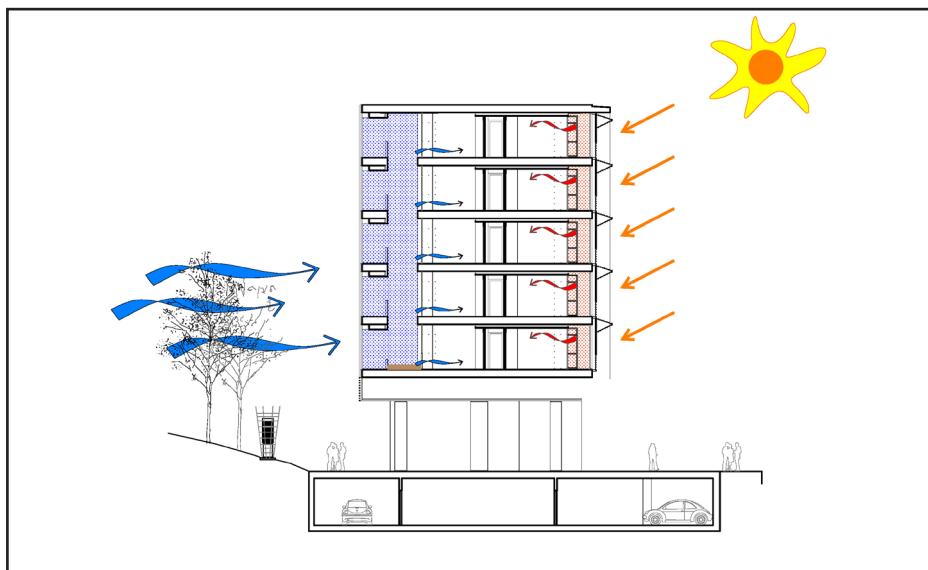


Imagen 1.21

Envolvente energética.

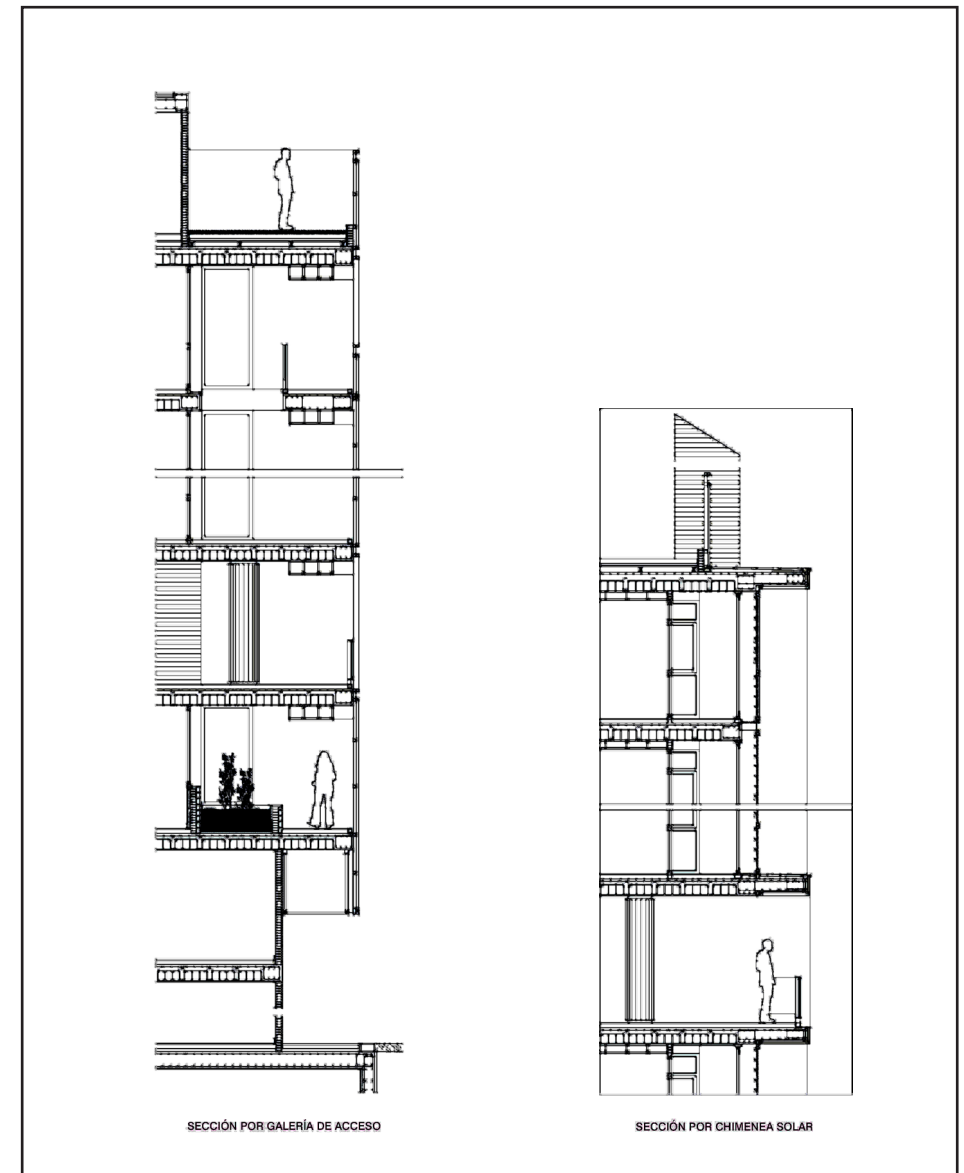


Imagen 1.22

Sección por galería de acceso - Sección por chimenea solar.

Este sistema es un apoyo al sistema de calefacción por radiadores de pared que son alimentados por una caldera centralizada de bajo consumo energético. Por el contrario en estos espacios acristalados se protegen, durante el verano y periodos especiales de entretiempo, mediante celosías levadizas de lamas orientables cuyo diseño permite un óptimo comportamiento energético a lo largo del año. Gracias a las galerías solares la fracción anual de ahorro en calefacción se estima en un 30%.

Por otra parte, la solución constructiva de la fachada norte tiene los siguientes fines: ser lo suficientemente permeable a los vientos nocturnos durante el verano; proteger a los corredores exteriores de circulación de los vientos fríos y fuertes durante el invierno; permitir el paso de la luz al interior sin mermar la necesaria privacidad de las viviendas; trabajar como barrera acústica y, finalmente, diseñarse con una composición adecuada a la escala urbana, generando ritmos fundados en el color de los paneles y la propia curvatura de la envolvente. Está formada por una red de patios flanqueados por los corredores de circulación, protegidos, a su vez, por la envolvente de paneles de policarbonato que protegen o captan los vientos frescos. Esta protección doble permite que el edificio además de protección, pueda captar energía a lo largo del año.

También se han integrado en el edificio 55 captadores térmicos planos, en la marquesina sur de la planta baja. Instalados con una inclinación de 30° para un mayor rendimiento. Por la propia forma del edificio, en periodo de verano se produce sombra sobre la marquesina evitando el sobrecalentamiento de los captadores coincidiendo además con el periodo de baja demanda de consumo.

La Galería Solar.

La fachada Sur de las viviendas se resuelve con un sistema de galerías solares acristaladas individuales para cada vivienda revestidas con una celosía practicable de lamas de aluminio; Los días soleados de invierno, el aire calentado por efecto invernadero en el interior de la galería solar, una vez que está a una temperatura igual o mayor a la de confort en invierno (21 22° C), se impulsa mediante un ventilador a las estancias más frías de la casa.

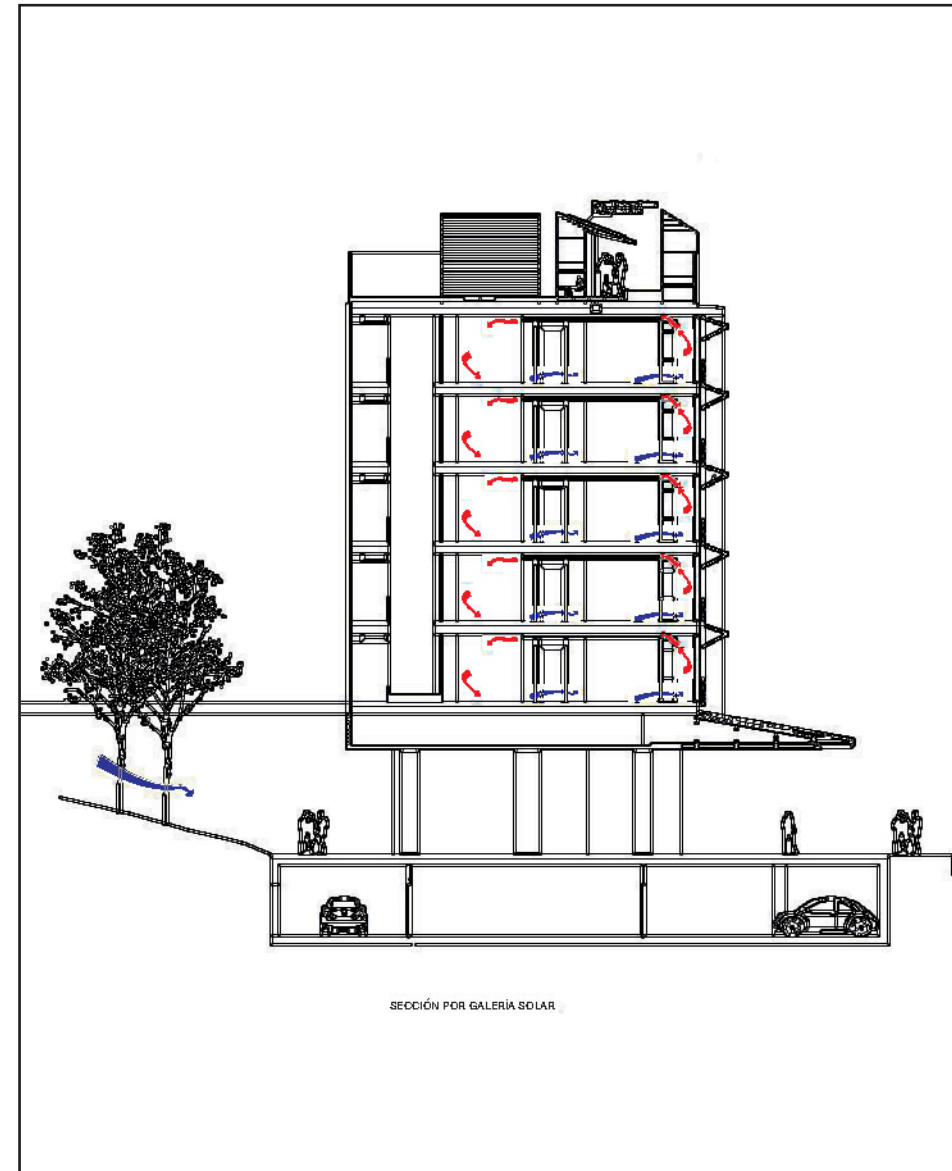


Imagen 1.23

Sección por galería solar.

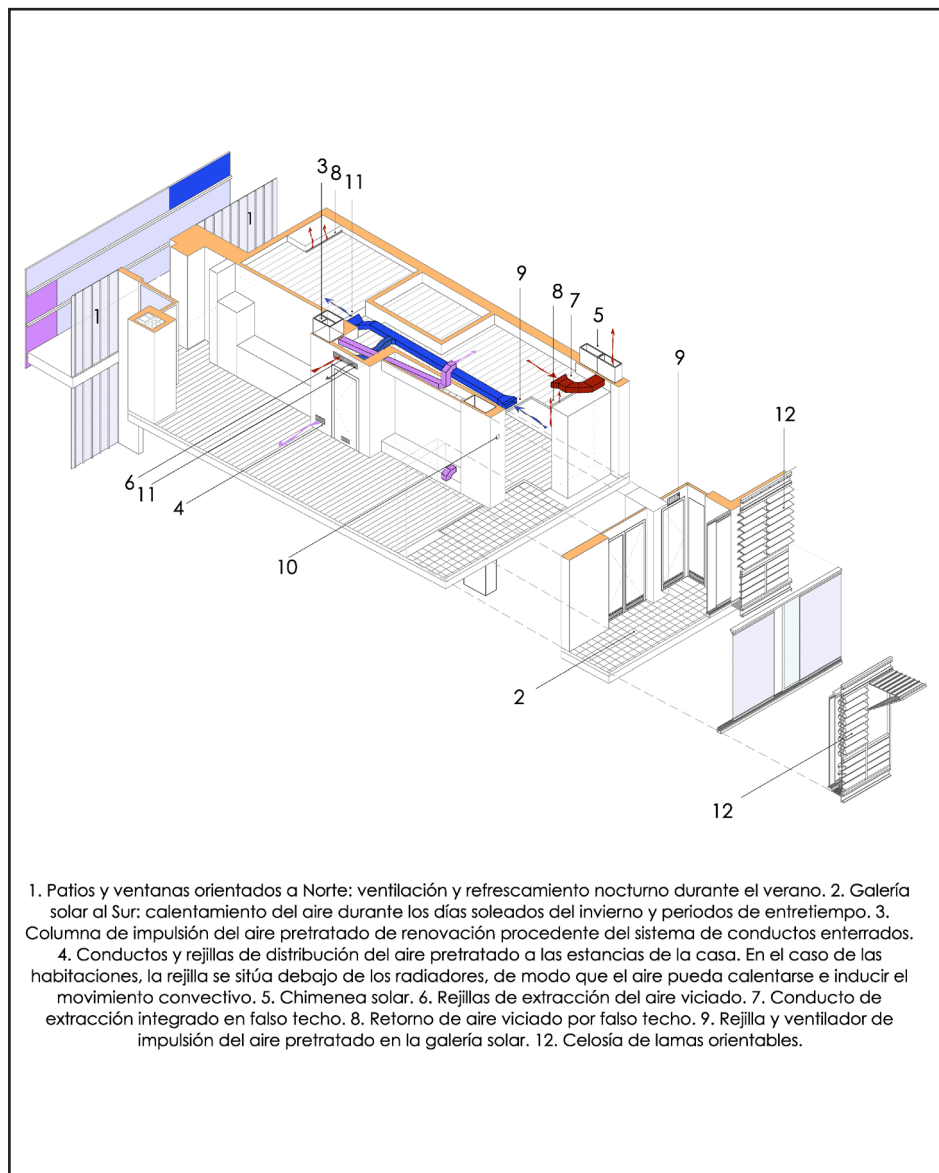


Imagen 1.24

Sección 3d en vivienda - Funcionamiento bioclimático

Climatización y renovación de aire.

En la propuesta se diseña un sistema de conductos enterrados con el objetivo de proporcionar al edificio la renovación de aire exigida durante todo el año y como un sistema de refrigeración pasiva en épocas estivales como alternativa al insostenible aire acondicionado.

Consiste en aprovechar la propiedad geotérmica del terreno como intercambiador de calor aire-tierra, presenta una temperatura constante a lo largo del año. Absorbe el aire exterior, lo climatiza haciéndolo circular por el subsuelo y lo distribuye a las viviendas a una temperatura de 18° (generando frío en verano y calor durante el invierno) gracias a dos UTA (unidad de tratamiento de aire), como si de un par de pulmones que oxigenan los hogares de la infraestructura se tratase.

El aire exterior es captado por 10 bocas ubicadas de forma estratégica en la zona norte del edificio, ya que presenta las mejores condiciones exteriores por la sombra generada por el propio edificio y a su condición de área ajardinada, ingresa el flujo de aire que es conducido por 48 conductos circulares a una profundidad de 4,5 m. inmediatamente bajo la cota de la losa de fundición del sótano. El aire en verano lo enfría el terreno que envuelve los conductos, ya que se haya a una temperatura menor, y por el contrario en invierno, lo precalienta ya que el suelo está a una temperatura mayor que el aire del exterior. Por último, el aire preacondicionado pasivamente es conducido a una unidad de tratamiento de aire (UTA) que asegura las condiciones térmicas e higiénicas del aire y lo distribuye a cada vivienda mediante un conducto vertical que cruza todas las plantas.

Las rejillas situadas debajo de los radiadores liberan el aire en el interior de los apartamentos, reduciendo así la necesidad de consumo por aparatos de climatización. Después, y gracias al movimiento natural del aire, las rejillas de la parte superior expulsan el aire impuro. Las chimeneas solares de lamas en guillotina, situadas en la azotea del edificio, liberan el aire caliente en verano y estando cerradas en invierno devuelven la corriente a los recuperadores de calor de los UTA y liberan el residuo viciado.

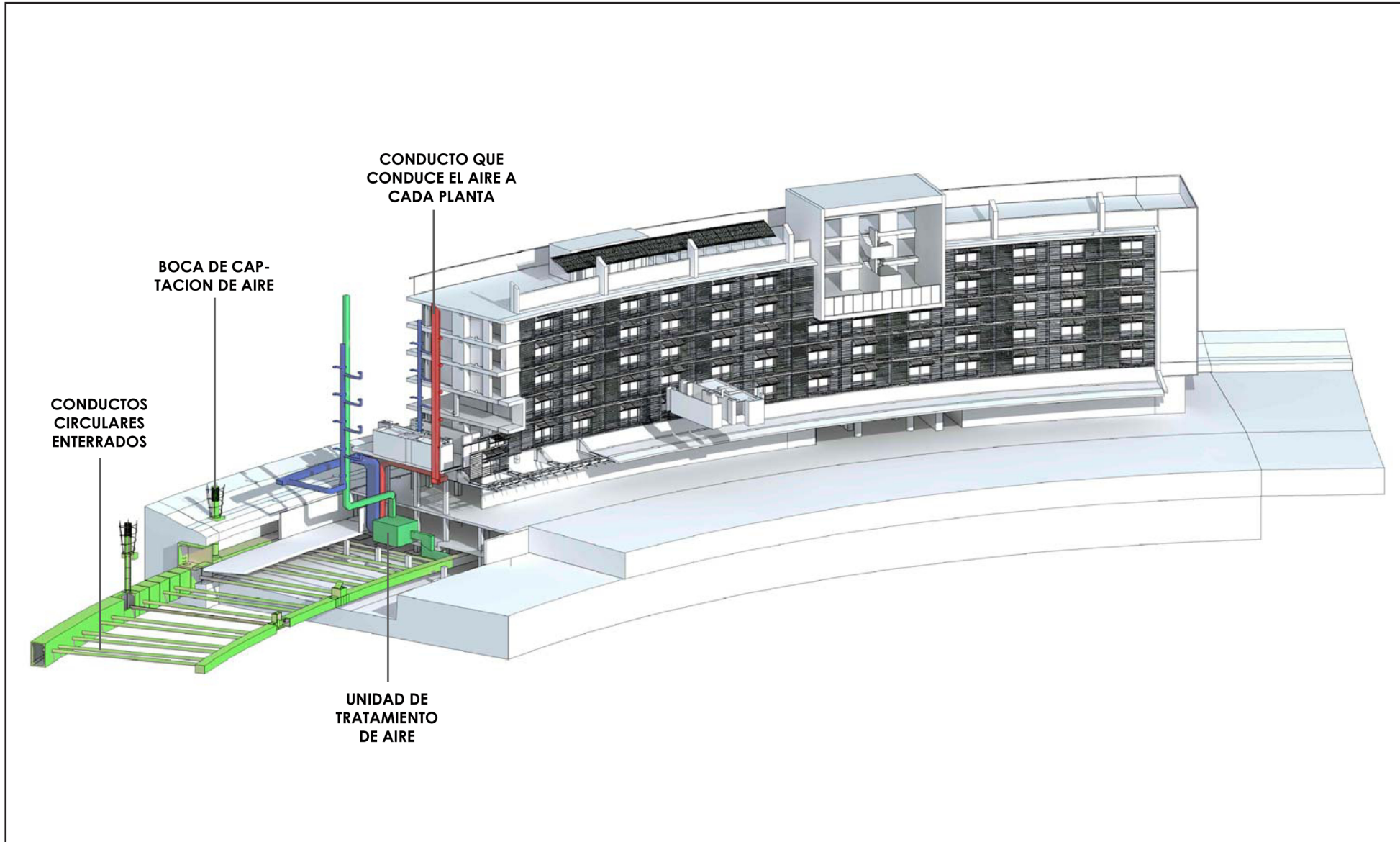


Imagen 1.25

Esquema de climatización y renovación de aire.

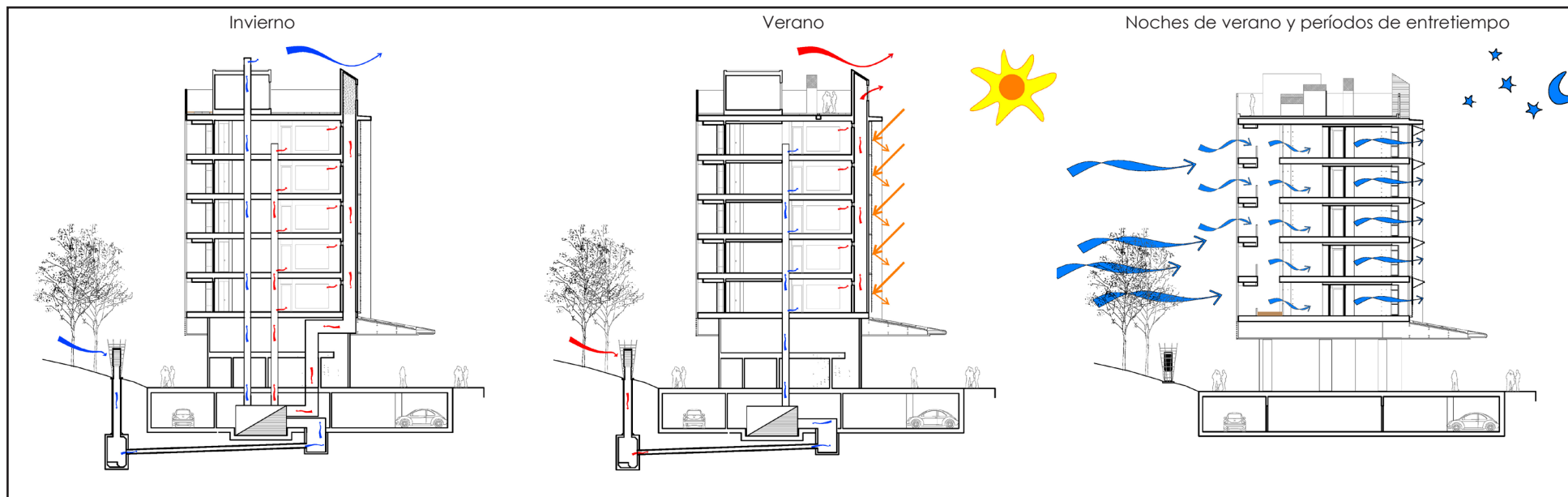


Imagen 1.26

Esquema de climatización y renovación de aire.

1.4 Tecnología.

Sistemas Activos: Paneles solares térmicos y fotovoltaicos.

Los sistemas activos de generación de energía se han integrado en la arquitectura del Hemiciclo Solar de una manera coherente con la geometría del edificio y adecuada a las condiciones de la radiación solar.

La dotación de 275 m² de paneles fotovoltaicos se concibió integrada en una red de pérgolas en cubierta cuya inclinación, a la vez que proporcionaba sombra a los visitantes de la cubierta del edificio, optimizaba la eficiencia de dichos paneles. (Por motivos presupuestarios, la propiedad decidió prescindir de estas pérgolas y los paneles fotovoltaicos se ubicaron en la cubierta del cuarto de calderas reduciéndose los m² instalados).

El sistema de paneles captadores termosolares, con una superficie total de 140 m², se concibieron integrados en la marquesina de la planta baja, de tal modo que la sombra auto arrojada por el edificio durante el verano ayudase a evitar los indeseables recalentamientos propios de este sistema.

(Finalmente los paneles se colocaron en cubierta). Estos paneles dan servicio a dos depósitos de acumulación solar de 6500 l de capacidad y un depósito interacumulador de ACS de 1500 lt. de capacidad.

2. EDIFICIO “ONE BRIGHTON”, BRIGHTON, UK. FEILDEN CLEGG BRADLEY STUDIOS LLP



Imagen 1.27



Imagen 1.28



Imagen 1.29

2.1 Emplazamiento, forma y orientación

Brighton es una ciudad que pasa apretada entre el mar y las montañas del parque South Downs National Park. El espacio para nuevos proyectos es muy limitado y es muy importante que el espacio disponible sea usado eficientemente para cumplir con las necesidades de la ciudad incluyendo una sobrecogedora demanda de vivienda. Consecuentemente la mayoría de los nuevos proyectos van a ser de alta densidad, en especial, cerca del centro de la ciudad.

El proyecto esta situado cerca de la estación Brighton Station en el centro de Brighton. El sitio se encuentra dentro del "New England Quarter", una zona de desarrollo sustentable de uso mixto de 8ha., que ha estado en construcción durante algunos años y que esta cerca de concluir. De inmediato al oeste se encuentra un parque lineal verde llamado "the greenway", y cerca del sitio, al norte, en London Road, se encuentra una zona comercial.

Fue llevado a cabo por la empresa BioRegional Quintain, la cual tiene una política de desarrollo llamada "One Planet Living", cuyos 10 principios fundamentales son: cero emisiones de carbón, cero desperdicio, transporte sustentable, materiales locales y sustentables, alimentos locales y sustentables, agua sustentable, hábitats naturales y vida salvaje, cultura y patrimonio, igualdad y comercio justo, salud y bienestar.

Se construye así "One Brighton", un proyecto de uso mixto de 172 unidades residenciales, 1200 m2 de oficina y 970 m2 de espacio comunitario.

La orientación del edificio tiene un eje norte – sur, la cual no es la óptima para el soleamiento en edificaciones ubicadas en el hemisferio norte, pero debido a las condicionantes del sitio no se tuvo otra opción, a cambio se obtienen fachadas mas iluminadas durante la mañana y tarde. Aparte de la orientación, el sitio tiene muchas ventajas, como son la cercanía al parque lineal con sus rutas pedestres y ciclo vías, la cercanía al transporte público y la cercanía a locales comerciales, servicios y empleos.

El criterio de alta densidad del proyecto llevo a que se modifique la normativa de altura permitida en los edificios de la zona. El proyecto

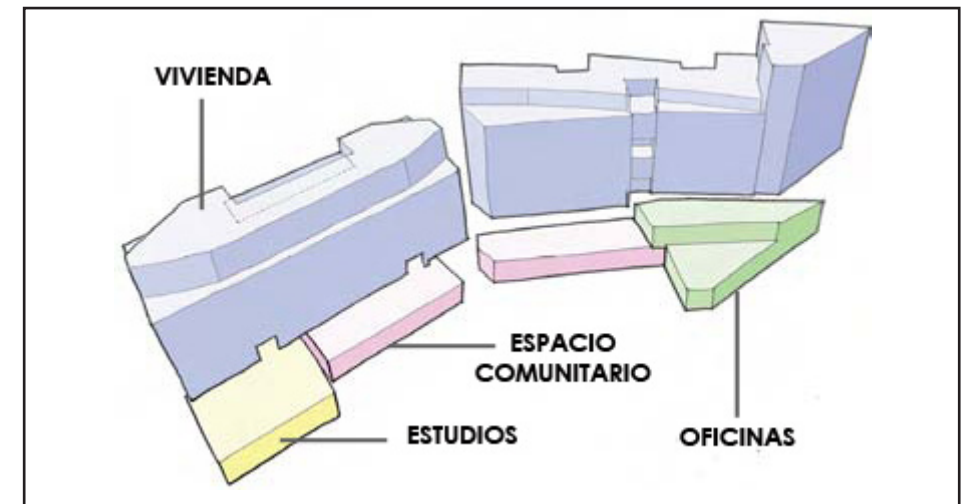


Imagen 1.30

Bloqueamiento.

propuso de 6 a 10 pisos donde solo era permitido de 3 a 6 pisos, para evitar el esparcimiento horizontal y el impacto en el suelo.

Con el fin de cumplir con su política verde, el edificio tiene un reducido numero de parqueos, únicamente para discapacitados (9) y para los vehículos del club de autos compartidos (5), el cual cuenta con 5 vehículos que se comparten en el condominio, lo cual evito que se haga una excavación para la construcción de un subsuelo y así causar el menor impacto posible en el terreno. Cuenta además con almacenamiento cubierto para 160 bicicletas y una pagina web del condominio con información en tiempo real del transporte público.

Esta política junto con las facilidades que brinda la ubicación del edificio, reducen notablemente la emisión de carbono en el ámbito de la movilidad.

Como resultado de estas y muchas otras características, el proyecto alcanzo una calificación de "Excelente" bajo la certificación de EcoHomes, lo que considera que tiene cero emisiones de carbono, y que es equivalente a una calificación Platinum en la certificación LEED. Las oficinas comerciales y espacio comunitario fueron diseñadas para adquirir una calificación igualmente "Excelente", bajo la certificación BREEAM.

2.2 Distribución Interior.

La visión es crear un proyecto de comunidad sustentable que actúe como un esquema ejemplar que integra los principios de sustentabilidad, arte comunitario, inclusión social, tolerancia y vitalidad económica. La filosofía y proceso de diseño han sido desarrolladas para brindar estos principios, conscientes de la historia, del contexto físico y cultural del sitio.

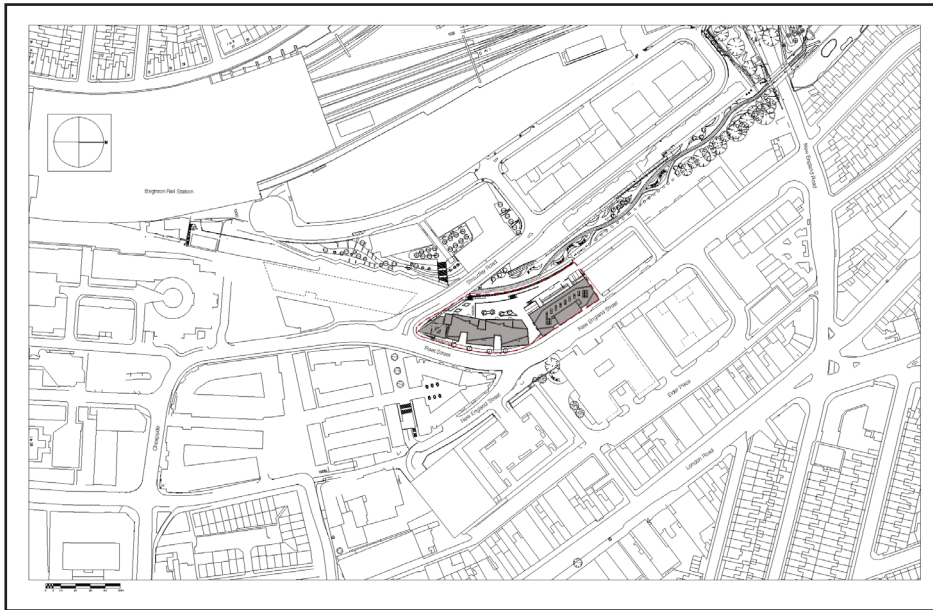


Imagen 1.31

Emplazamiento.

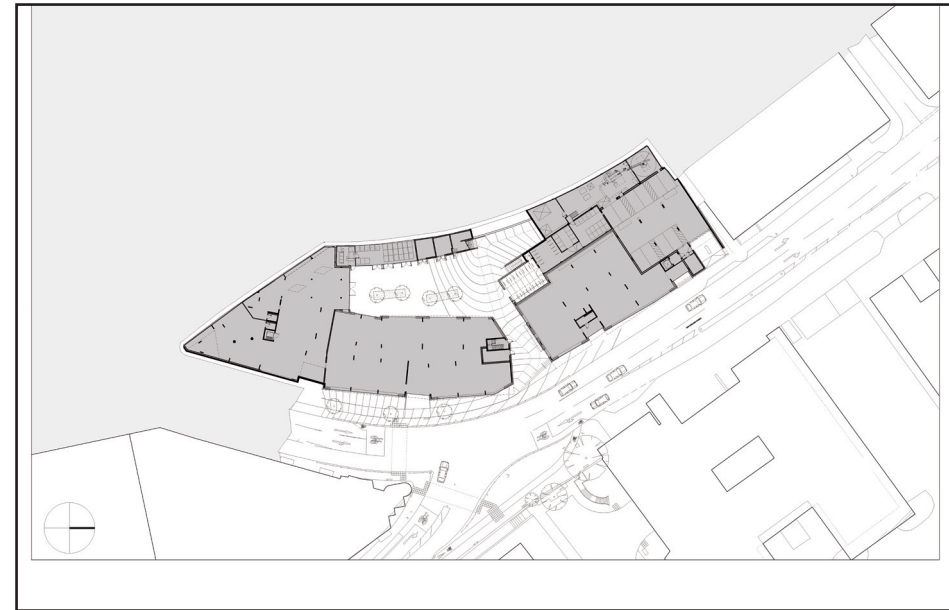


Imagen 1.32

Planta Baja.



El proyecto cuenta con 172 unidades residenciales, 2% de 3 dormitorios, 47% de 2 dormitorios, 40% de 1 dormitorio y un 11% de estudios. Además 1200 m² de oficina y 970 m² de espacio comunitario.

Los 19 estudios están dirigidos para satisfacer las necesidades particularmente de compradores en su primera inversión. Estos se desarrollan entre 30 y 35 m², que cuentan con mobiliario plegable (camas y mesas) como una de sus características, para ganar espacio durante el día.

La planta baja se encuentra ubicada en una topografía pronunciada, por lo que el diseño de paisaje se concentra en 3 patios a diferentes niveles, protegidos de la calle Stroudley, al oeste, por la topografía y concebidos como un esquema interconectado. El paisaje de los patios es casi en su totalidad de piso duro, conectados por rampas de suave pendiente que extienden el espacio público. Las entradas

de igual manera se encuentran a diferentes niveles, permitiendo conexión entre las dos calles que rodean al sitio y el espacio verde al oeste.

Los bloques se desarrollan a través de un corredor central, del cual se accede a todas las unidades residenciales y a los jardines comunitarios o plazas que existen en cada piso, los cuales promueven la interacción y socialización de los usuarios, así como también permiten la siembra de alimentos y la creación de hábitats para aves e insectos.

Esta distribución tiene ciertas consecuencias no favorables para un diseño bioclimático al no permitir una ventilación cruzada en cada vivienda, se ventila los corredores a través de las plazas pero de igual manera disminuye la capacidad natural del edificio de enfriarse en días y temporadas calurosas. El núcleo de circulación vertical mediante ascensores del bloque izquierdo no está distribuido equitativamente, ocasionando que ciertos usuarios tengan que caminar mucho más que otros para llegar a su unidad residencial.

En cuanto a la orientación, en temporadas de verano tanto la fachada este como la oeste tendrán la misma cantidad de soleamiento, pero el problema se dará en temporadas de invierno, donde el soleamiento será muy corto en ambas fachadas impidiendo al edificio la captación de calor suficiente.

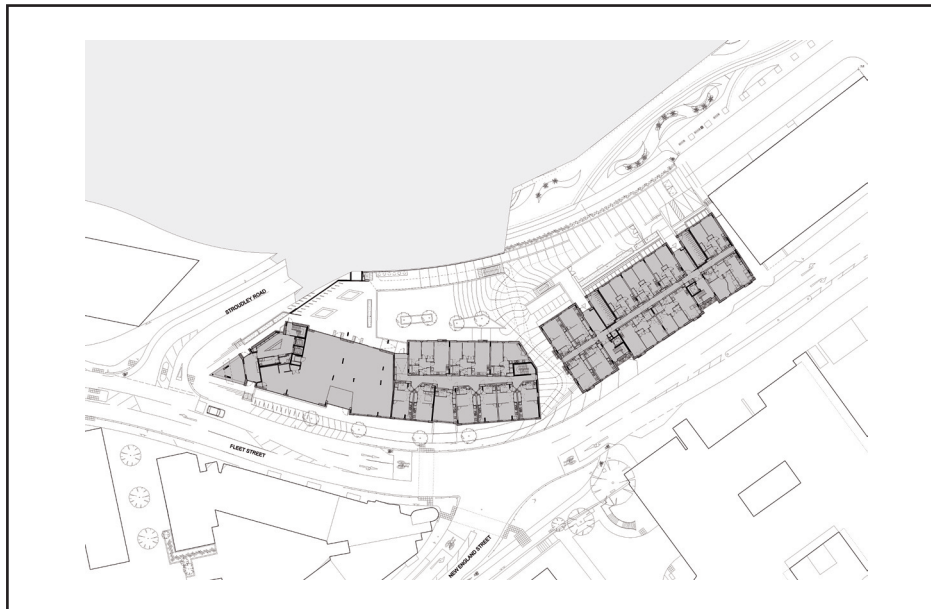


Imagen 1.33

Planta Alta 1.



Imagen 1.34

Planta Tipo.

2.3 Sistemas de Bioclimatismo y Sustentabilidad.

El esquema del edificio implementa un amplio rango de iniciativas para reducir la huella de carbón y promueve el desarrollo de una comunidad sustentable, que incluyen aplicaciones de bajo

consumo de energía, producción de energía renovable en el sitio, reciclaje y compostaje, aire interior de calidad, recolección de calor por la ventilación, acceso a espacios exteriores en todos los pisos, uso de materiales locales y sustentables, recolección de agua, paredes y techos verdes.

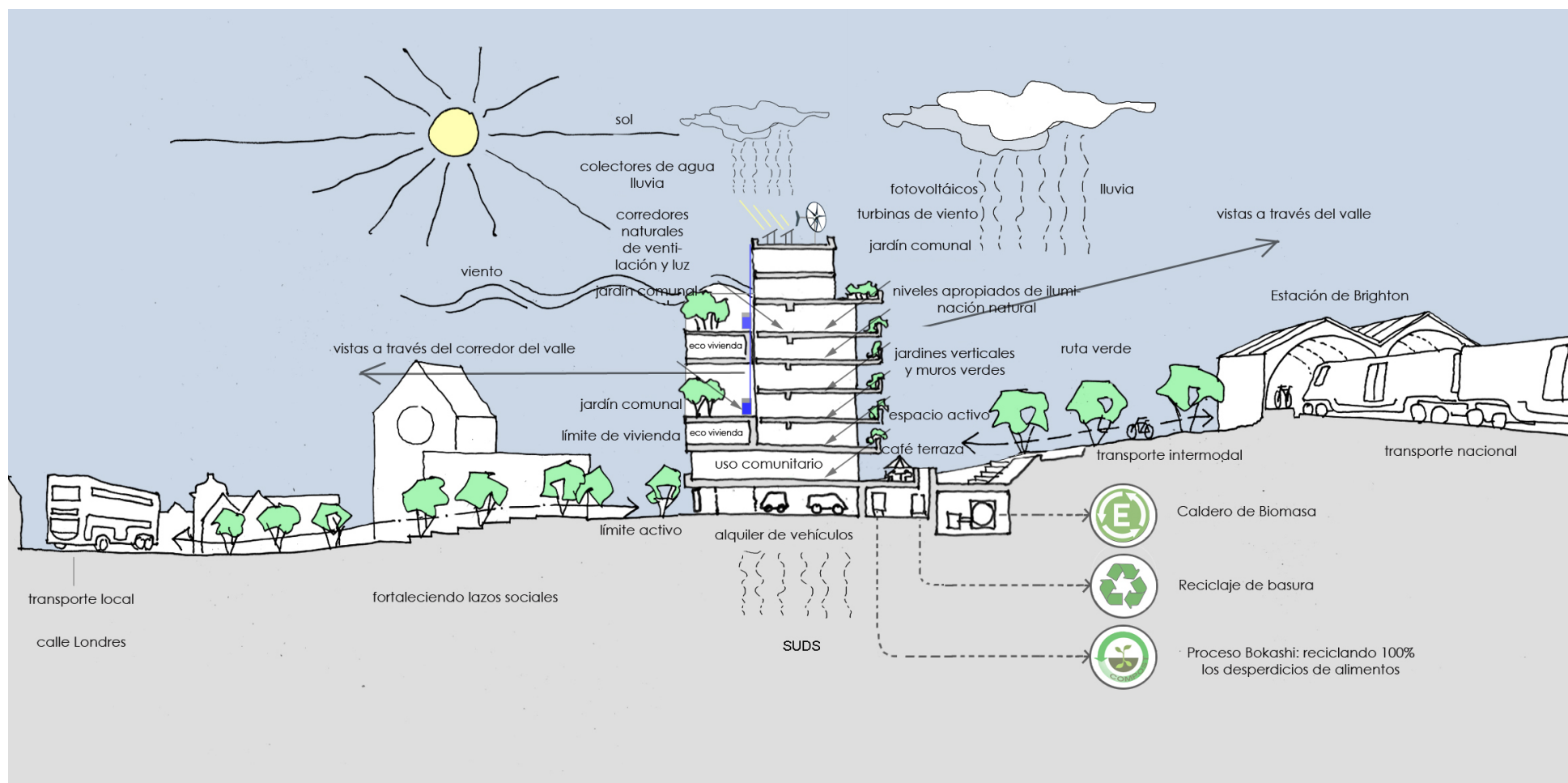


Imagen 1.35

Esquema Bioclimático.

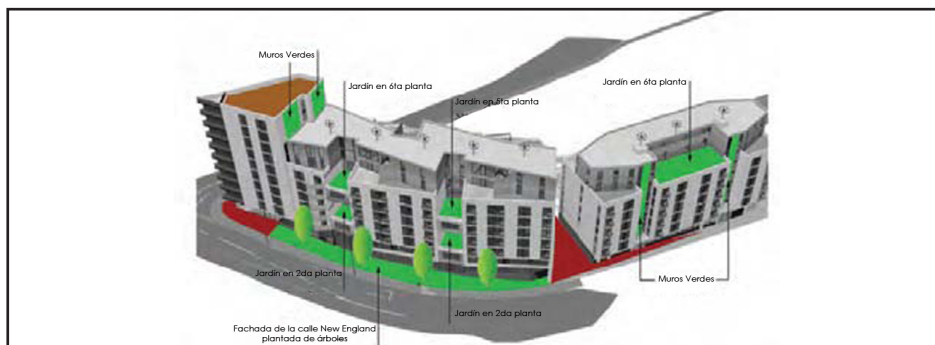


Imagen 1.36

Esquema Bioclimático.

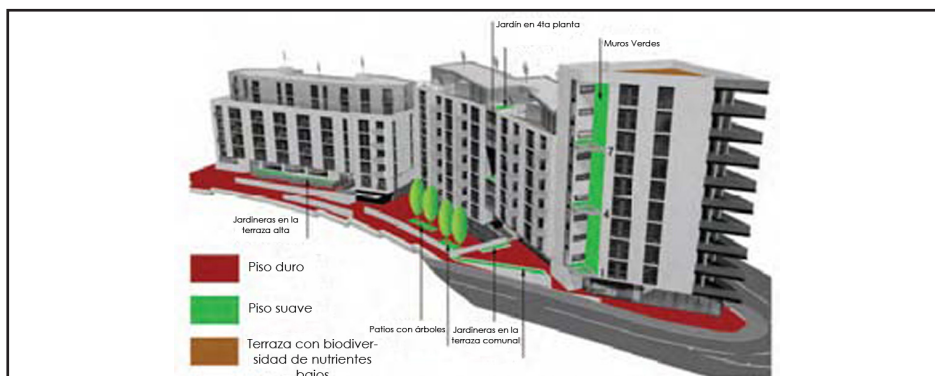


Imagen 1.37

Esquema Bioclimático.



Imagen 1.38

Elevación.

2.4 Tecnología.

La estrategia Cero Carbón busca reducir todas las demandas de energía, a través de una envolvente térmicamente eficiente, de luces y aplicaciones eficientes energéticamente y de suministrar toda la energía a partir de fuentes renovables. Los materiales fueron escogidos cuidadosamente tomando en cuenta el rendimiento térmico, la energía y carbón incorporados, y el impacto ambiental general.

Proveedores y materiales locales fueron usados cuando fue apropiado, y se han llevado a cabo análisis mediante monitoreo para mejorar el rendimiento medio ambiental del edificio. El monitoreo continúa durante el uso del edificio para obtener información útil en futuros proyectos.

El 45% del total de volumen/peso de los materiales usados son hechos de materia reciclada y toda la madera está certificada como material "verde".

El hormigón utilizado contiene hasta un 60% de materia reciclada (100% de agregados gruesos reciclados y arena obtenida localmente), reduciendo la energía incorporada en 1/3 comparado con el hormigón convencional. El hormigón estructural es postensado, lo cual hace que la capa de hormigón sea más delgada. Así también la losa es más resistente, lo cual hace que se necesiten menos columnas. La masa térmica del edificio es proporcionada por la estructura de hormigón, que en las cubiertas de los departamentos y oficinas están expuestas al sol.

El cerramiento exterior está compuesto por aislamiento de fibra de madera (100mm) que permite respirar al envolvente y proporciona una mejor calidad de aire interior a la vez que evita la pérdida de calor. Los ladrillos están hechos de un 79% de arcilla reciclada y un 20% de fibra de papel. Debido a su estructura son muy buenos para el aislamiento, con compartimentos que permiten respirar y evitan la condensación y humedad en el interior del edificio. Estos ladrillos son planos en la parte superior e inferior lo que permite conseguir un envolvente unitario y robusto. Se traban en sentido vertical sin necesidad de junta de mortero, que en sentido horizontal es de fino espesor para evitar cavidades.



Imagen 1.39

Detalle de colocación de ladrillos.

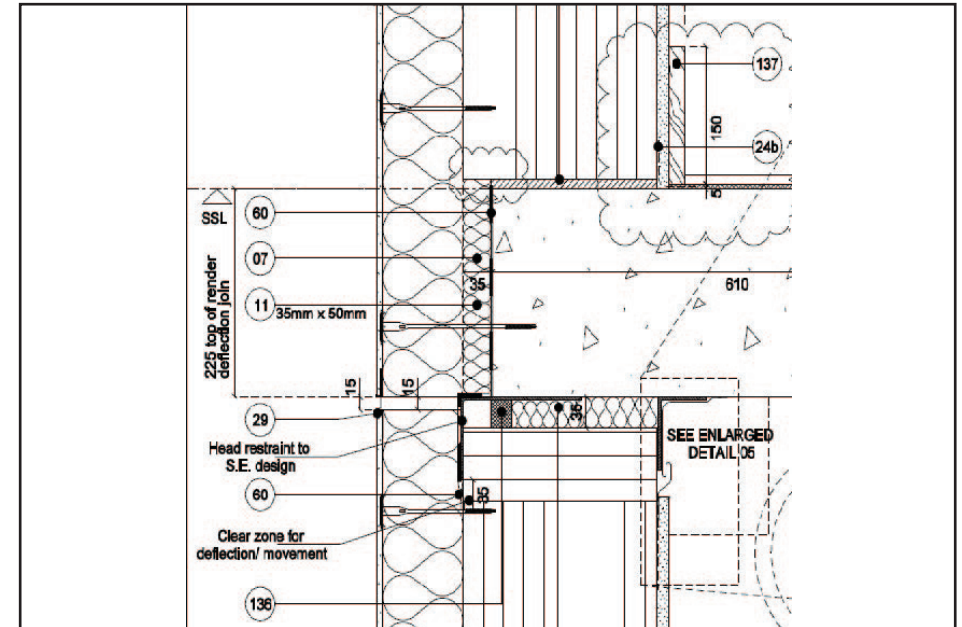


Imagen 1.41

Detalle de rompimiento de puente térmico.

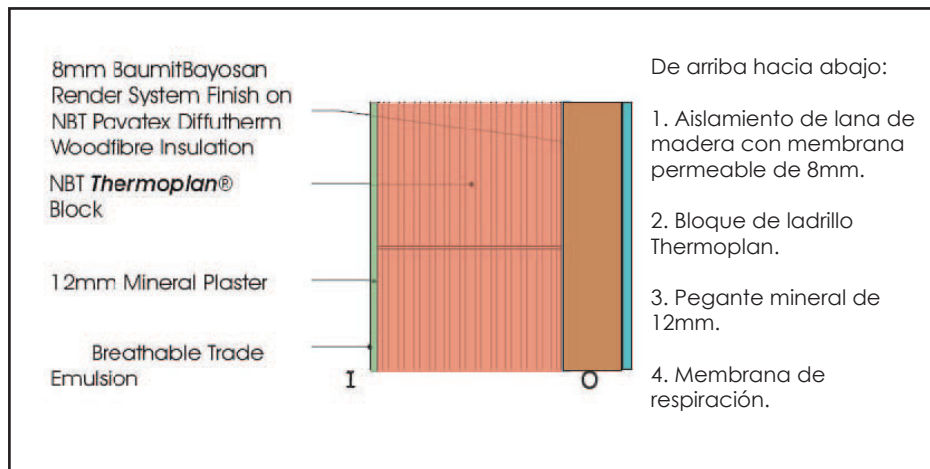


Imagen 1.40

Detalle de colocación de ladrillos.

Las ventanas son todas de doble cámara de gas de argón con vidrio de baja emisividad, y carpintería de madera certificada recubierta de aluminio.

Todas las necesidades térmicas (calefacción de ambiente y agua caliente) son suministradas a través de un caldero de biomasa (madera) de 500 kw (img 1.42), que están respaldadas por un caldero de gas natural. Las demandas energéticas son cubiertas a través de una combinación de fuentes renovables de producción de energía en el sitio, mediante paneles fotovoltaicos que proporcionan 9.3kw de energía, y fuera del sitio, a través de la producción de energía mediante turbinas de viento. Existen también generadores de energía para casos de emergencia que funcionan con bio-diesel.

Para mejorar el manejo de la basura y mejorar el reciclaje, existen diferentes ductos para cada tipo de basura y cada uno de ellos es pesado

para asegurar los datos recogidos. Existen instalaciones para reciclaje, incluyendo un recipiente compostador. La basura de las bodegas y oficinas es segregada y los desperdicios de comida son compostados y utilizados en las cubiertas verdes, mientras que un contratista local se lleva el aceite vegetal usado.

La aspiración es que al año 2020 el proyecto evite que el 98% de basura vaya a los basureros municipales.

También se han tomado estrategias para reducir el consumo de agua. Aplicaciones eficientes, maquinas de lavado, grifos, duchas aireadas e inodoros de doble y bajo flujo han sido instalados en todas las viviendas. El agua lluvia es recolectada para el uso de jardinería y en los inodoros de la zona comunal, los pavimentos de suelo son porosos y el agua de todas las superficies van a una zona de absorción lo que evita que se vaya al sistema de alcantarillado municipal y evita que crezca la demanda de canalización.

En las terrazas es posible sembrar alimentos para proporcionar una alimentación local y orgánica. En los balcones también existen maseteros que posibilitan la siembra de alimentos (img 1.43).

Durante la construcción, los habitáculos temporales tenían aplicaciones eficientes energéticamente y se colocaron letreros y avisos para concientizar acerca del ahorro de energía. Un total de 54000 litros de bio-diesel obtenidos de aceite de cocina usado fueron usados para los generadores, los que al principio tuvieron problemas con el consumo de bio-diesel debido al clima frío, por lo que se tuvo que utilizar diesel común, pero se alcanzó satisfactoriamente un 60 % de bio-diesel. Así se obtuvo una reducción de un 67% de emisiones de CO2 en la construcción.



Imagen 1.42

Caldero de Biomasa.



Imagen 1.43

Parcelas en la terraza.

3. RESIDENCIA NORD MILANO FIORI, MILAN, ITALIA. OBR OPEN BUILDING RESEARCH



Imagen 1.44



Imagen 1.45

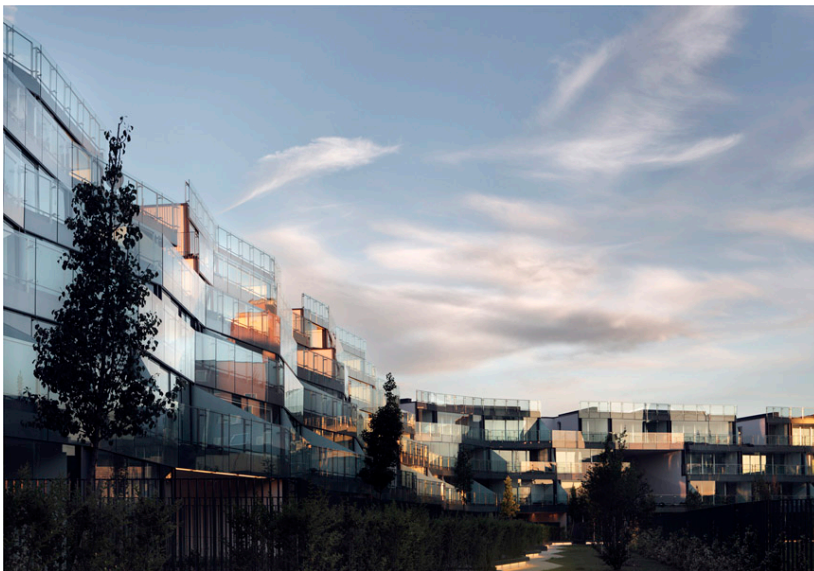


Imagen 1.46

3.1 Emplazamiento, forma y orientación.

El complejo residencial en Milanofiori es parte de un master plan de Erick Van Egeraat, que se caracteriza por una serie de funciones (oficinas, hoteles, restaurantes, cines, ocio y vivienda) que crea una agrupación cuyos elementos buscan seguir las características del paisaje que lo rodea, creando un parque público como la extensión del bosque existente.



Imagen 1.47

Emplazamiento.

El proyecto de Milanofiori propone un modelo residencial contemporáneo que sea una simbiosis entre arquitectura y paisaje basado en la armonía entre los elementos naturales y artificiales que buscan generar identidad en la intervención, calidad en la construcción y el sentido de pertenencia en los residentes.

Esta conformado por tres alas que conforman un complejo en forma de C, que encierra un jardín interior, el cual esta aterrazado en diferentes niveles, acoplándose a la topografía. Los elementos naturales también se extienden hacia lo alto del edificio, donde se encuentra una cubierta verde con especies de plantas de baja altura que necesitan muy poco mantenimiento, las cuales resisten los cambios climáticos de las diferentes estaciones. De esta manera, se produce una integración entre la edificación y el medio ambiente que lo rodea, a través de la unión de las diferentes capas de jardines (el parque público, el parque comunal, las terrazas exteriores semi-privadas y los invernaderos privados) los cuales interactúan entre ellos y mejoran la relación entre el interior y el exterior.

La integración entre el medio construido y el contexto natural se completa con una fachada completa de vidrio, delante de los invernaderos, la cual se convierte en la expresión de la continuidad entre el espacio residencial y el espacio natural.

La influencia de Dan Graham es visible en esta aproximación incluyendo su interés por la inter-subjetividad, la cual explora como un individuo en un momento específico puede percibir su existir y al mismo tiempo observar y ser observado por otros. El doble vidrio que caracteriza la fachada, en la que la figura y el fondo invierten sus roles completamente y producen un efecto caleidoscópico, que son creados por la mezcla de reflejos del jardín público con la transparencia de los invernaderos privados. La fachada de vidrio no solo quiere difuminar la diferencia entre el interior y el exterior, sino que también busca la continuidad donde el tiempo y espacio se unen en una inseparable entidad como se puede ver en los diferentes niveles de los jardines.

La fachada interior de vidrio, de carácter orgánico, contrasta completamente con las fachadas que dan hacia la calle de carácter mas urbano, las que están compuestas por una estructura que crea

marcos blancos en los que se generan diferentes balcones hacia la calle, a la vez que se identifican como unidades residenciales, lo que facilita el sentido de pertenencia. De esta manera, se crea un espacio intermedio por una serie de pantallas verticales móviles con intensidad variable, que pueden proporcionar un bloqueo total o parcial de las vistas al exterior.

La orientación del edificio no es la óptima pero busca obtener el mejor soleamiento en su forma y debido a ella y al uso correcto de materiales, el funcionamiento bioclimático del edificio trabaja de manera correcta, contribuyendo así con el medio ambiente al reducir el consumo de energía para su funcionamiento.



Imagen 1.48

Emplazamiento.

3.2 Distribución Interior.

Se busca un espacio flexible, lo que implica estrategias de uso que son adaptables para las diferentes necesidades, permitiendo configuraciones espaciales de diferente tipo mediante espacios abiertos pero cubiertos, divisiones, ejes de servicio y emergencia. La malla racional del sistema estructural permite máxima flexibilidad en la combinación de varios tipos residenciales. Los núcleos de gradas y circulación vertical son la clave en la distribución de 107 departamentos, que son iluminados y ventilados directamente desde el exterior. Cada núcleo proporciona acceso a 2 o 3 unidades residenciales, las cuales, si son de un área mayor a 40 m², tienen un doble frente hacia las fachadas interiores y exteriores. Un núcleo de servicio central crea una separación bien definida entre las

funciones día/noche, privado/esparcimiento y trabajo/vivienda.

El proyecto incluye una serie de espacios abiertos para usarse como lugares de encuentro social en sinergia con otras partes de la gran agrupación, lo que permite a los usuarios mantener una vida interconectada, con posibilidades de movimiento dentro del mismo complejo, yendo más allá del concepto de la "Unidad Habitacional", en favor de un sistema polivalente que supera la típica separación del núcleo familiar entre la vivienda y el trabajo, hacia nuevos tipos de relaciones, comercio y versatilidad.

La forma del edificio permite que los departamentos tengan salida hacia la fachada interna y externa, la fachada externa (este) con gran masa y profundos pórticos dan sombras para proteger del intenso soleamiento de las mañanas a la vez que son muros captadores de energía solar, mientras que al oeste la extensa fachada de vidrio permite captar el calmo sol de la tarde para el funcionamiento de los invernaderos y climatizar cada



Imagen 1.49

Circulación Vertical.

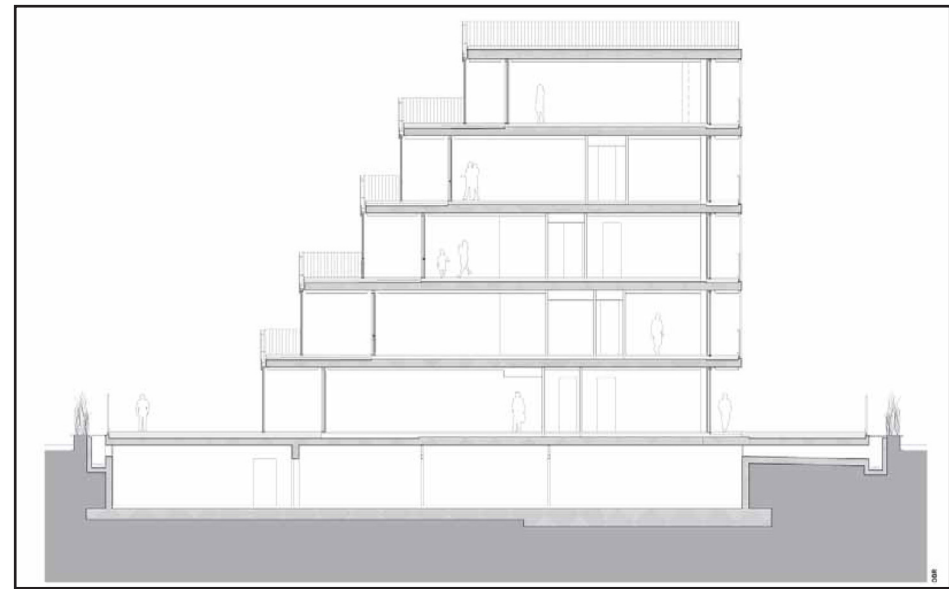


Imagen 1.50

Sección Transversal.

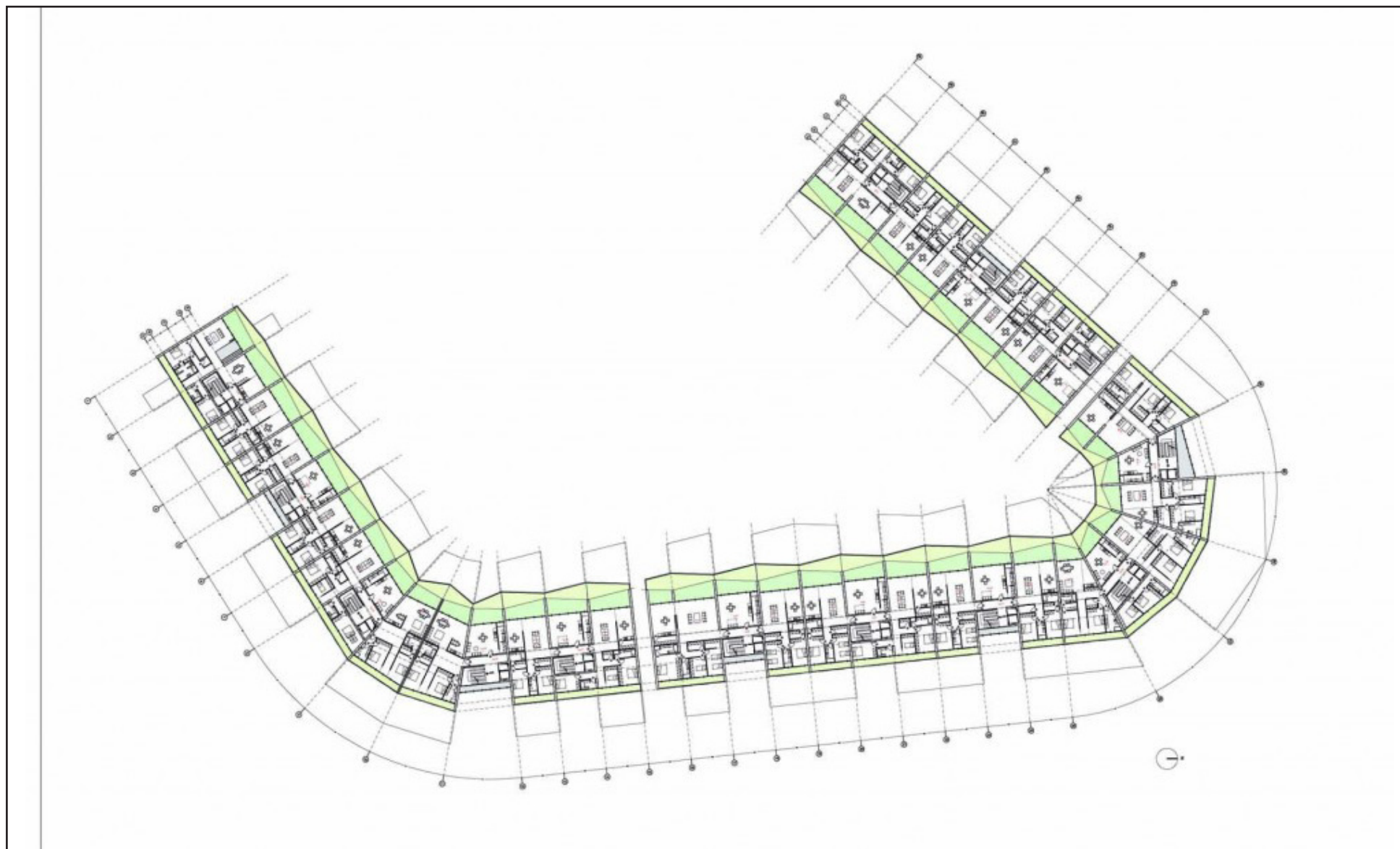


Imagen 1.51

Planta Tipo.

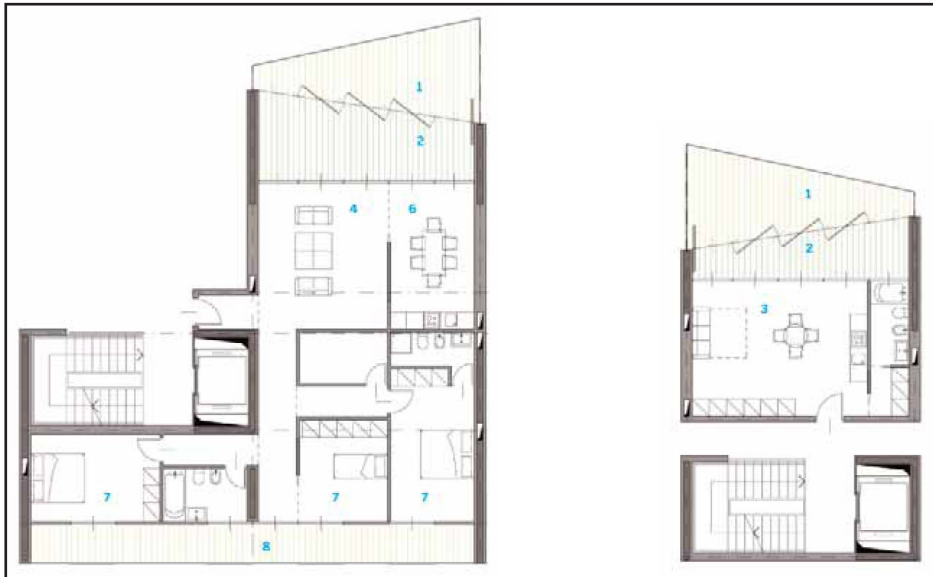


Imagen 1.52

Planta tipo 1 y 2.

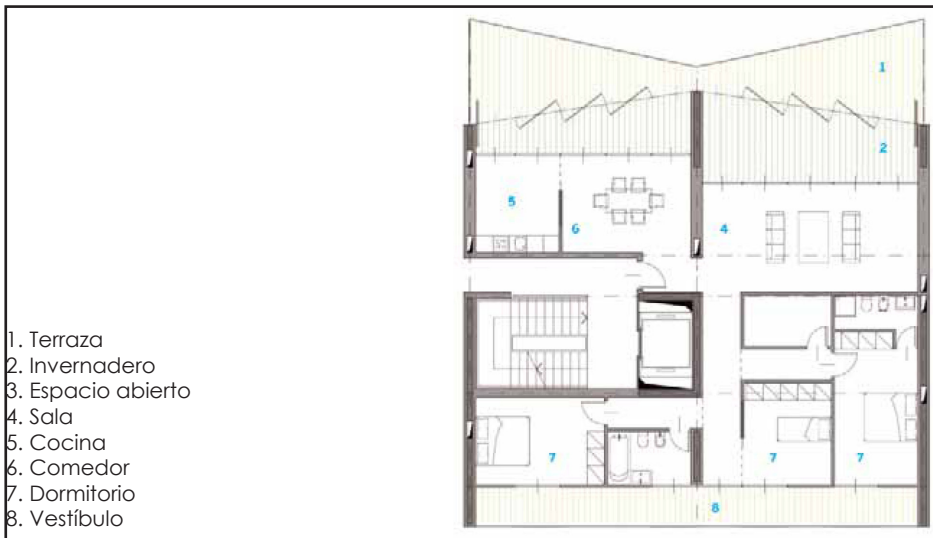


Imagen 1.53

Planta tipo 3.

unidad residencial. Esta es una ingeniosa forma de disponer de dos sistemas pasivos de captación solar que aumentan el rendimiento del edificio en eficiencia energética y además permiten cambiar el estilo de las fachadas según el concepto del complejo.

El invernadero tiene un doble significado, uno de valor ambiental, en el que proporciona una zona de amortiguación que permite regular la temperatura, y otro de valor arquitectónico, que extiende el espacio interior hacia el paisaje exterior y viceversa, permitiendo diferentes usos desde el verano hasta el invierno. Cerrando el vidrio externo en invierno, el lugar funciona propiamente como un invernadero que ahorra energía para calefacción gracias a la exposición solar, y en verano se abre y protege del excesivo soleamiento ofreciendo sombra y ventilación.



Imagen 1.54

Invernadero.

3.3 Sistemas de Bioclimatismo y Sustentabilidad.

Cubierta Verde Activa.

La cubierta verde que cubre las alas laterales del complejo, se caracteriza por una gran siembra de semillas con una especie de planta que se adapta fácilmente a las diferentes condiciones climáticas, esta planta crece como pequeños matorrales con hojas que pueden ser redondas, ovales o estiradas.

Este tipo de planta requiere muy poco mantenimiento y es particularmente útil para construcciones grandes, porque permite utilizar una limitada cantidad de tierra lo que evita una sobrecarga en la estructura. Como es típico en este tipo de cubiertas verdes, las diferentes capas bajo la tierra incluyen drenajes en forma de tasas, que actúan como pequeños recipientes que son útiles para las plantas en la estación de verano, en la cual hay fuertes y frecuentes lluvias seguidas por calor intenso.

La cubierta es una estructura sometida a grandes fluctuaciones térmicas y a una gran exposición solar en verano. La cubierta verde lleva a cabo las funciones habituales de cualquier cubierta (protección, impermeabilización, aislamiento térmico y acústico) y además ofrece protección frente a la radiación solar y aprovechan el efecto amortiguador de la temperatura que tiene la tierra gracias a su inercia térmica, de modo que se reducen tanto las pérdidas como las ganancias excesivas de energía o calor a través de la cubierta. Este efecto supone un aumento de las condiciones de confort y, a largo plazo, un ahorro energético por climatización. Su presencia también aumenta notablemente la absorción de agua lluvia, lo que reduce la carga en el sistema de desagües. La función de filtro del aire viciado no puede ser ignorada, esta función se lleva a cabo por las hojas, las cuales eliminan las partículas de CO₂ suspendidas en el aire, a la vez que forma una zona de paso o un hábitat para aves y microfauna.

Invernaderos Bioclimáticos.

Los invernaderos son la característica primordial del proyecto y son creados entre los cerramientos de vidrio de la fachada interna, los cuales separan los departamentos del jardín comunal. La piel interior hacia los departamentos esta compuesta de ventanas deslizantes de carpintería de aluminio aislante térmicamente y por una capa de doble vidrio de baja emisividad. Antes de llegar al jardín la fachada es completada por una piel externa compuesta toda de vidrio reforzado y deslizante de 10mm de espesor, con juntas deslizantes para dar continuidad a las terrazas externas. Ellas proporcionan por una parte máxima visibilidad y transparencia, y por otro lado permite una ventilación constante del invernadero mediante rejillas ubicadas a nivel de piso y a nivel de cielo raso.

La pared interna de doble vidrio, gracias al efecto de las cámaras de aire, permite guardar la energía térmica y brinda calor a los espacios interiores lo que hace que se reduzca la pérdida de energía y asegura un factor de transmisión térmica igual al de una pared de ladrillo. Además se suma el valor del espacio del invernadero, el cual actúa como filtro entre



Imagen 1.55

Vista de los Invernaderos.

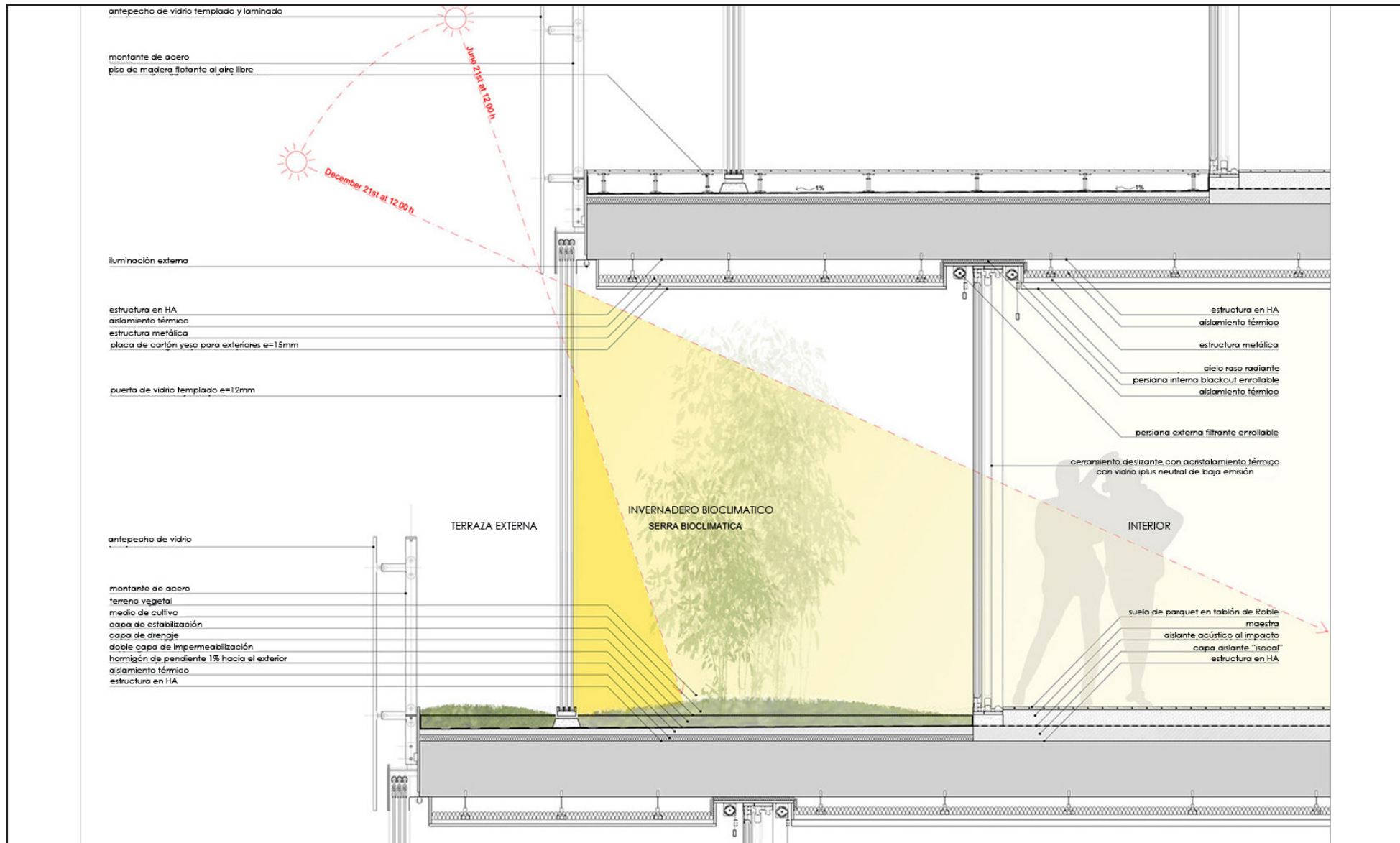


Imagen 1.56

Soleamiento en Invierno y Verano.

el interior y el exterior, creando un controlado y cómodo microclima. En invierno, donde tiene su principal función, el invernadero trabaja con las rejillas del cerramiento externo cerradas, captando la mayor cantidad de calor mientras que la tierra, la vegetación y superficies absorben esa energía, la cual se transmite al interior de la vivienda a través de la masa térmica (piso y paredes). Al mismo tiempo el cerramiento interior permite también captar calor en las superficies internas, evitando la pérdida de esta energía absorbida por el sistema de cerramiento de doble vidrio

con cámara de gas que funciona como aislante térmico.

En verano el invernadero funciona dando sombra y evita el soleamiento excesivo al interior de la vivienda. Con la capa de tierra y la vegetación se reduce la ganancia de calor en comparación a la que existiría con un piso duro.

Este espacio permite la circulación del aire frío que viene de la sombra de los pórticos de la fachada contrapuesta que al juntarse con el aire caliente, por convección evacuan la vivienda a través de las rejillas en el cerramiento externo del invernadero. En días cálidos y particularmente en verano, la disposición del invernadero permite abrir los cerramientos y conectarse directamente con el exterior.

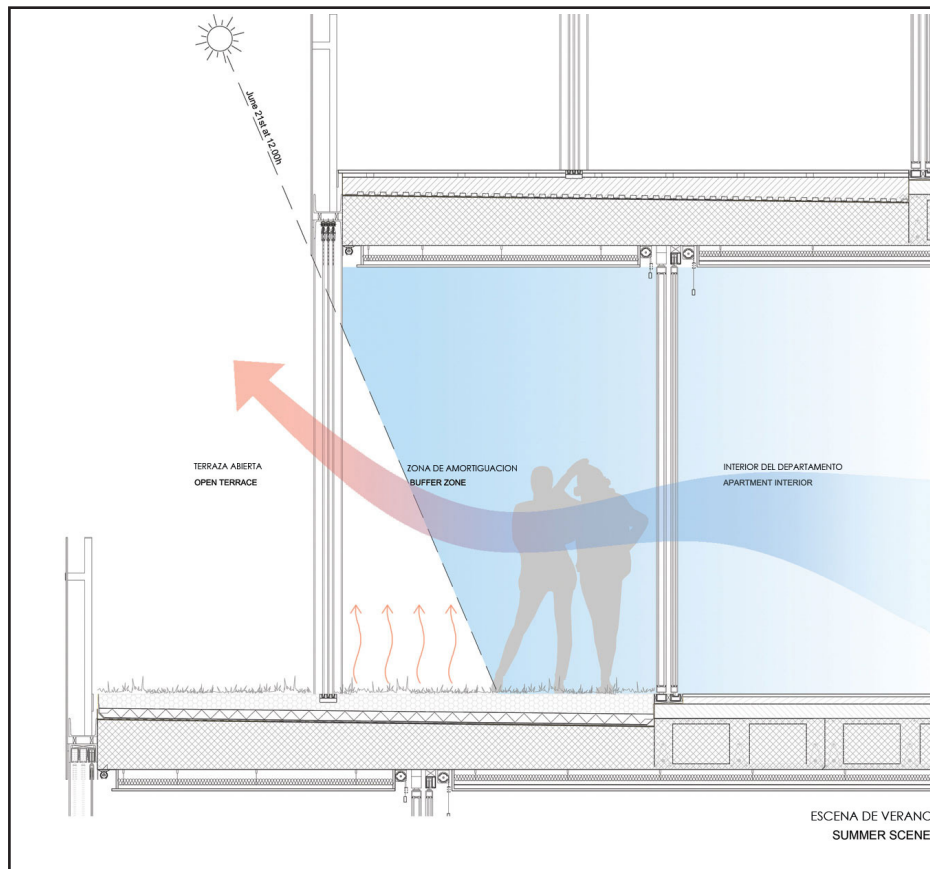


Imagen 1.57

Funcionamiento del Invernadero en Verano.



Imagen 1.58

Vista a través del cerramiento exterior del Invernadero.

3.4 Tecnología.

Sección a través de la fachada que da hacia la calle.

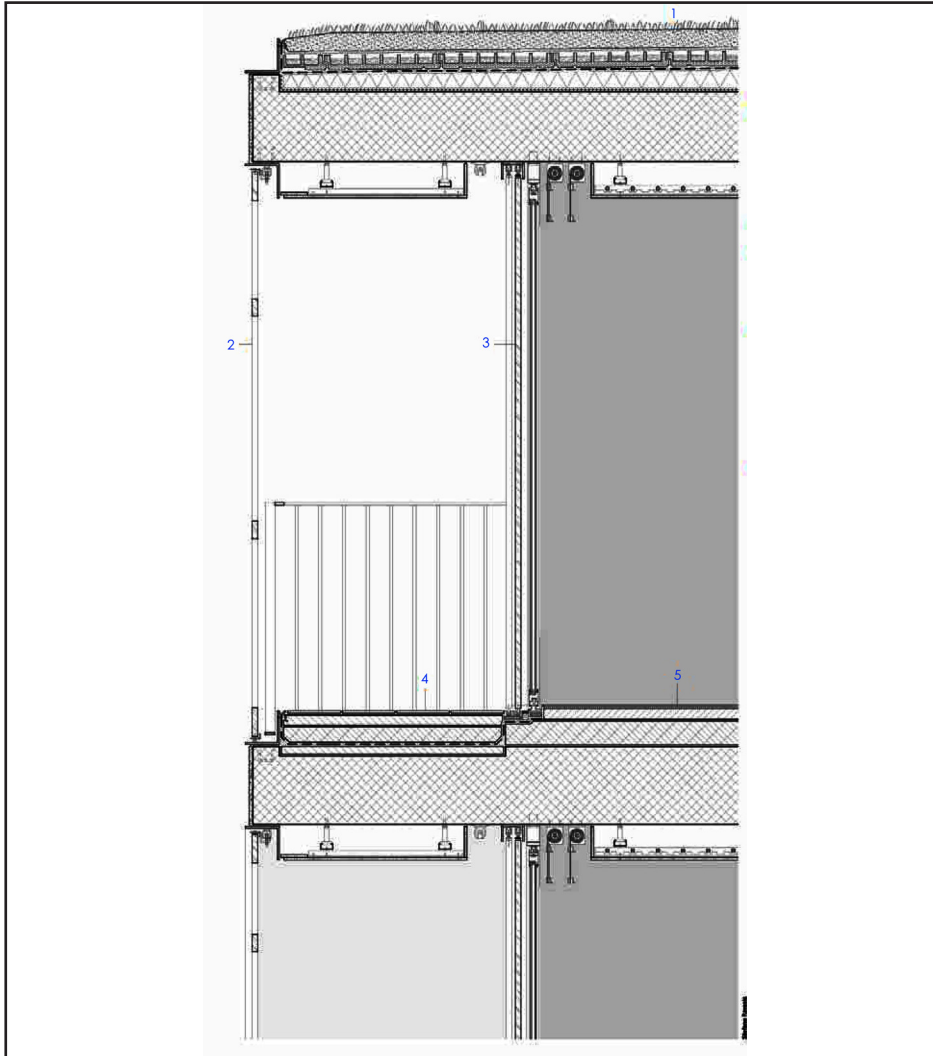


Imagen 1.59

Detalle Constructivo.

1. Cubierta:

- Capa de tierra para enraizar (80mm).
- Capa filtrante (2mm).
- Capa de drenaje (80mm).
- Capa anti raíz sintética impermeabilizante (2mm).
- Paneles aislantes de poliestireno con pendiente del 1% (70 a 130mm).
- Barrera de vapor (0.3mm).
- Losa de concreto reforzado (360mm).
- Cielo raso colgante radiante (150mm).

2. Paneles móviles de plywood marino con perforaciones (30mm).

3. Cerramiento vertical:

- Paneles solidos de plywood marino.
- Carpintería de aluminio aislante térmicamente con doble vidrio para aislamiento acústico.
- Cortinas enrollables.

4. Piso externo:

- Piso antideslizante (60x120x14mm).
- Mortero de nivelación (3mm).
- Maestra (50mm).
- Concreto aislante con esferas de poliestireno expandido (max 125mm).
- Impermeabilizante (4mm).
- Aislante térmico.
- Capa de pendiente 1% (15 a 30mm).
- Losa de concreto reforzado (360mm).
- Cielo raso colgante (150mm).

5. Piso interno:

- Parquet (20mm).
- Mortero (50mm).
- Concreto aislante con esferas de poliestireno expandido (100mm).
- Losa de concreto reforzado (360mm).
- Cielo raso colgante aislante.

Seccion a través de los invernaderos.

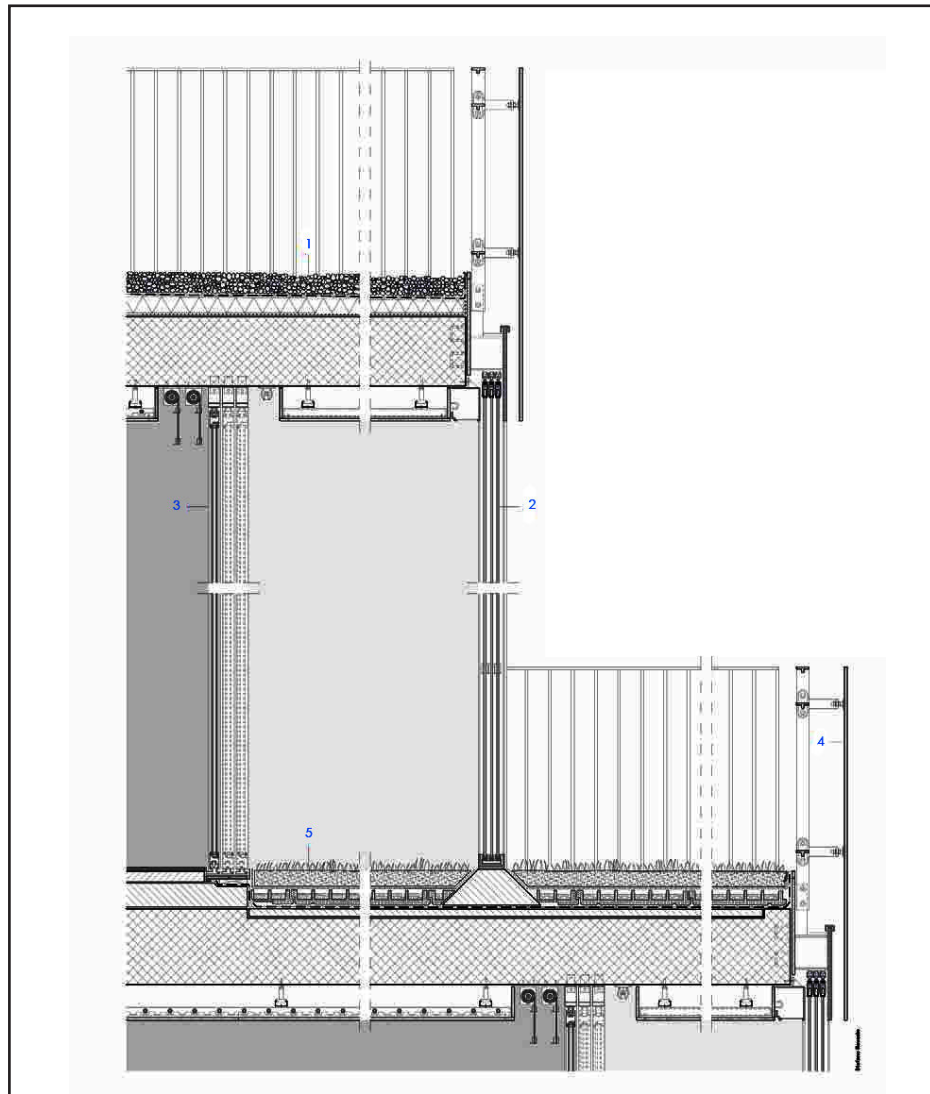


Imagen 1.60

Detalle Constructivo.

1. Cubierta:
 - Grava lavada.
 - Material no tejido.
 - Impermeabilizante sintético (2mm).
 - Capa de aislamiento, paneles de poliestireno expandido con 1% de inclinación (70 a 130mm).
 - Barrera de vapor (0.3mm).
 - Losa de concreto reforzado (360mm).
 - Cielo raso colgante radiante. (150mm).
2. Cerramiento transparente externo:
 - Vidrio de piso a cielo raso con juntas deslizantes (10mm).
3. Cerramiento transparente interno:
 - Carpintería de aluminio aislante térmicamente.
 - Doble vidrio estratificado de baja emisividad (4+4+1pvb/12/3+3+1pvb mm).
4. Barandilla de vidrio:
 - Vidrio de seguridad templado con tratamiento reflectante (8+8+1.52pvb mm) con película reflectante en la superficie.
 - Montantes de acero inoxidable (12x70mm).
5. Piso del Invernadero:
 - Pasto.
 - Subsuelo (120/160mm).
 - Capa estabilizante (1.2mm).
 - Drenaje (65mm).
 - Doble capa impermeabilizante con membrana anti raíz (4mm).
 - Aislante térmico.
 - Maestra con 1% de inclinación (10/50mm).
 - Losa de concreto reforzado (360mm).
 - Cielo raso colgante radiante (150mm).

La tecnología del proyecto radica en el uso de los materiales y en las técnicas bioclimáticas que son de última generación, mas no en implementos externos que pudieran haber sido incorporados para mejorar el rendimiento del edificio, como en un ejemplo común son los paneles solares para la producción de energía y calentamiento de agua.



**Bibliografía:****Libros:**

González Sandino, Rafael y Jaime López de Asiaín. *Análisis Bioclimático de la Arquitectura*. Sevilla, E.T.S.A.S., 1994.

Jong-Jin, Kim. *Introduction to Sustainable Design*. Michigan, EEUU. National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1998.

Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*. Oxon, Reino Unido. Taylor & Francis, 2006.

Publicaciones:

The Renewable Energy Guide. EnergyBeta.com, 2010.

Alcátara, Armando et al. *Vivienda Sustentable en Jalisco*. Guadalajara, Prometeo Editores, 2009.

Internet:

Celis D'Amico, Flavio. "Arquitectura Bioclimática, conceptos básicos y panorama actual". (Noviembre de 2000). Internet. <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>. Acceso: Octubre del 2011.

"Hemiciclo Solar". Internet. <http://www.fatecsaobras.com/noticias/noticia1.pdf>. Acceso: Diciembre del 2011.

"Hemiciclo Solar". Internet. http://www.gbce.es/archivos/ckfinderfiles/SB11%20Helsinki/SB11_41Hemiciclo.pdf. Acceso: Diciembre del 2011.

"Hemiciclo Solar". Internet. <http://www.promateriales.com/pdf/pm4304.pdf>. Acceso: Diciembre del 2011.

"La Arquitectura Sustentable va más allá". Internet. <http://ecocasaonline.com/blog/arquitectura-sustentable-va-mas-alla.html>. Acceso: Octubre del 2011.

"La Producción y el Aprovechamiento del Biogás". Internet. <http://www.plantasdepuradoras.com/PDF/EI%20Zamorano%20La%20produccion%20de%20biogas.pdf>. Acceso: Noviembre del 2011.

"Manejo Sustentable del Agua". Internet. http://www.tierramor.org/PDF-Docs/ManejoSustentableDeAgua%202006_Ebook.pdf. Acceso: Noviembre del 2011.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. <http://www.archdaily.com/151283/milanofiori-housing-complex-obr/>. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. <http://www.arketipo.ilsale24ore.com/Arketipo/images/54%20Giugno/Pagine%20da%20Progetti%2054-11%20Coperture%20verdi%20-%20Giugno.pdf?cmd=art&codid=26.0.3258325790>. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. <http://www.architecturenewsplus.com/projects/524>. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. <http://www.competitionline.com/de/projekte/45789>. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. http://www.e-architect.co.uk/milan/milanofiori_housing_complex.htm. - 23 Nov 2011. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. <http://europaconcorsi.com/projects/164217-Masterplan-Milanofiori-Nord-Landscaping/images/2508759>. Acceso: Enero del 2012.



"Milanofiori Housing Complex". Internet. http://www.instablogsimages.com/1/2012/02/22/milanofiori_residential_complex_sliv6.jpg. Acceso: Enero del 2012.

"Milanofiori Housing Complex". Internet. http://www.worldarchitecturenews.com/index.php?fuseaction=wanappln.showprojectbigimages&img=4&pro_id=17410. Acceso: Enero del 2012.

Neila, Javier. "Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible: buenas prácticas edificatorias". Internet. <http://habitat.aq.upm.es/select-sost/ab3.html>. Acceso: Noviembre del 2011.

"One Brighton". Internet. http://www.crestnicholson.com/assets/documents/aboutus/casestudies/Case_Study_One_Brighton.pdf. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://ebookbrowse.com/bql-one-brighton-pdf-d229722051>. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://ebookbrowse.com/gdoc.php?id=245321679&url=79e362ac87069513e832e4603c516ae3>. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://www.goodhomes.org.uk/downloads/members/pete-halsall-bioregional-quintain.pdf>. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://www.goodhomes.org.uk/downloads/pages/LC4R%20One%20Brighton.pdf>. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. http://healthycities.org.uk/uploads/files/029_one_brighton__a_new_way_of_living__brighton_and_hove.pdf. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://www.oneplanetcommunities.org/wp-content/uploads/2011/01/One-Brighton-Annual-Review-2010-final.pdf>. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. http://www.resourcesmart.vic.gov.au/documents/Business_Models_For_Enabling_Sustainable_Precincts_Case_Study_OneBrighton.pdf. Acceso: Diciembre 2011.

"One Brighton". Internet. <http://www.zeroarbonhub.org/downloads/Profile003-OneBrighton.pdf>. Acceso: Diciembre 2011.

"Que es y cómo aplicar Arquitectura Sustentable". Internet. http://www.estudiomartino.com/subsitios/publicaciones/que_es_y_como_aplicar_la_arquitectura_sustentable.php. Acceso: Octubre del 2011.





1

2



3

4

Este capítulo esta basado en los principios del documento "Pautas de diseño para una Arquitectura Sostenible" de Francisco Soria y Ángel Domínguez, dividido en 3 capítulos que a continuación se describen.



LA CALIDAD MEDIO AMBIENTAL EN ARQUITECTURA.

Los arquitectos como proyectistas y responsables de la construcción, en las diferentes obras de arquitectura, y la sociedad en general como usuarios debemos ser conscientes de la importancia y trascendencia de nuestras actuaciones urbano - arquitectónicas. El impacto en el medio natural y su modificación deben ser evaluados en los primeros estados de la práctica proyectual arquitectónica. La importancia y la magnitud de la transformación del medio natural deben condicionar cualquier actuación urbanística y ser uno de los factores esenciales en cuanto a su determinación. Sólo actuando de una forma responsable ante los proyectos de arquitectura (implicando y evaluando todos y cada uno de los factores y actores relacionados), estaremos dando una respuesta arquitectónicamente válida y adecuada a aquella solicitud.

Es decir, el proyecto se convierte, en manos del arquitecto, en una herramienta muy potente (y en algunos casos hasta peligrosa) al servicio de un doble cliente socio-físico, capaz de transformar diferentes escalas de entornos o contextos. Cualquier decisión construida o programada (planes urbanísticos, proyecto, normativa urbana) es responsabilidad del arquitecto (proyectista) que debe ser consciente de los cambios físicos y sociales que comportará y que a su vez repercutirá en otros ecosistemas (animales, vegetales, hídricos, atmosféricos, etc.) de difícil evaluación y programación temporal. De manera que en primera instancia la difícil tarea de proyectar la arquitectura no es solamente estar dotado de conocimientos estéticos (artísticos) y científicos (constructivos), sino que es mucho más amplia: hay que estar capacitado y educado moralmente frente a las delicadas y complejas decisiones implicadas en el proyecto de arquitectura, capaces de transformar, modificar y en ocasiones degradar el planeta.

Por lo tanto, lo que se exige es CALIDAD.

Calidad que no es más que el compromiso responsable en forma de obra de arquitectura que los arquitectos tenemos para con la sociedad y el medio natural. Estos compromisos pasan por profundos estudios: geográficos, culturales, meteorológicos, históricos, sociales, económicos, constructivos (científicos), artísticos, etc., que el proyectista-arquitecto debe tener en cuenta en los primeros momentos de plantear la solución al problema de resolver una nueva arquitectura.

En esta visión holista del proyecto, el trabajo interdisciplinario, que es una realidad en otras muchas materias, debe ser también en el campo del proyecto de arquitectura una práctica habitual. La psicología del espacio, las ciencias del medioambiente, la antropología del espacio, la geografía humana o física, la historia y las ingenierías aplicadas a la construcción e infraestructuras, son algunas de las disciplinas también implicadas de una forma u otra en los procesos de diseño.



DISEÑO Y PLANIFICACIÓN PARTICIPATIVOS

La responsabilidad y compromiso de los arquitectos es brindar calidad en la obra de arquitectura para con la sociedad y el medio natural, para lo que son necesarios minuciosos estudios en diferentes campos como el cultural, geográfico, histórico, climático, social, económico, constructivo, artístico, antropológico, etc.

En los que el arquitecto como responsable tendrá que ser precisamente el que las evalúe y utilice (en colaboración), en el momento y proporción precisos, de forma que el resultado sea un todo armónico que conforme la obra de arquitectura o urbanismo.

Es así necesario el trabajo interdisciplinario, que es una realidad de una sustentabilidad completa en los proyectos.

La interdisciplinariedad dirigida y coordinada por el arquitecto en los procesos de diseño y construcción de la obra deberá ser un garante para que el resultado final minimice su impacto negativo en el medio y, por el contrario, contribuya a aumentar sus valores positivos en esa nueva huella cultural que supone el ser agregada a un contexto pre-existente.

Para lograr entonces un diseño en base a las necesidades reales de la gente de nuestro medio es necesario hacer un diseño y planificación participativos.

Métodos de diseño participativo.

1. Soportes y unidades separables.

Desarrollado en Holanda por N.J. Habraken a la cabeza del SAR (1964).

SAR (Stichting Architecten Research) nace en 1964 con el propósito de encontrar una solución al problema de diseño que el mass housing estaba presentando en Europa en el periodo de la post guerra. A lo largo de la década de los sesentas el grupo inicial de SAR crece de 10

miembros a un conjunto multidisciplinario de profesionales que busca una solución a la uniformidad y monotonía que las viviendas estaban sufriendo en Holanda. El condicionante de esta falta de espacios dignos para la morada residía en el hecho de que la producción industrial prescindía del usuario como parte del proceso de diseño, en vista de que su incorporación atentaba precisamente en contra de la eficiencia y rapidez que este sistema proponía, basado en la estandarización, entregando como resultado viviendas para usuarios anónimos que no se ajustaban en absoluto a las necesidades que a lo largo del tiempo podía llegar a sufrir el usuario, quedando in actualizables.

A la cabeza del conjunto SAR se encontraba John Habraken, su crítica apuntaba directamente a este anonimato en el que queda envuelto el usuario sin tomar participación del proceso quedando en calidad de consumidor y la vivienda, frente a su estandarización (única respuesta a la producción en masa) queda reducida a un objeto de consumo. ¿Qué toma de decisiones supone el método?

Su método de diseño funcionaba alrededor de dos esferas de responsabilidad, una que pertenecía al habitante y otra que pertenecía a la comunidad y el contexto social y geográfico.

Aquello en manos de la decisión comunitaria correspondería a lo que él llama soporte, capaz de contener x unidades de vivienda; y aquello en manos de la decisión personal correspondería a lo que él llama diseño de la vivienda a través de unidades separables (cuya morfología estandarizada se ajustaría de manera perfecta al proceso de producción industrial), cuya posibilidad de cambiar de distribución otorgaría el grado de actualización identificable a las necesidades específicas de un usuario en particular.

En el diseño del soporte, aquello que se reconoce como inmutable dentro de la vivienda, participan de manera activa los usuarios y demás actores involucrados en el proceso del diseño, debe por lo tanto responder a necesidades y disposiciones locales, no es posible evaluar el



éxito de este proceso por el resultado de la planta, sino por su potencial de generar series de plantas posibles, y también que estas posibilidades sean claras al usuario de manera que cuando una alteración vaya a ser realizada, éste no necesite de un equipo de profesionales o deba pagar altos costos por la alteración del soporte, puesto que estas ya estarían consideradas desde el comienzo del diseño.

Este diseño de posibilidades estaba sujeto a la clasificación de los espacios según su dimensión, funcionalidad y disposición dentro del soporte, dando como resultado espacios para usos especiales como dormitorios o estudios, espacios para usos generales en donde pueden llegar a conjugarse varias actividades de manera simultánea y que por lo general ocuparían los lugares más espaciosos dentro del soporte, y por último los espacios de servicio como baños o cocina.

2. Lenguaje de Patrones.

Desarrollado en el Center For Environmental Structure, Berkeley, California, bajo la dirección de Christopher Alexander (1977-1979).

Los patrones son una serie de acontecimientos que suceden de manera regular en lugares específicos.

Se distinguen dos tipos de patrones interrelacionados:

Patrones de acontecimientos: No se limitan a las actividades humanas sino que incluyen aquellos acontecimientos de la naturaleza que ejercen una influencia física sobre nosotros. Varían de persona a persona, de cultura a cultura, de tal suerte que cada barrio se caracteriza por los patrones que manifiesta su cultura predominante.

Patrones de espacios: Se refiere a las características comunes, o invariantes, de los espacios donde suceden acontecimientos similares. Es una ley morfológica que establece un conjunto de relaciones complejas en el espacio (posición, dimensión, vistas, materiales, iluminación, colores, asoleamiento, etc.).

El patrón total, espacio y acontecimientos juntos, es un elemento cultural.

Lenguaje: Es la estructura a través de la cual los patrones se relacionan entre sí, como partes dentro de un todo. Proporciona coherencia a los actos individuales del proceso de construcción del entorno.

Todas las personas tienen su propio lenguaje de patrones, que deviene de un conocimiento acumulado sobre el modo de construir el entorno. La complejidad de este lenguaje es la que marca los límites a la capacidad de imaginar (o diseñar) un edificio.

3. El Método de Livingston.

Desarrollado por el arquitecto argentino Rodolfo Livingston y aplicado en Cuba, en el programa "arquitectos de comunidad" (1995).

Este método está pensado para ser aplicado en el caso de vivienda unifamiliar, ya sea en la remodelación de una vivienda existente o en el proyecto de una casa nueva. Se trata de un método de diseño participativo donde el arquitecto trabaja directamente con la familia-cliente, por medio del uso de dinámicas participativas heredadas de la psicología. El proceso es el siguiente:

- El pacto.

Es el primer día que el cliente contacta al arquitecto, quien explica en que consiste su trabajo, como se desarrolla, cuanto tiempo tarda, que se obtiene y cuanto cuesta el trabajo.

- Información primaria.

- Información del sitio.
- Información del cliente.
- Información sobre recursos (financieros y extra-financieros).

- Presentación de estudios de factibilidad para discutir con el cliente.

- Proyecto aceptado, o reinicio del ciclo hasta que el cliente quede satisfecho con la propuesta.

- Manual de instrucciones, que equivale al proyecto ejecutivo.



Puede hacerse o no, dependiendo de las necesidades del cliente.

4. Diseño por generación de opciones.

Basado en la metodología desarrollada por Hanno Weber y Michael Pyatock por la Universidad de Washington en St. Louis, Missouri (1975-1976).

Primera etapa.

Construcción de criterios iniciales.

Cuando se requiere hacer el diseño de una vivienda o de un hábitat (comunidad, barrio, distrito, etcétera), es necesario establecer claramente lo que se demanda, se desea o se requiere. Esto implica un complejo entendimiento de las diferentes posibilidades, desde el examen de las limitaciones que se pueden encontrar ante la posibilidad de tener una vivienda y un espacio urbano satisfactorio, hasta las diferentes alternativas que les permitan a los habitantes aumentar el control sobre diversos aspectos de su vida cotidiana.

Independientemente de la escala, ya se trate de un proyecto para una familia, un grupo, una comunidad, un barrio o una ciudad, es necesario analizar las diferentes variables que tienen que tomarse en cuenta para poder llevar a cabo el proceso de diseño. Evidentemente, el número de variables es mucho mayor en escalas mayores o en casos complejos y turbulentos.

Cuando se inicia un proyecto, la fase inicial consiste en establecer y decidir las ideas y conceptos requeridos para ir buscando las soluciones. A esta fase se le ha denominado en términos tradicionales como programa arquitectónico pero, en este caso, son los técnicos quienes investigan, obtienen datos y formulan los contenidos. En el caso del diseño participativo por generación de opciones, esta primera fase se trata de un proceso de construcción colectiva realizado por los diferentes actores.

Segunda etapa.

El desarrollo de opciones.

Una vez identificados los aspectos claves que tienen que ser discutidos y decididos, el segundo punto consiste en buscar y desarrollar las opciones para las diversas variables y la manera en que se interrelacionan, de una forma tal que sean entendibles y manejables por los diferentes participantes.

Para lograr este objetivo, se pueden usar varios métodos y técnicas, algunas de las cuales se utilizan también en la planeación participativa, como son los talleres, las reuniones y la "lluvia de ideas", entre otros. En el caso del diseño por generación de opciones se requiere, de forma importante, el uso de imágenes y gráficos de distintos tipos que permitan un diálogo más objetivo, ya que se trata en gran parte de discusiones sobre espacios y formas. Esto implica un desarrollo de técnicas que aún es incipiente.

El diseño por generación de opciones puede desarrollarse a distintas escalas y grados de complejidad:

- El barrio, la zona o el sitio de desarrollo.
- Los sectores de agrupamiento de viviendas, conjuntos, condominios, etc.
- Los espacios y partes componentes de la habitación misma.

Es evidente que el planteamiento de estas preguntas requiere tomar en cuenta los criterios y objetivos de las condiciones de vida que se pretendan, tanto en lo físico como en lo sociocultural.

Todo esto tiene que ser presentado en función de las opciones que se consideren factibles (esto implica cierta habilidad para discernir en función del tipo de grupo social de que se trate y también en función de la factibilidad técnica de las propias opciones).



LOS FACTORES BIOFÍSICOS EN EL PROCESO DE DISEÑO

Entendiendo al medio ambiente desde la arquitectura, sabemos que es todo lo que rodea a la misma, lo físico y tangible, sea natural o artificial, y lo no físico, lo intangible que caracteriza cualquier cultura humana, interesa ahora centrar la atención en su faceta más tangible, es decir, la consideración de las preexistencias naturales en el lugar y su relación con la materialización del espacio construido.

De esta manera se abordará en concreto los aspectos biofísicos del entorno y su papel en el proceso de diseño, a saber: condiciones climáticas, orografía, topografía, vegetación, fauna etc., y su incorporación como materiales, energías o técnicas para conformar la arquitectura.

EL SITIO

1. Elección del sitio.

Para la selección del sitio se siguieron los parámetros de la certificación LEED, del capítulo primero, Sitio Sustentable, los créditos 1, 2 y 4.1, siendo los créditos 2 y 4.1 los más valorados de este capítulo.

Crédito 1:

Intención.

Evitar la urbanización de sitios inapropiados y reducir el impacto ambiental del emplazamiento de un edificio.

Requisitos.

No construir edificios, pisos duros, caminos o áreas de parqueo en porciones de sitios que cumplen con los criterios a continuación.

- Terrenos ubicados en zonas agrícolas.
- Sitios propensos a inundación.
- Terrenos especialmente identificados como hábitat de especies amenazadas.
- Terrenos dentro de 30 metros de humedales.
- Terrenos no urbanizados anteriormente que estén dentro de 15 metros de un cuerpo de agua, como mares, lagos, ríos, quebradas que contengan o puedan contener peces, espacios recreacionales o industriales.
- Terrenos que antes de la adquisición fueron parques públicos.

**Tecnologías y Estrategias Potenciales.**

Durante el proceso de selección del sitio, dar preferencia a sitios que no incluyan elementos sensibles o tipos de suelo restrictivos. Seleccionar el emplazamiento correcto del edificio y diseñarlo con un mínimo de impacto para disminuir el daño de áreas medio ambientalmente sensibles.

Crédito 2:**Intención.**

Canalizar la urbanización hacia zonas urbanas con infraestructura existente, proteger los campos, proteger el hábitat y recursos naturales.

Requisitos.

- Opción 1: Densidad de desarrollo.

Construir o renovar un edificio en un sitio urbanizado anteriormente y en una comunidad con un mínimo de 13800 metros cuadrados por hectárea. El calculo de la densidad esta basado en una típica construcción urbana de dos pisos y debe incluir el área del proyecto que se esta construyendo.

- Opción 2: Conectividad de la comunidad.

Construir o renovar un edificio en un sitio que cumpla los criterios a continuación:

- Que este localizado en un sitio urbanizado anteriormente.
- Que este dentro de un radio de 800 metros de un área residencial o barrio con una densidad de 10 unidades por 0.4 hectárea.
- Que este dentro de un radio de 800 metros de al menos 10 equipamientos básicos.
- Que tenga acceso pedestre a todos los equipamientos.

Tecnologías y Estrategias Potenciales.

Durante el proceso de selección del sitio, dar preferencia a sitios urbanos con acceso pedestre a una variedad de servicios.

Crédito 4.1:**Intención.**

Reducir la contaminación y el impacto del desarrollo del uso del automóvil.

Requisitos.

- Opción 1: Proximidad a una estación de tren. (Crédito genérico, requisito aplicable donde se disponga de este servicio).

Emplazar el proyecto dentro de un radio de 800 metros de distancia a una estación de tren existente o planeada a futuro.

- Opción 2: Proximidad a una parada de bus.

Emplazar el proyecto dentro de un radio de 400 metros de distancia a 1 o más paradas a 2 o más líneas de buses.

Tecnologías y Estrategias Potenciales.

Hacer un estudio de transporte de los futuros ocupantes del edificio para identificar las necesidades de transporte. Ubicar el edificio cerca del transporte masivo.

Los sitios analizados fueron los siguientes:

Cuadro 2.1

Análisis del sitio.

SITIOS	CREDITO	CREDITO 1	CREDITO 2 Opcion 2	CREDITO 4.1
SITIO 1		X	X X X X	X
SITIO 2		X	X X X X	X
SITIO 3		X	X X X X	X
SITIO 4		X	X X X X	X

De los 4 sitios considerados, los 4 cumplen con el total de los requisitos antes descritos. La razón por la que se escogió el sitio 4 fue que tiene un extra que es el vínculo más fuerte con el paisaje natural, al estar ubicado a la orilla del río Tomebamba.

En un barrio las zonas verdes pueden moderar el microclima local. La vegetación y el agua modifican la humedad, la temperatura del aire, el viento, la radiación, el ruido y la contaminación. También desempeñan un papel importante en la gestión de las aguas superficiales y, potencialmente, de los efluentes. En el ámbito de la ciudad, los parques y jardines ejercen un efecto considerable sobre el microclima; las temperaturas pueden ser de 5 a 10° más reducidas en los parques urbanos en comparación con las zonas densamente edificadas circundantes. Su efecto sobre la contaminación también es importante.

Ubicación en la Ciudad de Cuenca

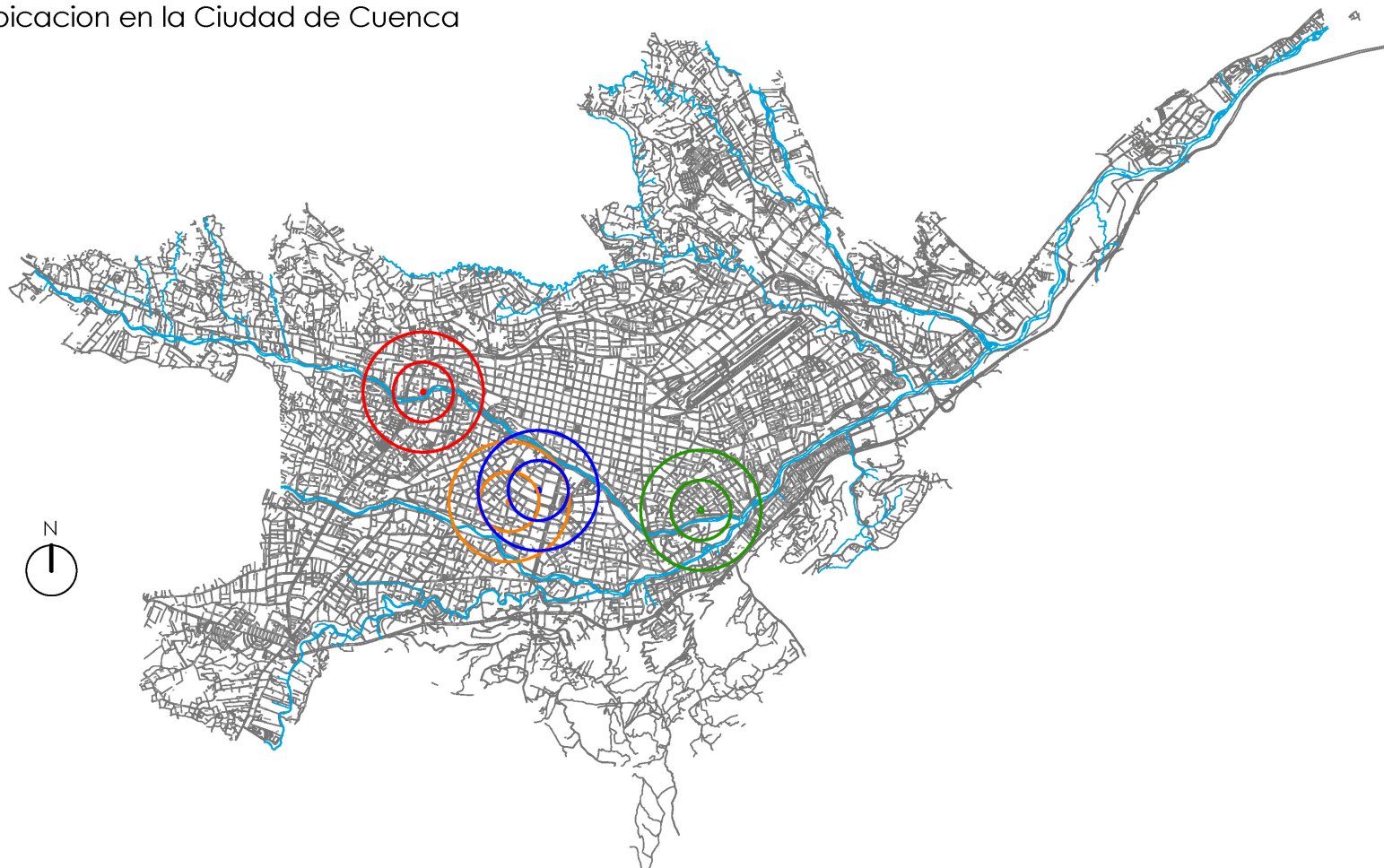


Gráfico 2.1

Mapa de la ciudad de Cuenca.

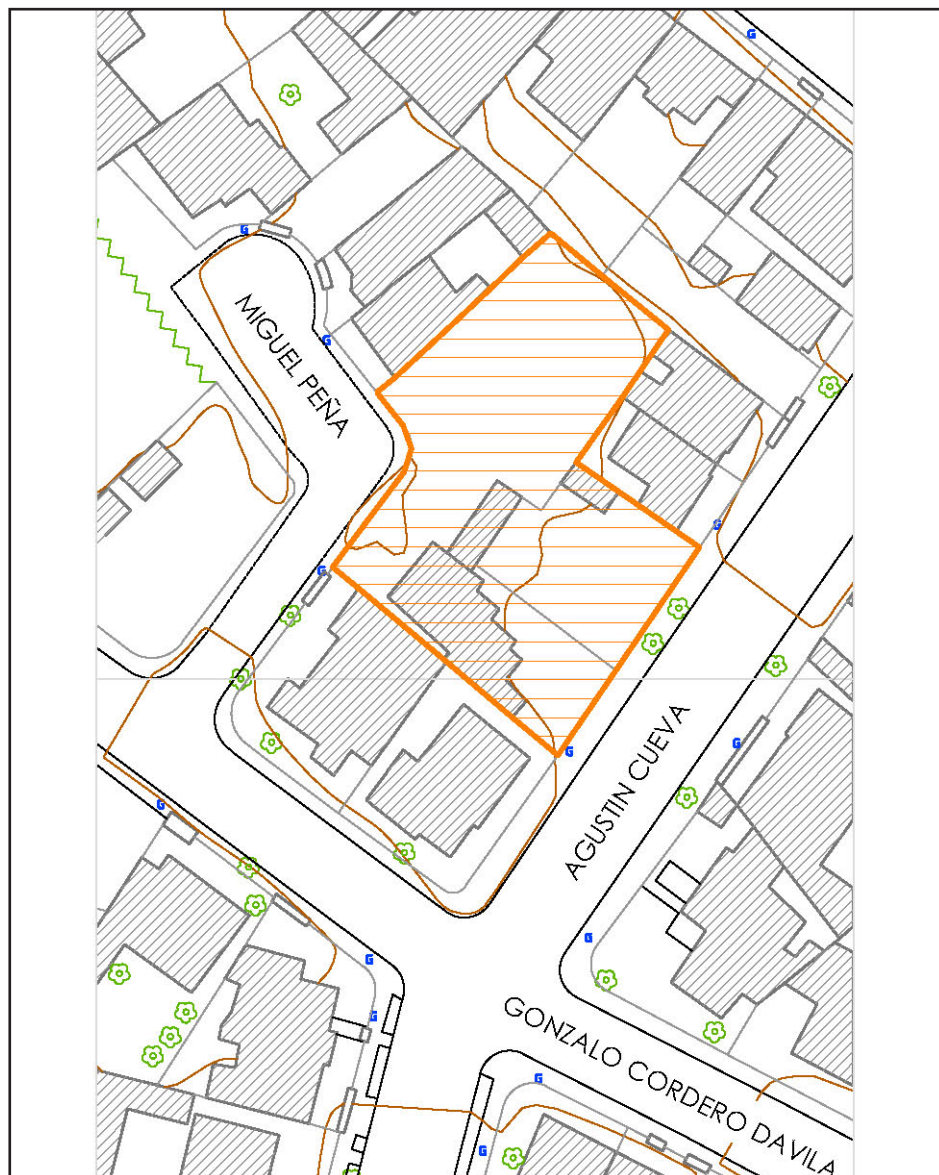


Gráfico 2.2

Sitio 1.



Gráfico 2.3

Sitio 2.

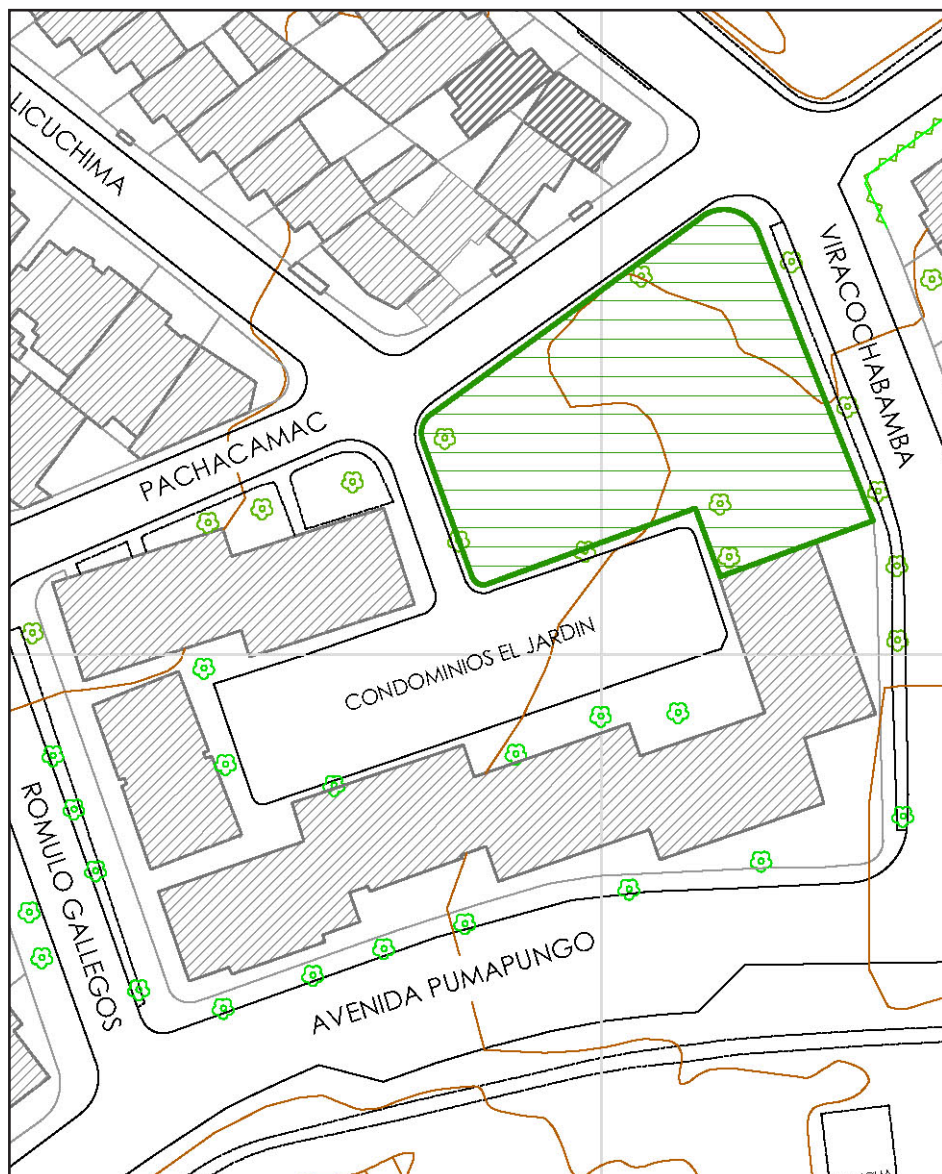


Gráfico 2.4

Sitio 3.

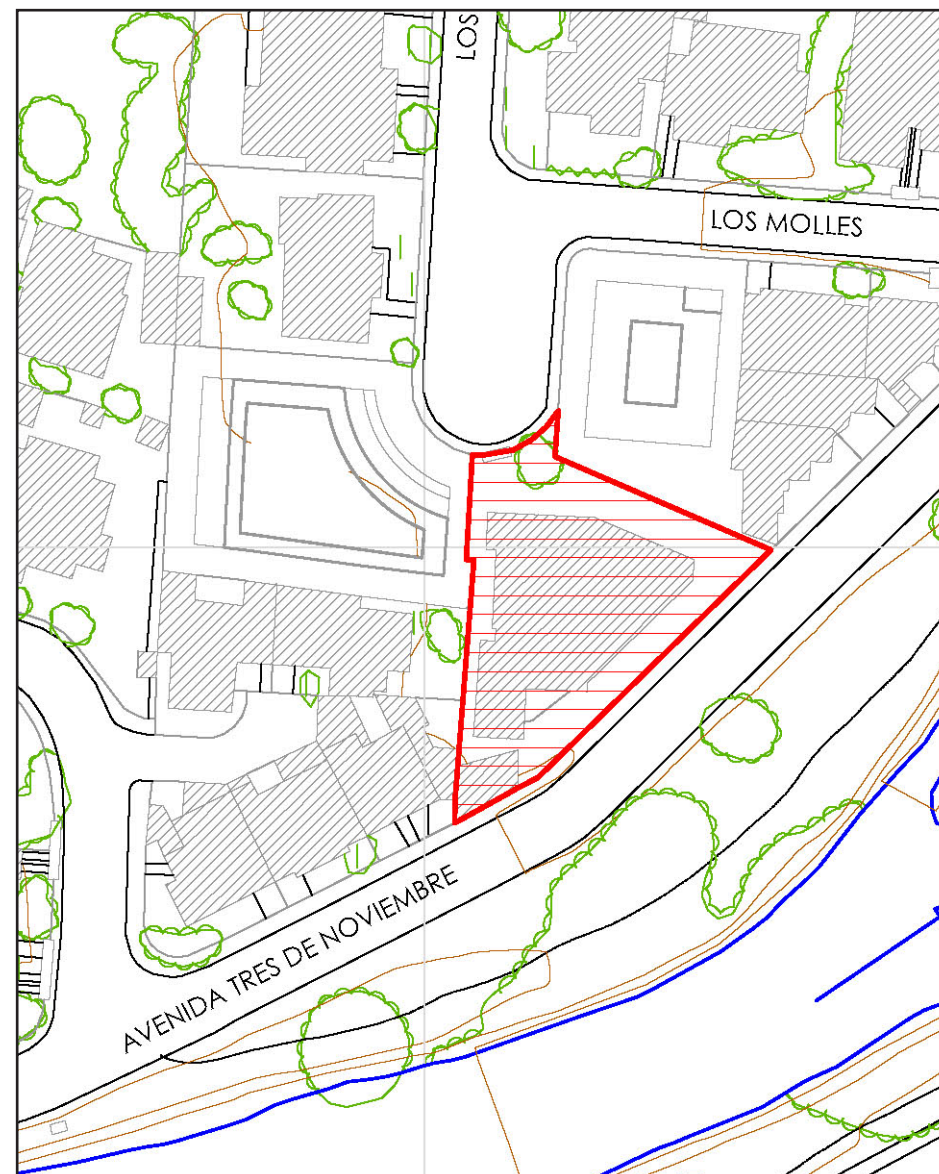


Gráfico 2.5

Sitio 4.

Normativa.

Cuadro 2.2

Normativa del Sector de Planeamiento N-1.

ALTURA DE LA EDIFICACION	LOTE MINIMO (m2)	FRENTE MINIMO (m)	COS MAXIMO (%)	DENSIDAD NETA DE VIVIENDA (DV)	TIPO DE IMPLANTACION	RETIROS FORNTALES, LATERALES Y POSTERIORES MINIMOS (m)			RETIRO LATERAL DESDE 3° PISO O PISOS QUE SUPEREN LA ALTURA DE LA EDIFICACION COLINDANTE
						F	L	P	
1 o 2 pisos	200	9	80	30 - 100 Viv/Ha.	Pareada con retiro frontal Aislada con retiro frontal	5	3	3	-
3 o 4 pisos	300	12	75	igual o mayor a 60 Viv/Ha.		5	3	3	3
5 o 6 pisos	500	18	75	igual o mayor a 60 Viv/Ha.		5	4	4	4
7 o 8 pisos	900	25	70	igual o mayor a 60 Viv/Ha.		6	6	6	6

Fuente: Ordenanza del Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca.

Determinaciones adicionales:

- En los proyectos de construcción de edificaciones, Dv se calculará con la siguiente fórmula:

$$Dv = \frac{\text{Numero de viviendas propuesto en el proyecto}}{\text{Superficie del lote en Hectáreas}}$$

- Las edificaciones de 5 y 6 pisos se admitirán solamente en predios con frente a vías de anchos iguales o mayores a 12 m.



Imagen 2.1

Ubicación del sitio.

2. Análisis del sitio.

Un análisis detallado del sitio permite sacar partido de sus diferentes potenciales, como son vistas, luz del sol, drenaje natural, vegetación (para producir sombras), vientos dominantes (para refrigeración), y otras condiciones, a la vez que permite evitar o reducir los daños en el sitio y en las zonas circundantes.



Gráfico 2.6

Análisis del sitio.

2.1 Factores del Clima.

2.1.1 Soleamiento.

2.1.1.1 Geometría Solar.

La geometría solar es uno de los elementos más importantes dentro del proceso de diseño arquitectónico ya que a través del conocimiento del comportamiento de la trayectoria de los rayos solares, tanto en su componente térmica como lumínica, lograremos dar la óptima orientación al edificio, la mejor ubicación de los espacios interiores de acuerdo a su uso, y podremos diseñar adecuadamente las aberturas y los dispositivos de control solar, logrando efectos directos de calentamiento, enfriamiento e iluminación, traducibles en términos de confort humano.

Además, debemos considerar que es el sol, indirectamente, el que determina todas aquellas condiciones ambientales que interactúan entre sí para definir todas las características del medio ambiente natural; sin olvidar que la arquitectura está determinada por éste medio ambiente (gráfico 01).

La tierra tiene varios movimientos, pero sólo dos de ellos son significativos; El primero es el movimiento de translación orbital alrededor del sol que transcurre en un año solar de 365d 5h 48m 45.19s con una velocidad orbital media de 107,229 km/h. El segundo es el movimiento de rotación que transcurre en un día solar medio de 23h 56m 4.0989s a una velocidad de 465 m/s.

El plano que contiene a la órbita terrestre se denomina **Plano De La Eclíptica**, que es la trayectoria que sigue el Sol en la esfera celeste en un año, que para este análisis se considera que la Tierra se encuentra en un lugar fijo y que el Sol se mueve alrededor de ella. Este plano forma un ángulo de 23° 26' 21.448'' (23°27') con respecto al ecuador terrestre y de 66° 33' 38.5'' (66°33') con respecto al eje de rotación. Debido a que la inclinación del eje de rotación siempre es paralelo a sí mismo a lo largo de su desplazamiento orbital, los rayos solares inciden perpendicularmente sobre la superficie terrestre en un punto distinto cada día del año (img 2.2).

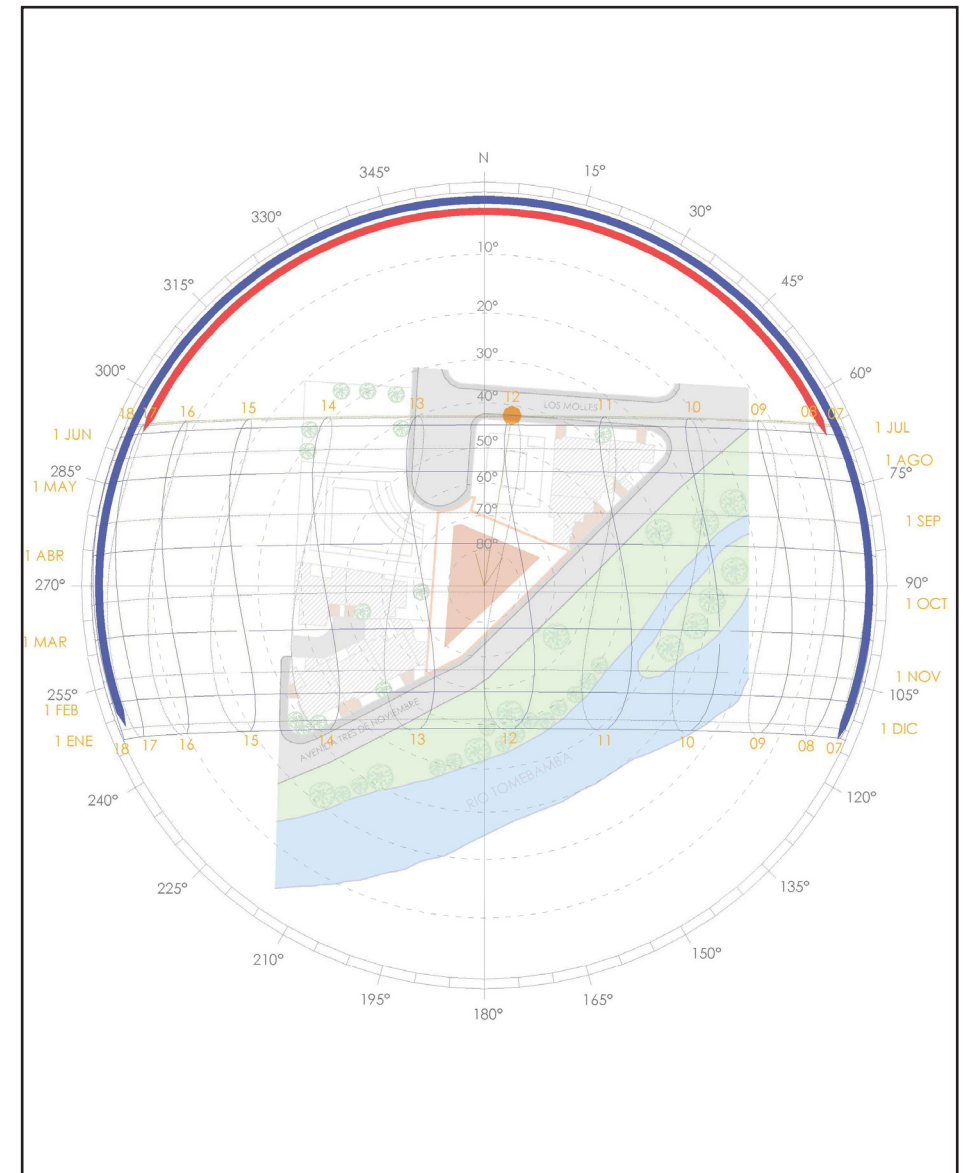


Gráfico 2.7

Carta Solar Estereográfica del sitio - Ecotect.

Imagen 2.2

Plano de la Eclíptica.

Fuente: <http://www.histoptica.org>

El ángulo de máxima declinación positiva, es decir, el ángulo máximo que se da en el hemisferio norte entre el rayo solar y el ecuador es de $+23^\circ 27'$ y se presenta el día 21 de junio; a esta fecha se le conoce como **Solsticio De Verano**, mientras que a la latitud geográfica en este punto se le conoce como **Trópico De Cáncer** (img 2.3).

Nótese que en esta fecha el polo norte recibe los rayos solares, mientras que el polo sur está en oscuridad. El ángulo de máxima declinación negativa, es decir, el ángulo máximo que se da en el hemisferio sur entre el rayo solar y el ecuador es de $-23^\circ 27'$ y se presenta el día 21 de diciembre; a esta fecha se le conoce como **Solsticio De Invierno** mientras que a la latitud geográfica en este punto se le conoce como **Trópico De Capricornio**. En esta fecha el polo sur recibe los rayos solares mientras que el polo norte está en oscuridad (img 2.4).

Imagen 2.3

Plano de la Eclíptica.

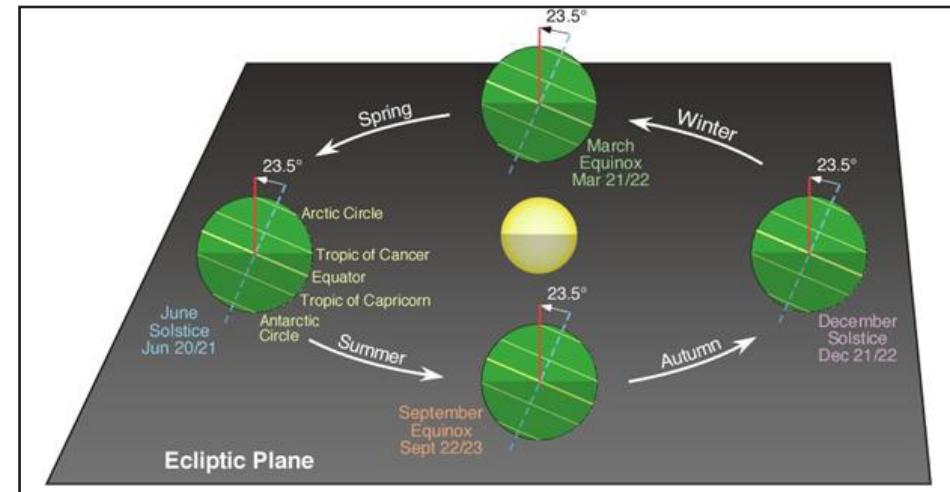
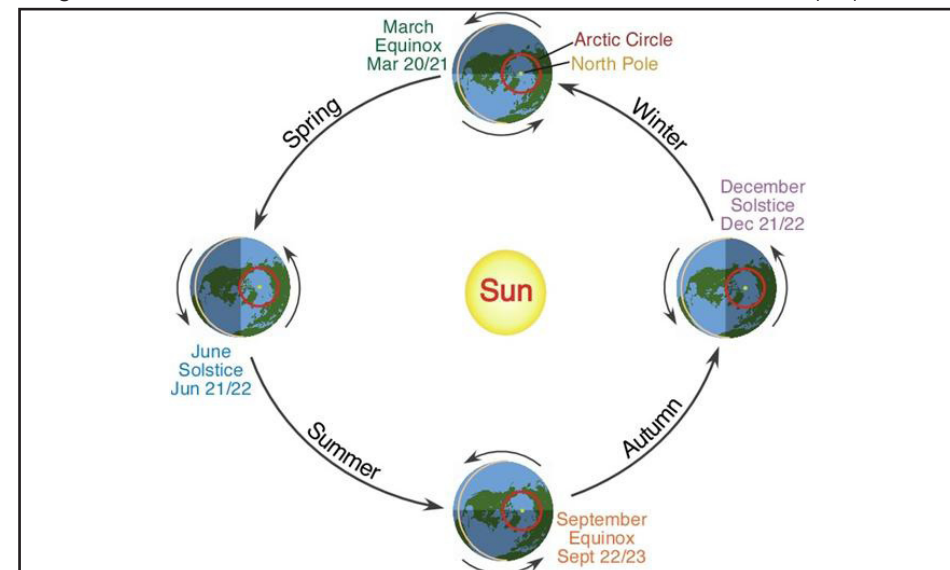


Imagen 2.4

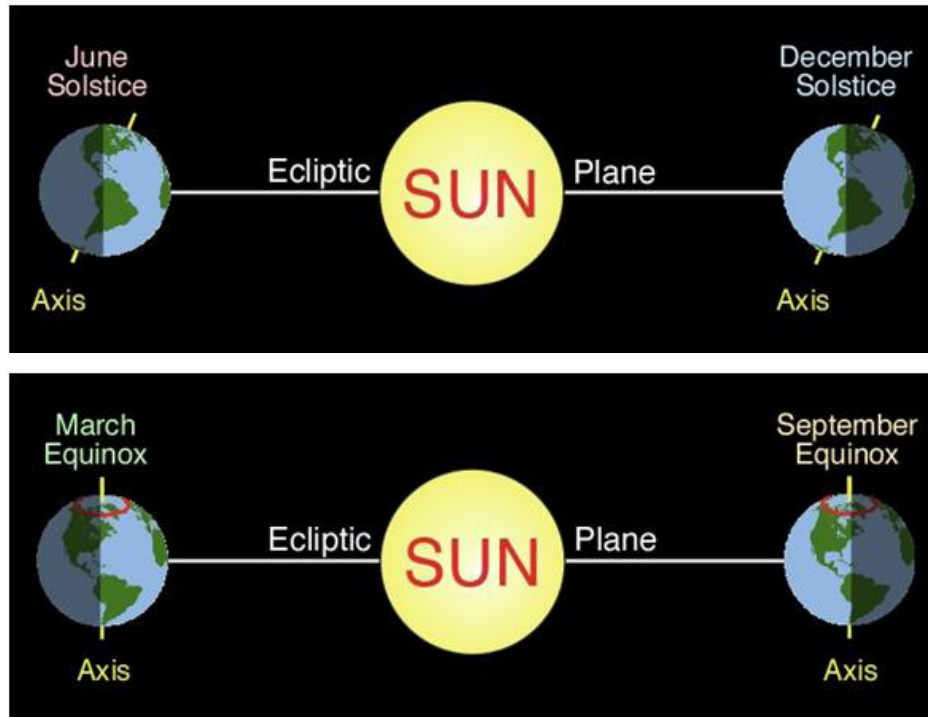
Solsticios y Equinoccios

Fuente: <http://www.physicalgeography.net>

Existen dos puntos en los cuales los rayos solares inciden perpendicularmente sobre el ecuador, es decir con una declinación igual a 0° ; el primero se da el 21 de marzo y se conoce con el nombre de **Equinoccio De Primavera**. El segundo se da el 23 de septiembre y se conoce como **Equinoccio De Otoño** (img 2.5).

Imagen 2.5

Solsticios y Equinoccios



Fuente: <http://www.physicalgeography.net>

Son éstas variaciones del ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie terrestre las que determinan las distintas duraciones del día y la noche a lo largo del año, un calentamiento no uniforme de la superficie terrestre con altas diferencias de presión que originan desplazamientos atmosféricos compensatorios (el viento). Determinan también a las estaciones, a todos los factores ambientales naturales y a la vida misma.

2.1.1.2 Conceptos de Geometría Solar.

Bóveda celeste.

Para fines prácticos de la geometría solar debemos partir del supuesto movimiento del sol alrededor de la tierra, de hecho el fenómeno sería idéntico al real, debido al carácter relativo del movimiento de la tierra con respecto al sol.

En éste caso, un observador sobre una superficie plana llamada horizonte, vería el desplazamiento del sol describiendo órbitas circulares paralelas, a lo largo de todo el año, sobre una esfera transparente denominada bóveda celeste; donde cualquier rayo, sin importar la posición del sol, estará dirigido hacia el centro de la esfera. Estas trayectorias constituyen lo que se conoce como la **Ruta del Sol** vista por un observador desde la tierra.

Al punto vertical más alto de la bóveda celeste imaginaria se le denomina **Cenit** y al punto equidistante diametralmente opuesto, **Nadir**.

Para localizar un punto sobre la superficie terrestre se emplean las dos coordenadas llamadas geográficas o terrestres: **Latitud y Longitud**.

Latitud de un lugar es el ángulo que forma la vertical del lugar con el plano del ecuador, se cuenta de 0° a 90° del ecuador hacia los polos y puede ser positiva o negativa, según que el lugar se encuentre en el hemisferio norte o en el hemisferio sur.

Longitud de un lugar es el ángulo diedro que forman el meridiano que pasa por el lugar con otro meridiano que se toma como origen; se cuenta de 0° a 180° y puede ser oriental u occidental según que el lugar se encuentre al este u oeste del meridiano de origen.

Todos los puntos que se encuentran en un mismo paralelo tienen igual latitud; todos los puntos que se encuentran en un mismo semimeridiano tienen igual longitud. Para localizar al Sol, o a



cualquier astro, en la bóveda celeste se emplean las coordenadas llamadas horizontales o celestes, por medio de las cuales se refiere su posición al plano del horizonte y al meridiano del observador, éstas son:

Altura y Acimut.

Altura es el ángulo formado por el rayo solar, dirigido al centro de la bóveda y el plano del horizonte, se mide a partir del plano del horizonte hacia el cenit, de 0° a 90° .

Acimut es el ángulo diedro formado por el plano vertical del rayo solar con el plano del meridiano del observador, dicho en otras palabras, es el ángulo formado por la proyección del rayo solar sobre el horizonte con el eje norte-sur verdadero. En términos de arquitectura bioclimática (en el hemisferio norte) se mide a partir del sur y puede ir de 0° a 180° hacia el este u oeste.

Estas dos coordenadas celestes constituyen los datos básicos para cualquier estudio de asoleamiento en el diseño arquitectónico o cualquier otra aplicación en que se precise conocer la posición del Sol en un momento determinado.

Existen varios tipos de análisis del comportamiento solar, el más útil para los arquitectos es el método gráfico, que representa la información de forma clara y fácilmente traducible en términos de diseño.

Para el análisis en este documento se utiliza la carta solar estereográfica, que es muy útil para el estudio de sombras, para el análisis y evaluación de dispositivos de control solar y para tomar decisiones sobre la orientación del edificio y ubicación de los espacios, ya que sobre ella pueden superponerse diagramas de sombreado, diagramas energéticos de radiación o iluminación, o simplemente expresar sobre ella los rangos y variaciones de temperatura ambiente de la localidad en estudio.

Cuadro 2.3

Cuadro de Información Solar			
Latitud: -2.5°	Fecha: 21 de Junio		
Longitud: -79.0°	Amanecer: 06:21		
Zona Horaria: -5.0hrs	Puesta del Sol: 18:13		
Local	(Solar)	Azimut	Altitud
6:30	(06:12)	66.4°	1.9°
7:00	(06:42)	65.8°	8.7°
7:30	(07:12)	64.8°	15.5°
8:00	(07:42)	63.4°	22.3°
8:30	(08:12)	61.4°	28.9°
9:00	(08:42)	58.7°	35.4°
9:30	(09:12)	55.1°	41.7°
10:00	(09:42)	50.3°	47.6°
10:30	(10:12)	43.8°	53.1°
11:00	(10:42)	35.0°	57.9°
11:30	(11:12)	23.4°	61.6°
12:00	(11:42)	9.1°	63.7°
12:30	(12:12)	-6.5°	63.9°
13:00	(12:42)	-21.1°	62.1°
13:30	(13:12)	-33.2°	58.6°
14:00	(13:42)	-42.5°	54.0°
14:30	(14:12)	-49.3°	48.6°
15:00	(14:42)	-54.4°	42.7°
15:30	(15:12)	-58.2°	36.5°
16:00	(15:42)	-61.0°	30.0°
16:30	(16:12)	-63.1°	23.4°
17:00	(16:42)	-64.6°	16.7°
17:30	(17:12)	-65.7°	9.9°
18:00	(17:42)	-66.4°	3.0°

Fuente: *Ecotect Analysis*.



Cuadro 2.4

Cuadro de Información Solar			
Latitud: -2.5°	Fecha: 21 de Diciembre		
Longitud: -79.0°	Amanecer: 06:09		
Zona Horaria: -5.0hrs	Puesta del Sol: 18:18		
Local	(Solar)	Azimut	Altitud
6:30	(06:16)	113.4°	4.7°
7:00	(06:46)	113.5°	11.6°
7:30	(07:16)	113.9°	18.4°
8:00	(07:46)	114.9°	25.3°
8:30	(08:16)	116.3°	32.0°
9:00	(08:46)	118.4°	38.7°
9:30	(09:16)	121.4°	45.2°
10:00	(09:46)	125.8°	51.4°
10:30	(10:16)	132.0°	57.3°
11:00	(10:46)	141.1°	62.4°
11:30	(11:16)	154.0°	66.5°
12:00	(11:46)	171.2°	68.8°
12:30	(12:16)	-169.8°	68.7°
13:00	(12:46)	-152.9°	66.2°
13:30	(13:16)	-140.3°	62.1°
14:00	(13:46)	-131.5°	56.9°
14:30	(14:16)	-125.4°	51.0°
15:00	(14:46)	-121.2°	44.7°
15:30	(15:16)	-118.2°	38.2°
16:00	(15:46)	-116.2°	31.5°
16:30	(16:16)	-114.8°	24.8°
17:00	(16:46)	-113.9°	17.9°
17:30	(17:16)	-113.4°	11.1°
18:00	(17:46)	-113.4°	4.2°

Fuente: Ecotect Analysis.

2.1.1.3 Luz Natural.

La luz es el “marcador temporal” de nuestro reloj biológico; un estímulo que influye en el estado de ánimo, tanto desde el punto de vista psicológico como fisiológico. Mediante una adecuada iluminación, las personas son capaces de rendir más y mejor, pueden avivar su estado de alerta, pueden mejorar su sueño y en general su bienestar. Por estas importantes razones el análisis de la disponibilidad de luz en los espacios es necesario para dar al usuario, un ambiente cómodo y sano.

Esta información esta basada en la guía para el derecho a luz producida por el Building Research Establishment del Reino Unido, en su publicación, “*Site Layout Planning for Daylight and Sunlight: A Guide to Good Practice*”.

Cuando se trata con la altura de las obstrucciones de luz natural, las normativas aconsejan dibujar una sección a través del sitio normal a cada fachada de la edificación. Luego, se traza una línea desde un punto 2m sobre el nivel del suelo hacia afuera en un ángulo de 25° con la horizontal. Si es que cualquier edificación se proyecta sobre esta línea, es de suficiente preocupación para tomar las acciones necesarias.

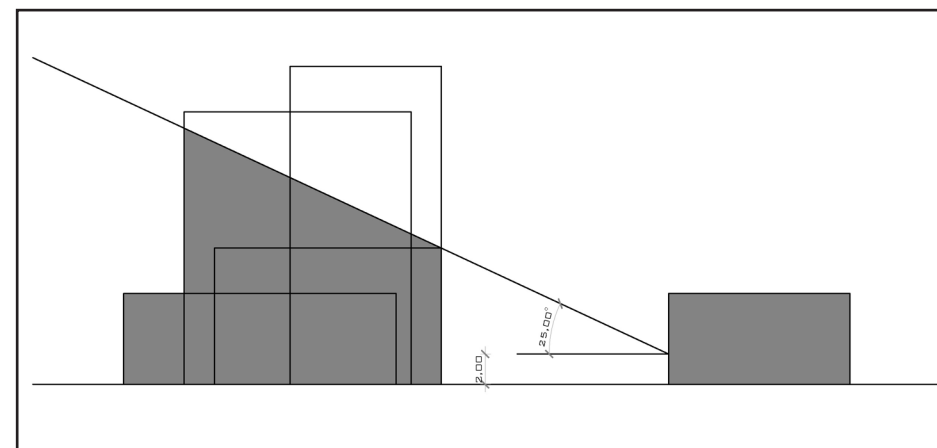


Gráfico 02.

Gráfico de obstrucción de luz natural.

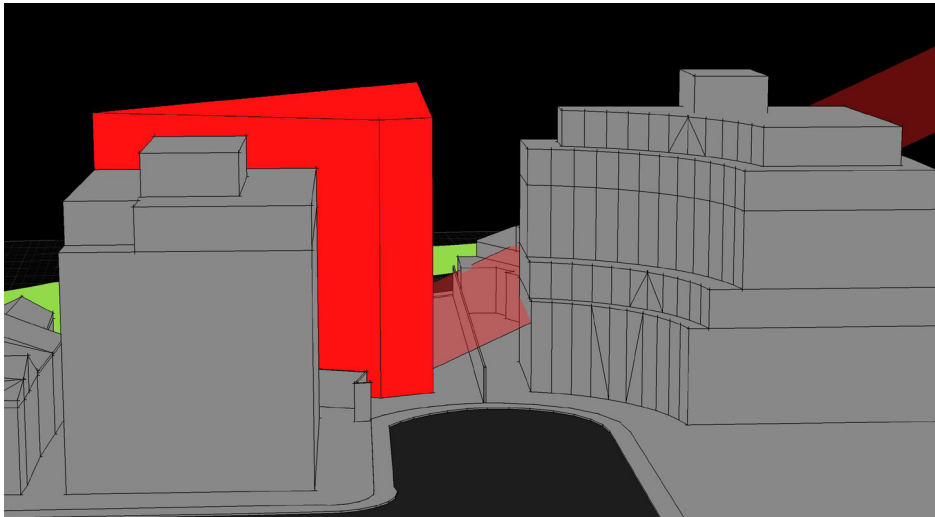
Con respecto a la línea a 2m sobre el nivel del suelo, la normativa dice:

En la etapa de diseño del emplazamiento del edificio la ubicación de las ventanas todavía no estará decidida, por lo que para propósitos de chequeo previo, se utiliza una serie de puntos de referencia ubicados a 2m sobre el nivel del suelo. Esta altura de 2m corresponde a la parte mas alta de las ventanas de la planta baja de una edificación. Para edificios sin ventanas en PB, se debe utilizar un nivel de 2m sobre la altura del piso mas bajo.

Para edificaciones existentes, en donde es conocida la posición de las ventanas y se quiere evaluar el impacto de un nuevo proyecto, este proceso tiene que ser efectuado en cada una de las ventanas de la fachada del edificio donde se espera un impacto del nuevo proyecto. Para un sitio baldío, se calcula con un plano de 43° en vez del ángulo de 25° .

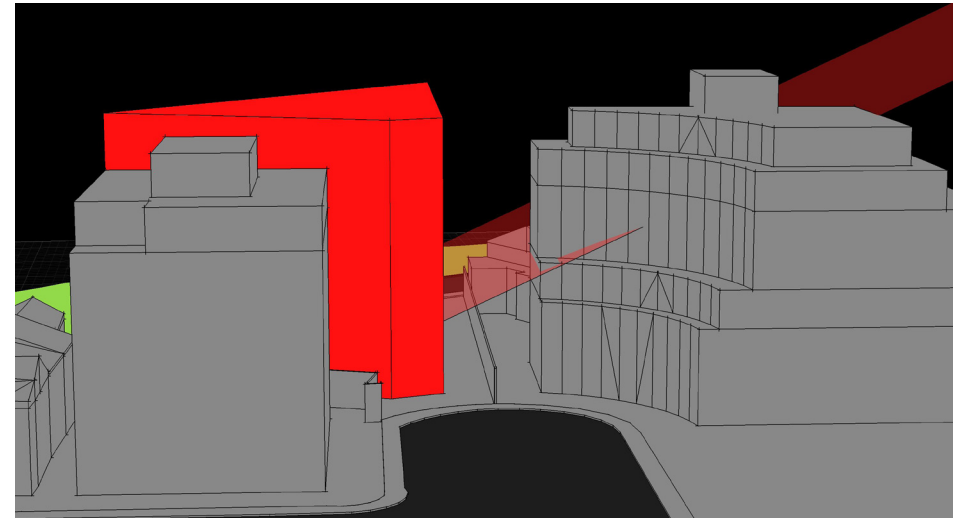
Cálculo del derecho a luz con un plano de 25° con respecto de la horizontal.

Gráfico 2.8



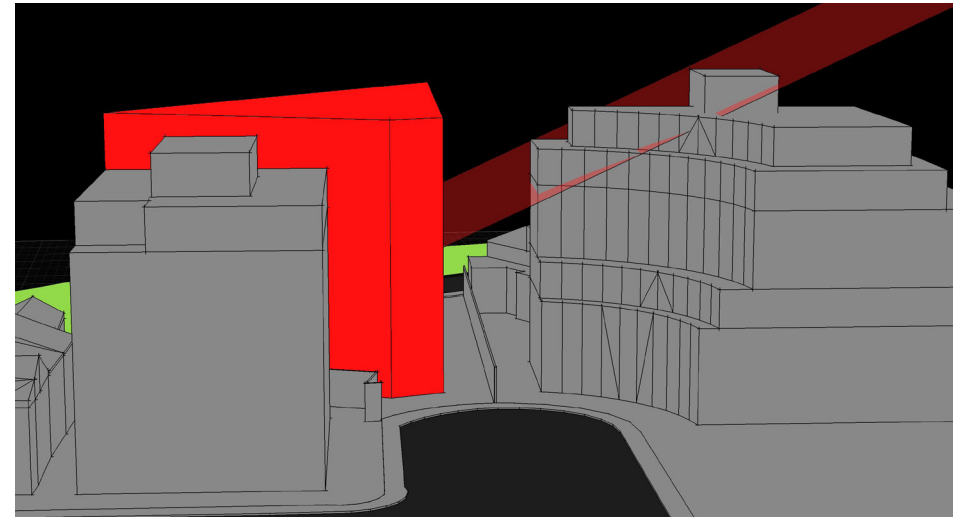
Derecho a luz - Plano.

N= 0.00 - Vista 1.



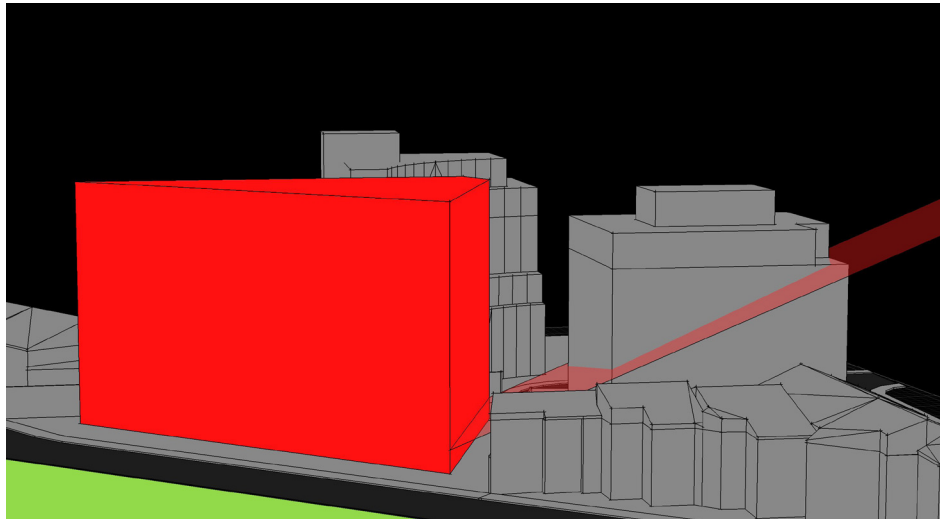
Derecho a luz - Plano.

N= +6.00 - Vista 1.



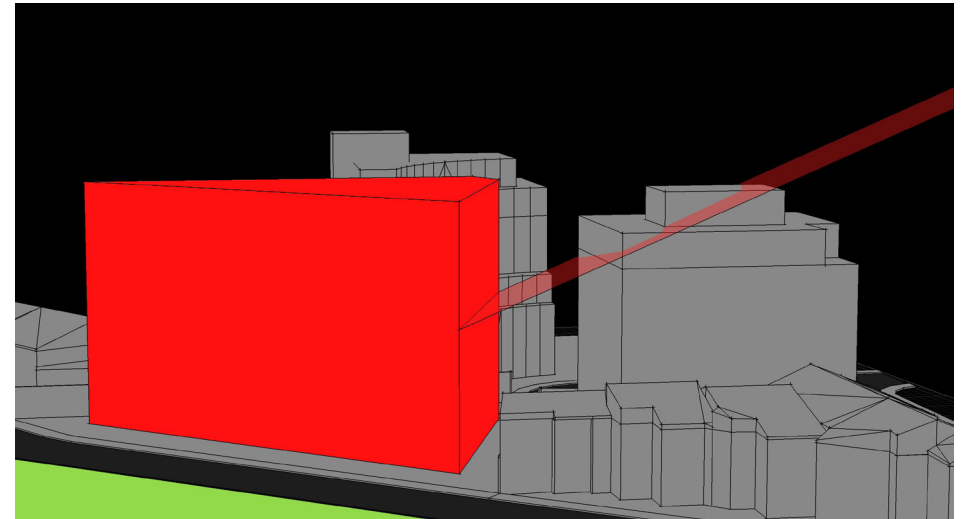
Derecho a luz - Plano.

N= +12.00 - Vista 1.



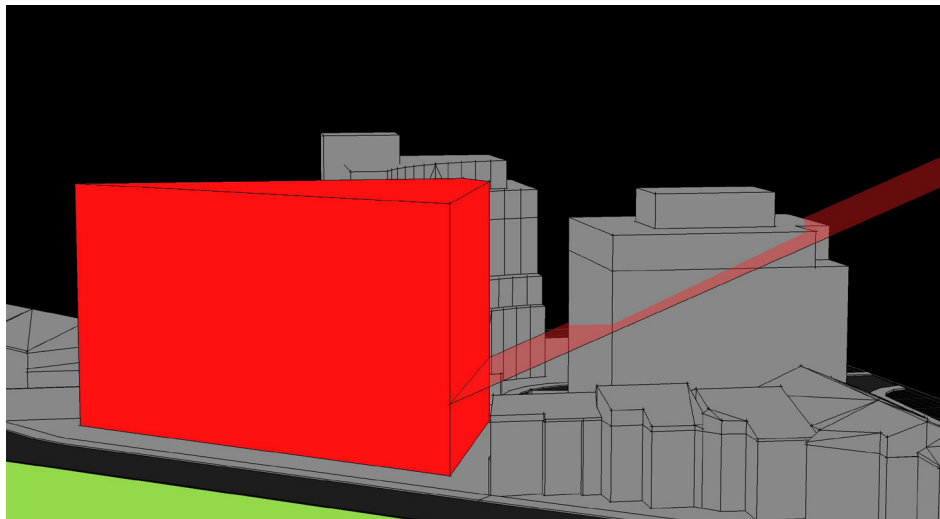
Derecho a luz - Plano.

N= 0.00 - Vista 2.



Derecho a luz - Plano.

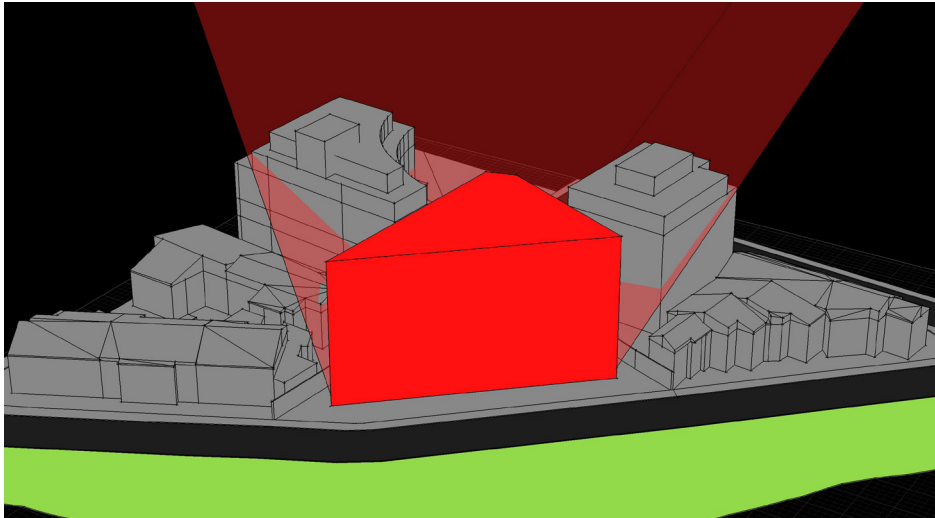
N= +12.00 - Vista 2.



Derecho a luz - Plano.

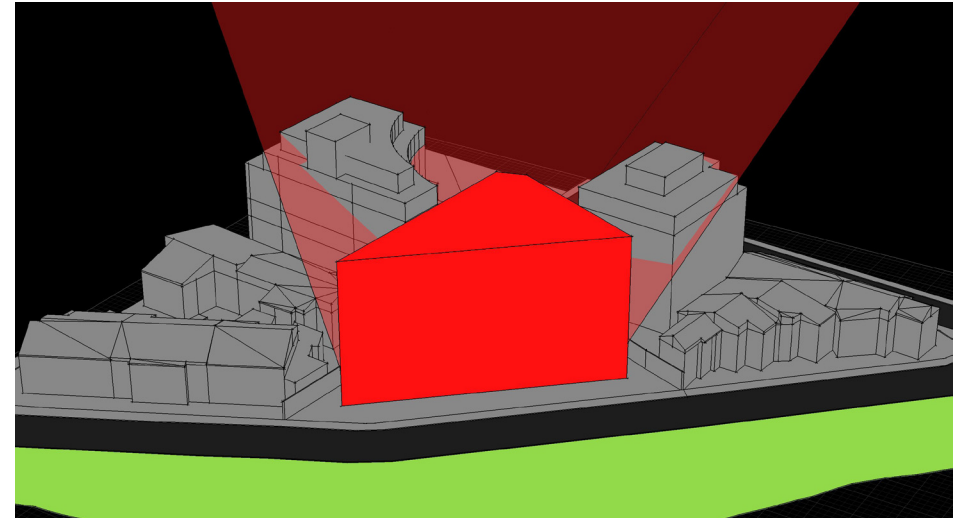
N= +6.00 - Vista 2.

Gráfico 2.9



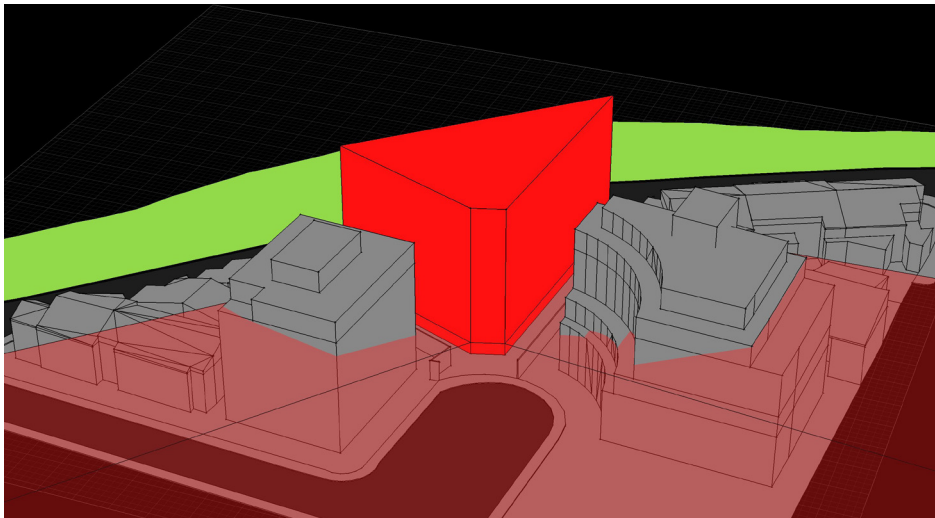
Derecho a luz - Plano.

N= 0.00 - Vista 1.



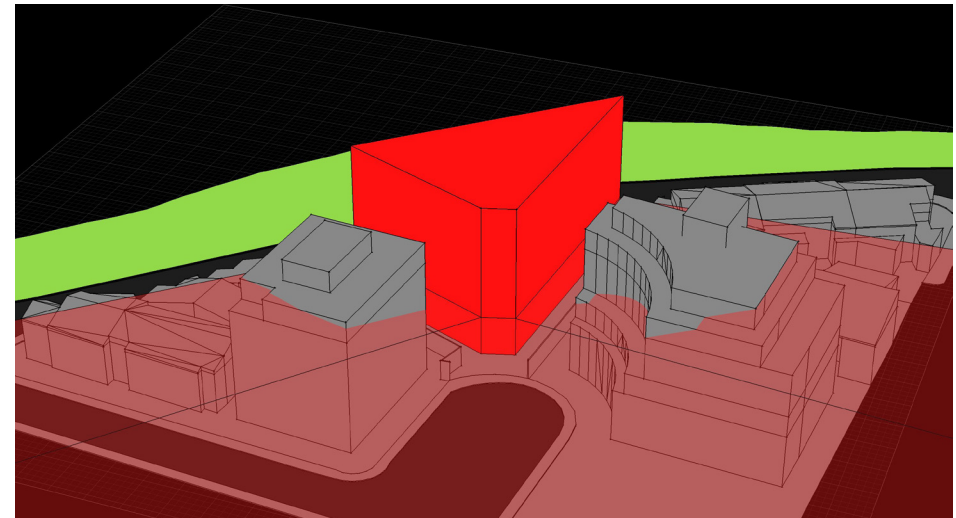
Derecho a luz - Plano.

N= +6.00 - Vista 1.



Derecho a luz - Plano.

N= 0.00 - Vista 2.

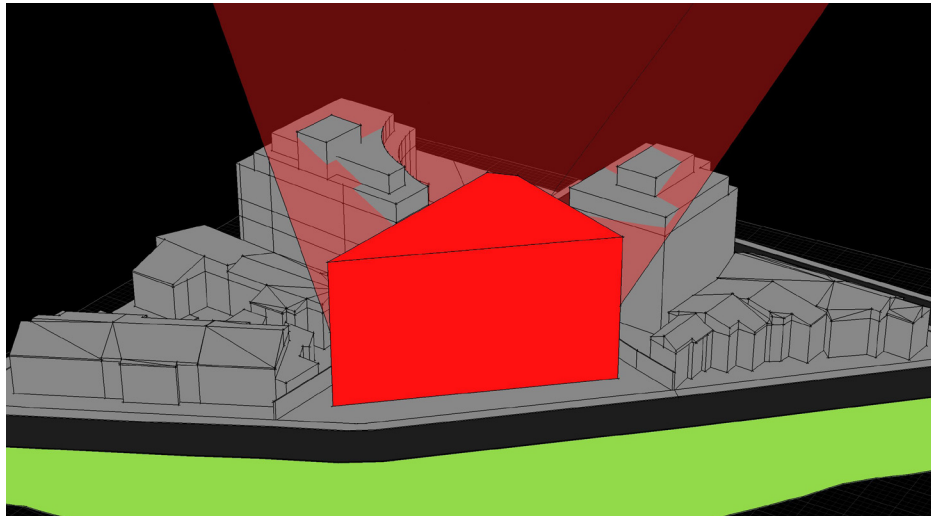


Derecho a luz - Plano.

N= +6.00 - Vista 2.

Análisis mediante partículas, de acuerdo a la importancia de obstrucción.

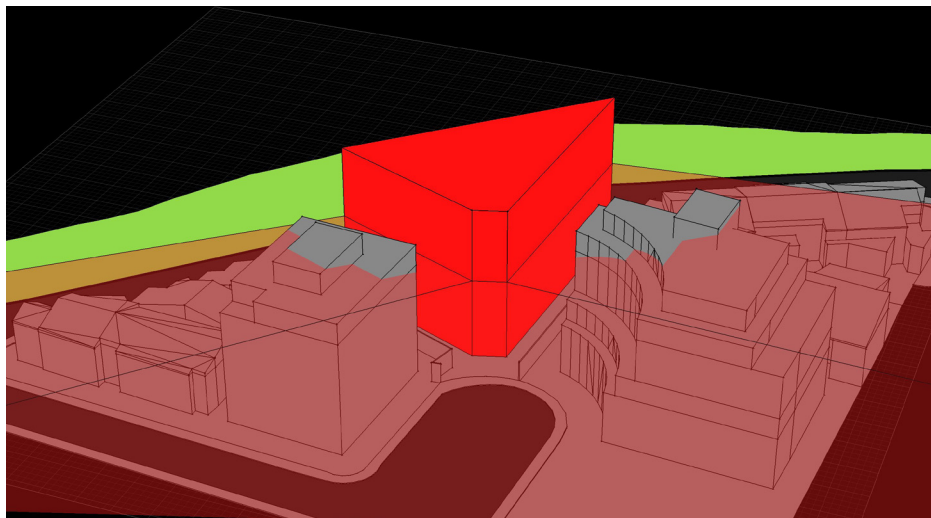
Igual que en el punto anterior, se analiza la obstrucción de la luz natural al nivel especificado en cada imagen, pero en este caso se visualiza con partículas que indican mas claramente cuales son los puntos que significan un mayor obstáculo para el derecho a luz natural dentro de un ambiente. La importancia se mide con colores fríos cuando es baja, y con colores cálidos cuando es de consideración alta.



Derecho a luz - Plano.

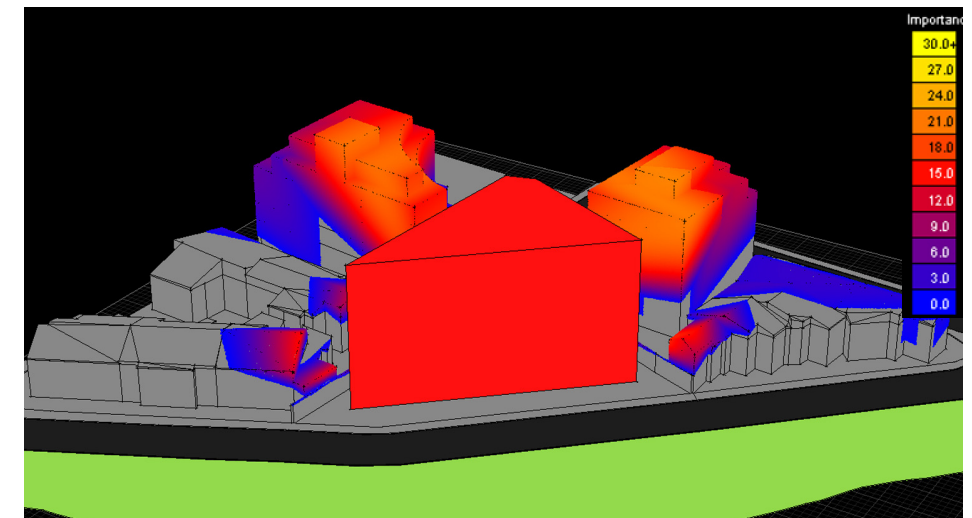
N= +12.00 - Vista 1.

Gráfico 2.10



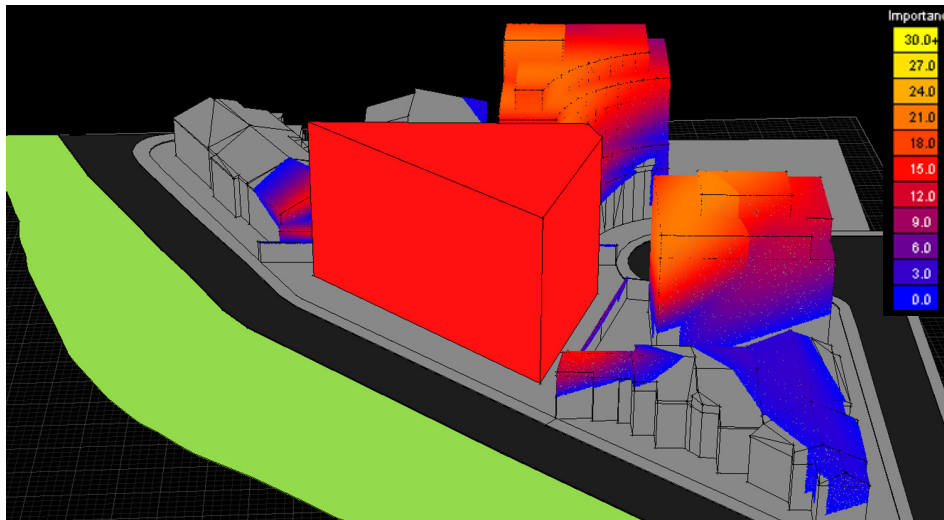
Derecho a luz - Plano.

N= +12.00 - Vista 2.



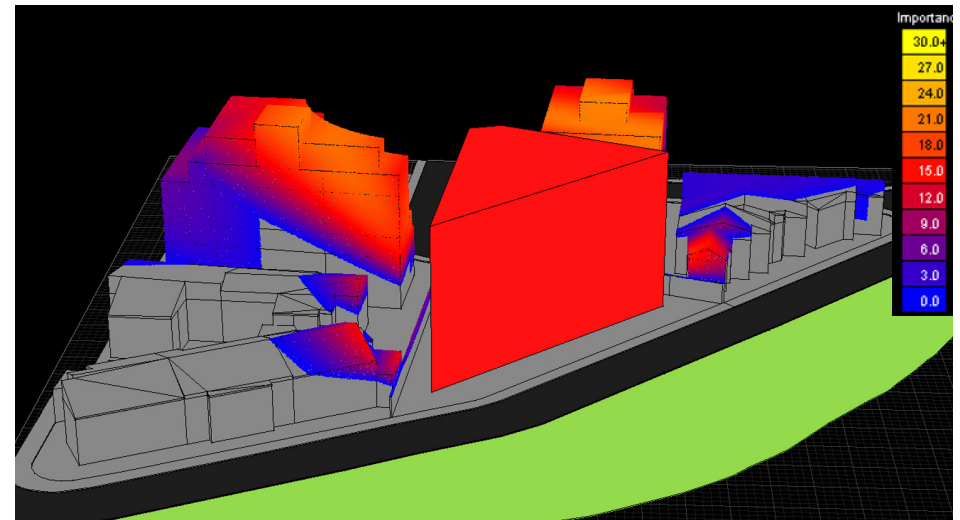
Derecho a luz - Partículas.

N= 0.00 - Vista 1.



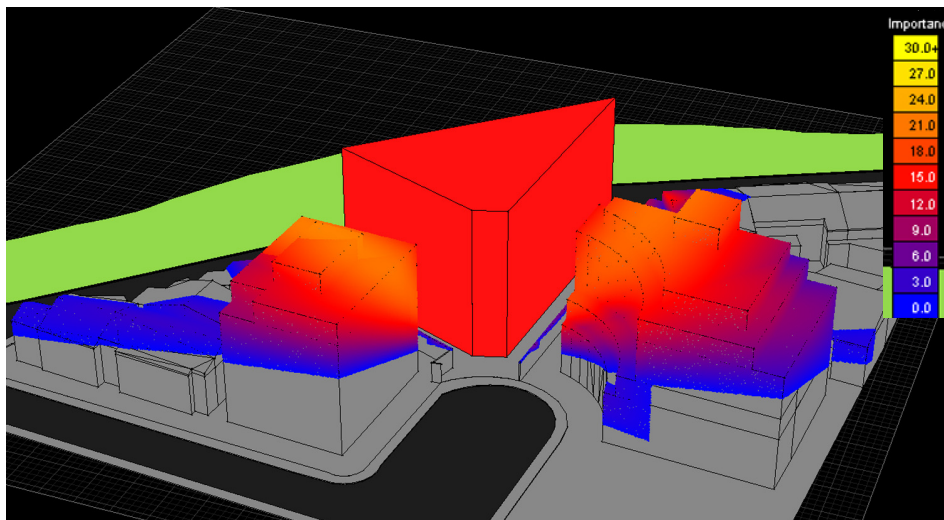
Derecho a luz - Partículas.

N= 0.00 - Vista 2.



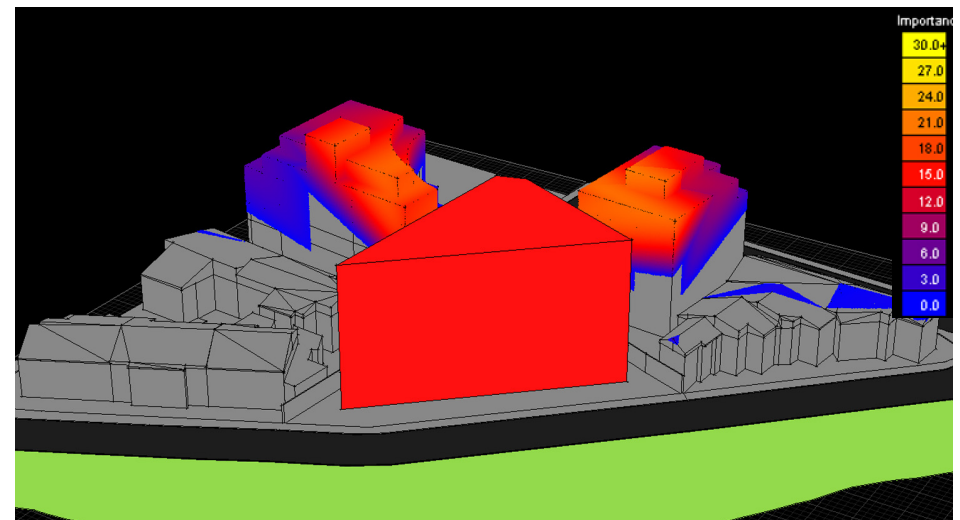
Derecho a luz - Partículas.

N= 0.00 - Vista 4.



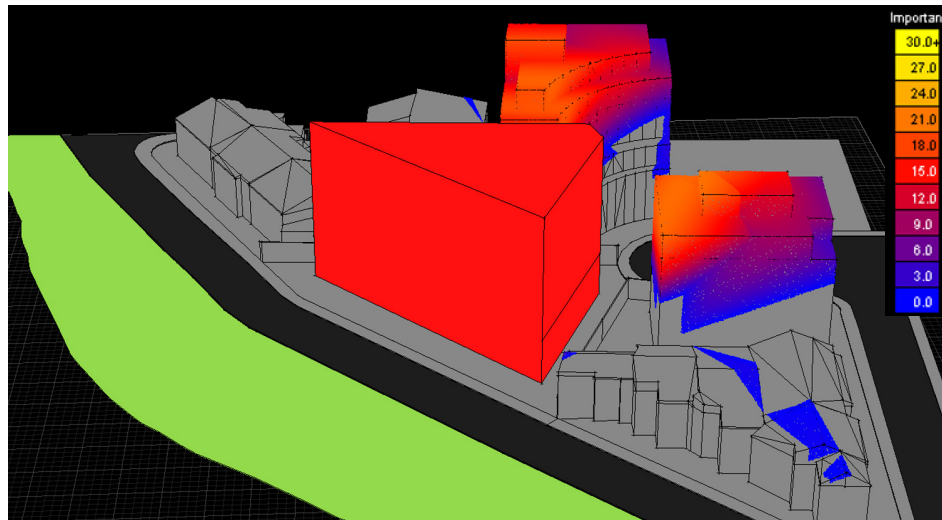
Derecho a luz - Partículas.

N= 0.00 - Vista 3.



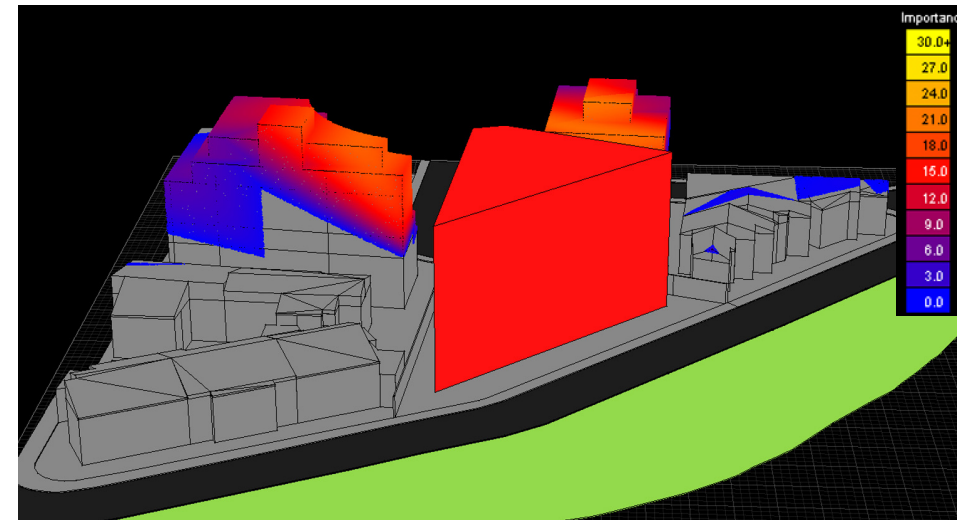
Derecho a luz - Partículas.

N= +6.00 - Vista 1.



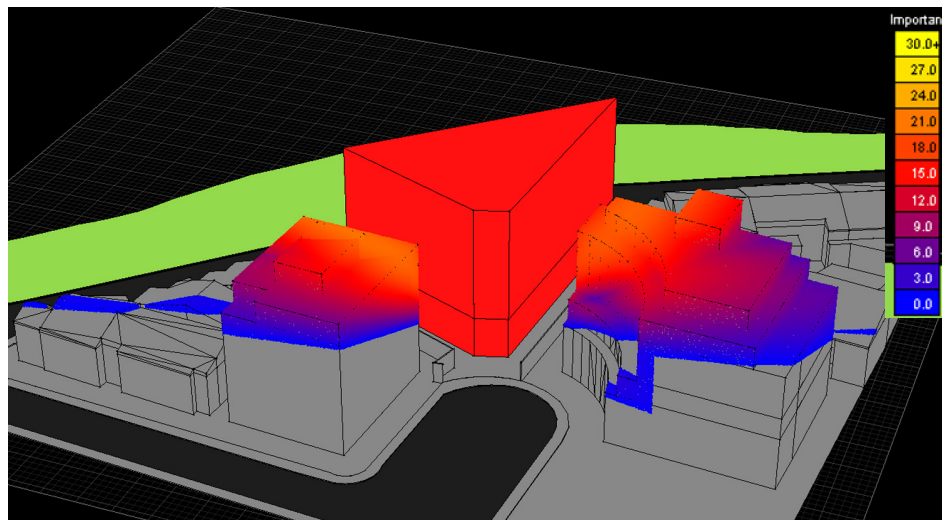
Derecho a luz - Partículas.

N= +6.00 - Vista 2.



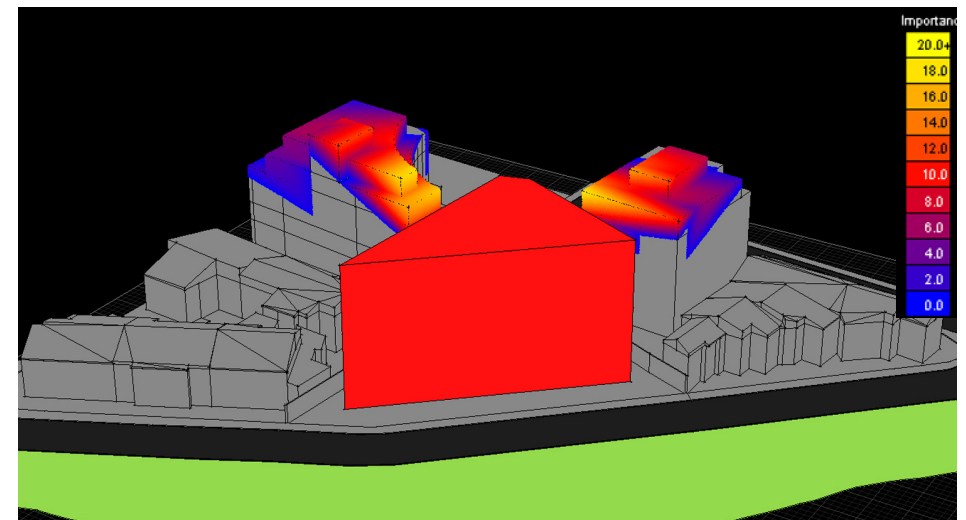
Derecho a luz - Partículas.

N= +6.00 - Vista 4.



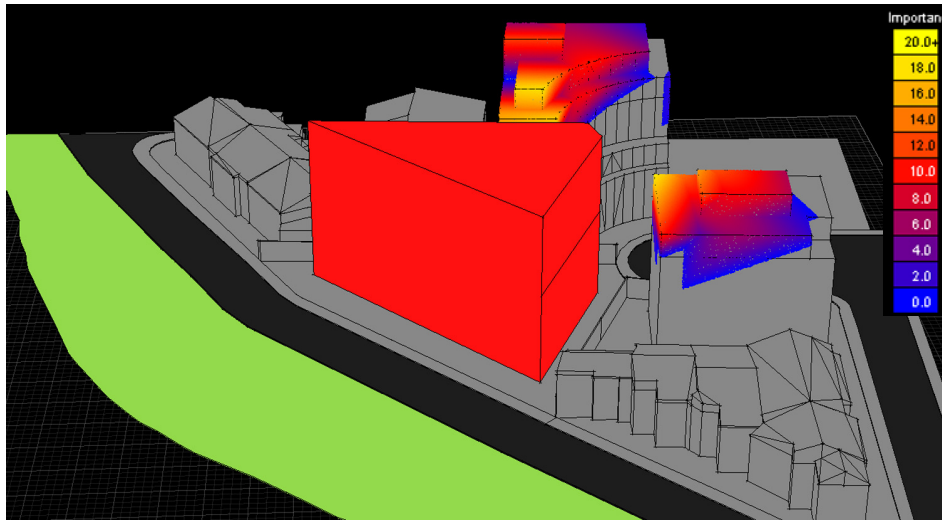
Derecho a luz - Partículas.

N= +6.00 - Vista 3.



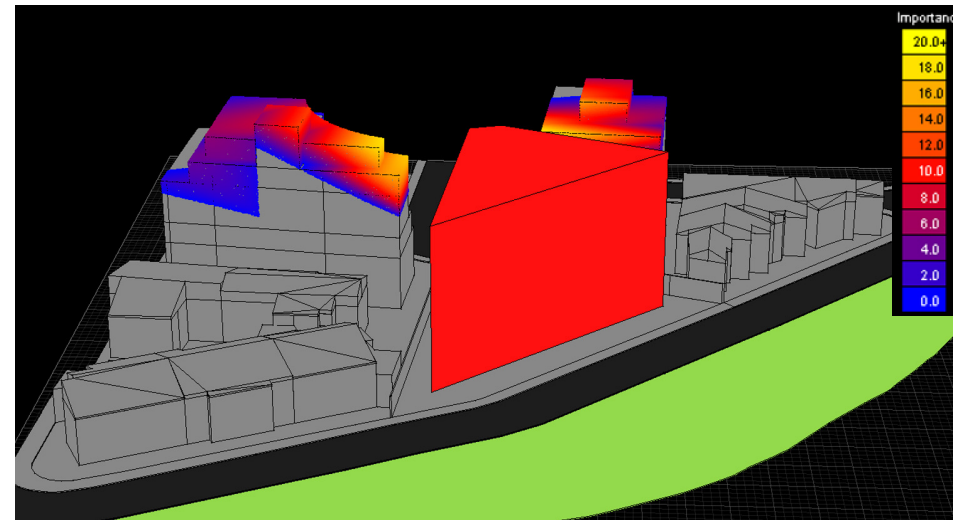
Derecho a luz - Partículas.

N= +12.00 - Vista 1.



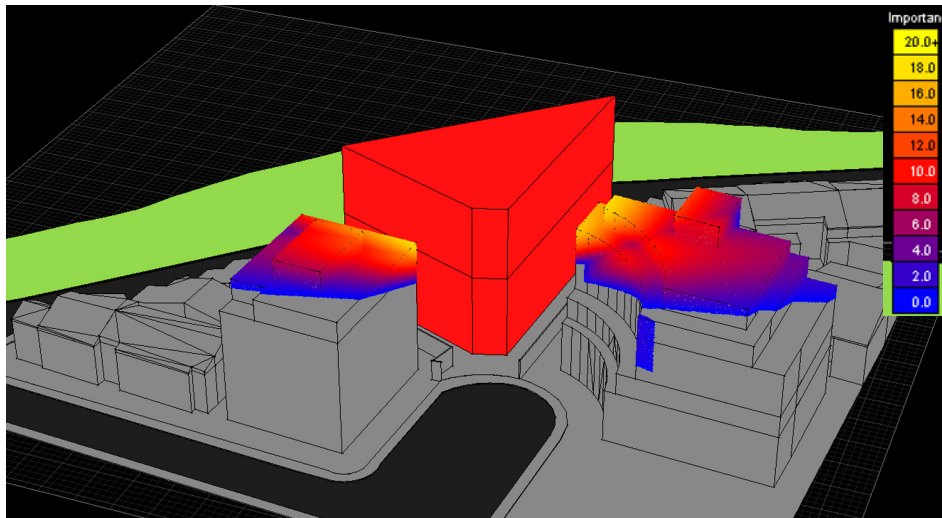
Derecho a luz - Partículas.

N= +12.00 - Vista 2.



Derecho a luz - Partículas.

N= +12.00 - Vista 4.



Derecho a luz - Partículas.

N= +12.00 - Vista 3.

Conclusión: Tanto en el gráfico del plano como en el gráfico de partículas se puede apreciar que la obstrucción de luz natural es importante hasta los 12m en las caras este y oeste. La cara sur no tiene obstrucción.

En el gráfico siguiente, se visualiza en planta la ubicación de los obstáculos de luz natural. Mientras menos obstáculos, mas luz, mas grande la flecha, y viceversa.

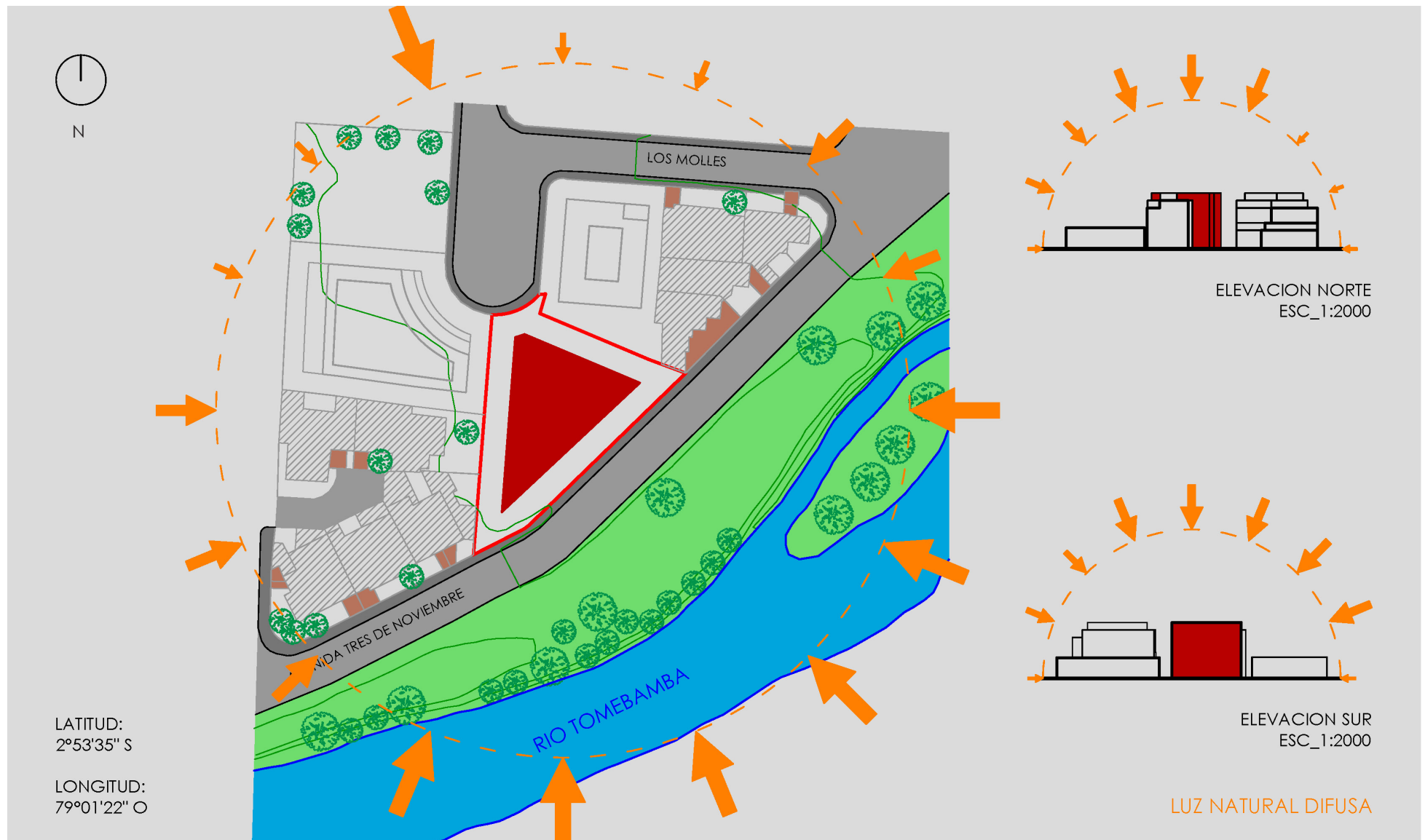


Gráfico 2.11

Análisis de Luz Natural.



2.1.1.4 Radiación Solar.

Es el flujo de energía recibida desde el sol en forma de ondas electromagnéticas de distintas frecuencias, desde el infrarrojo hasta el ultravioleta. La energía de la radiación solar se distribuye desigualmente en las distintas longitudes de onda del espectro.

Al atravesar la atmosfera terrestre, la radiación solar sufre una serie de interacciones con los componentes de esta, produciéndose absorción de la radiación en ciertas longitudes de onda originada fundamentalmente por la acción de las moléculas de agua y dióxido de carbono, y dispersión, que es motivada por las siguientes causas: acción de las nubes, el polvo de la atmosfera y las moléculas de los componentes de la atmósfera.

Casi la mitad de la radiación solar que recibe nuestro planeta, frecuencias comprendidas entre $0.4\mu\text{m}$ y $0.7\mu\text{m}$, pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que conocemos como luz visible. La otra mitad, mayormente está situada en la parte infrarroja del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta. La radiación solar se mide normalmente con un instrumento denominado piranómetro. La unidad que mide la radiación que llega a la tierra es el Wh/m^2 .

Tipos de Radiación Solar.

En función de cómo reciben la radiación solar los objetos situados en la superficie terrestre, se pueden distinguir estos tipos de radiación:

Radiación solar directa.

Es la radiación que llega directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección. Este tipo de radiación se caracteriza por proyectar una sombra definida de los objetos opacos que la interceptan.

Radiación solar difusa.

Una parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes o absorbida por éstas. Esta radiación, llamada difusa, va en todas

direcciones, efecto producido por las reflexiones y absorciones, no sólo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, árboles, edificios, el propio suelo, etc. Este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna respecto a los objetos opacos interpuestos. Las superficies horizontales son las que más radiación difusa reciben, ya que ven toda la bóveda celeste, mientras que las verticales reciben menos porque sólo ven la mitad.

Radiación solar reflejada.

Este tipo de radiación solar es la que refleja la superficie terrestre. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, también llamado albedo. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada, porque no ven ninguna superficie terrestre y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

Radiación solar global.

La radiación solar global es la radiación total. Esta constituye la suma de las tres radiaciones anteriormente nombradas.

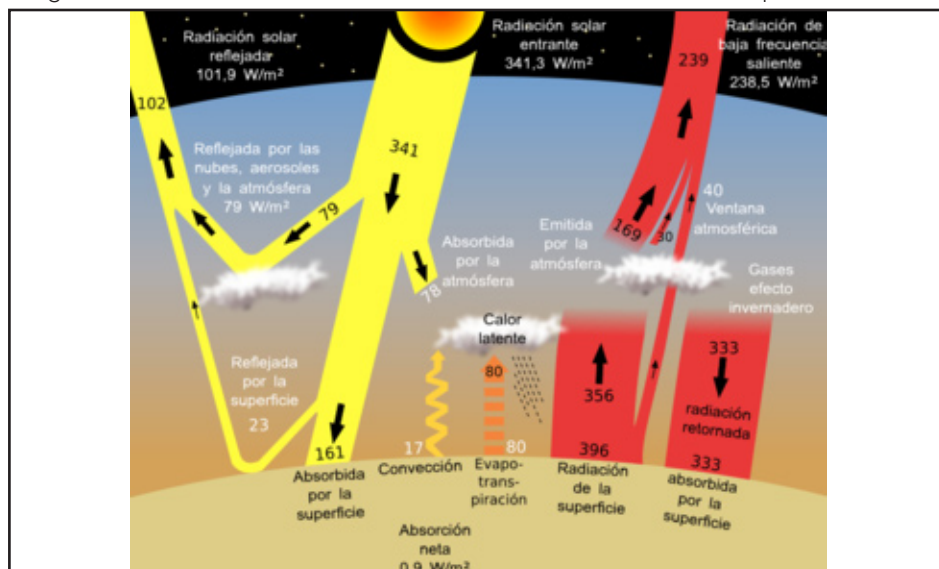
En un día despejado, la radiación directa es preponderante sobre la radiación difusa. Por el contrario, en un día nublado no hay radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

Los distintos tipos de colectores solares aprovechan de forma distinta la radiación solar. Los colectores solares planos, por ejemplo, captan la radiación total (directa + difusa), sin embargo, los colectores de concentración sólo captan la radiación directa. Por esta razón, los colectores de concentración suelen situarse en zonas de muy poca nubosidad y con pocas brumas, en el interior, alejadas de las costas. Los colectores solares planos pueden colocarse en cualquier lugar, siempre que la insolación sea suficiente.

En la imagen a continuación se observa como actúan los diferentes tipos de radiación sobre la tierra.

Imagen 2.6

Tipos de Radiación



Fuente: *google images*.

Periodos horarios de incidencia de radiación solar para elementos verticales.

Cuadro 2.5

FECHA		21 DE JUNIO	23 DE SEPTIEMBRE 21 DE MARZO	21 DE DICIEMBRE
		INICIO - FIN hrs.	INICIO - FIN hrs.	INICIO - FIN hrs.
ORIENTACION	SE	6:00 a 10:00	6:00 a 12:00	6:00 a 13:30
	E	6:00 a 12:00	6:00 a 12:00	6:00 a 12:00
	NE	6:00 a 14:00	6:00 a 12:00	6:00 a 10:30
	N	6:00 a 18:00	6:00 a 18:00	-
	NO	10:00 a 18:00	12:00 a 18:00	13:30 a 18:00
	O	12:00 a 18:00	12:00 a 18:00	12:00 a 18:00
	SO	14:00 a 18:00	12:00 a 18:00	10:30 a 18:00
	S	-	-	6:00 a 18:00

Fuente: *Tesis Aplicación de Principios Bioclimáticos para el diseño Urbano - Arquitectónico*.

Porcentaje mensual de Radiación Solar en la Ciudad de Cuenca (n/N).

Cuadro 2.6

RADIACION SOLAR EN CUENCA											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
44	39	36	37	36	35	36	37	35	41	47	49

Fuente: *Anuarios PROMAS*.

n= numero de horas de sol efectivas (h x día E-1).
N= insolación máxima (h x día E-1).

Promedio diario de Radiación Directa.

Cada gráfico indica el promedio de radiación en cada cara del bloque durante el periodo especificado. Los mismos valores estan indicados en los cuadros a continuación para ver con mayor facilidad.

El cuadro de valores de colores en cada gráfico indica los Wh/m2 en cada cara en el periodo que se indica. Los colores cálidos indican valores altos y los colores fríos indican valores bajos.

Periodo Marzo – Junio.

Cara Sur: 132.9 Wh/m2
Cara Este: 556.6 Wh/m2
Cara Oeste: 554.3 Wh/m2
Cubierta: 1662.3 Wh/m2

Periodo Junio – Septiembre.

Cara Sur: 102.4 Wh/m2
Cara Este: 484.2 Wh/m2
Cara Oeste: 472.4 Wh/m2
Cubierta: 1418.8 Wh/m2

Periodo Septiembre – Diciembre.

Cara Sur: 408.6 Wh/m2
Cara Este: 29.7 Wh/m2
Cara Oeste: 526.4 Wh/m2
Cubierta: 1625.6 Wh/m2

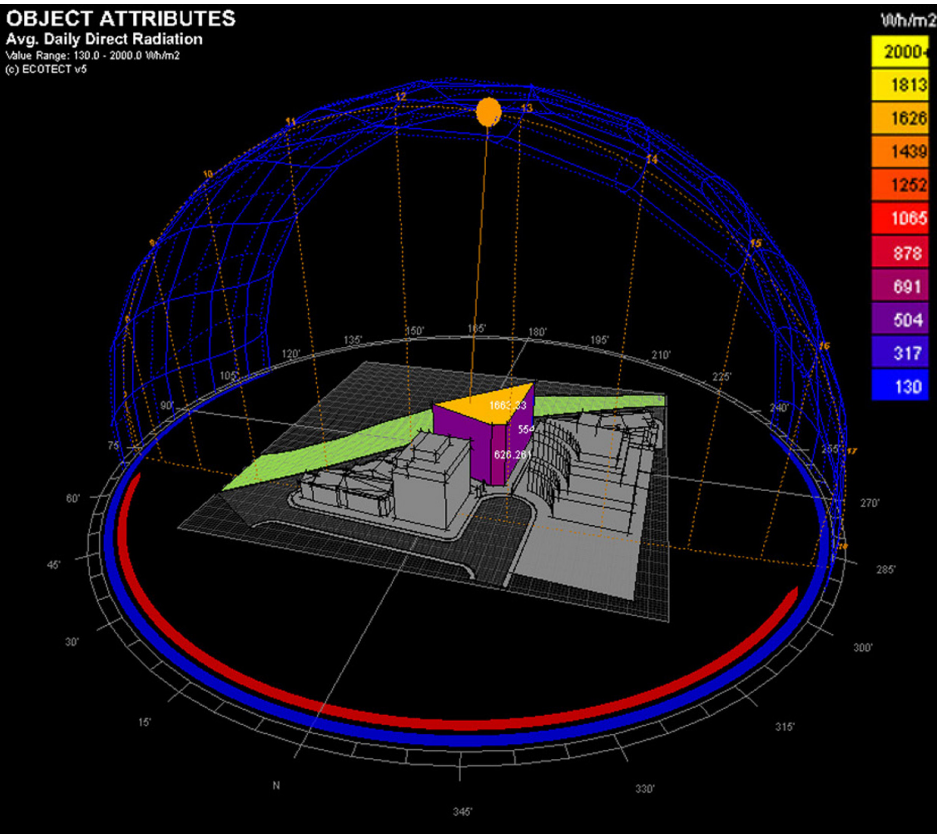
Periodo Diciembre – Marzo.

Cara Sur: 526.9 Wh/m2
Cara Este: 35.9 Wh/m2
Cara Oeste: 507.0 Wh/m2
Cubierta: 1751.9 Wh/m2



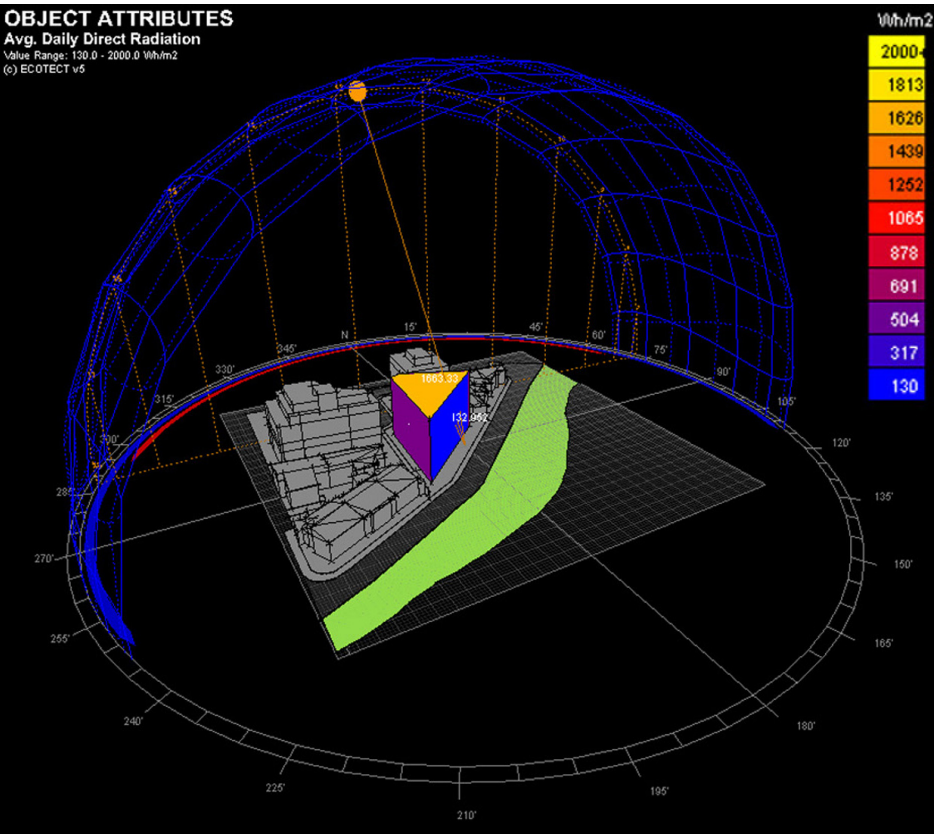
Promedio de Radiación Diaria en el Periodo de Marzo - Junio.

Gráfico 2.12



Radiación incidente.

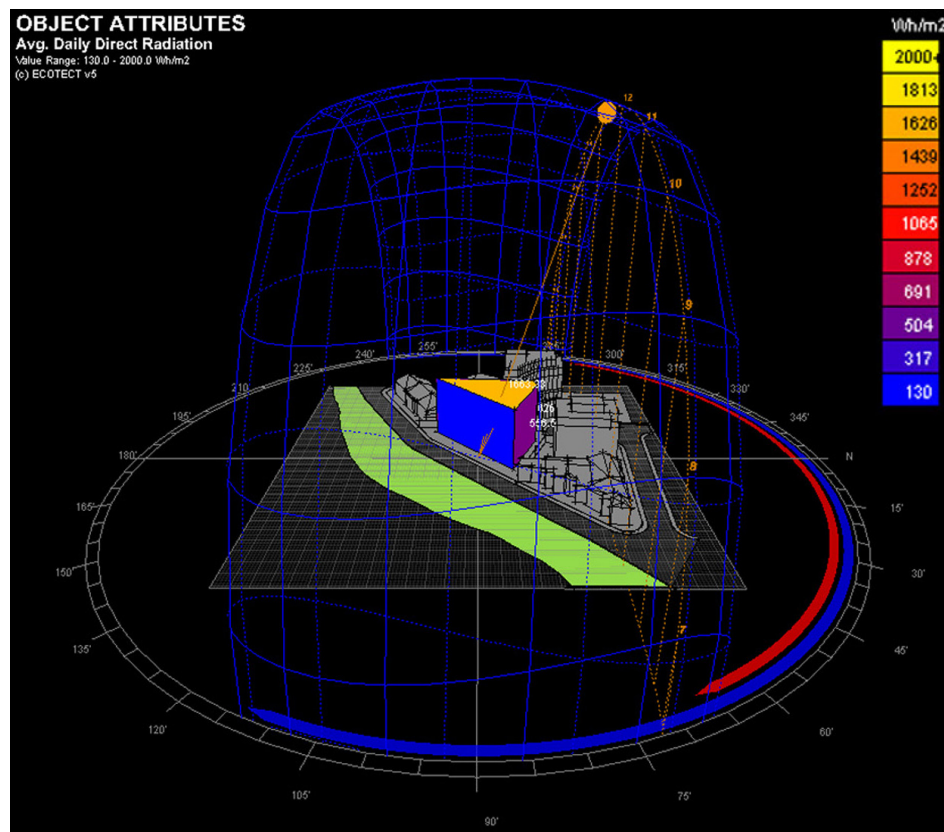
Valores desde 130 a 2000+ Wh/m2.



Radiación incidente.

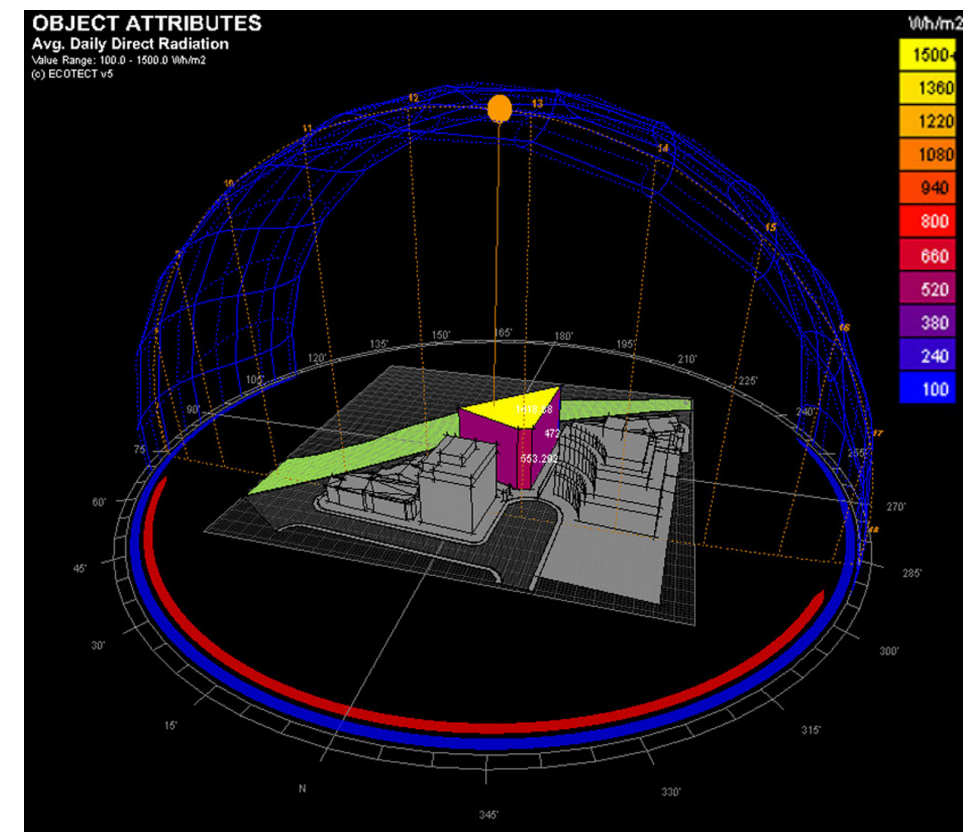
Valores desde 130 a 2000+ Wh/m2.

Promedio de Radiación Diaria en el Periodo Junio - Septiembre.



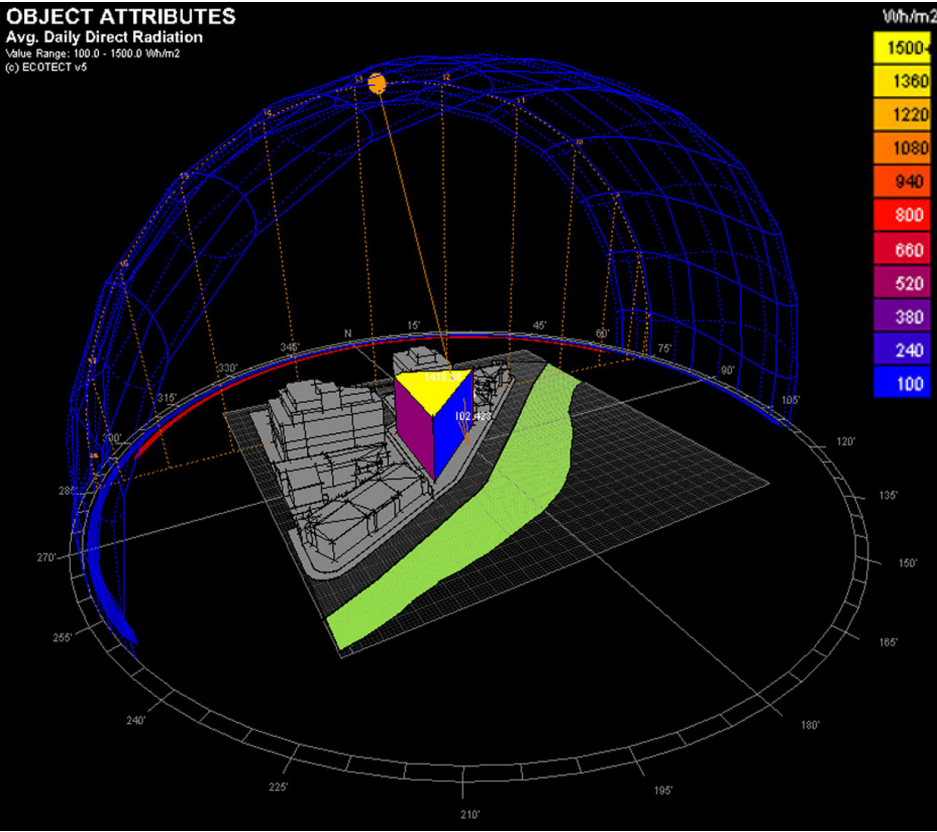
Radiación incidente.

Valores desde 130 a 2000+ Wh/m².



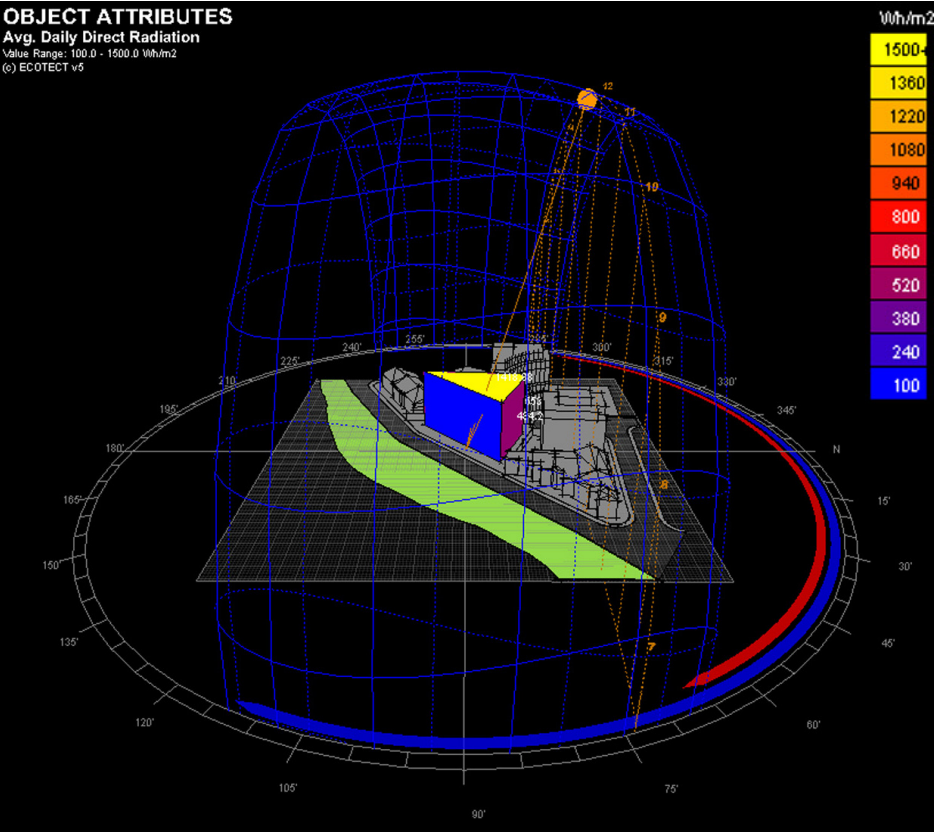
Radiación incidente.

Valores desde 100 a 1500+ Wh/m².



Radiación incidente.

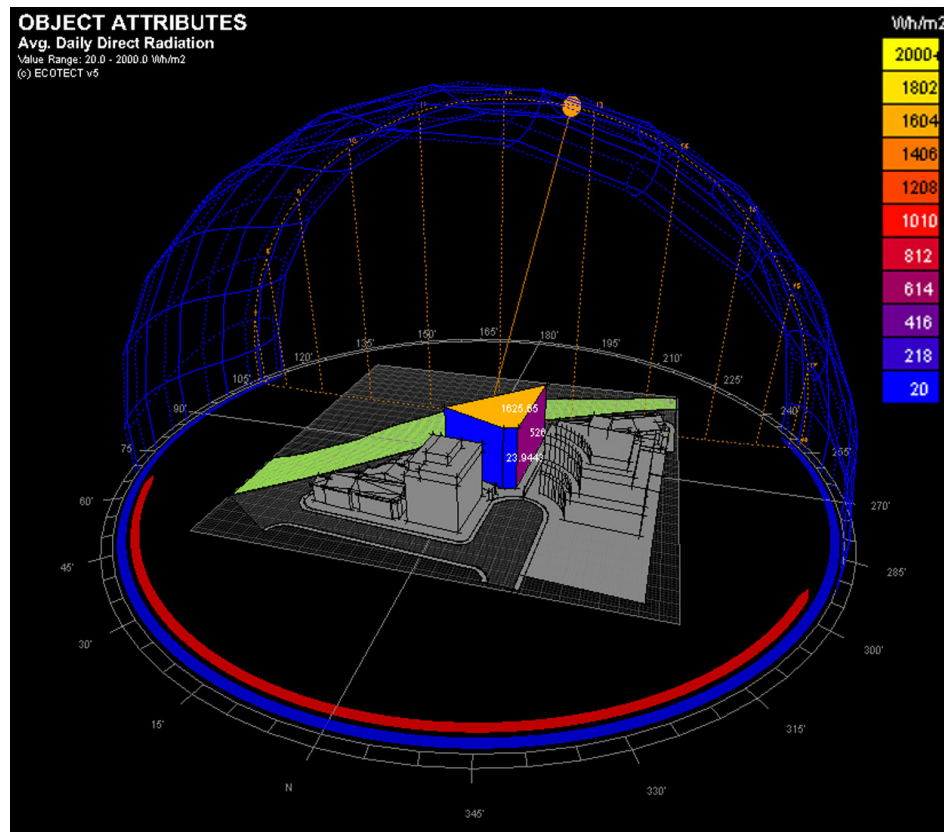
Valores desde 100 a 1500+ Wh/m².



Radiación incidente.

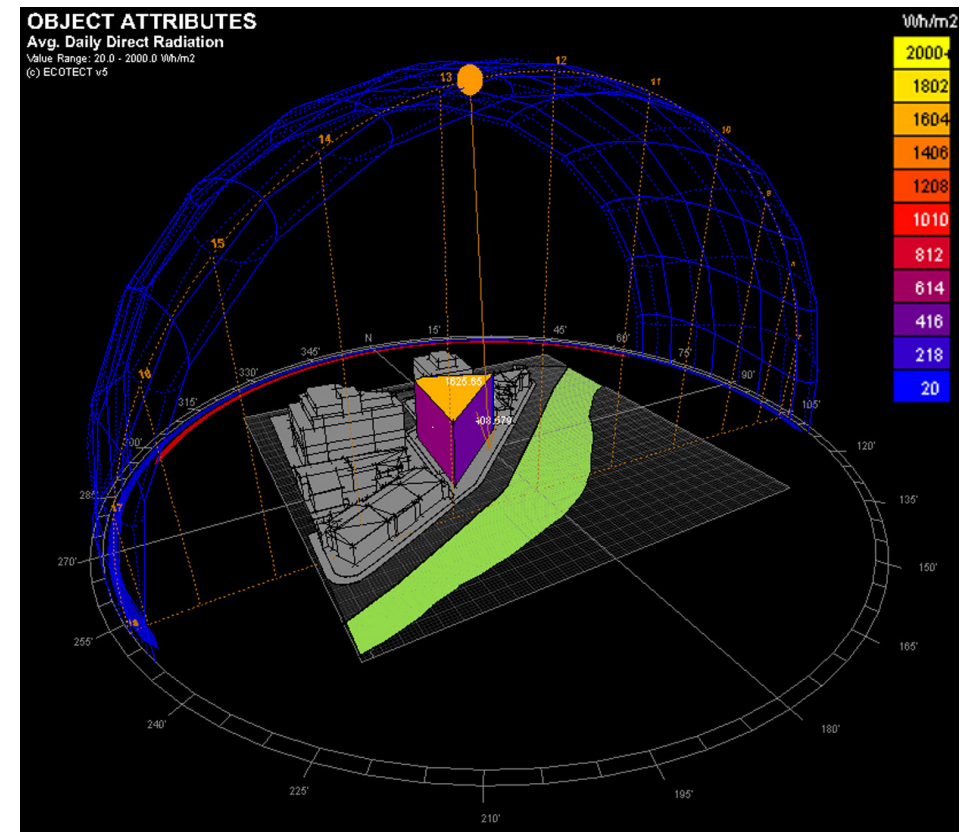
Valores desde 100 a 1500+ Wh/m².

Promedio de Radiación Diaria en el Periodo Septiembre - Diciembre.



Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².

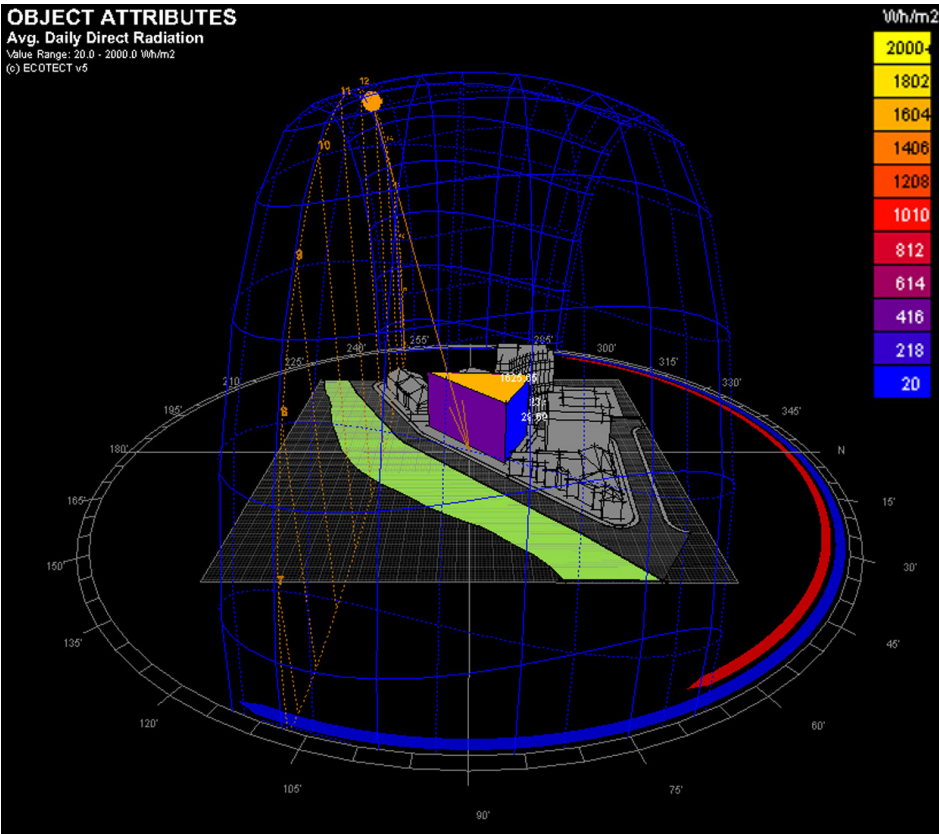


Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².

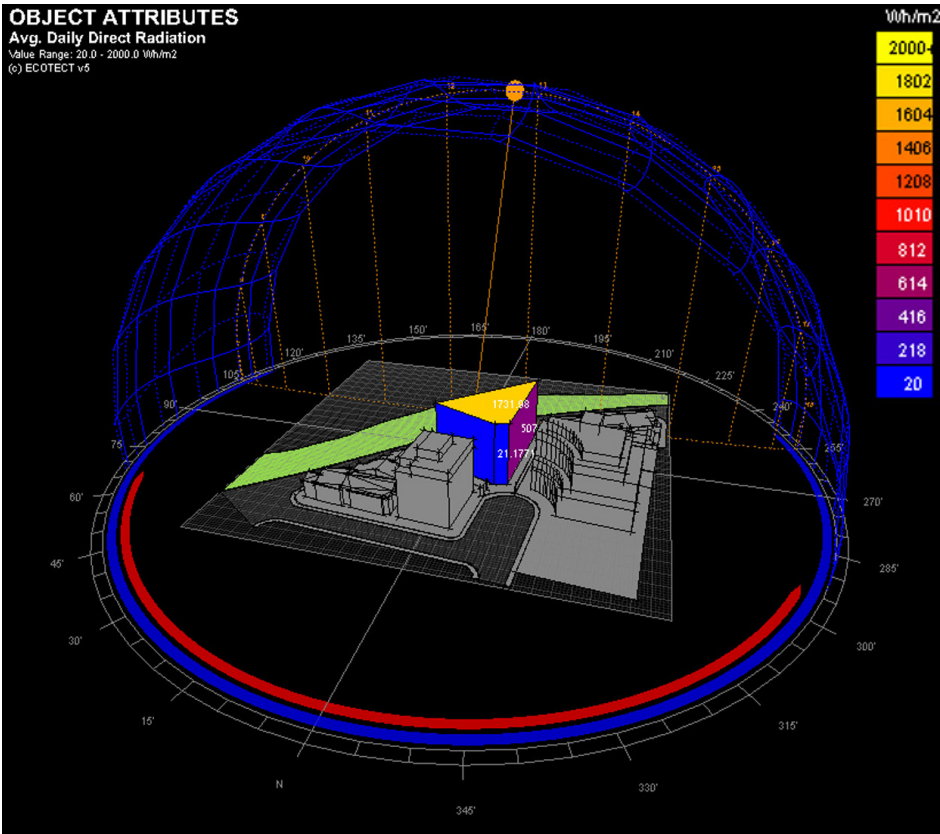


Promedio de Radiación Diaria en el Periodo Diciembre - Marzo.



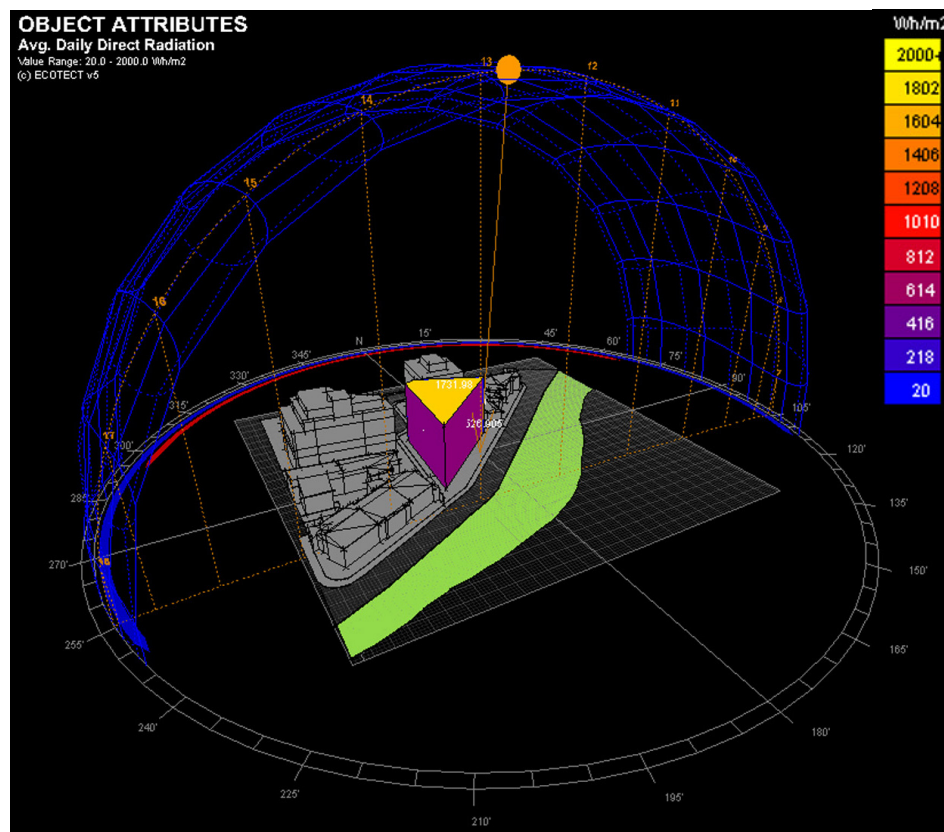
Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².



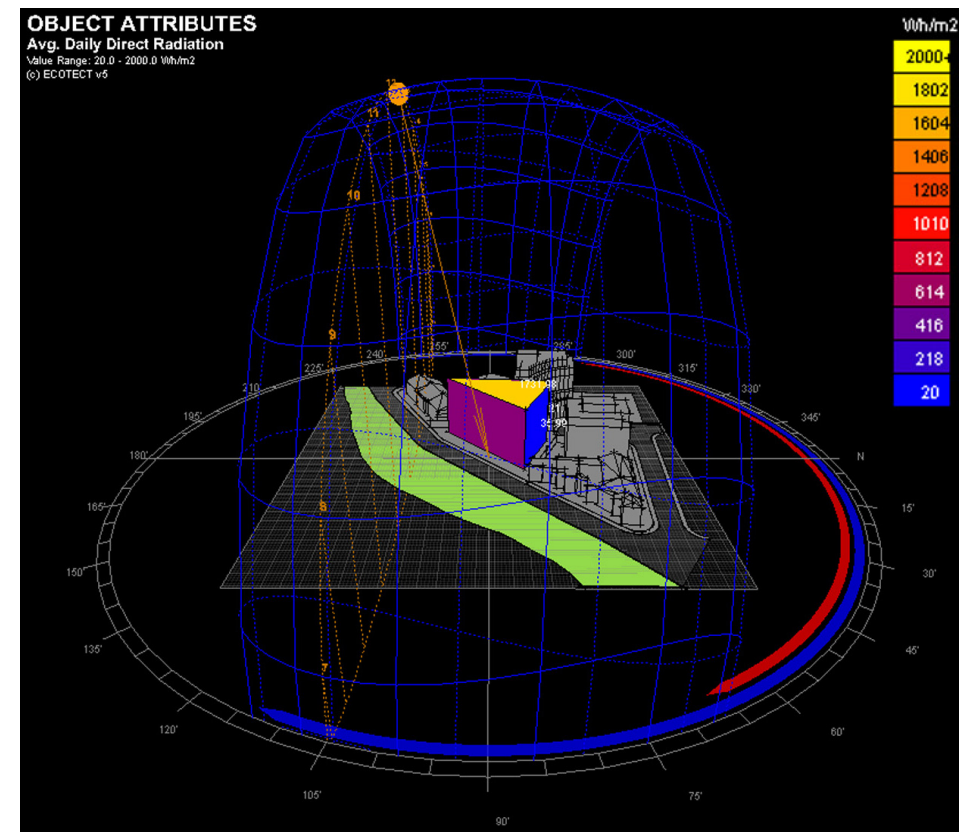
Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².



Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².



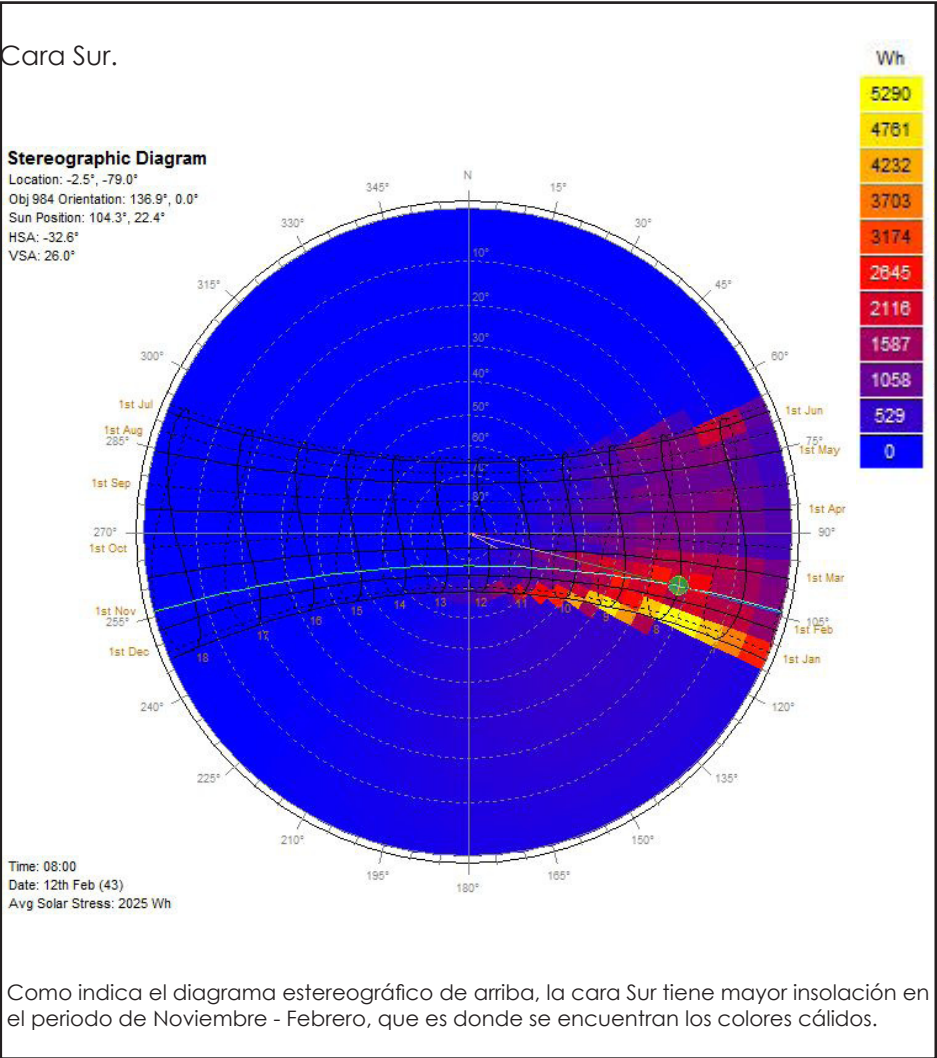
Radiación incidente.

Valores desde 20 a 2000+ Wh/m².



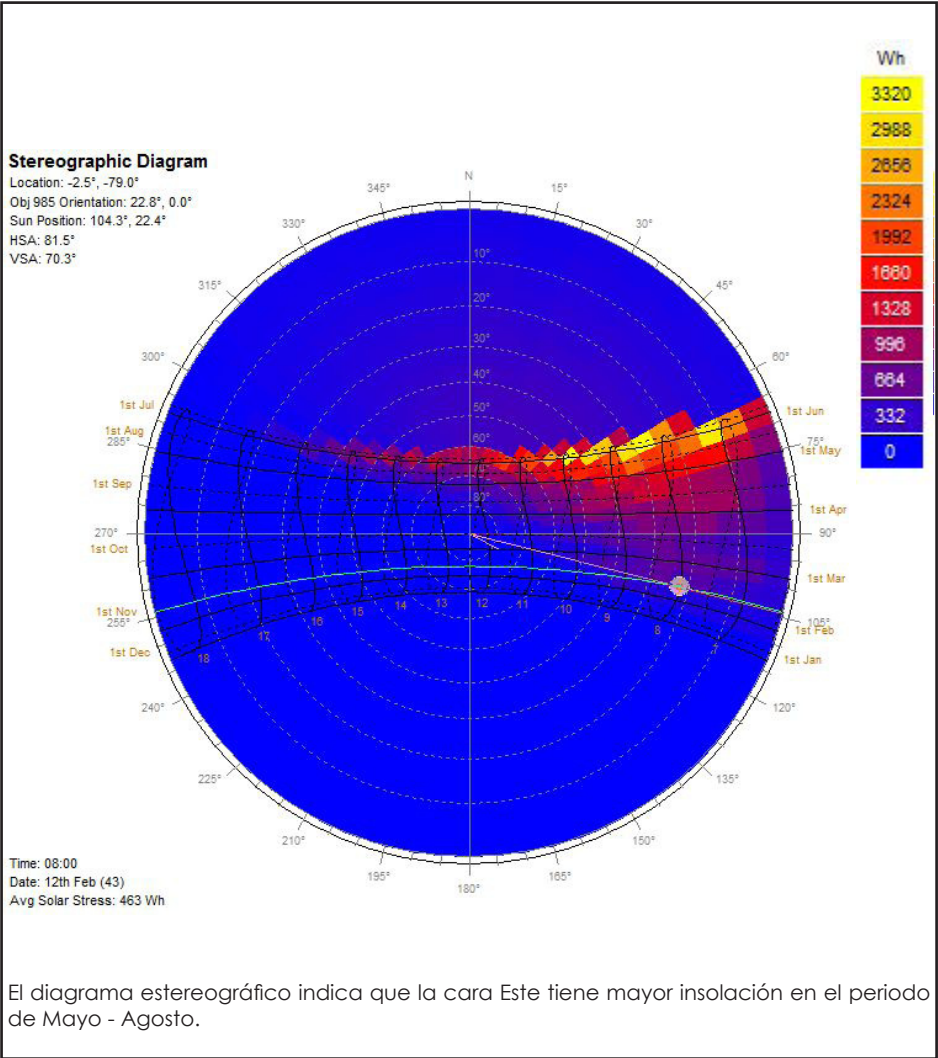
Radiación directa y difusa en valores anuales.

Gráfico 2.13



Radiación incidente directa + difusa.

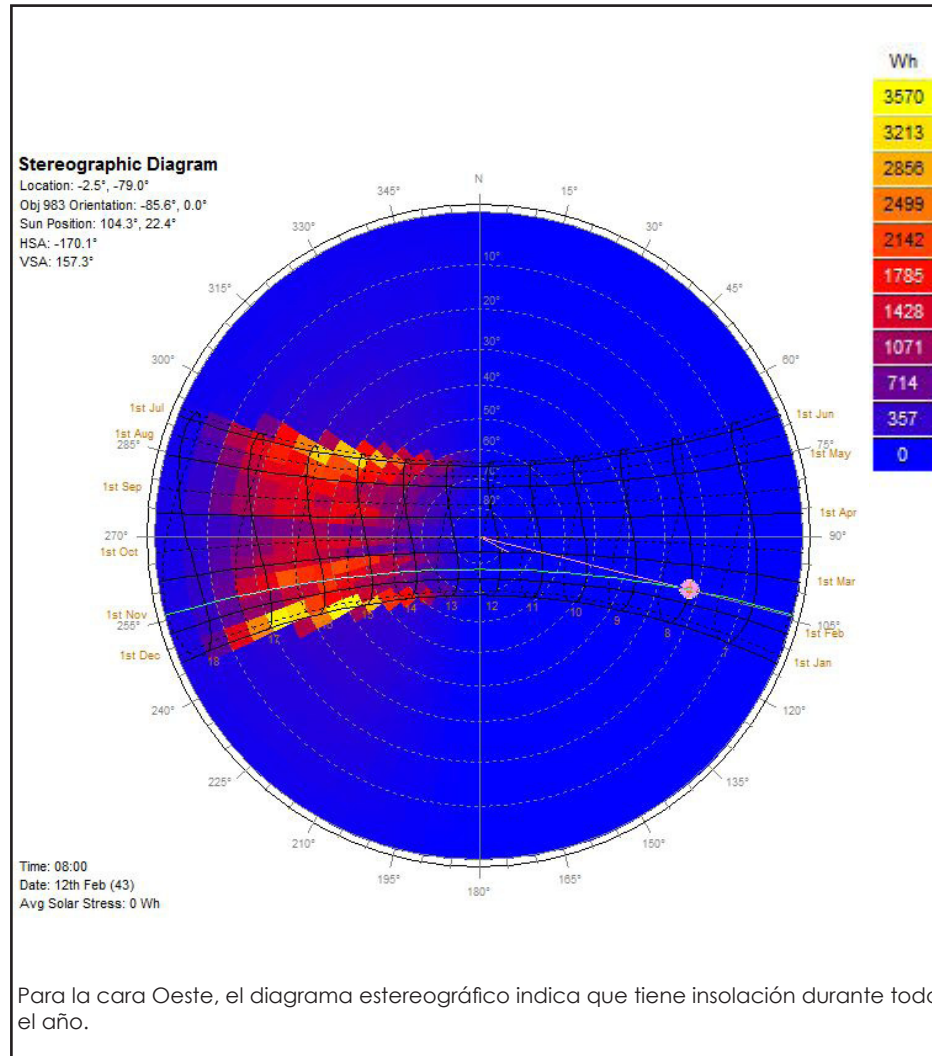
Cara Este.



Radiación incidente directa + difusa.

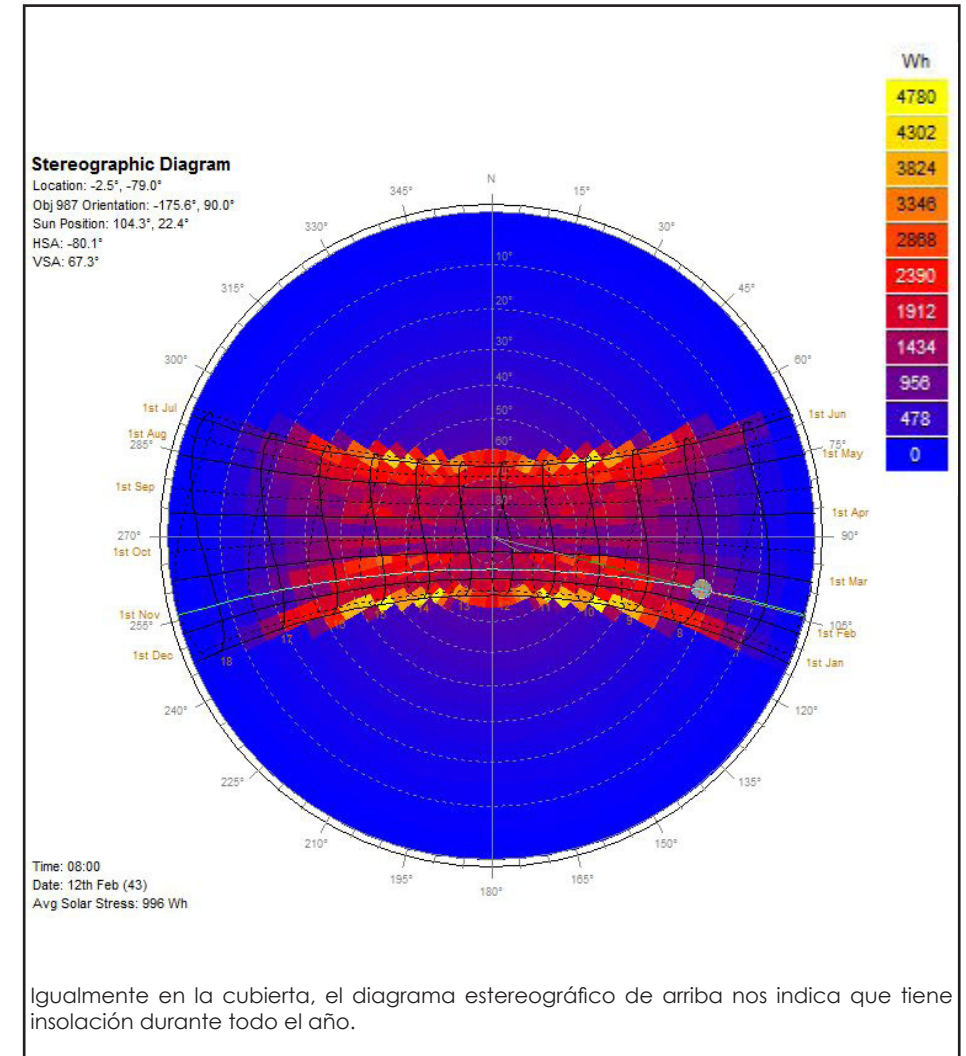


Cara Oeste.



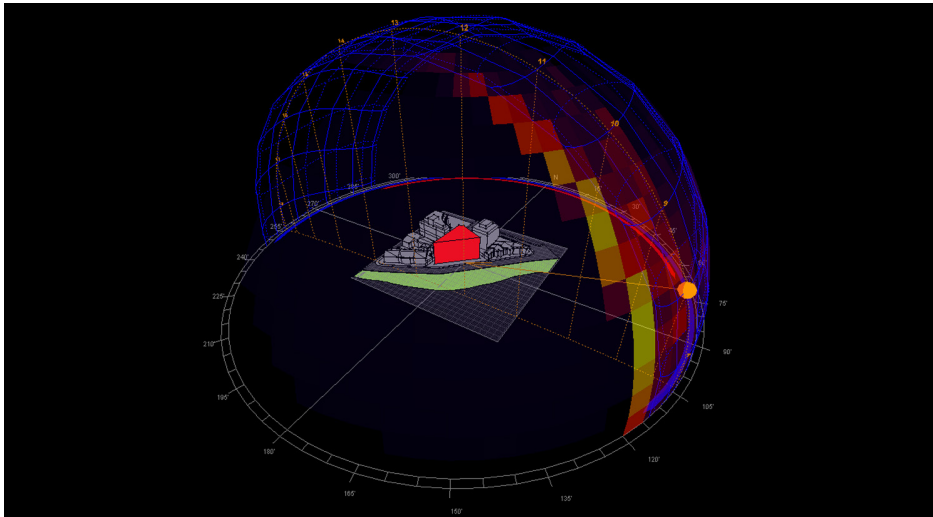
Radiación incidente directa + difusa.

Cubierta.



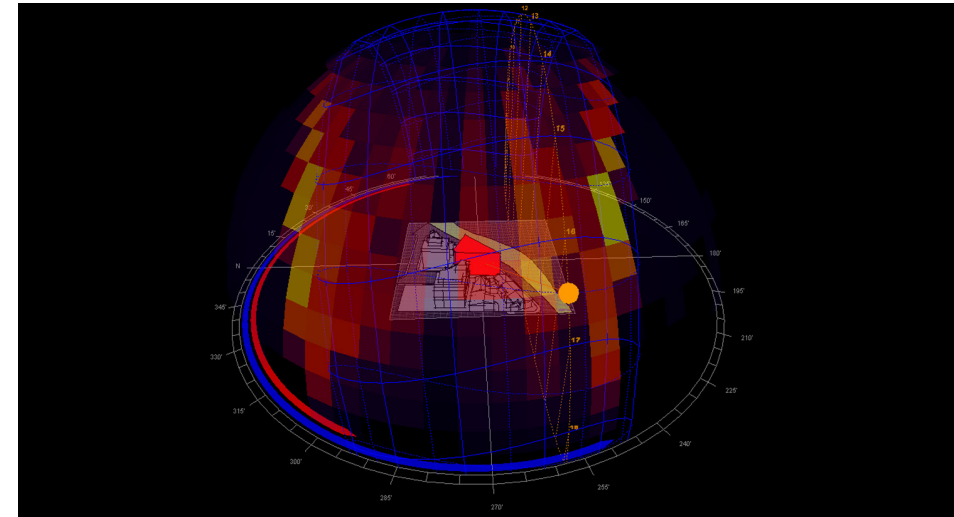
Radiación incidente directa + difusa.

Gráfico 2.14



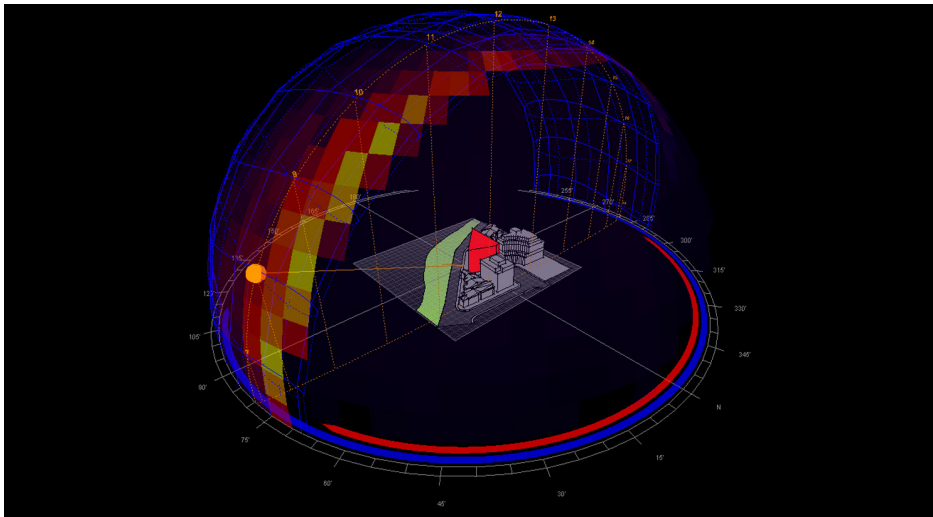
Radiación incidente directa + difusa.

Vista 3d cara Sur.



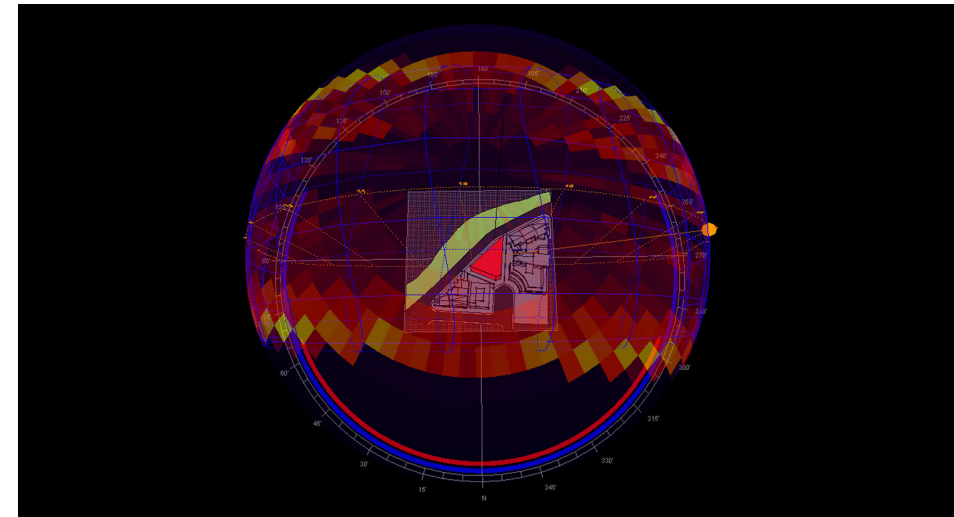
Radiación incidente directa + difusa.

Vista 3d cara Oeste.



Radiación incidente directa + difusa.

Vista 3d cara Este.



Radiación incidente directa + difusa.

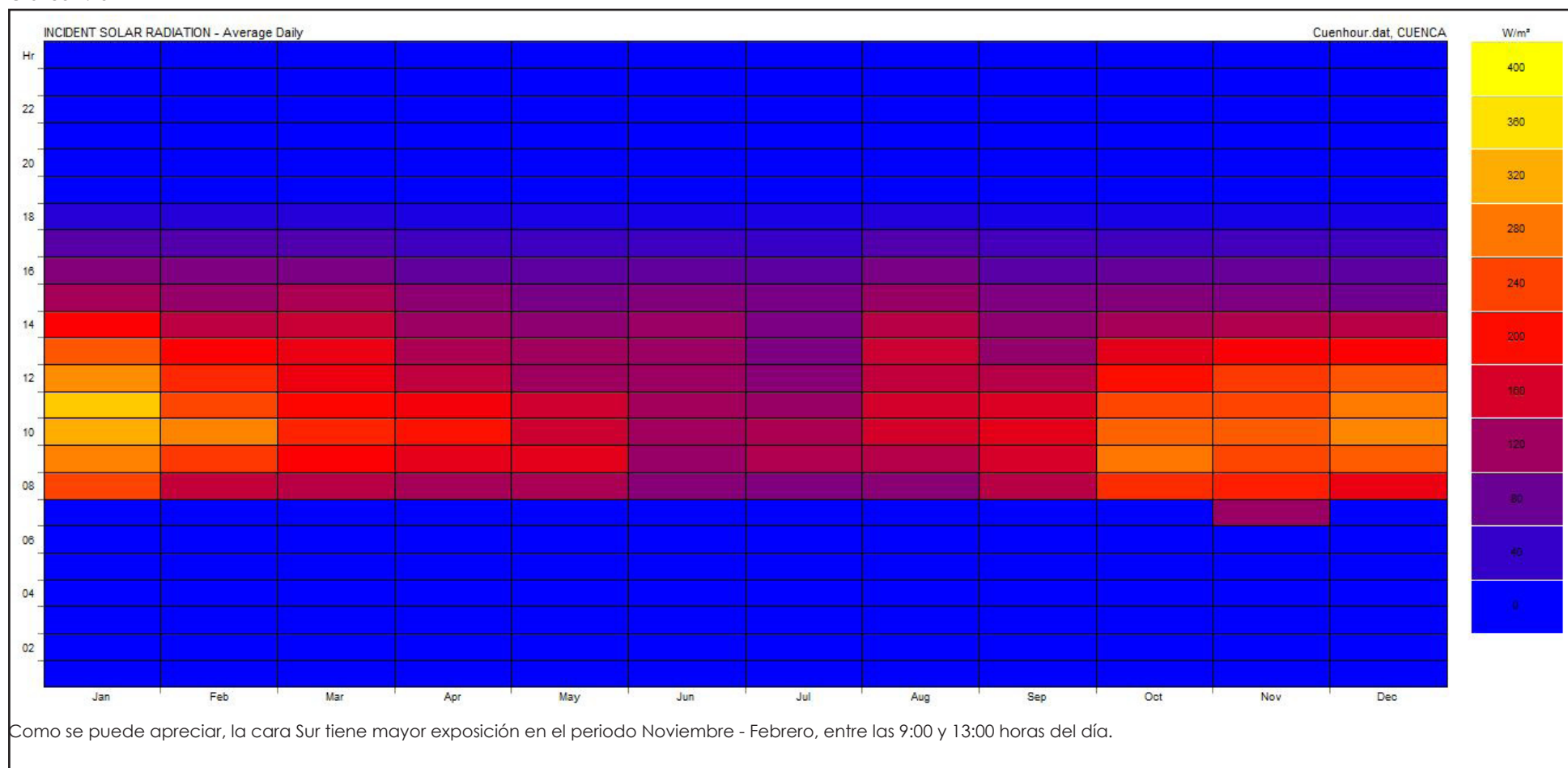
Vista 3d cubierta.



Promedio diario anual de exposición solar.

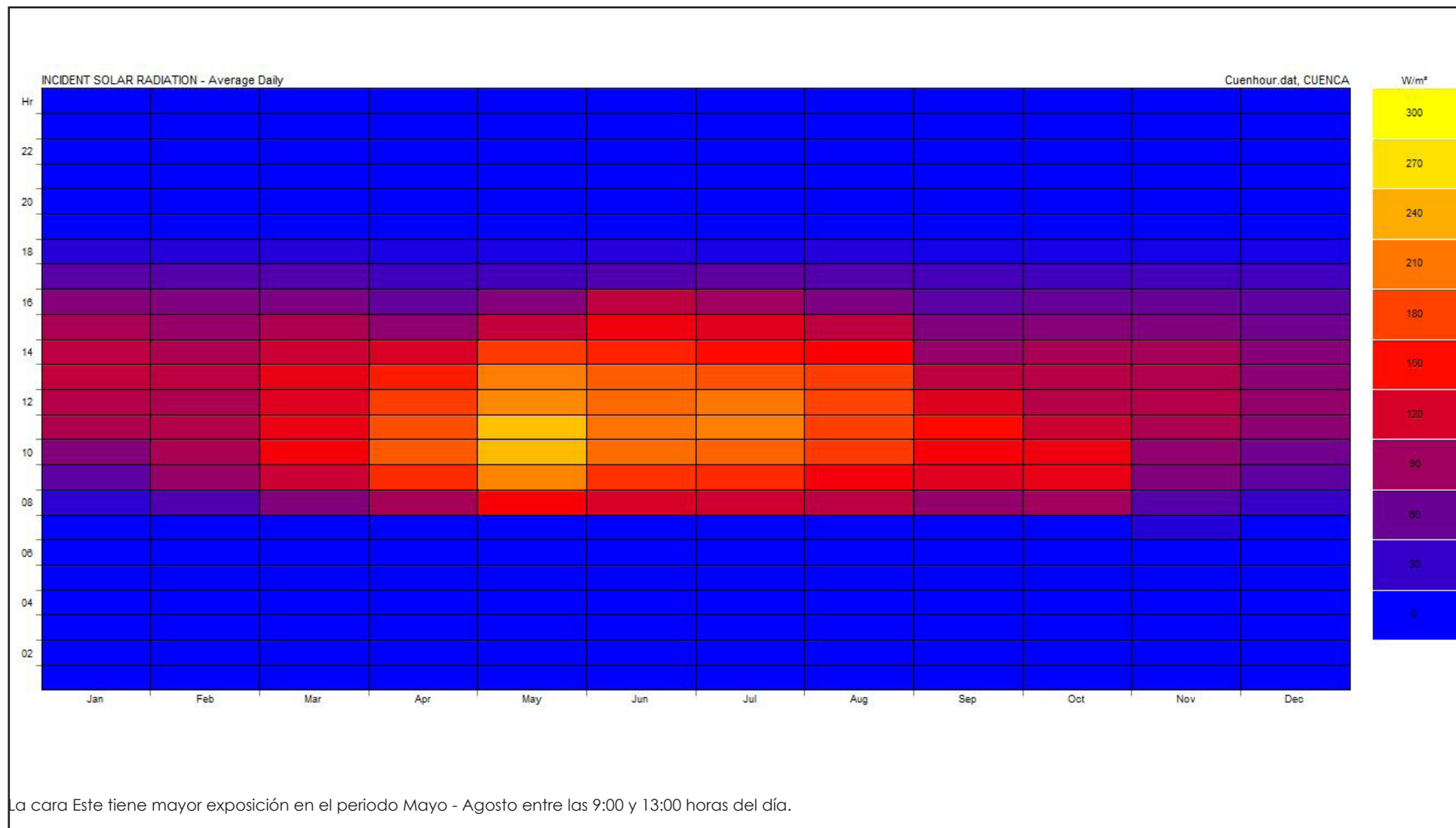
Estos cuadros indican el valor promedio diario anual por hora del día de exposición solar en cada una de las caras del bloque. Los colores cálidos indican valores altos y los colores fríos indican valores bajos. A continuación de los cuadros gráficos están unas tablas de excel que indican en valores numéricos la exposición solar en cada cara del bloque.

Gráfico 2.15



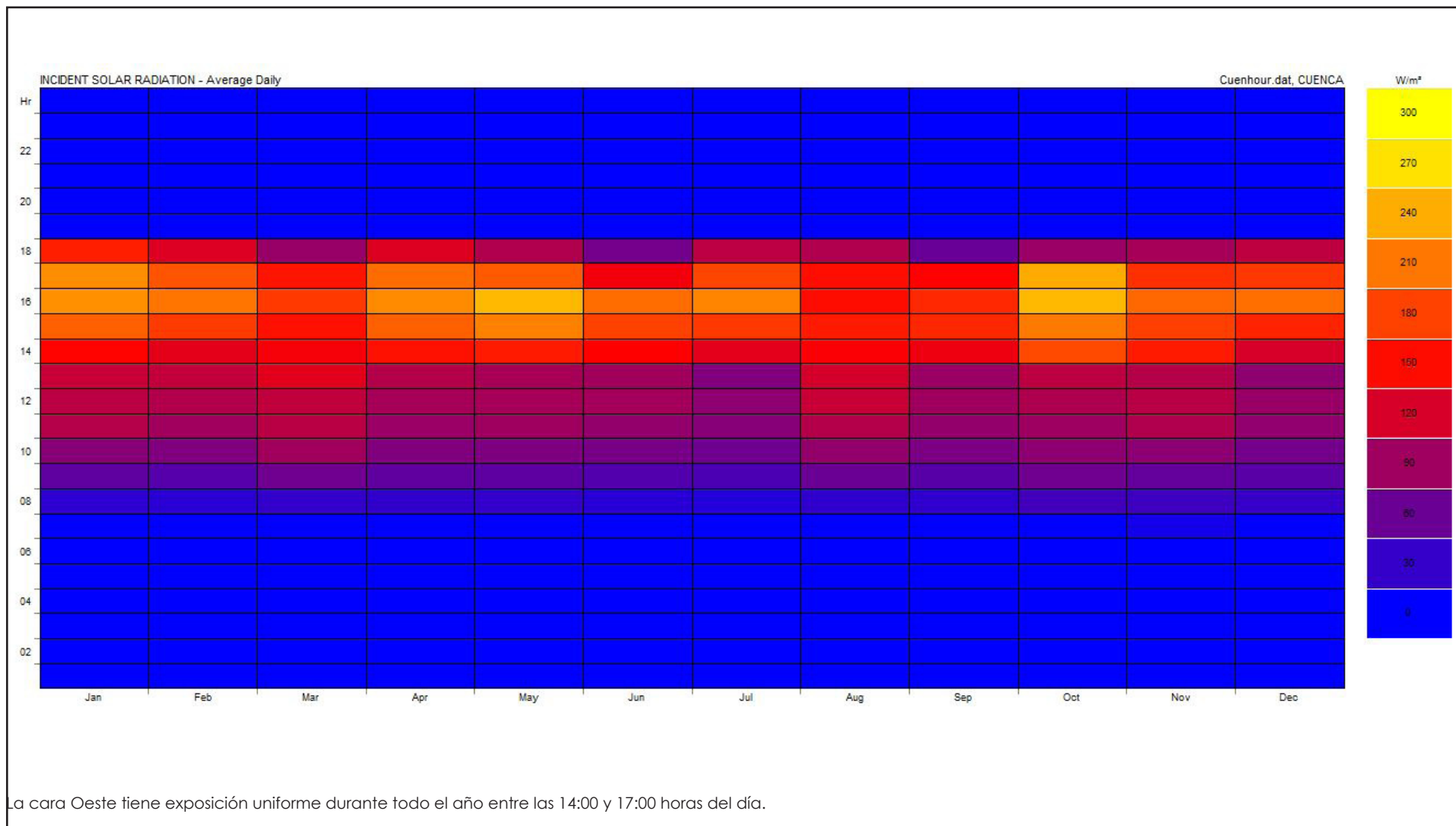
Radiación incidente en promedios diarios anuales.

Cara Sur



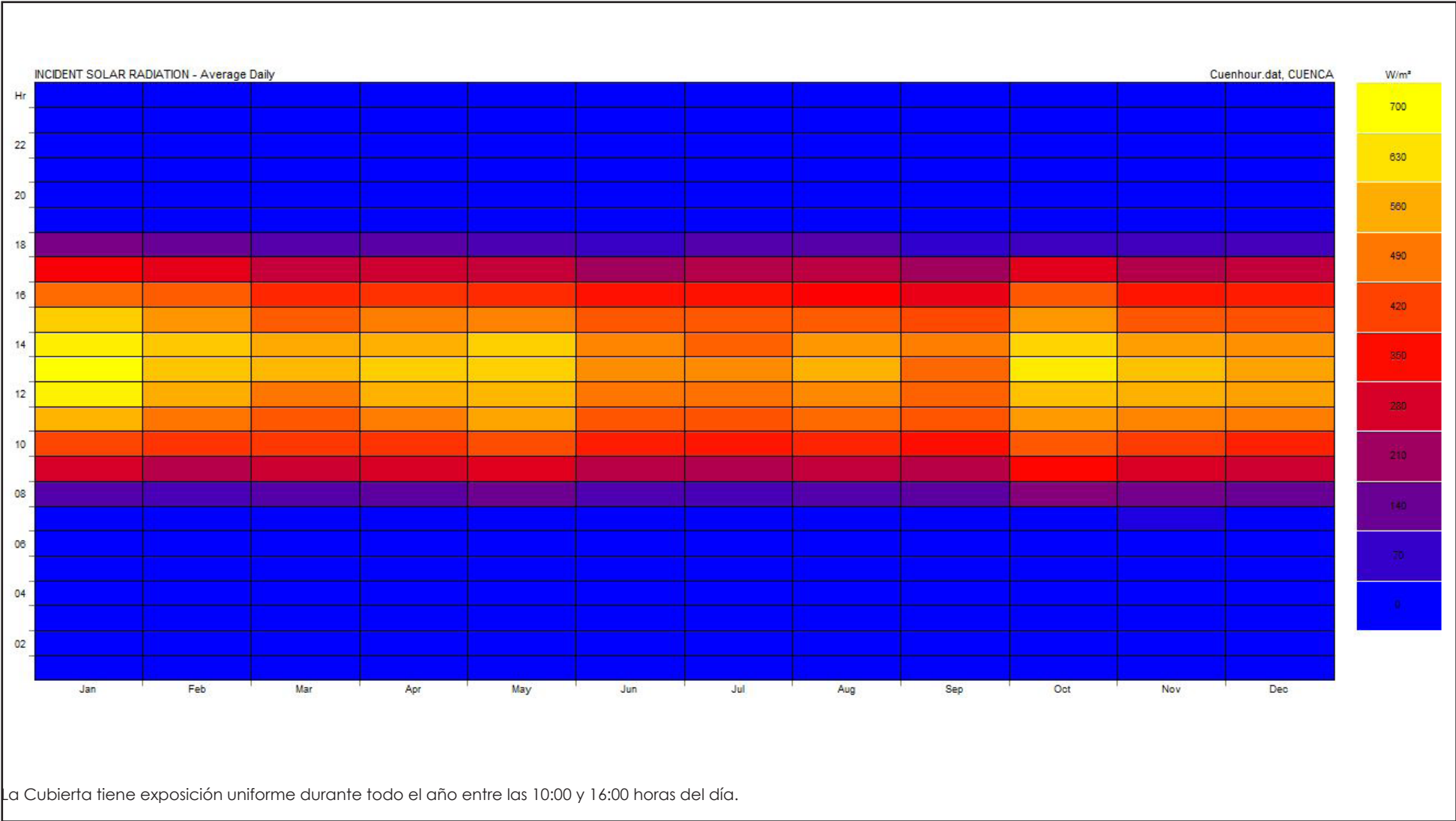
Radiación incidente en promedios diarios anuales.

Cara Este



Radiación incidente en promedios diarios anuales.

Cara Oeste





Cuadro 2.7

Promedio Diario de Exposición Solar Cara Sur				
	Disponible	Promedio	Incidente	
Mes	Wh/m2	Sombra	Wh/m2	Total.Wh
Enero	5980	36%	2251	2070970
Febrero	5153	36%	1763	1621751
Marzo	4585	45%	1555	1430401
Abril	5154	55%	1324	1218201
Mayo	5519	65%	1180	1085882
Junio	4670	65%	1043	959985
Julio	4696	65%	983	904591
Agosto	4614	56%	1287	1184097
Septiembre	4139	55%	1219	1121509
Octubre	5538	45%	1749	1608782
Noviembre	5115	33%	1865	1715854
Diciembre	4928	36%	1812	1667146

Fuente: Ecotect Analysis.

Cuadro 2.8

Promedio Diario de Exposición Solar Cara Este				
	Disponible	Promedio	Incidente	
Mes	Wh/m2	Sombra	Wh/m2	Total.Wh
Enero	5980	91%	811	448410
Febrero	5153	64%	855	473095
Marzo	4585	47%	1064	588739
Abril	5154	39%	1288	712549
Mayo	5519	15%	1701	940968
Junio	4670	9%	1573	870280
Julio	4696	17%	1527	844390
Agosto	4614	23%	1339	740634
Septiembre	4139	38%	984	544313
Octubre	5538	55%	953	526931
Noviembre	5115	67%	795	439857
Diciembre	4928	91%	628	347598

Fuente: Ecotect Analysis.

Cuadro 2.9

Promedio Diario de Exposición Solar Cara Oeste				
	Disponible	Promedio	Incidente	
Mes	Wh/m2	Sombra	Wh/m2	Total.Wh
Enero	5980	60%	1424	1158823
Febrero	5153	61%	1272	1035752
Marzo	4585	61%	1228	999388
Abril	5154	62%	1337	1087995
Mayo	5519	62%	1342	1092660
Junio	4670	63%	1132	921446
Julio	4696	61%	1165	948082
Agosto	4614	62%	1202	978322
Septiembre	4139	61%	1072	872788
Octubre	5538	62%	1442	1173874
Noviembre	5115	66%	1288	1048444
Diciembre	4928	60%	1163	946835

Fuente: Ecotect Analysis.

Cuadro 2.10

Promedio Diario de Exposición Solar Cubierta				
	Disponible	Promedio	Incidente	
Mes	Wh/m2	Sombra	Wh/m2	Total.Wh
Enero	5980	0%	4929	2643080
Febrero	5153	0%	4396	2357200
Marzo	4585	0%	4061	2177824
Abril	5154	0%	4326	2319658
Mayo	5519	0%	4459	2391208
Junio	4670	0%	3765	2019083
Julio	4696	0%	3738	2004318
Agosto	4614	0%	3977	2132818
Septiembre	4139	0%	3601	1930774
Octubre	5538	0%	4699	2519647
Noviembre	5115	0%	4219	2262214
Diciembre	4928	0%	4050	2171814

Fuente: Ecotect Analysis.

2.1.1.5 Horas de luz solar.

El Ecuador tiene en promedio 12 horas de luz solar al día, y 6 horas de luz solar perpendicular, lo cual es una ventaja que incentiva el uso de esta energía como una alternativa favorable al medioambiente.

2.1.2 Sombras.

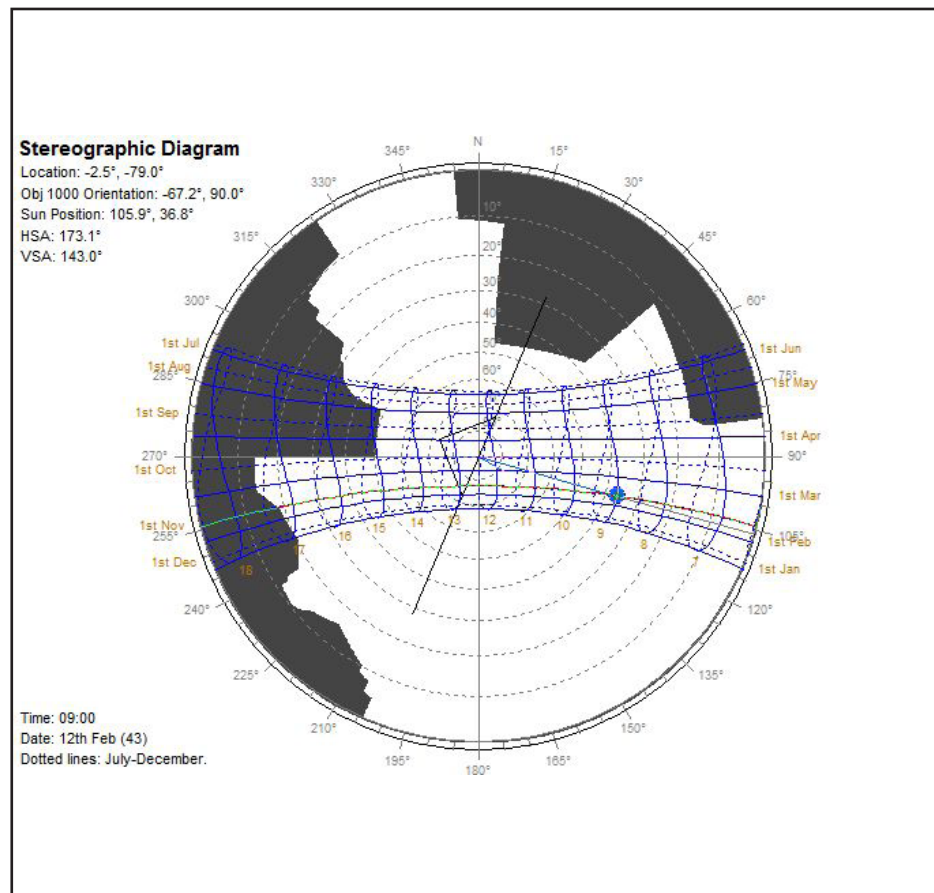


Gráfico 2.16

Espectro de sombra en la línea de retiro del terreno.

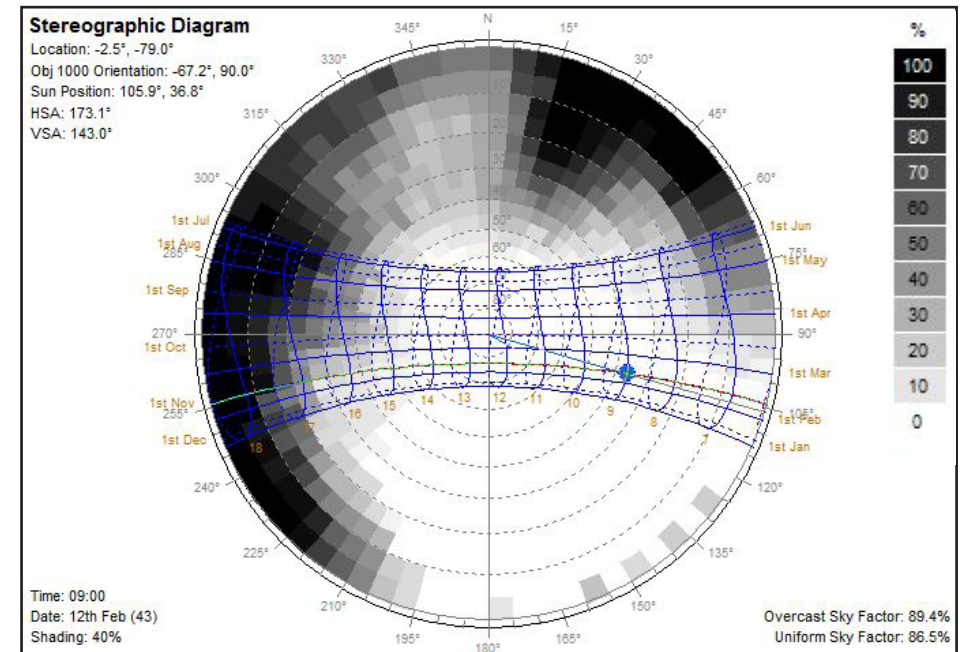


Gráfico 2.17

Porcentaje de sombra en la línea de retiro del terreno.

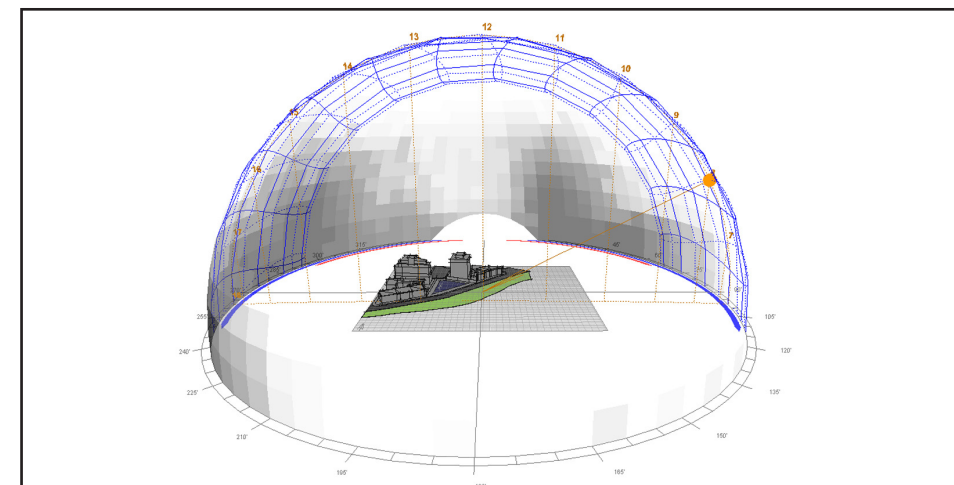


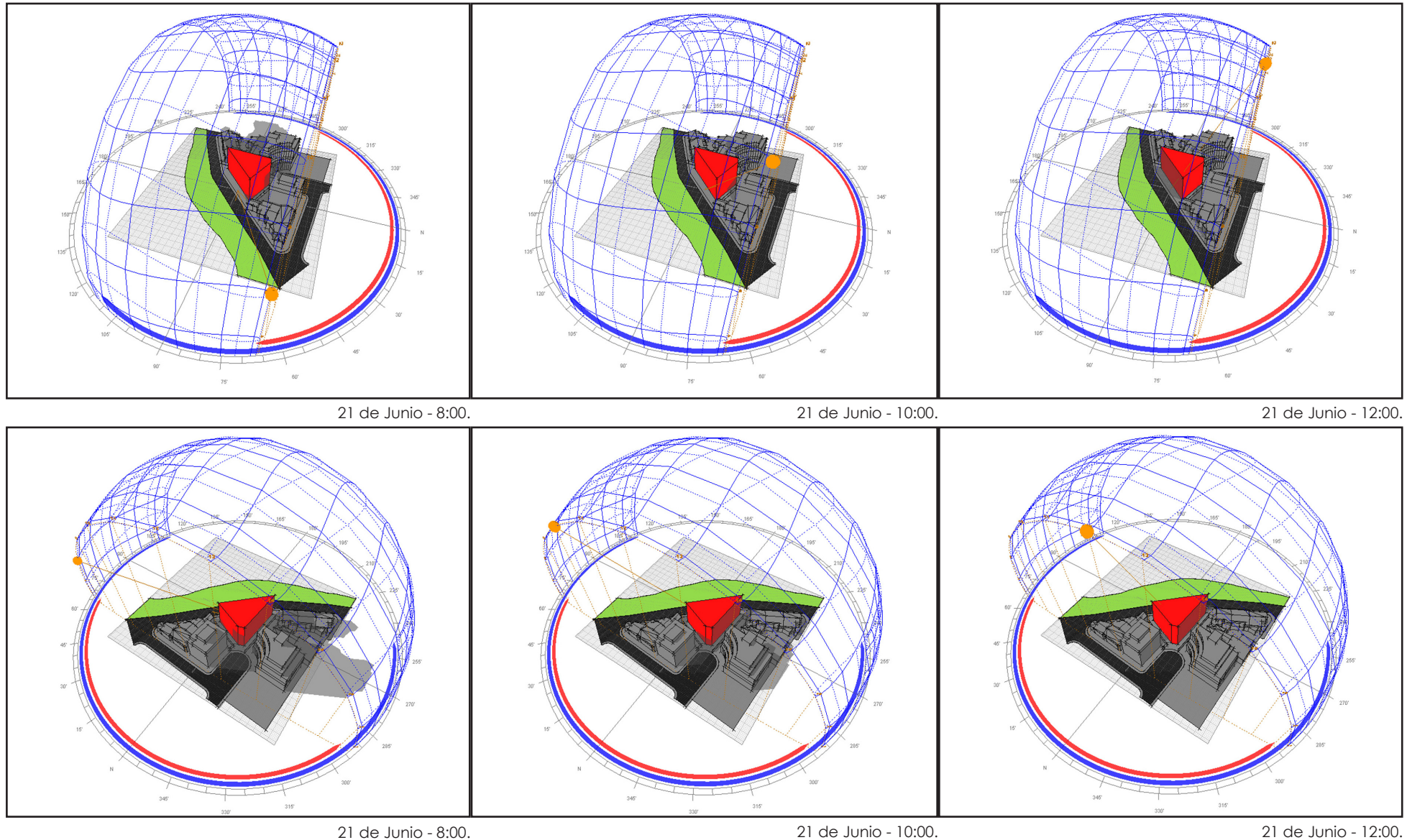
Gráfico 2.18

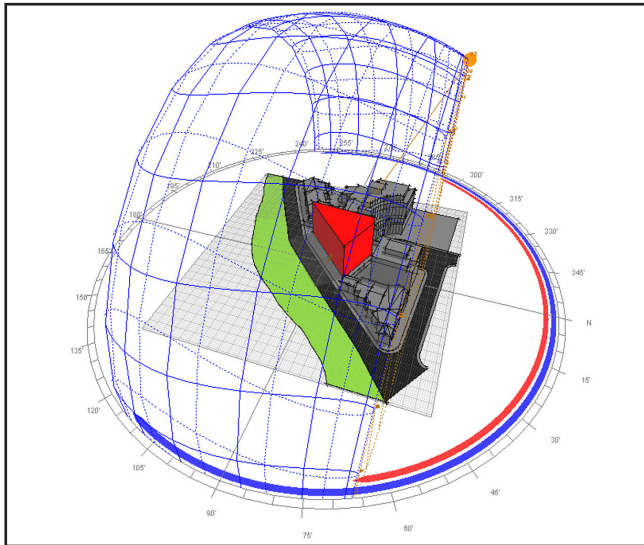
Espectro de sombras en 3d



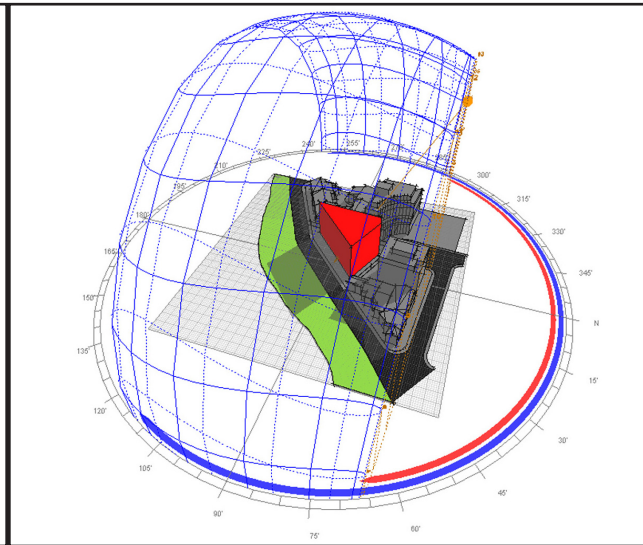
Gráfico 2.19

Proyección de sombras en Solsticios.

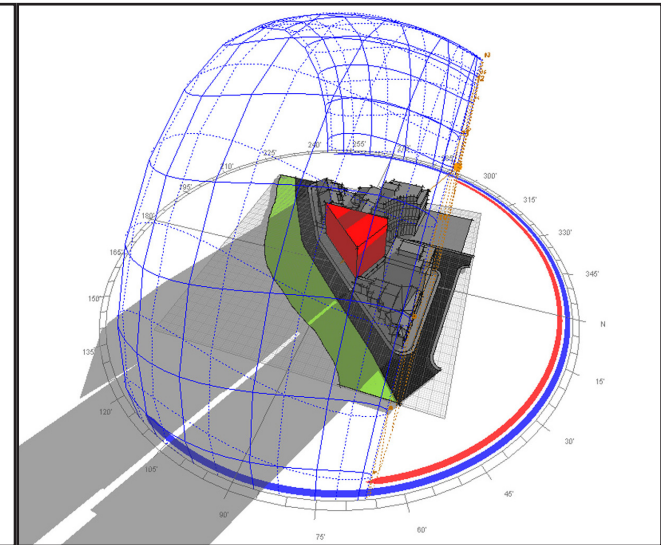




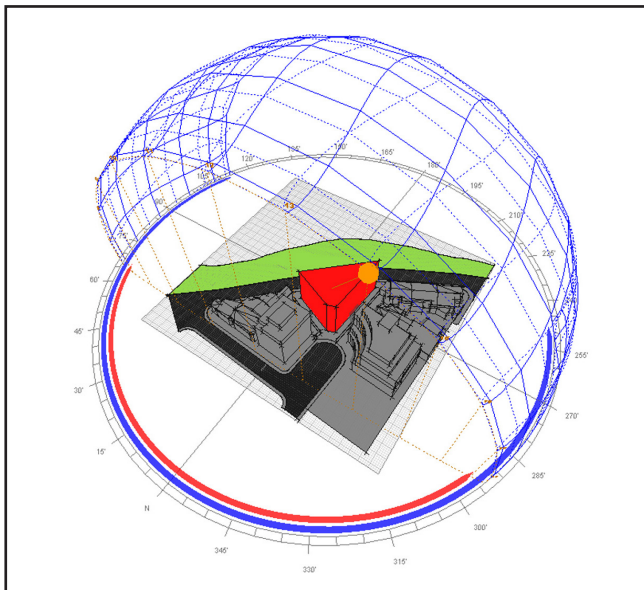
21 de Junio - 14:00.



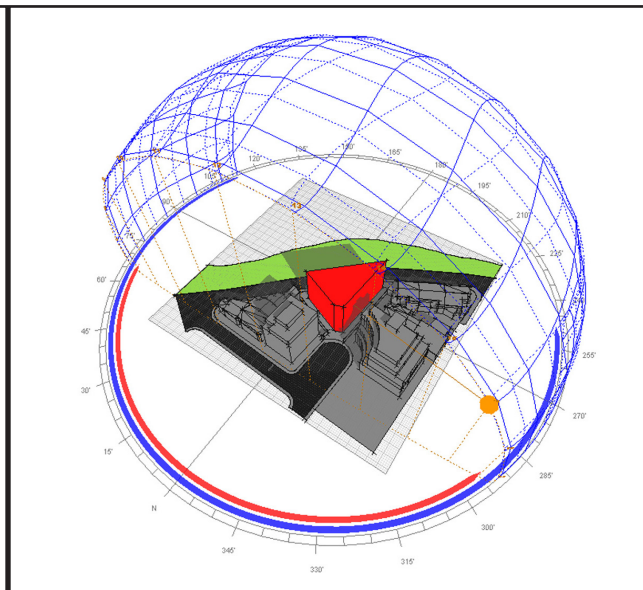
21 de Junio - 16:00.



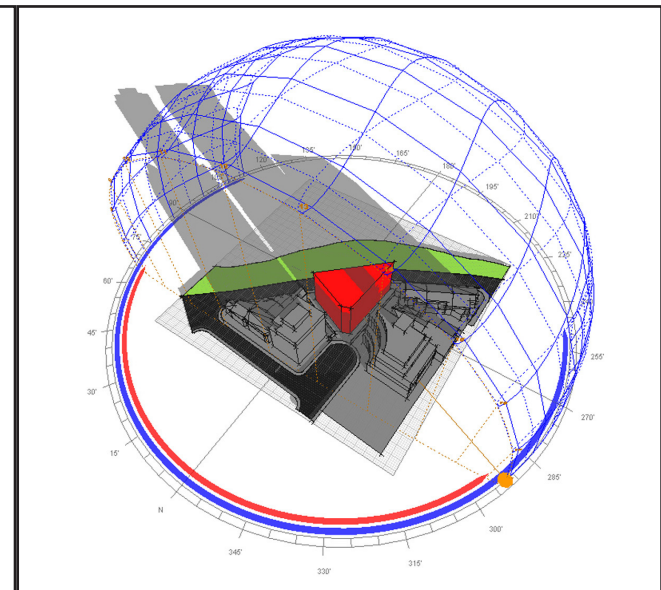
21 de Junio - 18:00.



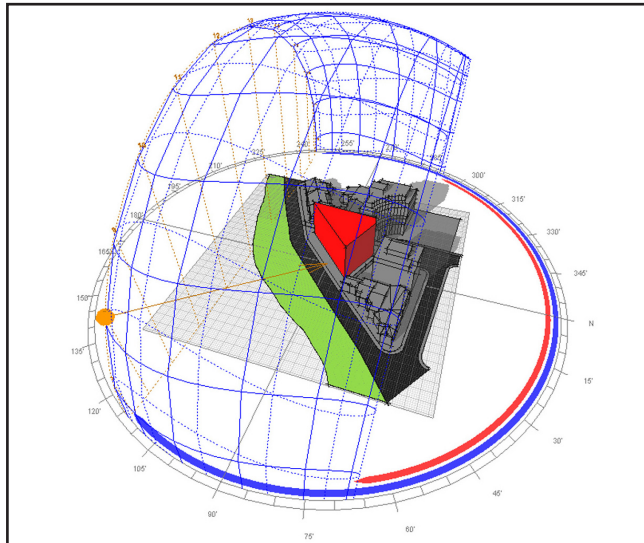
21 de Junio - 14:00.



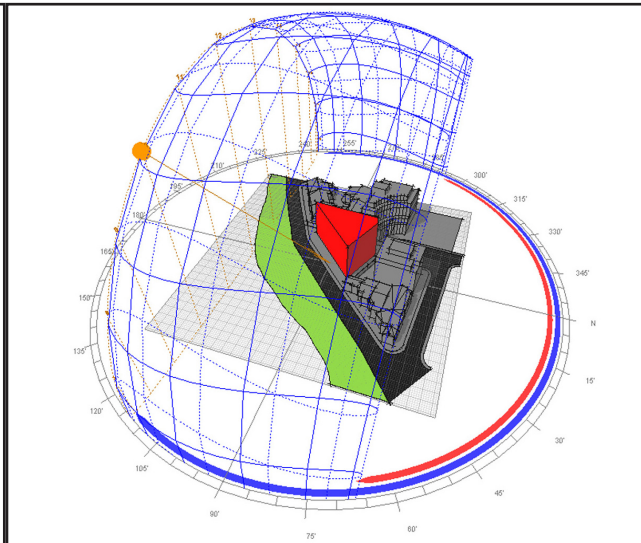
21 de Junio - 16:00.



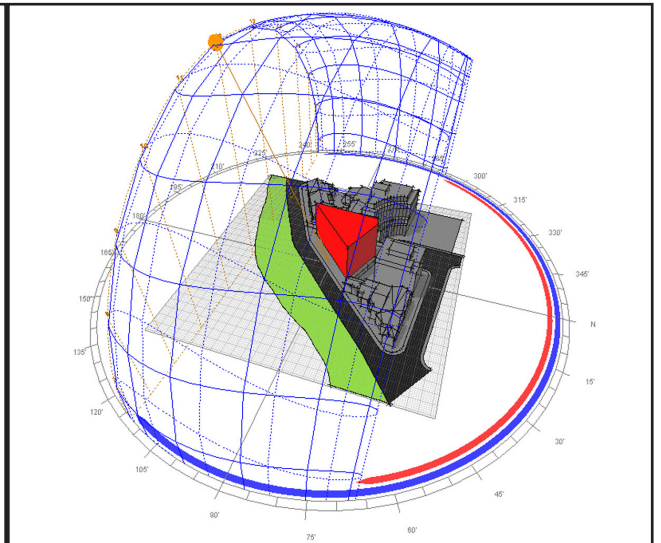
21 de Junio - 18:00.



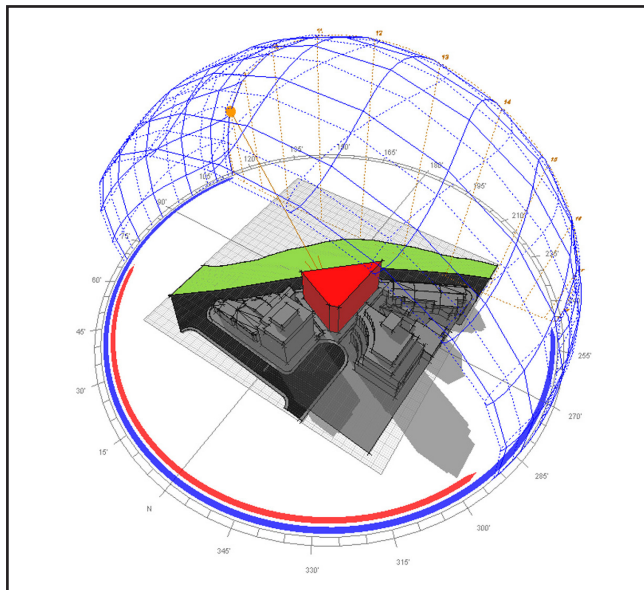
21 de Diciembre - 8:00.



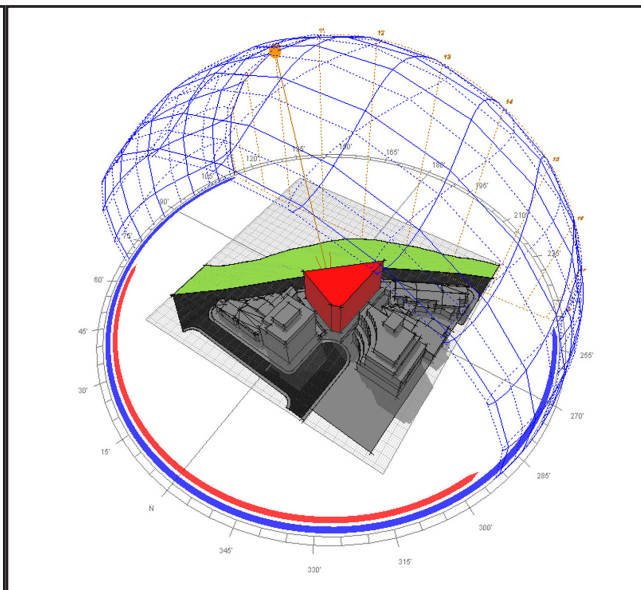
21 de Diciembre - 10:00.



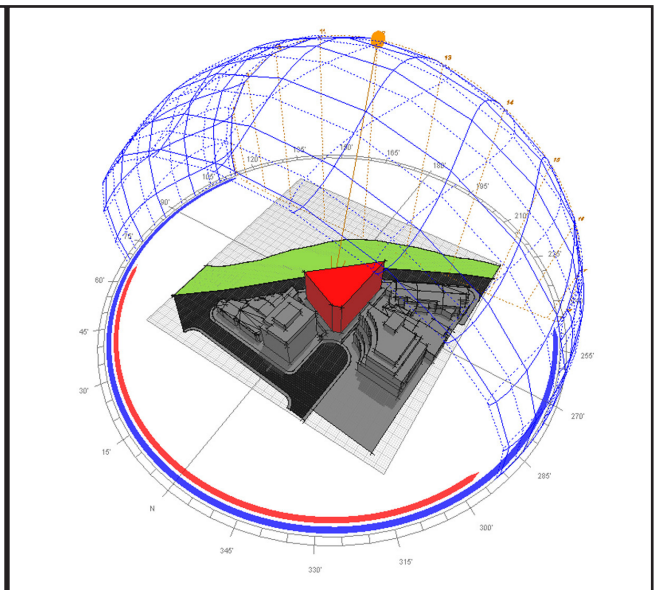
21 de Diciembre - 12:00.



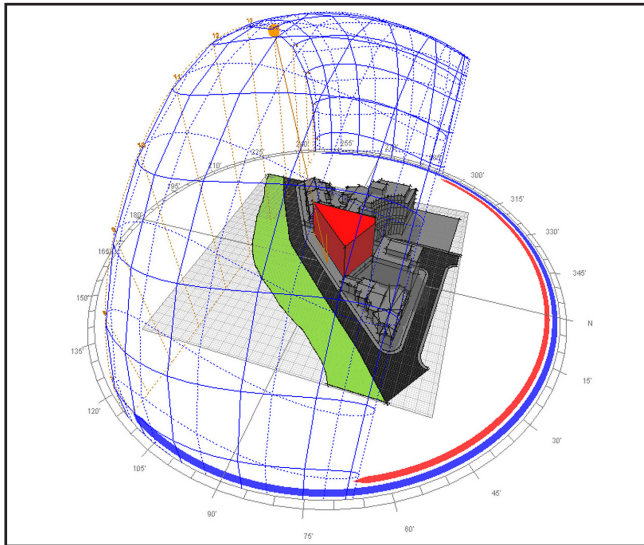
21 de Diciembre - 8:00.



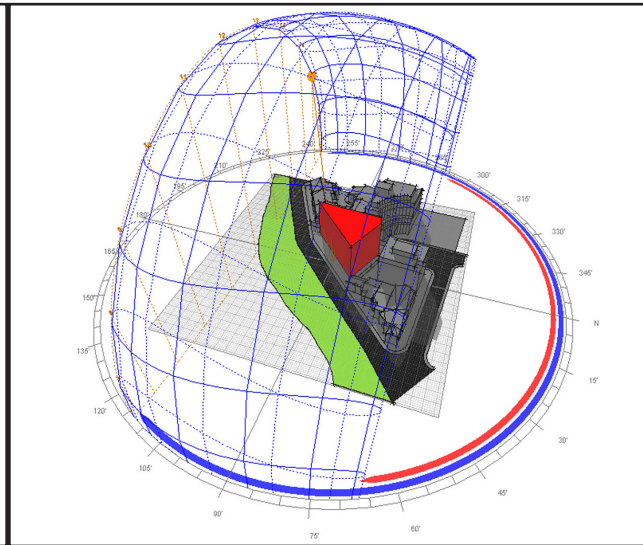
21 de Diciembre - 10:00.



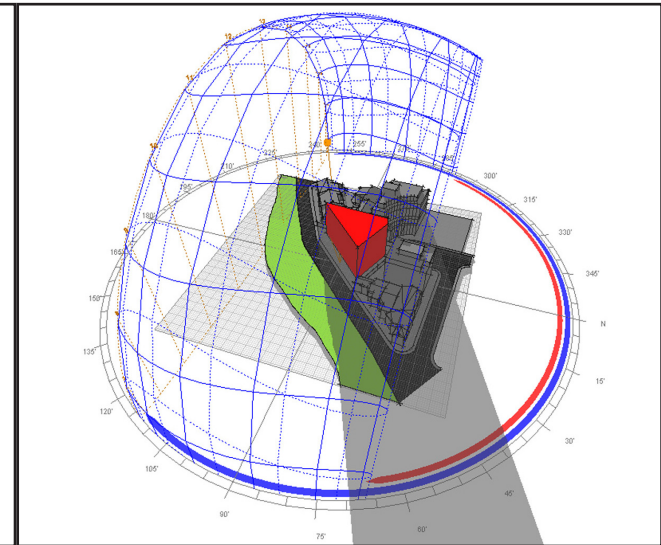
21 de Diciembre - 12:00.



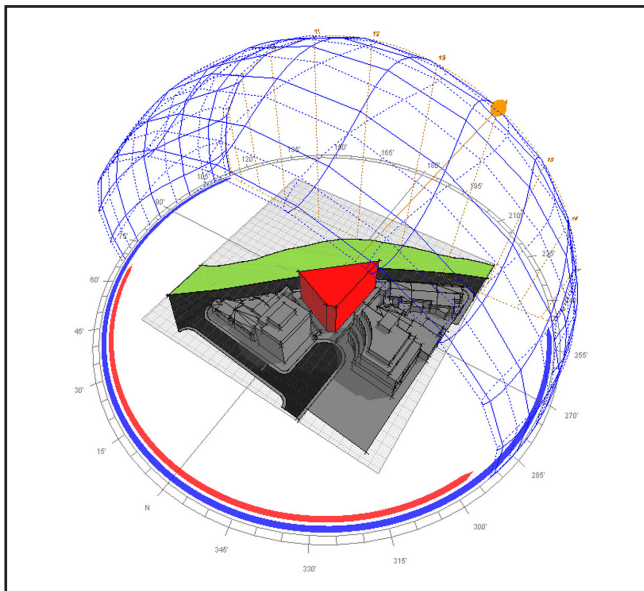
21 de Diciembre - 14:00.



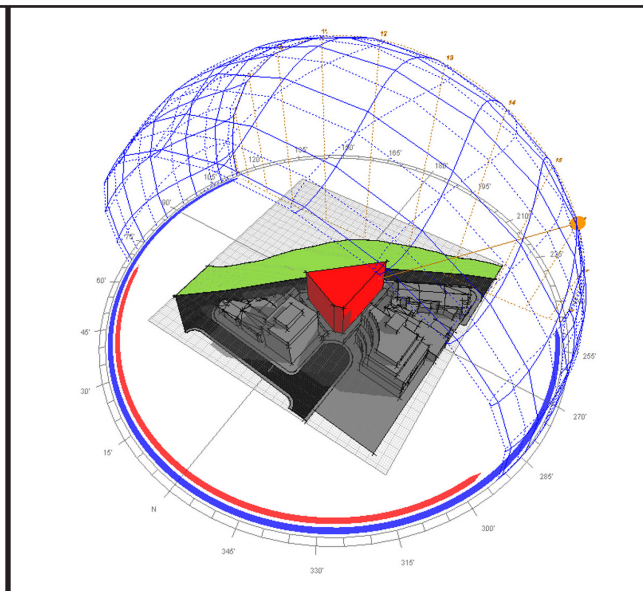
21 de Diciembre - 16:00.



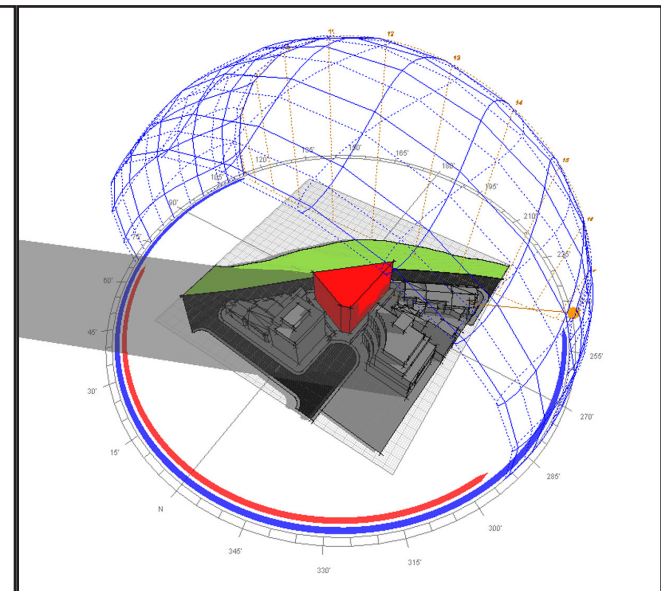
21 de Diciembre - 18:00.



21 de Diciembre - 14:00.

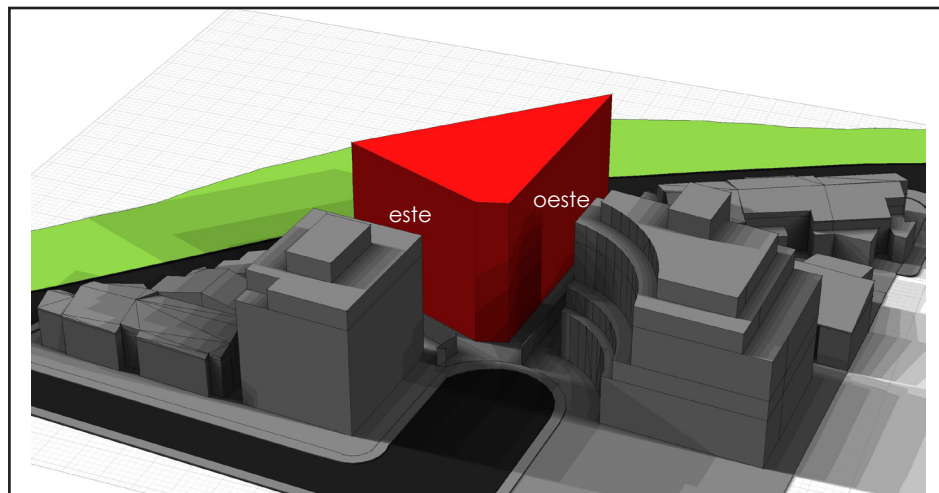


21 de Diciembre - 16:00.



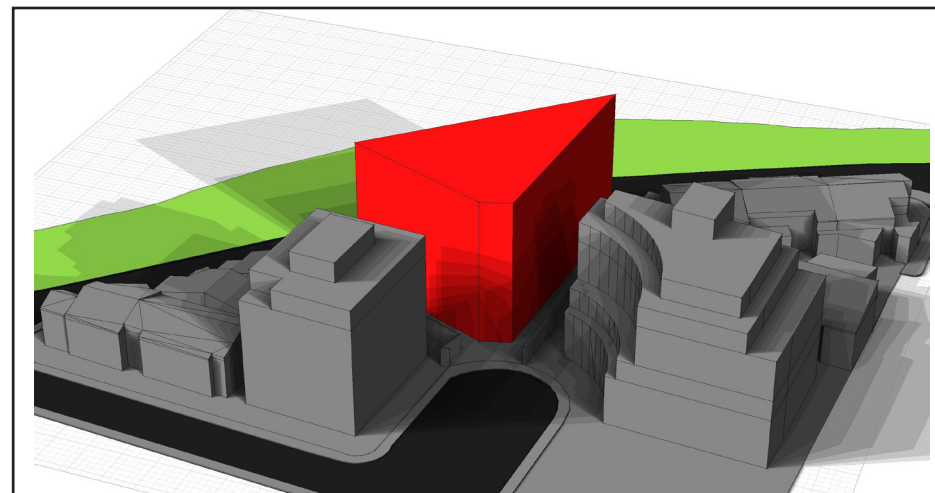
21 de Diciembre - 18:00.

Gráfico 2.20

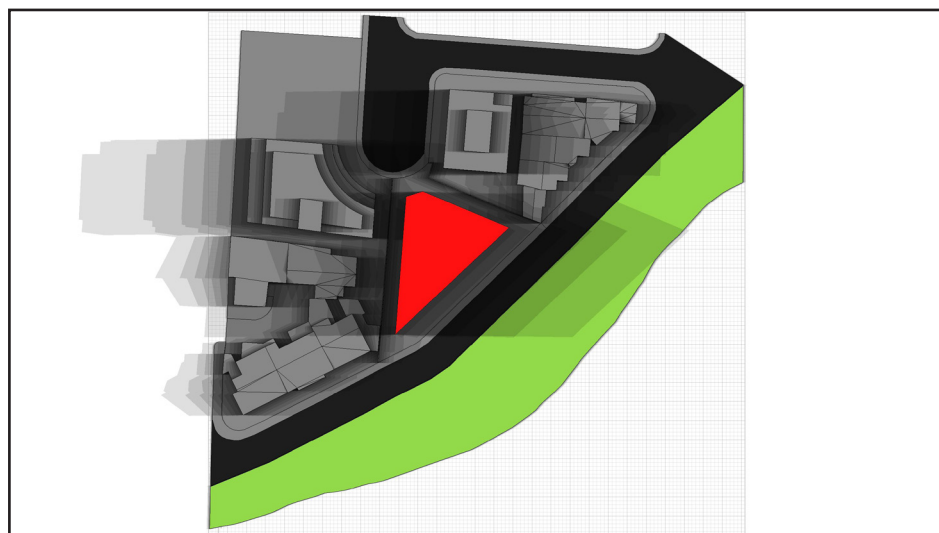


21 de marzo.

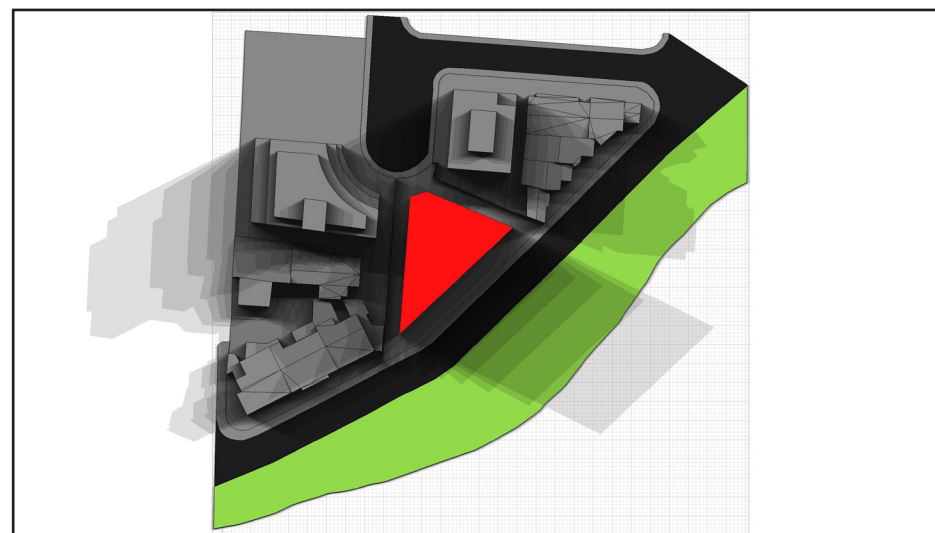
Espectro de sombras proyectadas.



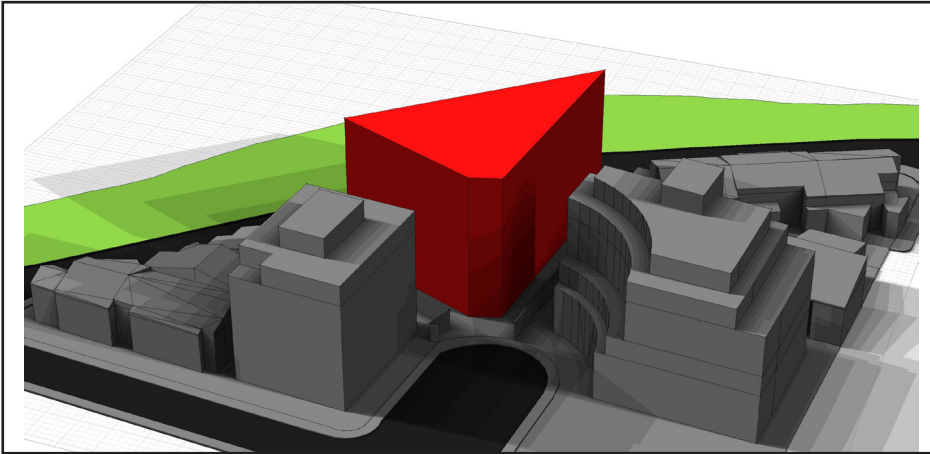
21 de junio.



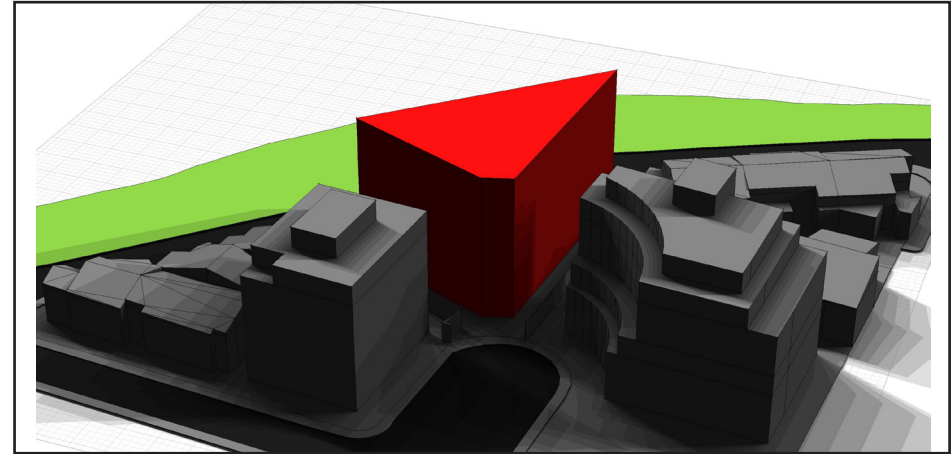
21 de marzo.



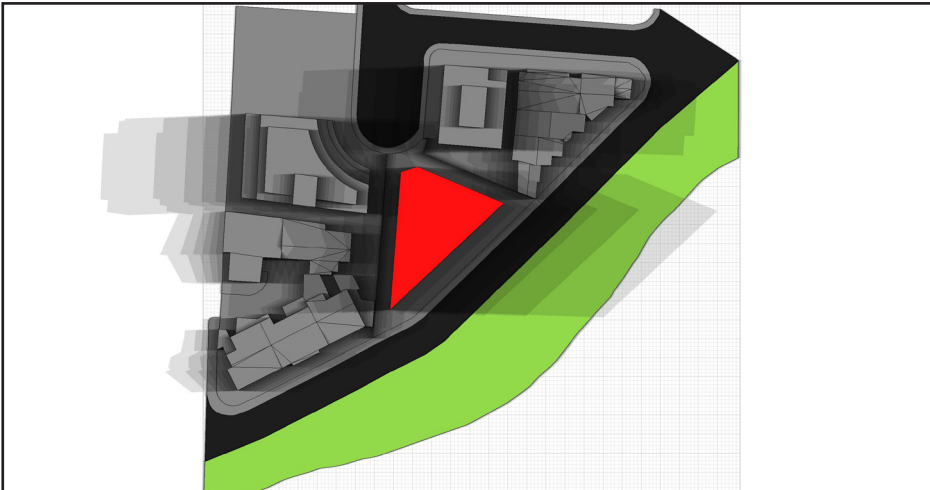
21 de junio.



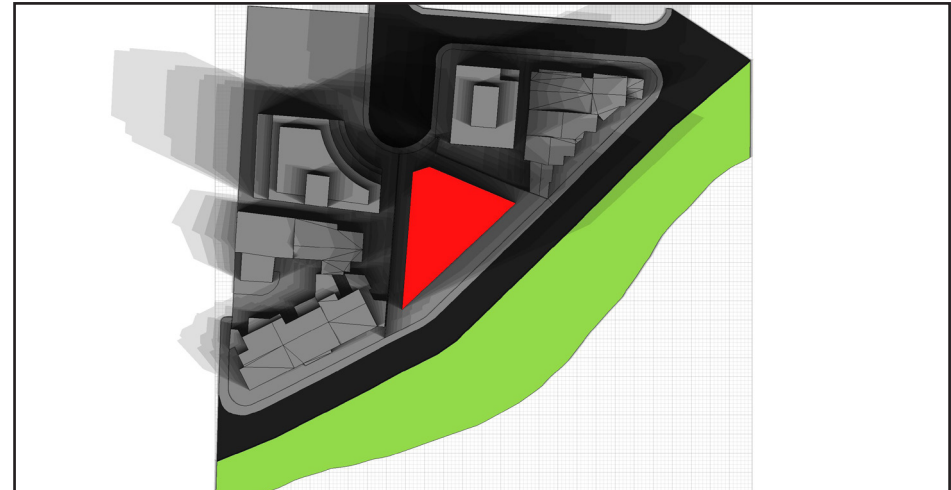
21 de septiembre.



21 de diciembre.



21 de septiembre.



21 de diciembre.

Las sombras proyectadas por los bloques aledaños a lo largo del año en las caras del volumen esquemático del proyecto son en general de poca importancia en la mañana cuando afectan la fachada este, y por la tarde son de mayor importancia cuando cubren un área

mayor en la fachada oeste. La fachada sur no recibe proyección de sombra a lo largo del año, lo cual favorece para la admisión de energía calorífica a través de ella, aprovechando que es la cara que mas radiación recibe al año.



2.1.3 Temperatura del aire.

La temperatura es un índice indicativo del calentamiento o enfriamiento del aire que resulta del intercambio de calor entre la atmósfera y la tierra. La temperatura indica en valores numéricos el nivel de energía interna que se encuentra en un lugar en ese momento.

La variación de temperatura del aire es controlada por la radiación solar, o energía entrante, y la energía saliente de la tierra. Cuando la energía entrante excede la energía saliente, la temperatura del aire se eleva, y cuando la energía saliente excede la energía entrante, la temperatura del aire baja.

REGISTRO HISTORICO DE TEMPERATURA MEDIA EN °C - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
LATITUD	02°53.2' S													
LONGITUD	78°59.0' W													
ELEVACION	2530 msnm													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	16,3	15,9	15,8	15,9	15,6	16,2	15,5	15,2	15,4	16,3	16,8	16,9	191,80	15,98
2001	16,5	16,6	16,7	16,3	16,6	15,4	15,9	14,8	15,7	17,9	17,3	17,4	197,10	16,43
2002	17,3	17,4	17,3	16,4	16,5	15,5	15,9	15,4	16,8	16,7	16,5	17,5	199,20	16,60
2003	17,2	17,5	16,7	16,6	16,3	15,4	14,6	16,0	16,1	16,9	16,8	16,8	196,90	16,41
2004	17,3	17,2	17,3	17,2	17,0	15,7	15,7	15,3	15,8	17,2	17,5	17,5	200,70	16,73
2005	17,5	17,8	17,1	17,0	16,9	16,4	15,8	15,8	17,1	17,0	16,7	16,5	201,60	16,80
2006	17,3	17,3	17,0	16,5	16,6	15,6	15,5	15,5	16,4	17,2	17,1	16,9	198,90	16,58
2007	18,0	16,8	16,5	16,4	16,5	14,3	15,8	15,3	14,9	16,1	16,5	16,4	193,50	16,13
2008	17,0	15,5	15,7	16,0	15,6	15,5	14,8	15,0	15,8	16,2	16,2	16,6	189,90	15,83
2009	16,5	16,4	17,1	16,3	16,5	16,2	16,1	16,4	17,2	17,9	18,3	18,5	203,40	16,95
2010	18,0	18,4	18,5	17,8	17,6	16,0	16,1	15,0	16,1	17,3	16,5	16,5	203,80	16,98
2011	17,1	16,7	16,4	16,1	16,1	16,0	14,9	16,2	15,3	16,7	16,7	16,7	194,90	16,24

Cuadro 2.11

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

REGISTRO HISTORICO DE TEMPERATURA MEDIA EN °C - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	PROMEDIO
PROM	17,0	16,7	16,7	16,5	16,3	15,6	15,0	15,3	15,9	16,6	16,8	17,0	195,40	16,28
MAX	18,0	18,4	18,5	18,4	17,6	16,7	16,1	16,4	17,2	18,0	18,3	18,5	212,10	17,68
MIN	15,9	15,5	15,0	15,6	15,4	14,6	13,7	13,9	13,9	15,5	15,4	16,1	180,50	15,04

Cuadro 2.12

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.



Durante los últimos 35 años, la temperatura registrada en la estación meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca, ha crecido permanentemente. La temperatura para el año 2011 tiene un promedio de 16.2 °C, el valor máximo de 25.8°C y una mínima de 2.5°C.

Como promedio de temperaturas desde el año 1977 hasta el 2011, la época más caliente del año se da en el periodo de diciembre a marzo con una temperatura promedio de 17°C, y la más fría en el periodo de junio a septiembre con una temperatura promedio de 15°C.

REGISTRO HISTORICO DE TEMPERATURA MAXIMA Y MINIMA ABSOLUTA EN °C - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	PROMEDIO
MAX	24,9	24,6	24,4	24,1	23,8	23,2	22,9	23,7	24,6	25,2	25,2	24,9	291,50	24,29
MIN	7,2	8,2	7,7	8,1	7,1	5,3	4,1	4,1	4,7	6,2	5,1	6,4	74,20	6,18
OSCILACION	17,7	16,4	16,7	16,0	16,7	17,9	18,8	19,6	19,9	19,0	20,1	18,5	217,3	18,1

Cuadro 2.13

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

Analizando este último cuadro, se puede observar que la oscilación entre temperaturas absolutas máximas y mínimas es bastante grande, sobrepasa

en todos los meses los 10 grados de oscilación, por lo que es un parámetro importante a considerar en el diseño bioclimático del edificio.

2.1.4 Humedad.

Humedad es la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. La misma proviene, una parte de la evaporación del agua de la superficie de los océanos, lagos y ríos; y la otra es suministrada por la tierra y la vegetación.

La Humedad Relativa es la humedad existente en un momento determinado que se expresa en porcentaje, como el cociente entre la cantidad de vapor de agua que contiene la atmosfera y la máxima que pudiera contener.

Tiene gran importancia en la sensación térmica. Cuando la humedad es elevada, el valor de la sensación térmica es superior al de la temperatura del aire. En este caso la sensación térmica refleja la dificultad que el organismo encuentra para disipar el calor producido por el metabolismo interno y nos sentimos incómodos.

Si en un clima cálido la humedad es baja, la sensación térmica es menor que la temperatura real del aire. En este caso notamos una sensación de bienestar, porque la piel se enfría más debido a una mayor evaporación de la transpiración.



REGISTRO HISTORICO DE LA HUMEDAD MEDIA EN % - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
LATITUD	02°53.2' S													
LONGITUD	78°59.0' W													
ELEVACION	2530 msnm													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	71,0	71,0	69,0	67,0	75,0	72,0	69,0	69,0	72,0	67,0	55,0	65,0	822,00	68,50
2001	67,0	66,0	70,0	74,0	73,0	71,0	67,0	67,0	67,0	61,0	63,0	66,0	812,00	67,67
2002	64,0	64,0	66,0	69,0	67,0	64,0	64,0	63,0	57,0	61,0	68,0	68,0	775,00	64,58
2003	67,0	67,0	67,0	72,0	73,0	71,0	75,0	65,0	67,0	67,0	66,0	65,0	822,00	68,50
2004	57,0	64,0	66,0	65,0	67,0	66,0	64,0	58,0	63,0	62,0	62,0	61,0	755,00	62,92
2005	59,0	66,0	69,0	69,0	62,0	65,0	58,0	56,0	54,0	61,0	53,0	66,0	738,00	61,50
2006	61,0	67,0	67,0	68,0	62,0	61,0	58,0	60,0	58,0	61,0	68,0	70,0	761,00	63,42
2007	64,0	66,0	68,0	71,0	69,0	72,0	62,0	65,0	65,0	68,0	71,0	68,0	809,00	67,42
2008	70,0	75,0	72,0	71,0	73,0	67,0	69,0	68,0	77,0	69,0	70,0	68,0	849,00	70,75
2009	70,0	68,0	67,0	71,0	68,0	68,0	63,0	60,0	55,0	58,0	54,0	60,0	762,00	63,50
2010	59,0	64,0	64,0	69,0	66,0	70,0	67,0	62,0	59,0	57,0	62,0	66,0	765,00	63,75
2011	63,0	70,0	64,0	77,0	70,0	70,0	73,0	61,0	69,0	59,0	64,0	70,0	810,00	67,50

Cuadro 2.14

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

REGISTRO HISTORICO DE HUMEDAD MEDIA EN % - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	PROMEDIO
PROM	63,0	66,0	67,0	69,0	68,0	66,0	65,0	62,0	63,0	63,0	62,0	64,0	778,00	64,83
MAX	71,0	75,0	72,0	77,0	76,0	72,0	75,0	69,0	77,0	70,0	71,0	70,0	875,00	72,92
MIN	54,0	55,0	60,0	62,0	61,0	54,0	56,0	55,0	54,0	56,0	53,0	57,0	677,00	56,42

Cuadro 2.15

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

La humedad registrada en esta misma estación, tiene un valor de humedad relativa mínima anual del 50% y un valor de humedad relativa máxima anual del 98%. En promedio, las variaciones medias anuales de humedad observadas estriban en un rango entre el 60% y 70% de humedad relativa media. El promedio máximo de humedad relativa

media se localiza en el periodo Marzo - Junio, mientras que los mínimos en el periodo Septiembre - Diciembre.

En comparación con la temperatura, en los periodos más calientes la humedad es más baja, y en los periodos fríos, la humedad es más alta.



2.1.5 Viento.

El viento es aire que se mueve de un lugar a otro, que Gunther D. Roth lo define como la compensación de las diferencias de presión atmosférica entre dos puntos.

Tiene una procedencia directa de la energía solar, pues el calentamiento desigual de la superficie de la tierra según su latitud produce zonas de

altas y bajas presiones, este desequilibrio provoca desplazamientos del aire que rodea la tierra dando lugar al viento. Otra causa es la inercia y fuerza centrífuga producidas por la rotación del planeta.

Los vientos se denominan según su fuerza y la dirección desde la que soplan.

REGISTRO HISTORICO DE LA DIRECCION PREDOMINANTE DEL VIENTO EN RUMBOS - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA													
LATITUD	02°53.2' S												
LONGITUD	78°59.0' W												
ELEVACION	2530 msnm												
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
2000	SSW	ENE	ENE	NE	NE	NE	NE	ENE	ENE	NE	SSW	ENE	NE
2001	E	ENE	ENE	ENE	E	ENE	ENE	NE	E	E	E	E	E
2002	E	E	E	E	E	E	E	ENE	E	E	E	E	E
2003	E	E	E	ENE	ENE	ENE	ENE	NE	ENE	E	E	NE	E
2004	SSW	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	NE
2005	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	NE
2006	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	ENE	NE
2007	ENE	ENE	NE	NE	NE	E	NE	NE	NE	S	NE	S	NE
2008	NE	NE	S	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NE	NNE	S	S	NNE
2009	NNE	NE	NE	NNE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2010	NE	NE	NE	ENE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	SSW	NE
2011	NE	SSW	SSW	E	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	SSW	ENE	NE

Cuadro 2.16

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.



REGISTRO HISTORICO DE VELOCIDAD MEDIA DE VIENTO EN Km/h - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	12,6	9,0	7,2	7,2	7,2	9,0	10,8	10,8	10,8	9,0	16,2	9,0	118,8	9,90
2001	9,0	10,8	9,0	9,0	7,2	9,0	10,8	10,8	9,0	9,0	9,0	9,0	111,6	9,30
2002	10,8	9,0	9,0	7,2	14,4	10,8	9,0	10,8	10,8	9,0	10,8	10,8	122,4	10,20
2003	10,8	9,0	7,2	7,2	9,0	7,2	9,0	9,0	9,0	7,2	7,2	9,0	100,8	8,40
2004	18,0	9,0	10,8	10,8	10,8	12,6	10,8	14,4	10,8	10,8	16,2	16,2	151,2	12,60
2005	10,8	10,8	9,0	10,8	9,0	12,6	12,6	14,4	14,4	10,8	16,2	14,4	145,8	12,15
2006	10,8	7,2	9,0	7,2	12,6	12,6	14,4	9,0	14,4	10,8	10,8	7,2	126,0	10,50
2007	12,6	10,8	10,8	9,0	10,8	14,4	12,6	14,4	12,6	12,6	10,8	14,4	145,8	12,15
2008	12,6	10,8	10,8	7,2	9,0	10,8	12,6	10,8	12,6	9,0	12,6	12,6	131,4	10,95
2009	9,0	12,6	10,8	9,0	10,8	10,8	12,6	12,6	14,4	10,8	10,8	10,8	135,0	11,25
2010	13,0	13,0	11,1	9,3	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	13,0	16,7	13,0	144,6	12,05
2011	9,3	13,0	16,7	5,6	11,1	11,1	11,1	13,0	11,1	16,7	14,8	7,4	140,9	11,74

Cuadro 2.17

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

REGISTRO HISTORICO DE VIENTOS - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO	
DIRECCION	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSW	S	NE	
VELOCIDAD	9,2	9,2	9,2	7,4	9,2	9,2	9,2	11,1	9,2	9,2	11,1	11,1	9,53	

Cuadro 2.18

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

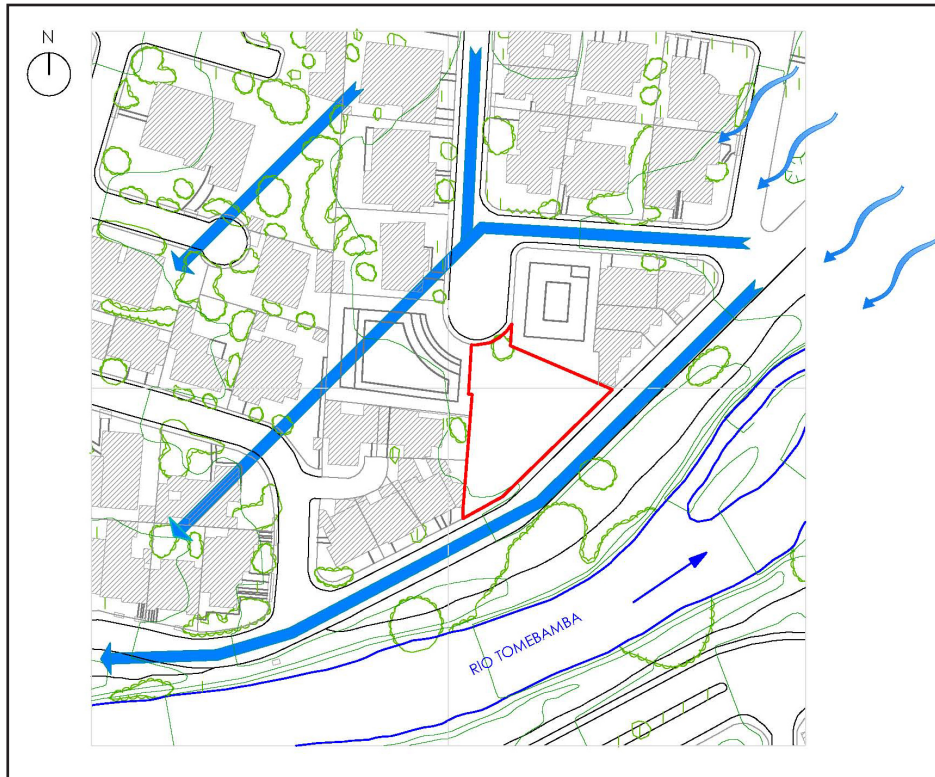
Tomando como referencia el promedio de estos cuadros, se toma como dirección predominante del viento la NE, y como velocidad 9.5 km/h, o 2.64 m/s.

La velocidad promedio del viento, tiende a reducirse cuando el flujo entra en contacto con la rugosidad de la superficie urbana y aumenta cuando

se presentan fenómenos locales de encausamiento. Esta velocidad está condicionada según el tipo de superficie sobre la que incide, siendo mayor la reducción, cuanto más rugosa sea la superficie.

Gráfico 2.21

Dirección del viento.



Efectos del movimiento del aire.

Es requisito indispensable, que desde el inicio de un proceso de diseño urbano, se prevean los efectos que toda nueva edificación pueda producir con respecto a las condiciones de aireación de los espacios que la rodean. Tanto la disposición como la forma de las construcciones, engendran a niveles locales o sobre extensiones importantes, entre otros factores, fenómenos de aceleración, disminución y protección.

Un factor muy importante a considerar es el de sombra de viento. A sotavento de una edificación se produce un área de relativa calma, en

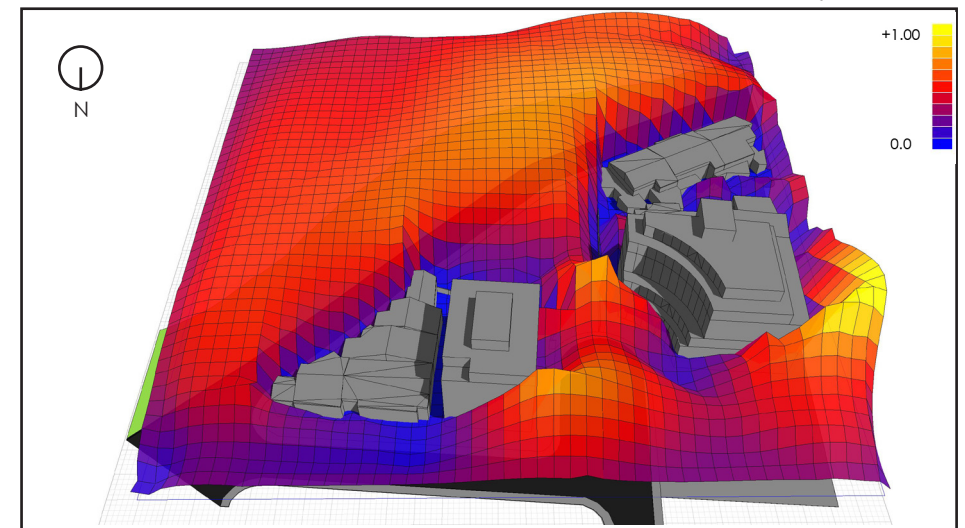
la que la velocidad del viento se ve notablemente reducida, zona que se conoce como "sombra de viento".

Los gráficos a continuación muestran el flujo de viento en escala de colores (donde los colores cálidos indican valores altos y los colores fríos indican valores bajos o lo que sería las sombras de viento) y en escala vectorial (donde los vectores indican la dirección del flujo y su color indica el valor).

Como conclusión se establece que en el lado Noreste del sitio un bloque de departamentos y un grupo de viviendas crean una sombra de viento, por lo que el sitio no tiene una exposición directa a su dirección predominante. Por la forma del terreno, la forma del bloque estará en paralelo con la corriente de viento, y la cara Este del bloque, que en los análisis de radiación es la que menos recibe este factor, resulta conveniente para abrir vanos y ventilar los espacios en la dirección predominante, con la velocidad del mismo reducida.

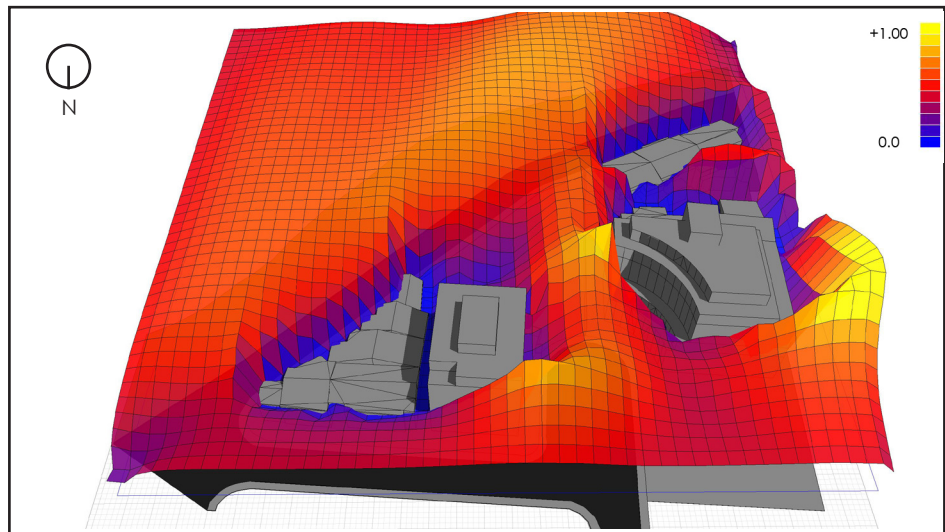
Gráfico 2.22

Sombras y flujos de viento.



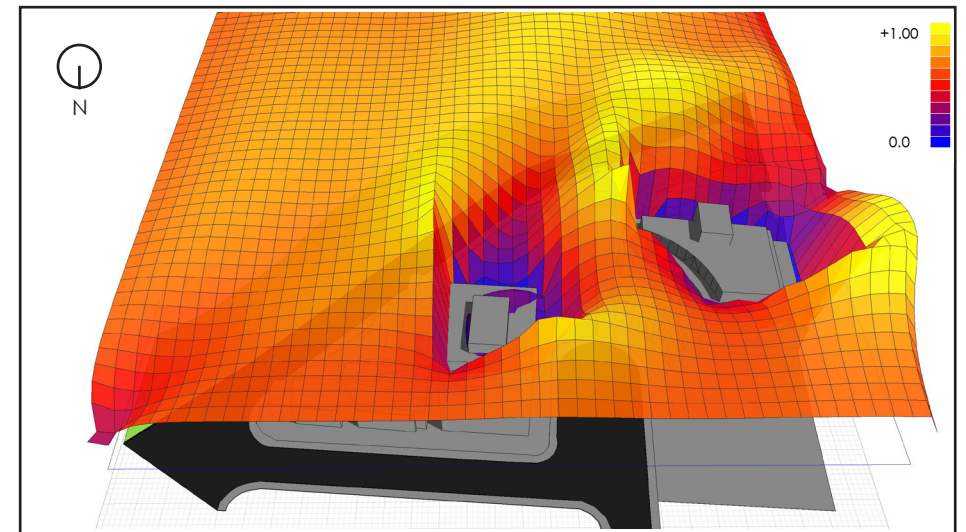
Flujo de aire 3d

N = +1.50



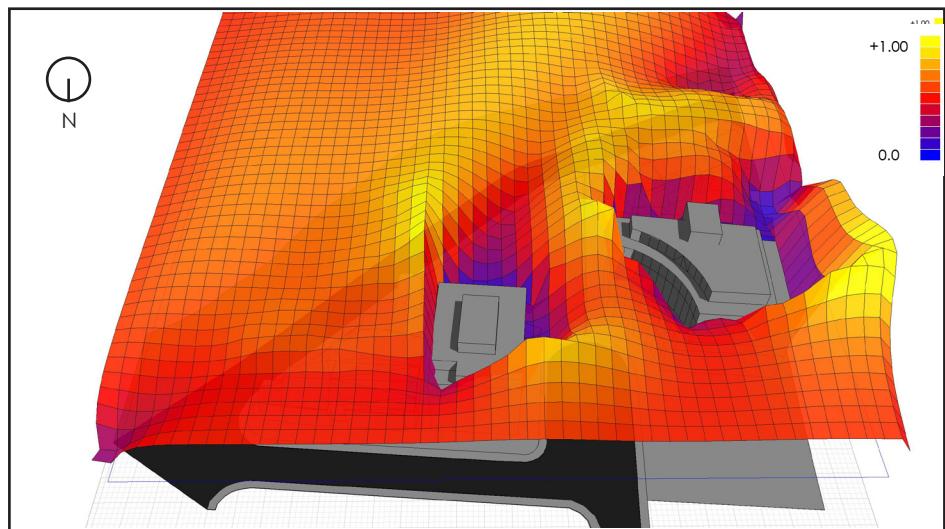
Flujo de aire 3d

N = +5.00



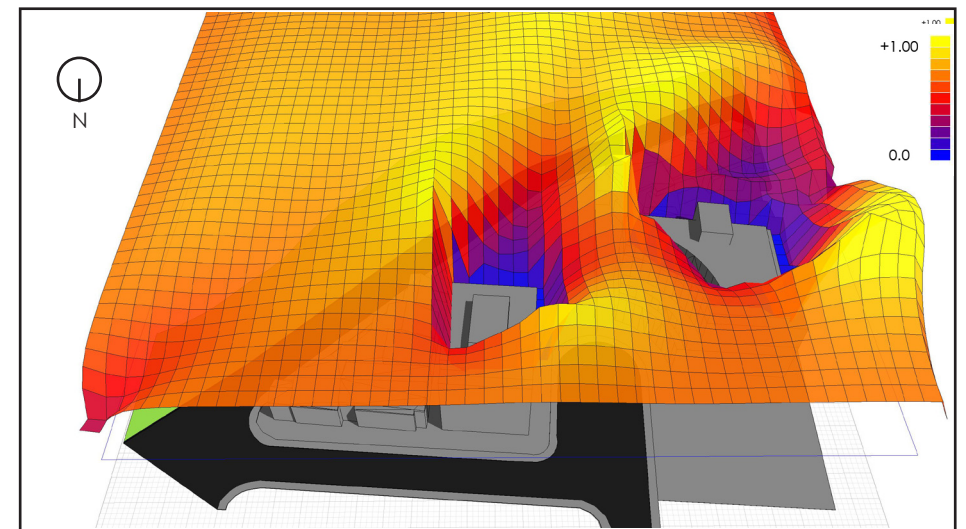
Flujo de aire 3d

N = +15.00



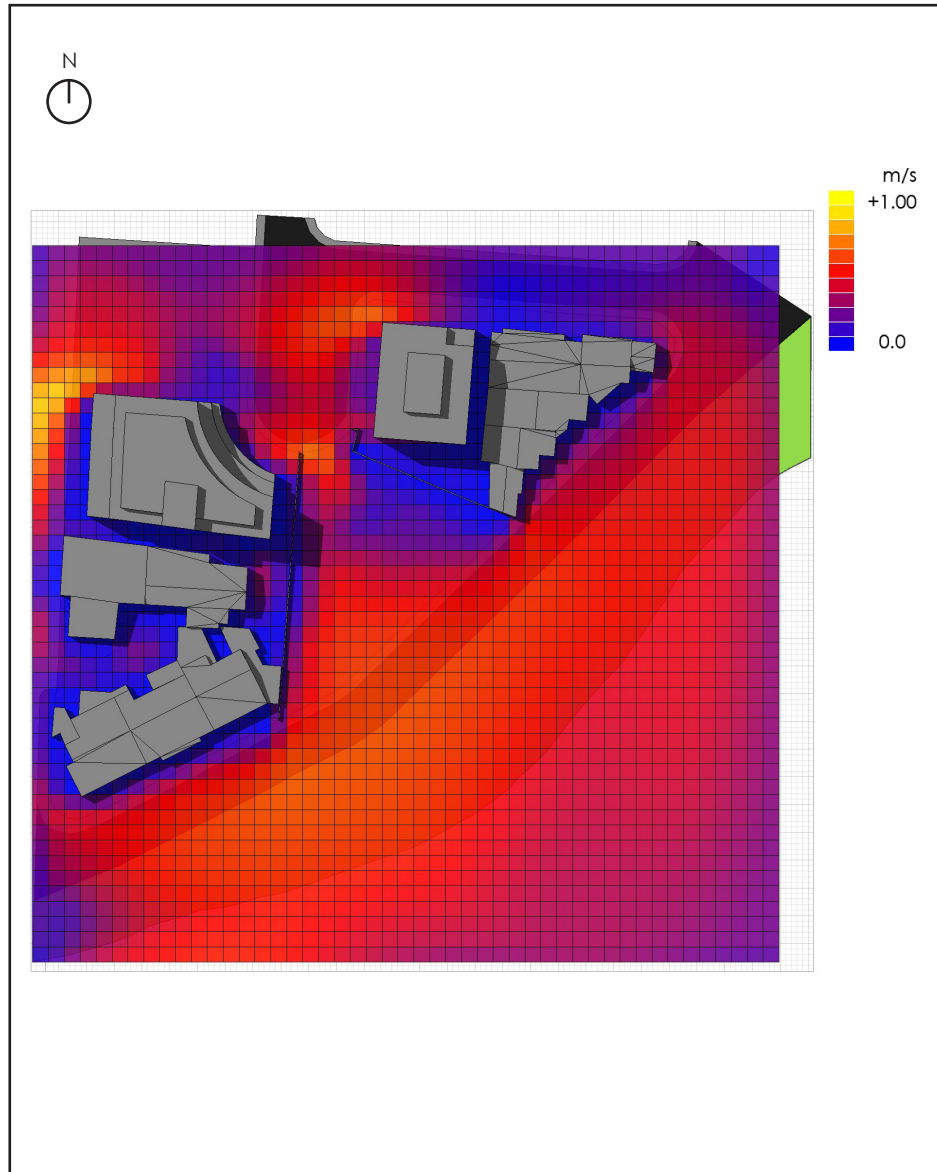
Flujo de aire 3d

N = +10.00



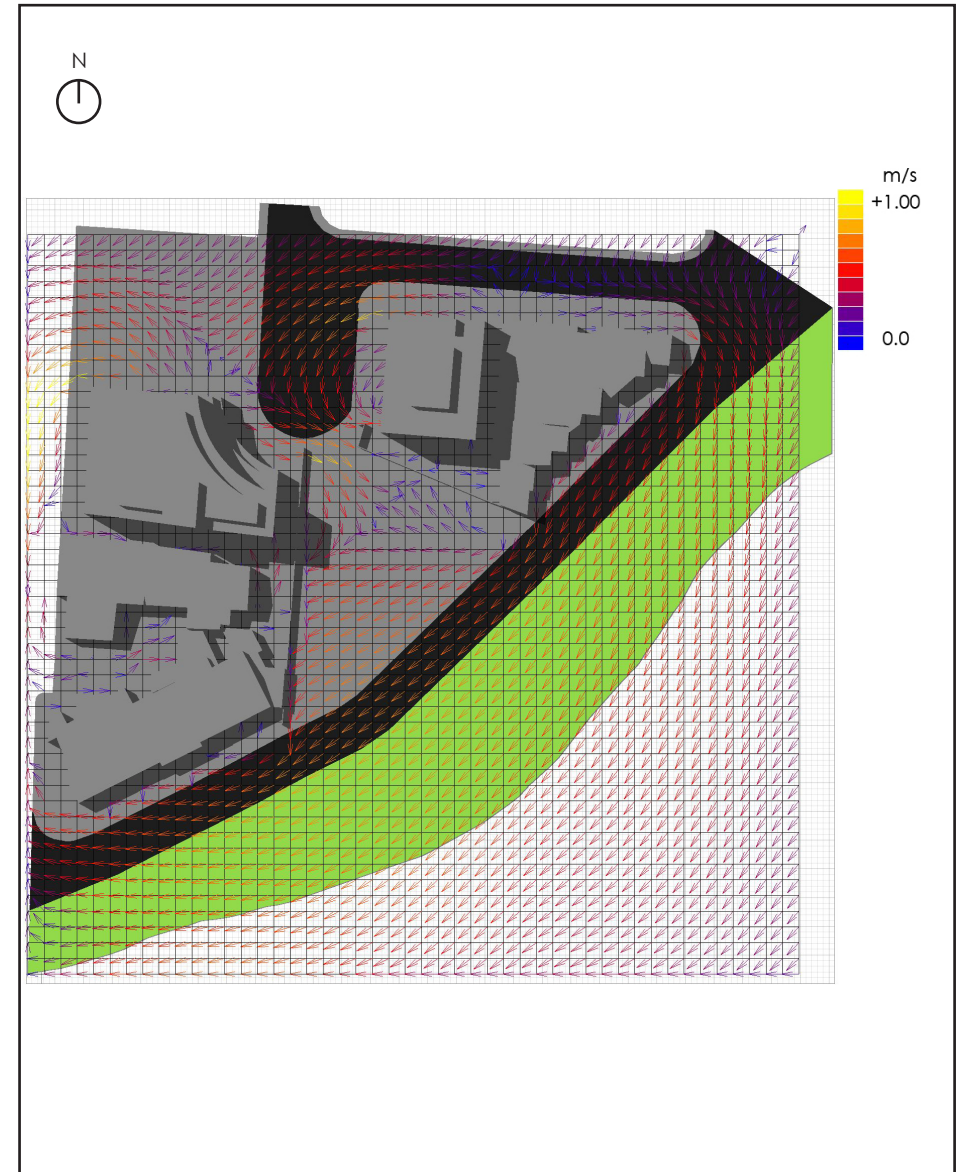
Flujo de aire 3d

N = +18.00



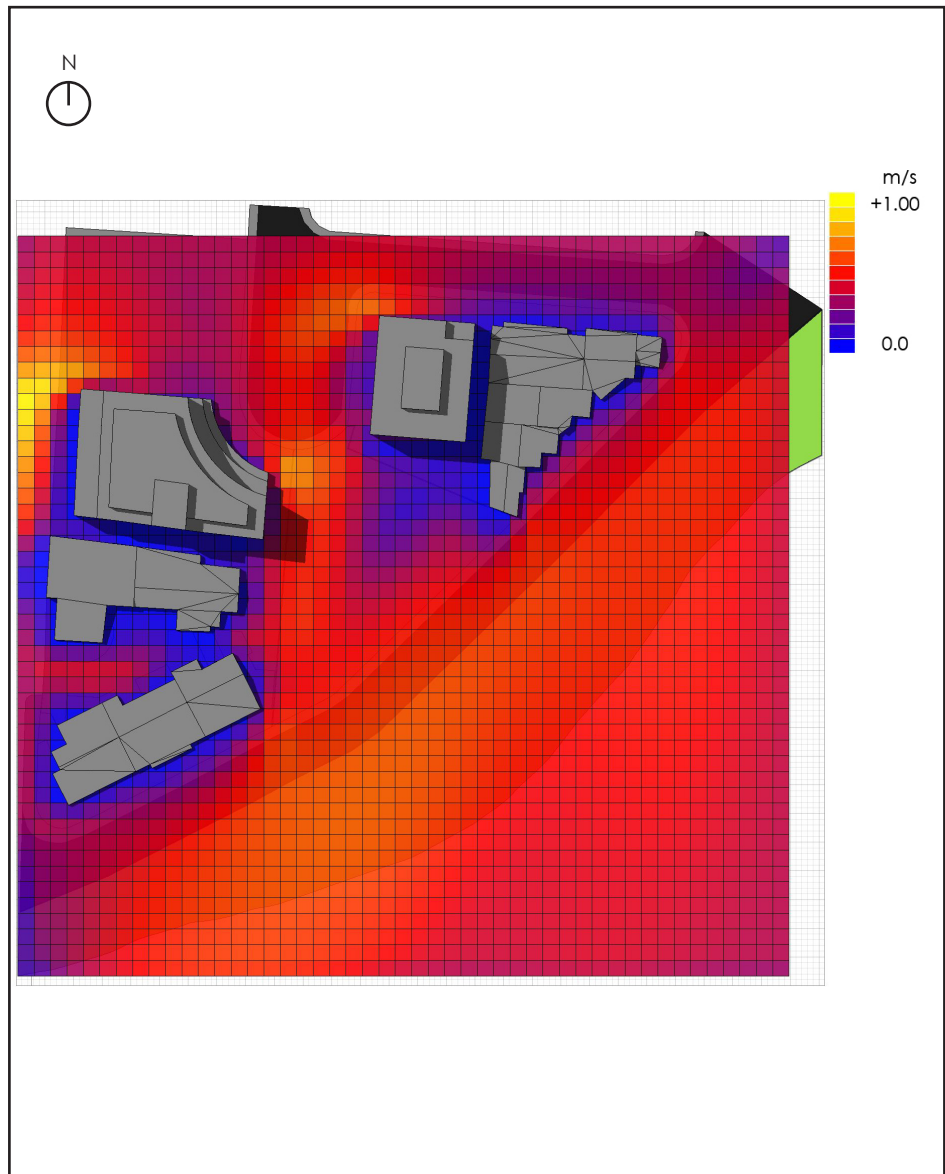
Flujo de aire

N = +1.50



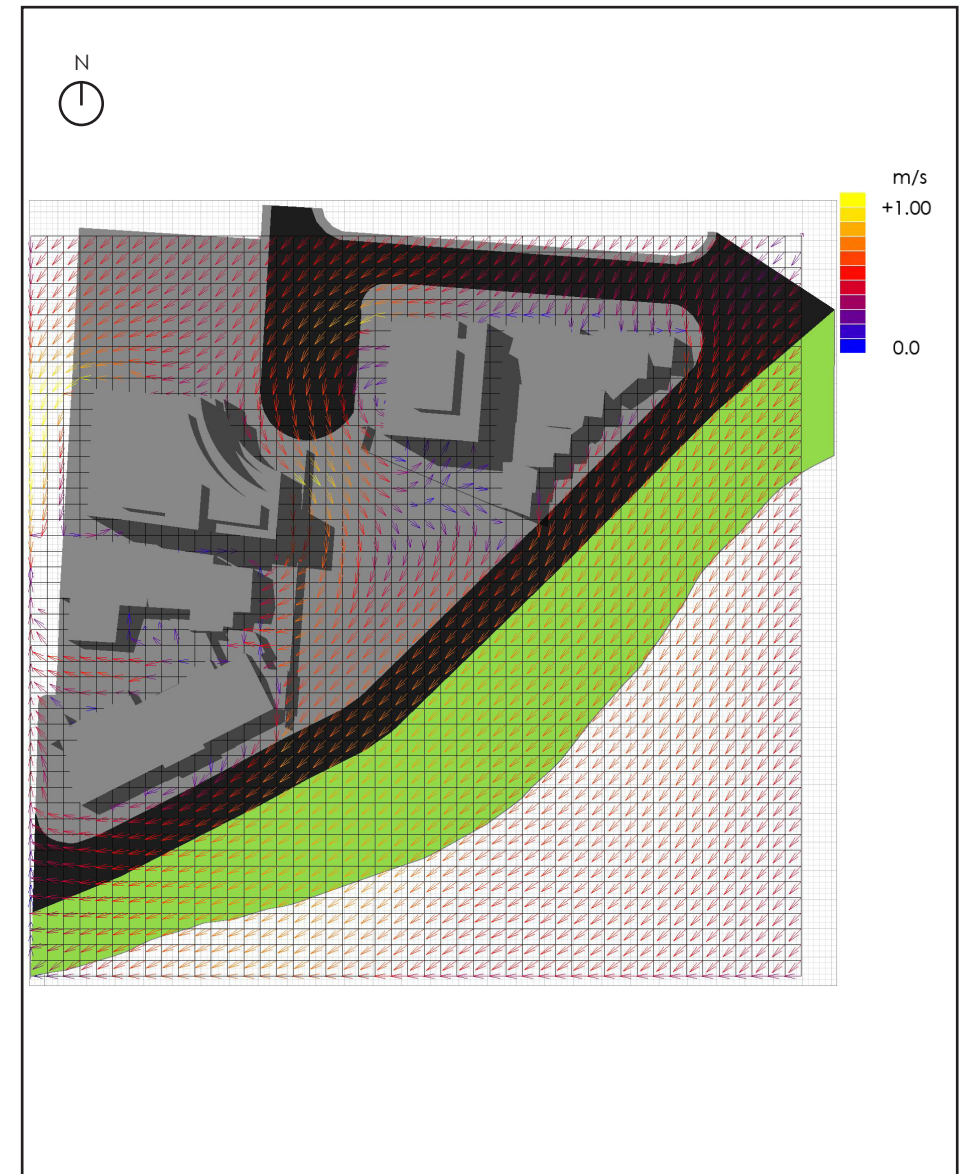
Flujo de aire Vectorial

N = +1.50



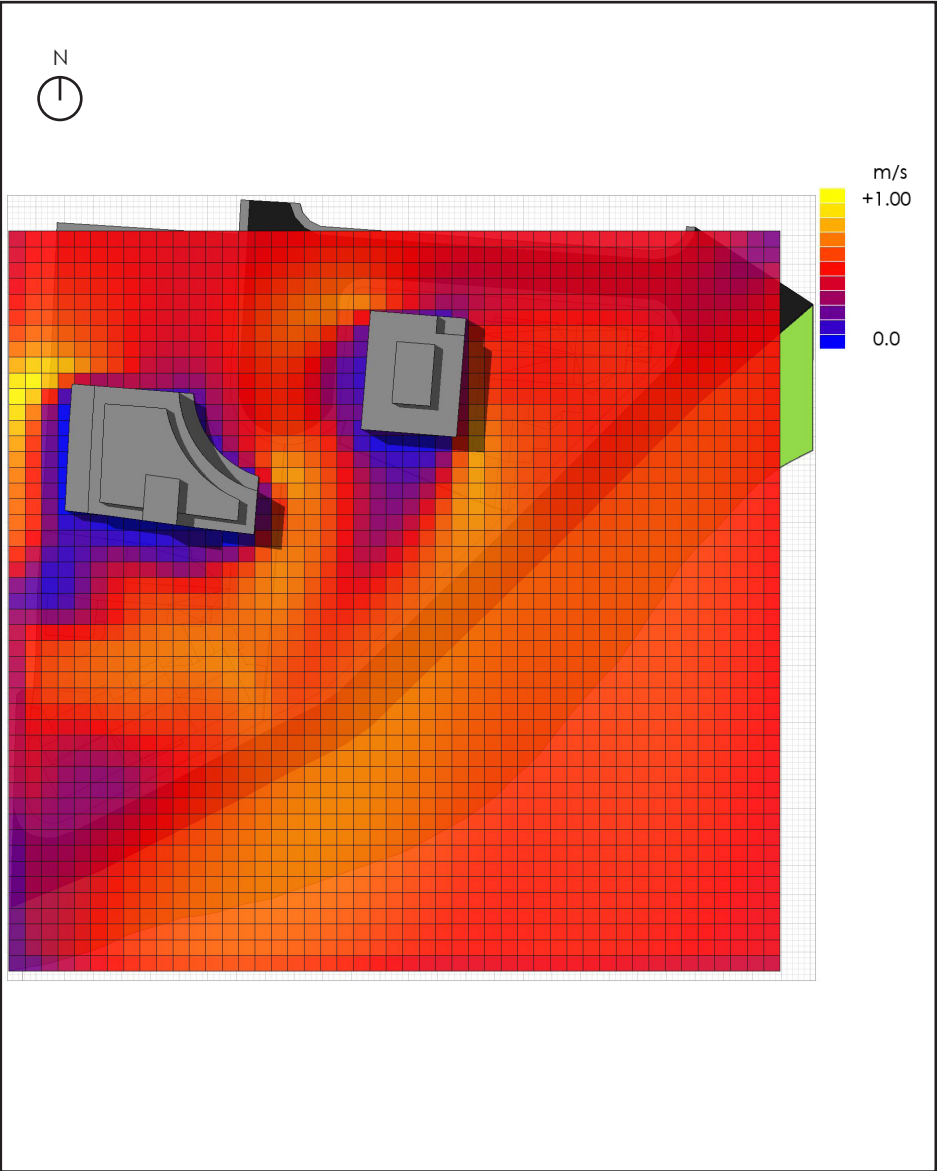
Flujo de aire

N = +5.00



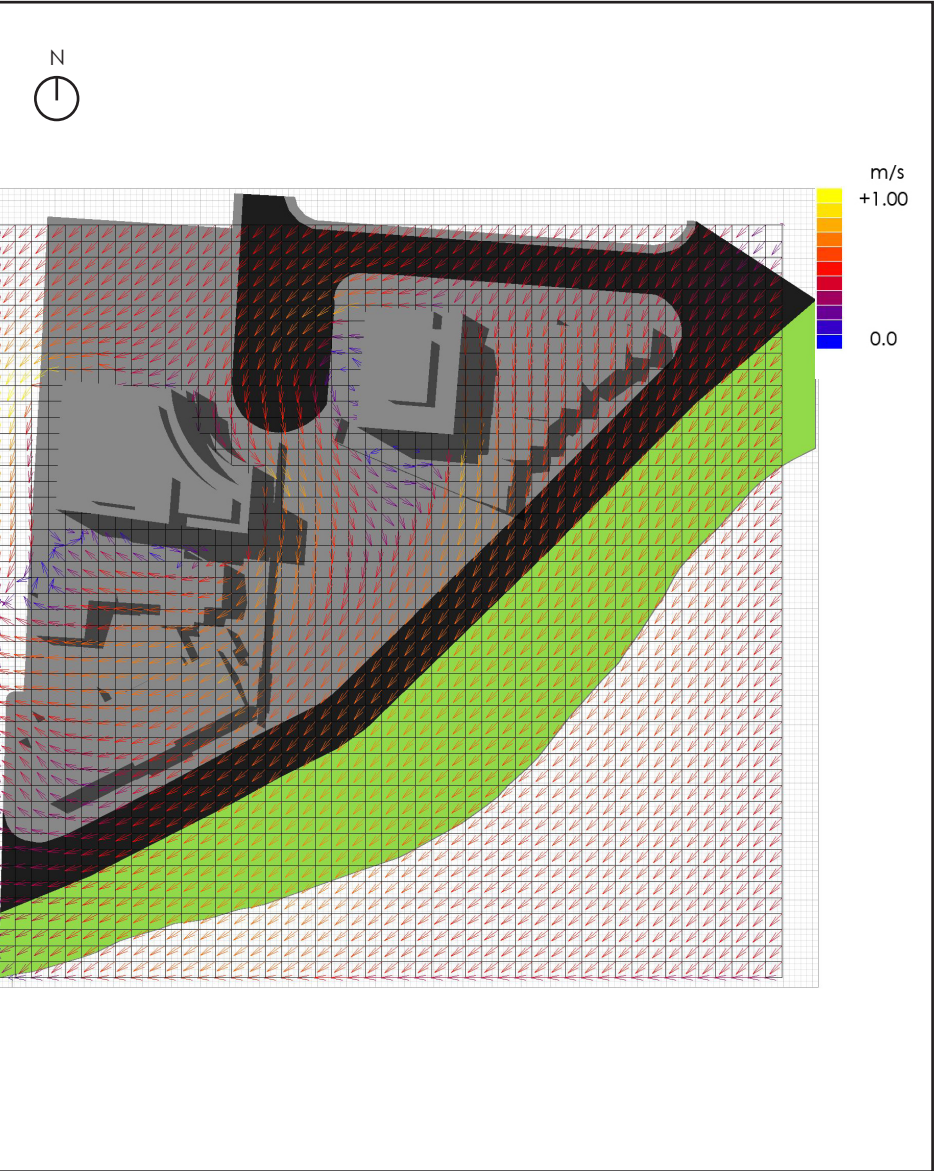
Flujo de aire Vectorial

N = +5.00



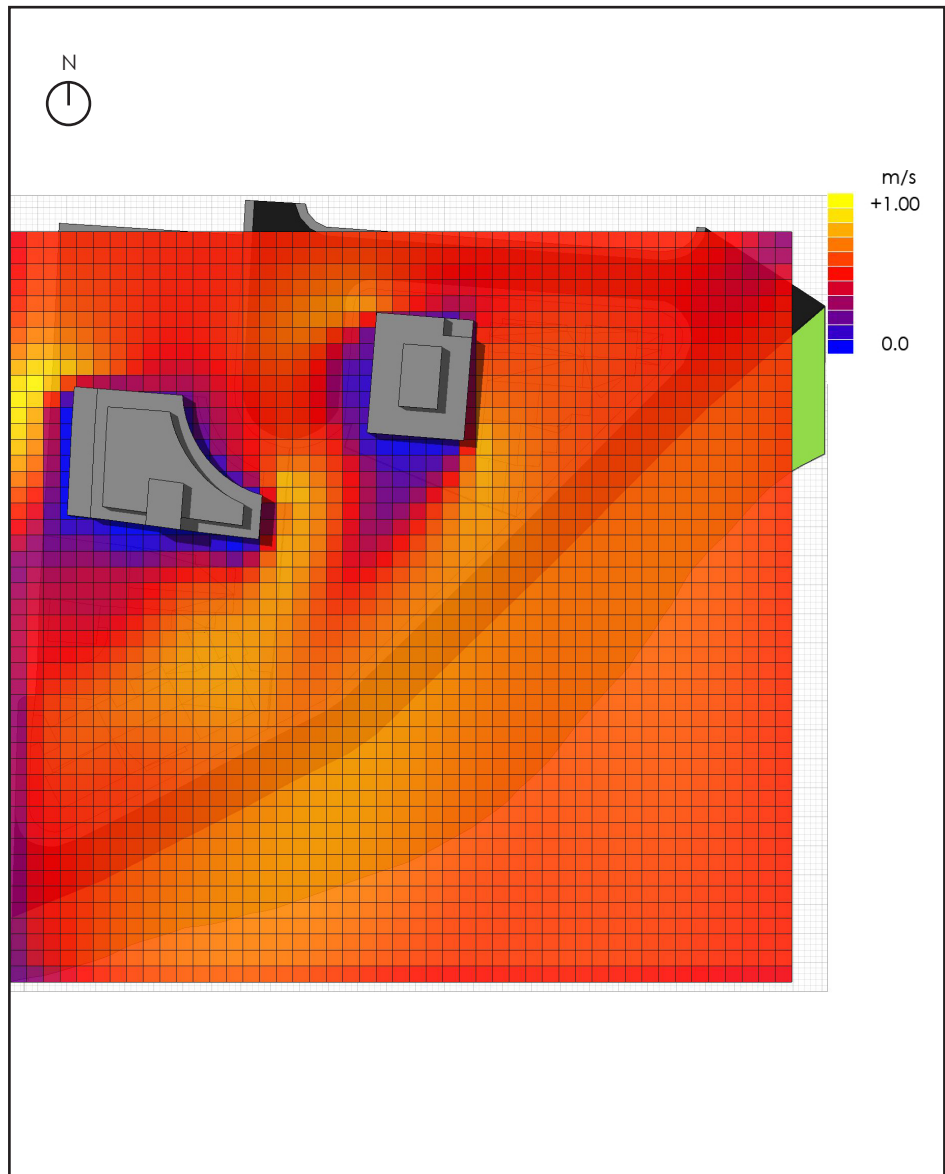
Flujo de aire

N = +10.00



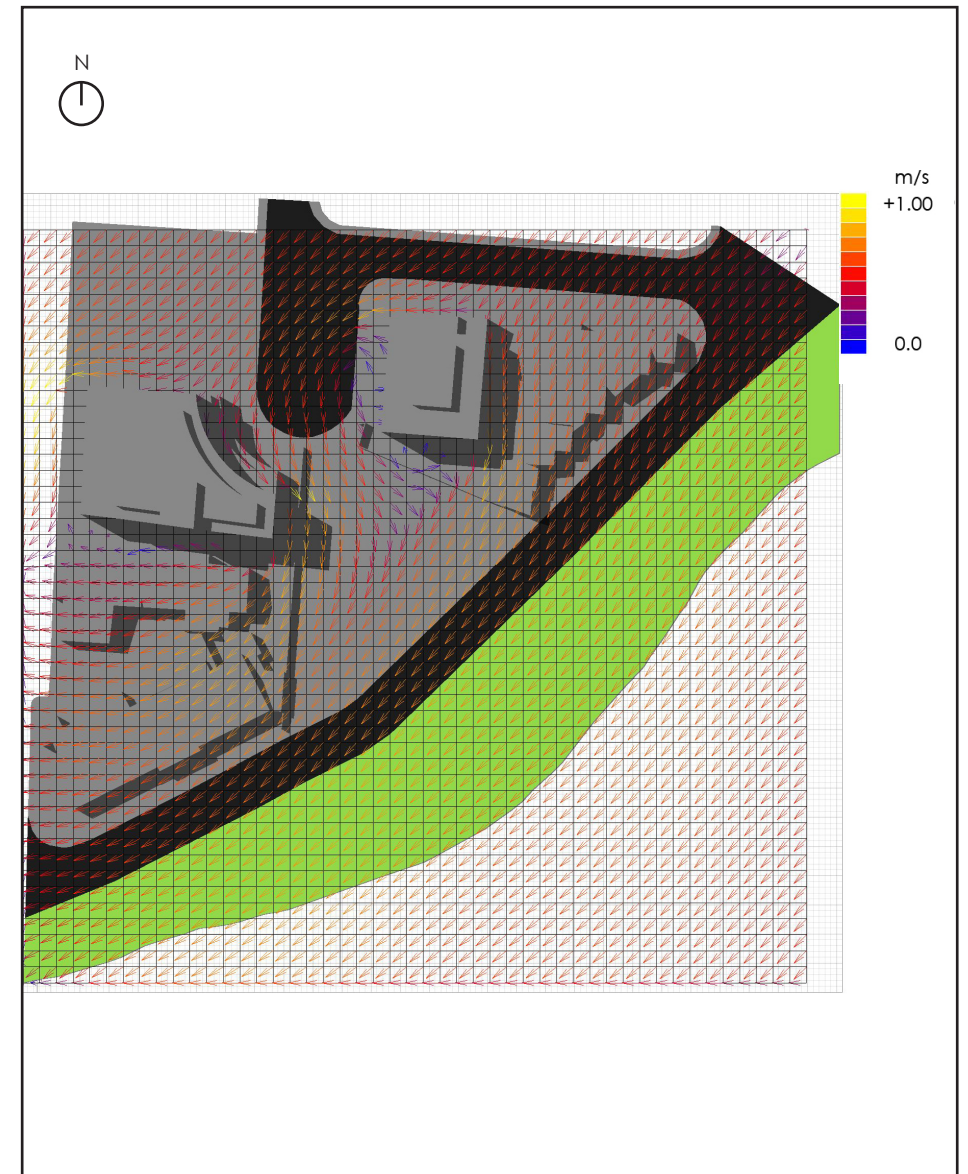
Flujo de aire Vectorial

N = +10.00



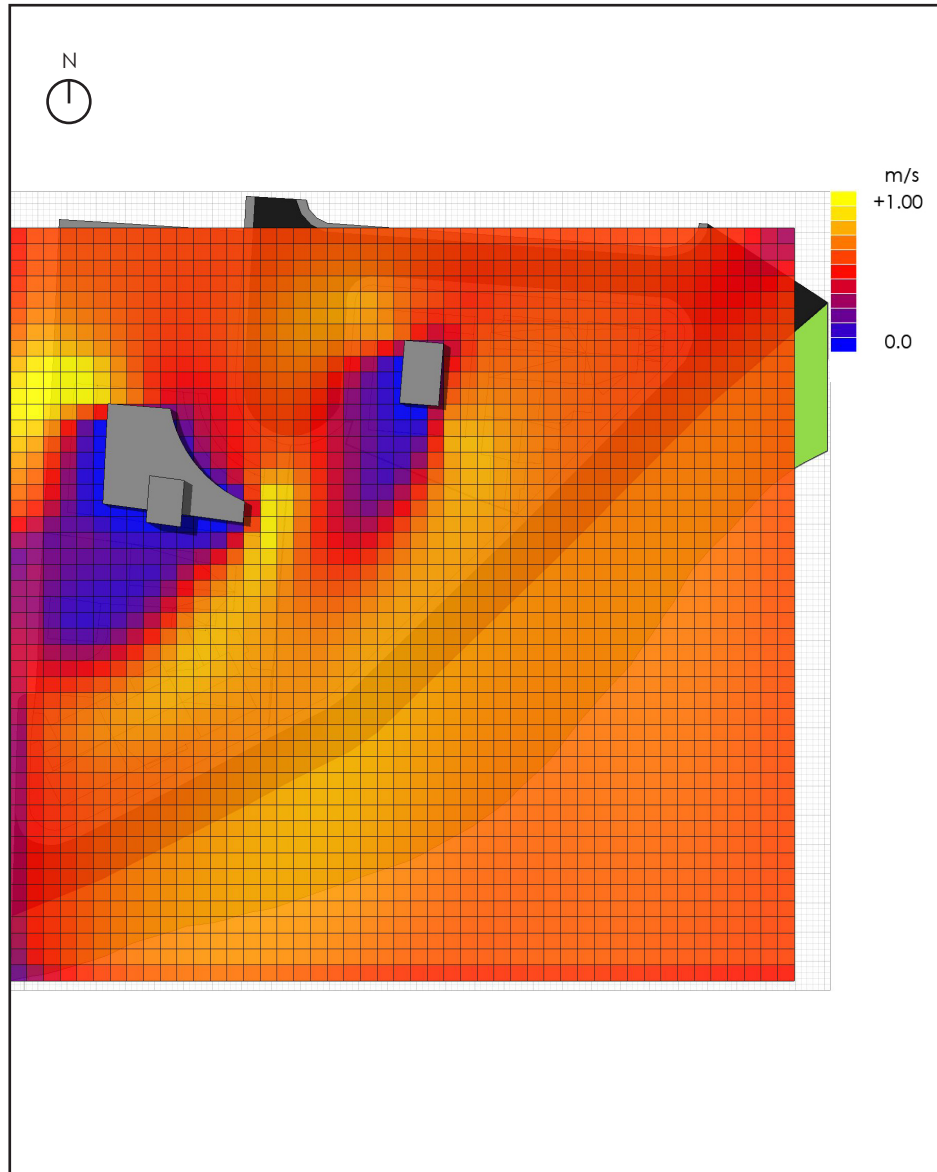
Flujo de aire

N = +15.00



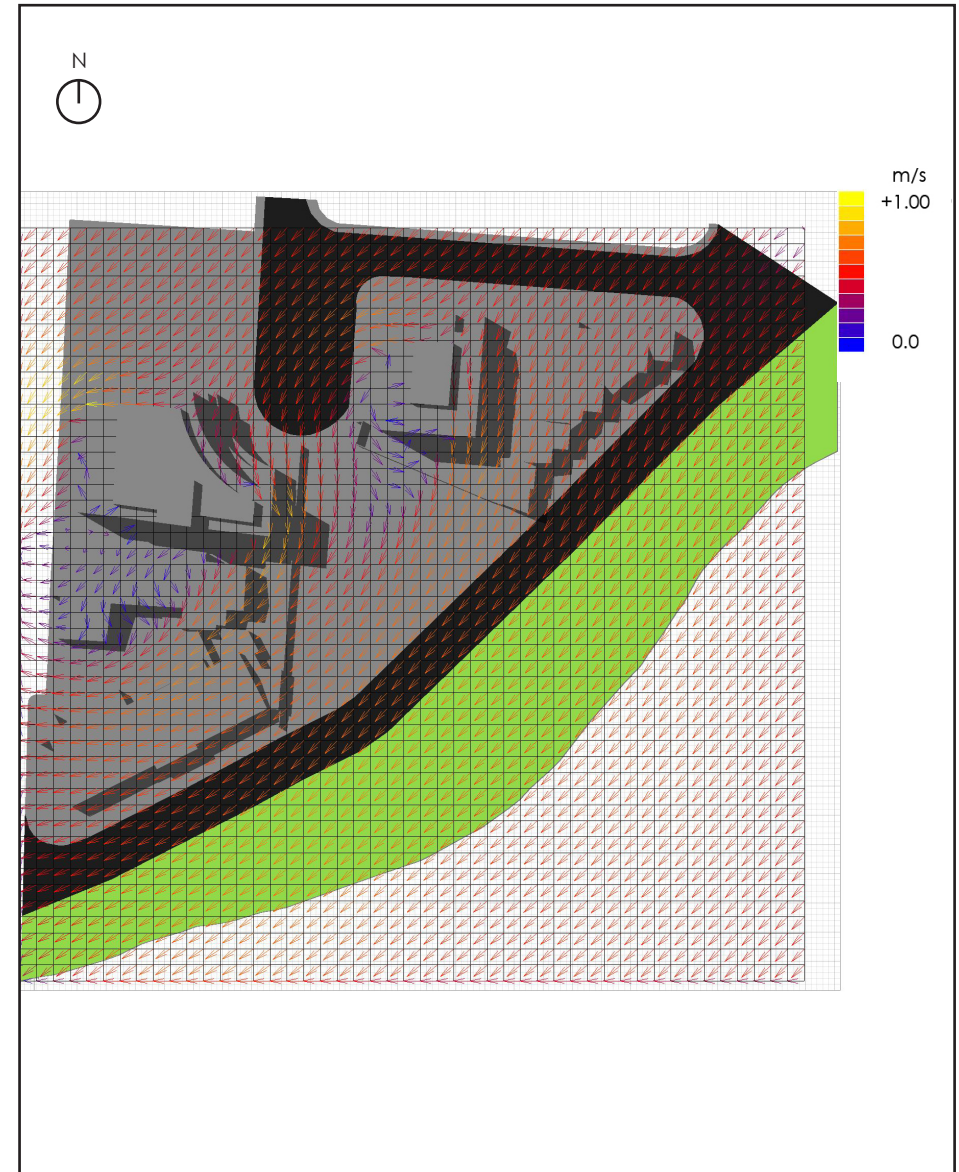
Flujo de aire Vectorial

N = +15.00



Flujo de aire

N = +20.00



Flujo de aire Vectorial

N = +20.00



2.1.6 Precipitaciones.

La precipitación es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución (es decir, precipita). El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad.

La precipitación que alcanza la superficie de la tierra puede producirse en muchas formas diferentes, como lluvia, lluvia congelada, llovizna, nieve, aguanieve y granizo. La virga es la precipitación que comienza a

caer a la tierra pero que se evapora antes de alcanzar la superficie.

La precipitación es un componente principal del ciclo hidrológico, y es responsable de depositar la mayor parte del agua dulce en el planeta. Aproximadamente 505000 km³ de agua caen como precipitación cada año, y de ellos 398000 km³ caen sobre los océanos. Dada el área superficial de la Tierra, eso significa que la precipitación anual promediada globalmente es más o menos de 1 m, y la precipitación anual media sobre los océanos de 1.1 m.

REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACIONES EN mm - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
LATITUD	02°53.2' S													
LONGITUD	78°59.0' W													
ELEVACION	2530 msnm													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	29,4	124,7	80,3	127,7	161,1	56,5	21,5	18,8	179,9	15,4	13,2	61,3	889,80	74,15
2001	91,2	42,9	129,8	58,8	51,4	38,3	9,4	13,9	67,1	24,3	73,4	62,1	662,60	55,22
2002	37,1	15,6	85,4	122,7	78,8	24,8	36,0	17,9	9,1	144,0	124,6	145,6	841,60	70,13
2003	28,3	38,5	92,9	133,2	53,3	44,6	27,1	6,5	83,1	53,8	138,9	76,5	776,70	64,73
2004	40,1	105,2	37,9	111,1	66,2	19,2	36,8	4,8	83,2	43,5	137,3	78,1	763,40	63,62
2005	60,4	115,8	224,1	122,8	56,6	70,2	11,8	7,4	5,2	149,7	33,1	225,2	1082,30	90,19
2006	44,7	78,8	101,5	141,7	31,7	57,6	20,8	23,9	29,6	37,7	94,5	97,1	759,60	63,30
2007	55,8	28,5	154,6	199,4	59,2	94,7	12,5	34,2	23,4	62,1	101,4	94,0	919,80	76,65
2008	44,5	174,4	124,9	169,3	162,6	44,0	18,0	42,3	49,4	107,2	81,6	53,0	1071,20	89,27
2009	90,3	33,9	126,3	146,1	62,3	56,5	7,1	6,8	16,0	20,3	58,3	93,1	717,00	59,75
2010	13,5	102,4	71,4	144,4	89,5	96,9	88,6	18,4	44,4	27,6	88,6	133,4	919,10	76,59
2011	35,9	134,3	114,9	206,4	55,4	65,2	63,0	16,7	61,9	110,0	114,6	110,5	1088,80	90,73

Cuadro 2.19

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.



REGISTRO HISTORICO DE PRECIPITACIONES EN mm - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	PROMEDIO
PROM	54,7	87,0	112,7	125,4	83,5	46,3	29,7	21,2	51,6	91,6	86,5	86,9	877,10	73,09
MAX	135,4	176,1	255,7	230,2	178,1	103,2	88,6	47,6	179,9	244,1	162,2	225,2	2026,30	168,86
MIN	3,6	10,4	20,4	31,3	24,7	7,4	7,1	4,8	5,2	15,4	13,2	15,2	158,70	13,23

Cuadro 2.20

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

REGISTRO HISTORICO DEL NUMERO DE DIAS CON PRECIPITACION - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	15,0	20,0	24,0	22,0	28,0	19,0	11,0	14,0	22,0	9,0	7,0	16,0	207,0	17,25
2001	14,0	11,0	21,0	22,0	19,0	13,0	10,0	13,0	16,0	7,0	12,0	17,0	175,0	14,58
2002	11,0	14,0	17,0	22,0	19,0	16,0	16,0	16,0	5,0	16,0	18,0	16,0	186,0	15,50
2003	9,0	4,0	9,0	18,0	9,0	10,0	6,0	1,0	9,0	7,0	11,0	11,0	104,0	8,67
2004	6,0	22,0	18,0	18,0	22,0	19,0	19,0	7,0	17,0	18,0	19,0	15,0	200,0	16,67
2005	12,0	17,0	26,0	24,0	16,0	17,0	7,0	7,0	9,0	16,0	11,0	21,0	183,0	15,25
2006	14,0	18,0	21,0	20,0	11,0	15,0	9,0	11,0	8,0	11,0	20,0	18,0	176,0	14,67
2007	13,0	9,0	21,0	25,0	21,0	20,0	6,0	14,0	8,0	16,0	22,0	13,0	188,0	15,67
2008	15,0	26,0	24,0	24,0	23,0	14,0	20,0	22,0	15,0	26,0	19,0	16,0	244,0	20,33
2009	20,0	17,0	16,0	20,0	19,0	18,0	14,0	9,0	7,0	13,0	13,0	16,0	182,0	15,17
2010	10,0	13,0	20,0	19,0	16,0	18,0	21,0	13,0	12,0	13,0	17,0	15,0	187,0	15,58
2011	13,0	19,0	14,0	27,0	15,0	20,0	23,0	9,0	17,0	16,0	16,0	25,0	214,0	17,83

Cuadro 2.21

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

REGISTRO HISTORICO DEL NUMERO DE DIAS CON PRECIPITACION - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
PERIODO	1977 - 2011													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	PROMEDIO
PROM	13,0	16,0	19,0	21,0	19,0	15,0	14,0	12,0	14,0	16,0	16,0	15,0	190,00	15,83
MAX	22,0	26,0	26,0	27,0	28,0	20,0	23,0	22,0	22,0	26,0	27,0	25,0	294,00	24,50

Cuadro 2.22

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

Analizando los cuadros anteriores se puede concluir que en Cuenca se dan dos periodos de lluvia al año, Febrero – Abril, que tiene la mayor presencia de precipitaciones, y Octubre – Diciembre.



2.1.7 Nubosidad.

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes, en un lugar en particular.

La nubosidad se expresa en *octas*, u octavos de la bóveda celeste. Ésta es dividida en 8 partes por el operador, quien evalúa entonces el número de esas partes que están cubiertas por las nubes. De este modo se puede

estimar el rango de visibilidad del observador.

La nubosidad es un valor importante para el estudio bioclimático, ya que permite determinar las condiciones de luminancia de un lugar, así como prever las condiciones bajo las cuales pueden estar sometidos los sistemas que emplean la radiación solar directa.

REGISTRO HISTORICO DE NUBOSIDAD MEDIA EN OCTAS - AEROPUERTO MARISCAL LAMAR CUENCA														
LATITUD	02°53.2' S													
LONGITUD	78°59.0' W													
ELEVACION	2530 msnm													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ST	ANUAL
2000	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	6,0	75,0	6,25
2001	6,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	77,0	6,42
2002	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	78,0	6,50
2003	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	77,0	6,42
2004	6,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0	75,0	6,25
2005	5,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,0	6,08
2006	6,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	75,0	6,25
2007	6,0	6,0	7,0	7,0	6,0	7,0	5,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	76,0	6,33
2008	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	82,0	6,83
2009	7,0	7,0	6,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	75,0	6,25
2010	6,0	7,0	6,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	76,0	6,33
2011	6,0	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	7,0	5,0	7,0	6,0	6,0	6,0	75,0	6,25

Cuadro 2.23

Fuente: Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

En promedio desde el año 1977 hasta el 2011, la ciudad de Cuenca tiene una nubosidad de 6 octas, lo que indica que el cielo pasa mayormente

cubierto, existiendo en mayor grado radiación difusa que radiación directa.

2..1.8 Promedio Mensual Diario del Clima.

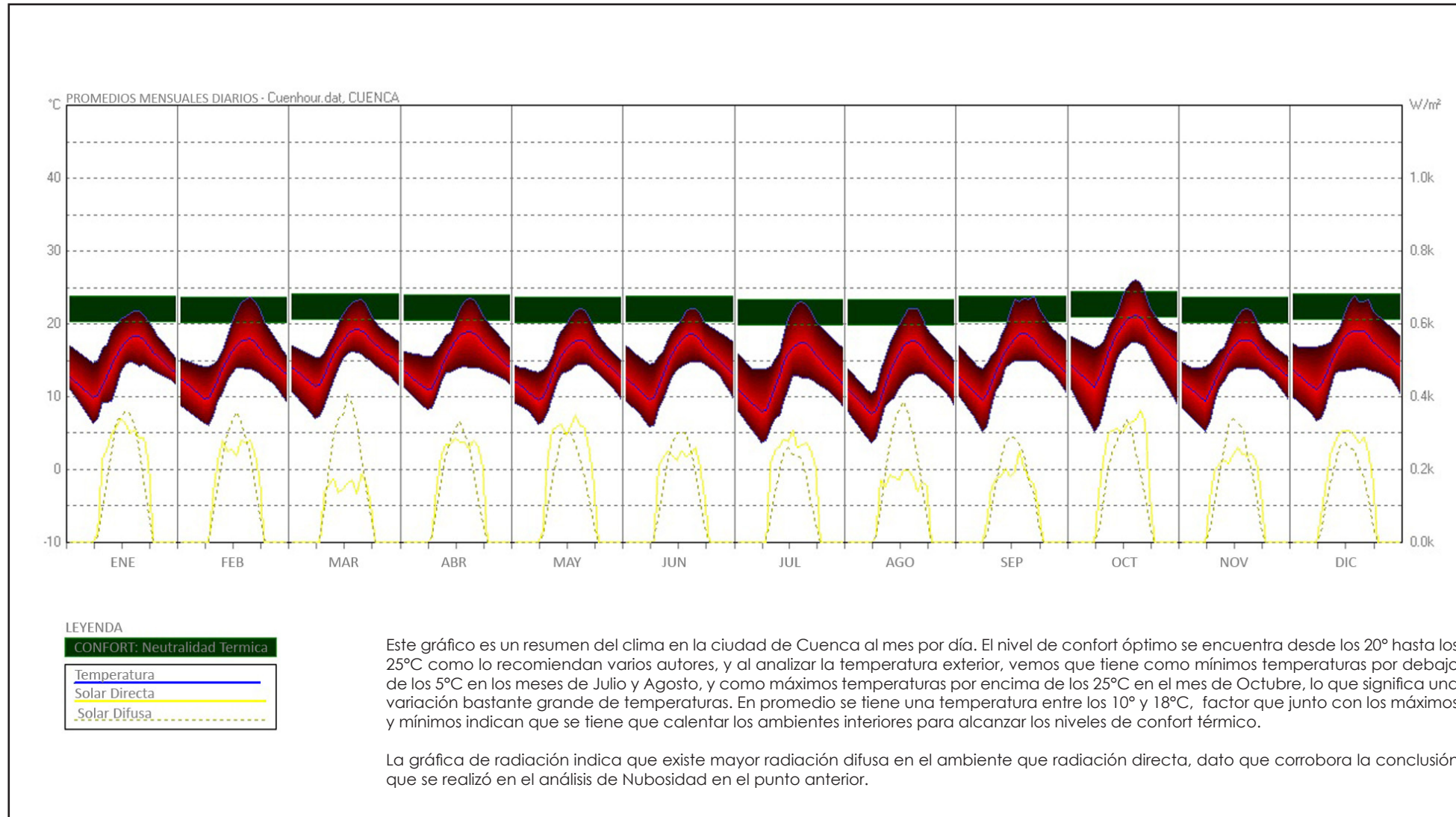


Gráfico 2.22

Promedio Mensual Diario del Clima - Ecotect.

2.2 Topografía.

La exposición es el factor determinante de las variaciones del tiempo atmosférico en el transcurso del día. Al cambiar la posición del sol varía la temperatura, viéndose afectadas también la humedad relativa, el contenido de humedad de los combustibles y la velocidad y dirección de los vientos locales.

En regiones montañosas se forman en ocasiones durante la noche cinturones térmicos. El proceso es el siguiente: Durante el día el aire caliente ocupa las capas más bajas y el frío las altas. Al caer la tarde el aire fresco y pesado penetra en el fondo del valle empujando hacia arriba al aire caliente, que queda comprimido entre dos bandas de aire a menor temperatura. El cinturón térmico tiene el promedio de temperatura más alto y el de humedad más bajo. Este efecto suele producirse durante días y noches despejadas

Para el diseño se debe considerar la topografía para la incidencia solar e incidencia de los vientos.

En el sitio del proyecto la topografía es prácticamente plana con desnivel imperceptible de 1m en el sentido sur-norte, y 0.50m en el sentido oeste-este, de acuerdo al curso del río Tomebamba.



Gráfico 2.23

Topografía.

2.3 Factores Biológicos.

Ecosistema:

El Ecosistema predominante del área de influencia constituye un sistema altamente intervenido por el hombre mediante un sinnúmero de actividades antrópicas que participa –y forma parte- de las condiciones actuales de su emplazamiento, ya que al estar ubicada dentro del área urbana de la Ciudad, se caracteriza principalmente por sus actividades residenciales, de comercio, turismo y recreación. En la parte sur del sitio se aprecian áreas verdes que están conformadas por las márgenes de protección del río Tomebamba que han quedado como un reducto de vegetación, donde no existen elementos naturales originales de tipo vegetal o faunístico relevantes, por tanto se lo puede denominar y considerar como un subsistema urbano artificial altamente intervenido, y que no obstante tiene sus particulares de comunidades biológicas conformadas de Fauna, Cobertura Vegetal y Poblaciones, las cuales se describen a continuación.

Cobertura Vegetal:

La zona de vida correspondiente al sector oeste de la ciudad –donde se ubica el área de influencia directa del Proyecto- es el Bosque Húmedo Montano Bajo, cuya vegetación natural ha sido en su mayor parte destruida y reemplazada; sin embargo se pueden apreciar reducidos remanentes en pendientes pronunciadas y barrancos.

Vegetación Natural y Cultivada:

En el área de influencia del proyecto, en un radio de 400m, y en las márgenes del Río Tomebamba, este factor se encuentra compuesto con especies vegetales arbóreas como el Eucalipto Blanco (*Eucalyptus camaldulensis*), Fresno (*Fraxinus americana*), Sauce (*Salix alba*), Nogal (*Juglans neotropica*), Cepillo Blanco (*Melaleuca armillaris*), Cepillo Rojo (*Callistemon citrinus*), Acacia (*Acacia retinodes*), Álamo Verde (*Pupulus x canadensis*) y Jacaranda (*Jacaranda Mimosifolia*). Entre las especies arbustivas de capa media se encuentra el Penco (*Agave sp*), el Sigal

(*Cordaderia selloana*), Yuca Ornamental (*Yucca schidigera*), Mirto Verde (*Ligustrum japonicum*), la Altamisa, Mora (*Rubus sp*) y Chilca (*Baccharis sp*); y como especie de enredadera esta los Ojos de Poeta (*Thunbergia alata*). Entre las especies de vegetación herbácea predomina el pasto natural y cultivado, y en las márgenes del río Tomebamba especialmente, destaca el kikuyo, y en menor cantidad, otras especies forrajeras y rastreras como el ray-grass (*Lolium perenne*), la lengua de vaca, el diente de león y otras.

Además, al interior de los predios de las viviendas, existen una gran variedad de especies ornamentales, las mismas que adornan los jardines y contribuyen a realzar el paisaje natural del sector.

Las fotografías presentadas a continuación muestran las especies más comunes visualizadas en el área de influencia del proyecto.



Imagen 2.7

Eucalipto Baby Blue.



Imagen 2.8

Mirto Verde.



Imagen 2.9

Ojos de Poeta.



Imagen 2.10

Sisal.



Imagen 2.11

Varios.



Imagen 2.12

Varios.



Imagen 2.13



Sauce. Imagen 2.15

Eucalipto Blanco.



Imagen 2.17

Acacia. Imagen 2.19



Jacaranda.



Imagen 2.14



Fresno. Imagen 2.16

Alamo Verde.



Imagen 2.18

Fresno de Flor Amarilla. Imagen 2.20



Varios.



Importancia de la vegetación autóctona.

- Reduce los costos de mantenimiento.
- Promueve la estabilidad y sostenibilidad del paisaje a largo plazo.
- Incrementa la diversidad biológica.
- Aumenta la recuperación de los acuíferos subterráneos gracias a una mayor absorción.
- Regenera la capa orgánica del suelo mediante la descomposición de la cubierta vegetal.
- Reduce la erosión del suelo gracias a la cohesión de las raíces.
- Reduce el riesgo de inundación al eliminar prácticamente las aguas de escorrentía.
- Preserva y restablece las plantas y semillas existentes, manteniendo así la memoria genética.
- Mejora la calidad del aire gracias a la fijación de carbono en el suelo.
- Mejora la calidad del agua gracias a la filtración de aguas sucias y a la disminución de la velocidad de las aguas superficiales.
- Reduce el impacto del mantenimiento al disminuir o eliminar el uso de herbicidas, pesticidas y fertilizantes, así como las emisiones de los cortacéspedes a motor y el riego.

De este estudio de la vegetación de la zona de influencia del proyecto se escogerán las especies que se implantarán en el proyecto arquitectónico dependiendo de la función que se tenga que desarrollar.

Fauna:

En el área de influencia del proyecto y específicamente en las márgenes del río Tomebamba, la fauna autóctona ha sufrido fuertes impactos, debido a factores antrópicos y dentro de éstos, al proceso de urbanización que ha afectado fuertemente a la fauna nativa, de modo que las pocas especies residentes en el lugar son en su mayor parte introducidas. Es así que, además de eventuales cabezas de ganado bovino y ovino que pastan en las márgenes del río y de perros y gatos callejeros, es posible que se encontraría individuos faunísticos de muy pocos mamíferos, aves, insectos, etc. que se detallan a continuación.

Mamíferos:

Zarigüeya (*Didelphys marsupiales*), quizá Ratón orejón andino (*Phyllotis haggardi*), eventualmente deben sobrevolar y cazar sobre la noche ejemplares de murciélagos (*Lonchorchina aurita*).

Aves:

Gorrión (*Zonotrichia capensis*), Colibrí rayito (*Aglacactis cupripennis*), Jilguero (*Elaenia albiceps*), Golondrina (*Notiochelidon murina*), Burjillo (*Phorocephalus rubianus*), entre los sauces vive y se alimenta el Picaflor o TurTur (*Diglossa cyanea*), y sobrevolar y cazar algún Quillillico (*Falco sparverius*) y, por las noches, quizás Lechuzas (*Tyto alba*).

Saurios:

Deben existir ejemplares de lagartijas (*Stenocercus* sp) y cuylampalos (*Pholidobolus montium*).

Anfibios:

Eventualmente en las inmediaciones del río y de pozos de agua pueden habitar individuos de Rana Marsupial (*Gartrotheca pseustes*).

Insectos:

Entre los más frecuentes se tiene a saltamontes (*Orthoptera* sp) y grillos (*Grillos assimilis*), bajo las piedras a ciempiés (*Diplopoda* sp), hormigas (*Ecyton s.*) y arañas de algunas clases (*Araneae* sp), así como mariposas y polillas (*Coleopotera* sp) y libélulas (*Odonata* sp).

Moluscos:

Bajo las piedras y en lugares húmedos habitan caracoles (*Megalobulimus popelairianus*) y babosas.

Gusanos:

Como la lombriz de tierra (*Rhinodrilus* sp).



Imagen 2.21

Zarigüeya.



Imagen 2.23

Golondrina.



Imagen 2.22

Ratón Andino.



Imagen 2.24

Lechuza.



Imagen 2.25

Gorrión.



Imagen 2.26

Lagartija.

La implantación del proyecto arquitectónico no tiene mayor impacto en la fauna de la zona debido a que se utilizará un sitio previamente desarrollado para el uso de una vivienda con un área que no representa mayor extensión.

Sin embargo, este análisis es siempre necesario para evaluar el impacto de la implantación del proyecto arquitectónico en el sitio, especialmente en zonas que tengan mayor importancia ecológica y la extensión de la implantación sea bastante representativa.

2.4 Agua.

Los ríos del valle de Cuenca convergen hacia el Oriente y son tributarios del río Amazonas, siendo el río Paute perteneciente a la cuenca del Amazonas, el eje del sistema hidrográfico de la provincia del Azuay.

La ciudad de Cuenca se encuentra rodeada de 4 ríos, el Tomebamba, que nace de las lagunas de origen glacial del Parque Nacional El Cajas,

ubicadas a 30 km hacia el Oeste de la ciudad; el río Yanuncay, que nace del mismo parque, al sur del mismo; el río Tarqui que viene desde el sur de la ciudad y el río Machangara, que viene desde el norte de la ciudad.

El nivel freático del sitio es alto debido a la cercanía del río Tomebamba, al cual desagua el terreno por su topografía, la que va subiendo hacia el norte. Además el río ejerce una importante influencia en el sitio al crear vientos fríos por el contacto con el agua.

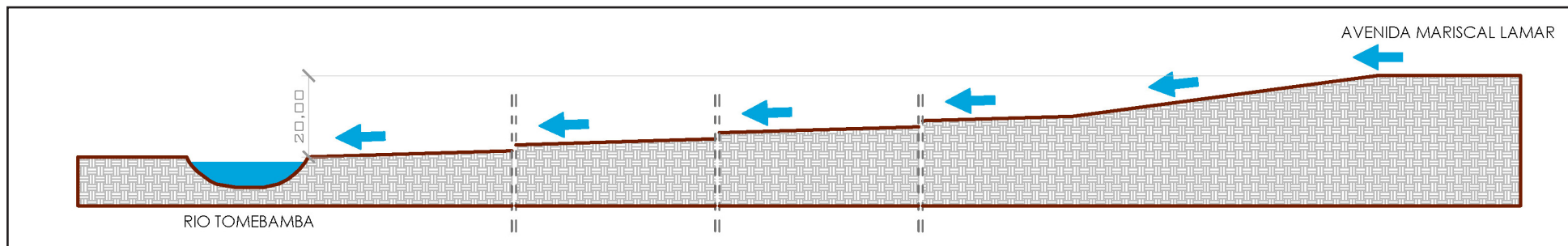


Gráfico 2.24

Nivel Freático.

2.5 Tipo de suelo.

Del Sistema de Integrado de Indicadores Sociales de Cuenca – “SIISE-CUENCA” y en lo relativo a los tipos del suelo que conforman el cantón y que han sido tomados del Almanaque Electrónico del Ecuador (AEE), se observa que en la parte oeste–centro de la ciudad y, consecuentemente en el área de influencia indirecta y directa de emplazamiento del proyecto, se encuentra un predominio de las siguientes clases de suelo:

INCEPTISOL: Pertenecen al suborden de los Tropepts y a los grandes grupos de Distropepts, Eutropepts y Ustropepts. Son suelos de clima templado a cálidos, carbónico-arcillosos, compactos poco permeables, mal drenados, lixiviados, poco fértiles y afectados por un gran proceso de erosión. Dentro del mismo orden están los Andepts que pertenecen a los grupos de los Hidrandepts y Criandeps, se presentan en climas húmedo a muy húmedo, tiene su origen en cenizas volcánicas con alto contenido de arcillas amorfas y material piroclástico. Son suelos

alofónicos de fertilidad media y baja.

ALFISOLES: Pertenecen al suborden de los Udalfs y por ser volcánicos en ellos se encuentran tobos y rocas metamórficas de color pardos rojizos, y pardos amarillentos con pH neutro y textura arcillosa.

2.6 Calidad de aire y niveles de ruido.

Los elementos que generalmente se analizan y que representan contaminación en el ambiente son el NO_2 (Dióxido de Nitrógeno), SO_2 (Dióxido de Azufre) y O_3 (Ozono). La ausencia o presencia de estos elementos químicos en el aire o en el agua puede, con el tiempo, modificar notablemente el clima de una región. También se analizan los elementos particulados, pues su presencia puede causar malestares respiratorios y traer problemas a la salud de los seres vivos.

Tomando los datos de la investigación del Centro de Estudios Ambien-



tales de la Universidad de Cuenca y la Comisión de Gestión Ambiental de la municipalidad de Cuenca, en la que se analizan los niveles de NO_2 y O_3 , dos zonas puntuales cercanas al sitio, que son el PAI del Arenal y la intersección de la Av. Gran Colombia y Unidad Nacional, tienen elevados niveles de NO_2 que no cumplen las normas de la OMS. Los niveles de O_3 son bajos en toda la ciudad excepto en zonas puntuales de muy alto tráfico, como la Av. Don Bosco y la Universidad del Azuay.

CONTAMINANTE	PERIODO	UNIDAD	GUIA OMS
NO_2	1 año	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	40
O_3	1 año	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60

Cuadro 2.24 Fuente: *Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la Ciudad de Cuenca.*

En cuanto a los materiales particulados, tomando las mismas dos zonas cercanas al sitio, la intersección de la Av. Gran Colombia y Unidad Nacional es la que presenta un promedio más alto de lo permitido.

La razón de la presencia de altos valores de contaminación en algunos lugares se debe a la velocidad del aire muy baja, a la ausencia de vegetación, y la presencia de obstáculos (casas, edificios), que lugar a la formación de turbulencias en el aire, que impide la circulación normal del viento, dando como resultado la estabilidad de los contaminantes.

Pero la ubicación del sitio cercana al río y al cinturón verde que forman los parques lineales a las orillas de los ríos, trae la ventaja de una brisa que renueva el aire constantemente y que a la vez es purificado por la gran cantidad de vegetación presente. Las vías que rodean al sitio son de tráfico liviano, por lo que la contaminación por gases nocivos es muy baja y fácilmente absorbida por la vegetación.

Los niveles de ruido, dada la ubicación del sitio, están bajo los niveles máximos que dicta la OMS. La circulación de vehículos por la zona es poca por lo que el ruido por tráfico es bajo y no se acerca al límite de los 55 db para exteriores durante el día. La vegetación del parque lineal actúa como una barrera acústica que protege del sonido excesivo de las vías de alto tráfico cercanas y de las ocasiones en que el río trae corriente excesiva.

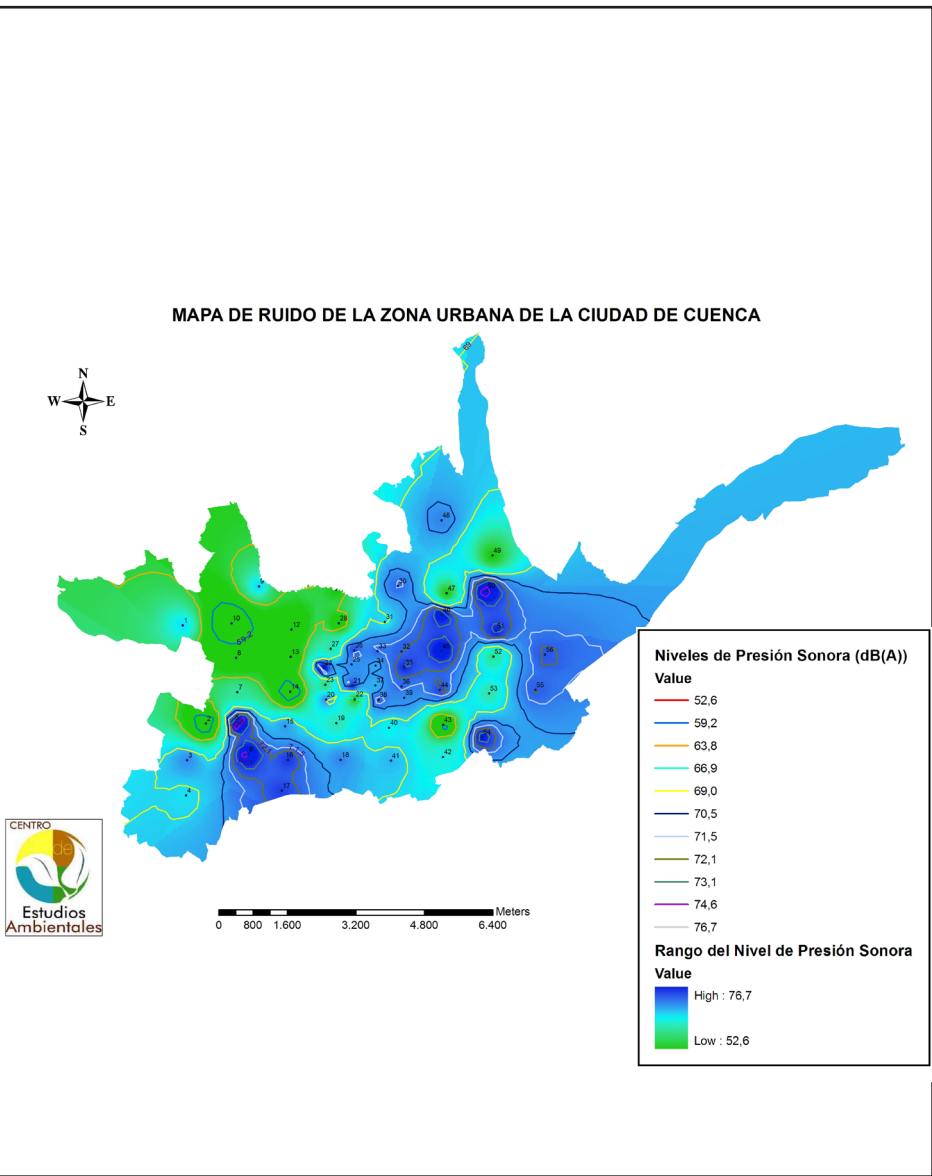


Imagen 2.25 Ruido en la Ciudad de Cuenca.



2.7 Vistas.

Vistas Hacia.



Imagen 2.26

Vista hacia el Norte.



Imagen 2.27

Vista hacia el Sureste.



Imagen 2.28

Vista hacia el Sur.



Imagen 2.29

Vista hacia el Suroeste.

Sin duda la vista más agradable es hacia el sur, con el paisaje de la orilla del río Tomebamba que representa un corredor verde de la ciudad, muy utilizado por la gente para hacer deporte o actividades de ocio. El frente sur del sitio cuenta con muchas ventajas, es el frente más amplio, el que tiene mayor incidencia de radiación solar y no está azotado por la corriente de viento, por lo que es una condición que se tiene que aprovechar.

Igualmente analizando las vistas desde, el frente norte es bastante angosto, que no ofrece mayor ventaja para mostrar alguna faceta del proyecto, en contraposición con la vista sur, la cual será la cara principal del proyecto por sus ventajas antes mencionadas.



Vistas Desde.



Imagen 2.30

Vista desde el Norte.



Imagen 2.31

Vista desde el Sur.

2.8 Pautas de movimiento de personas y vehículos.



Gráfico 2.25

Circulación.

A pesar de que la Av. 3 de Noviembre es de doble carril, tiene un tráfico liviano. La mayoría de vehículos circulan por la Av. Gran Colombia, por la Av. De las Américas y por la Av. Doce de Abril. El parque lineal es muy utilizado por las personas como ruta para caminatas y para ejercitarse.



2.9 Orientación Óptima.

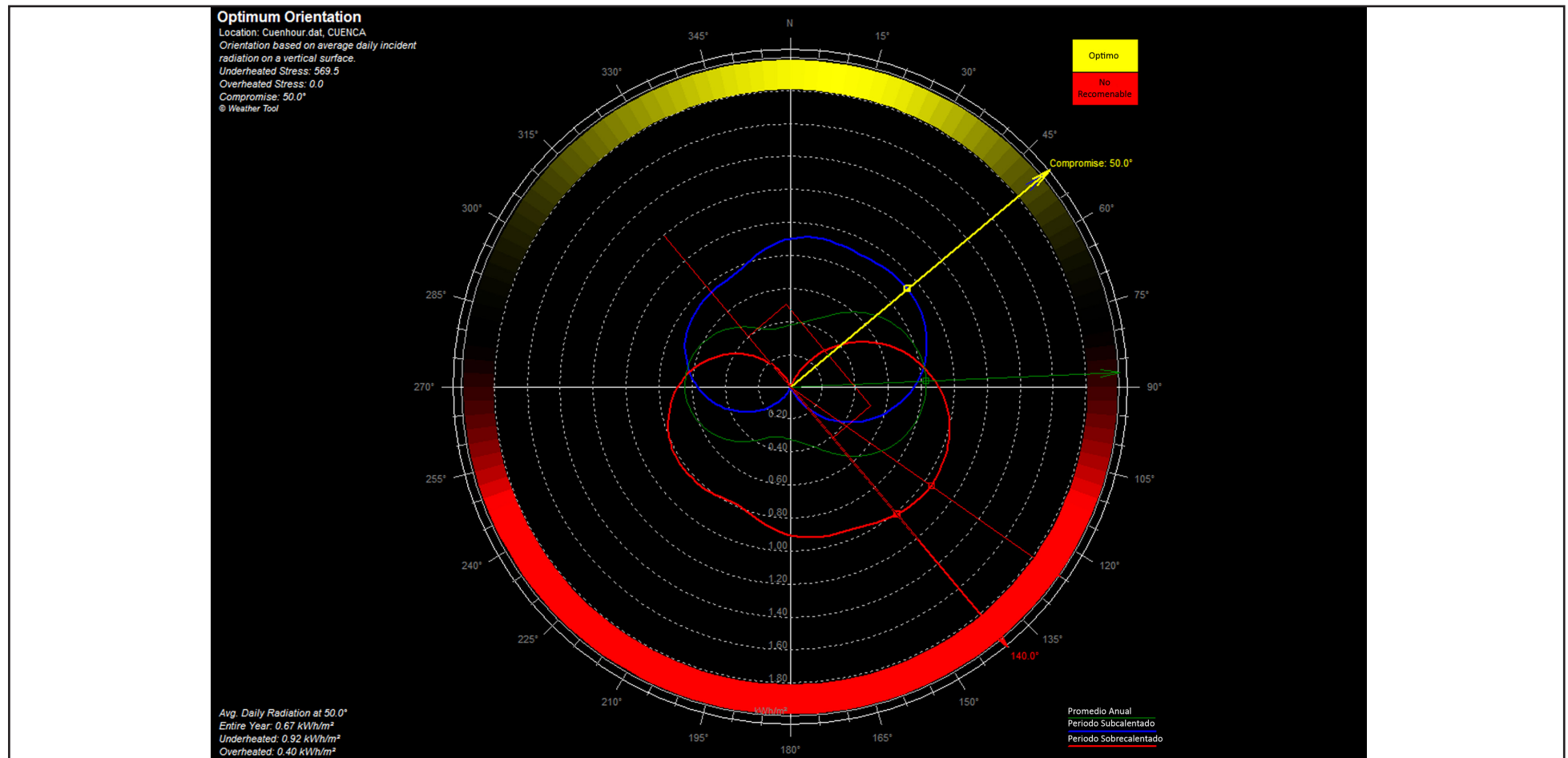


Gráfico 2.26

Orientación Óptima - Ecotect.

Dadas las condiciones de ubicación geográfica de la ciudad, y las características del clima, esta es la orientación recomendada por el programa Ecotect Analysis, que hace el cálculo de orientación óptima en base a los periodos sobrecalentados y subcalentados durante el año para tener una exposición solar correcta. El periodo caliente es Diciembre – Marzo y el periodo frío Junio – Septiembre.



CONFORT

La palabra confort se refiere, en términos generales, a un estado ideal del hombre que supone una situación de bienestar, salud y comodidad en la cual no existe en el ambiente ninguna distracción o molestia que perturbe física o mentalmente a los usuarios.

Sin duda, el estudio de los niveles de confort permite tener en cuenta los parámetros y factores que intervienen en la edificación con el objeto de lograr que la vivienda se encuentre dentro de la llamada zona de bienestar mediante el diseño adecuado.

Los parámetros y factores del confort son aquellas condiciones de tipo ambiental, arquitectónico, personal y sociocultural que pueden afectar la sensación de confort de un individuo. Estos pueden influir en los distintos tipos de confort, afectando las sensaciones térmicas, lumínicas, visuales y/o acústicas de una persona. [...]

Son aquellas condiciones propias del lugar que inciden en las sensaciones de los ocupantes. Se sostiene que estas condiciones pueden variar con el tiempo y el espacio y, pueden clasificarse en:

PARAMETROS DEL CONFORT		
Parámetros ambientales	Temperatura del aire Humedad relativa Velocidad del aire Temperatura radiante Radiación solar Niveles de ruido	Todos tienen variabilidad temporal y espacial
Parámetros arquitectónicos	Adaptabilidad del espacio Contacto visual y auditivo	

Cuadro 2.25 Fuente: *El Confort en el Acondicionamiento Bioclimático.*

Los parámetros ambientales son muy importantes y quizás son los que se han estudiado con mayor énfasis, ya que como pueden ser medidos se han determinado rangos y valores estándar dentro de los cuales se pueden mantener unas condiciones de bienestar para el individuo. Además, resulta evidente la influencia directa que tienen sobre las sensaciones de las personas y sobre las características físicas y ambientales de un espacio, sin ser determinante el uso y las actividades que allí se generan, llegan a definir los parámetros ambientales, temperatura del aire, temperatura de radiación, movimiento del aire y la humedad, como condiciones biotérmicas del confort.

FACTORES DEL CONFORT		
Factores Personales	Metabolismo (Alimentación, Actividad)	Base o Basal de trabajo o cultural
	Ropa. Grado de aislamiento.	
	Tiempo de permanencia (Aclimatación)	
	Salud y color de la piel	
	Historial térmico, lumínico, visual y acústico	Inmediato o mediato (Situación geográfica, época del año)
	Sexo, edad, peso (constitución corporal)	
Factores Socio-Culturales	Educación, expectativas para el momento y lugar considerados	

Cuadro 2.26 Fuente: *El Confort en el Acondicionamiento Bioclimático.*

Dentro de este grupo, los más analizados, e incluso cuantificados, han sido los factores personales; tal vez, porque ha sido más fácil ver y cuantificar su repercusión en el confort. De hecho, se han establecido algunas fórmulas y formas de medición que han ayudado a parametrizar estos factores con el objetivo de evaluar las condiciones de un lugar en función de las características del usuario y de las actividades que lleva a cabo. Por su parte, los socio-culturales, por ser factores más subjetivos, son más difíciles de medir y solamente han permitido una evaluación cualitativa. En concreto, hasta hoy no se han elaborado parámetros que permitan de un modo o de otro cuantificar la influencia de estos factores en los requerimientos de confort, aunque existen estudios, más bien de tipo sociológico, que aseguran una marcada influencia de estos factores en las sensaciones de confort.



1. Confort Térmico.

“La zona de confort podría describirse como el punto en el que el hombre gasta la energía mínima para adaptarse a su entorno”.

El confort térmico puede definirse como una sensación de bienestar en lo que se refiere a la temperatura. Se basa en conseguir el equilibrio entre el calor producido por el cuerpo y su disipación en el ambiente.

La temperatura interior del cuerpo humano se mantiene constante. El cuerpo humano no dispone de ningún sistema de almacenamiento térmico y debe disipar el calor que genera. El equilibrio depende de siete parámetros: tres de ellos (el metabolismo, la ropa y la temperatura de la piel) guardan relación con el individuo y los otros cuatro (la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura superficial y la velocidad del aire) tienen que ver con el entorno.

El metabolismo es la suma de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano para mantener la temperatura corporal a 36.7° C. y compensar la pérdida de calor hacia el ambiente. La producción de energía metabólica (calor) depende del grado de actividad física. La ropa impide el intercambio de calor entre la superficie de la piel y el ambiente que nos rodea. La temperatura de la piel depende del metabolismo, de la ropa y de la temperatura ambiente, y, a diferencia de la temperatura interior del cuerpo, no es constante.

La temperatura del aire/ambiente influye en la pérdida de calor del cuerpo humano a través de los mecanismos de convección y evaporación.

La humedad relativa es la cantidad de humedad del aire, y se indica como un porcentaje de la humedad máxima que podría contener a esa temperatura y a esa presión. La humedad relativa influye en la pérdida de calor porque permite un mayor o menor grado de evaporación. Exceptuando situaciones extremas, la

influencia de la humedad relativa en la sensación de confort térmico es relativamente pequeña. En regiones de clima moderado, por ejemplo, el incremento de la humedad relativa del 20 al 60% solo consigue reducir la temperatura en un 1°C. como máximo, sin apenas afectar al confort térmico.

La temperatura radiante media es la temperatura media de la superficie de los elementos que circundan un espacio. Afecta tanto al calor que el cuerpo pierde por radiación como al que pierde por conducción cuando esta en contacto con esas superficies. En los edificios mal aislados, las superficies interiores suelen estar frías, por lo que la temperatura del aire debe ser más alta para compensarlo. Un aumento de la temperatura radiante media significa que las condiciones de confort pueden alcanzarse a temperaturas del aire inferiores, y una reducción de 1°C. en la temperatura del aire puede ahorrar hasta un 10% del consumo de energía. Por tanto, el aislamiento ahorra energía, no solo porque reduce la pérdida real de calor del edificio, sino también porque permite reducir la temperatura del aire.

La velocidad del aire no reduce la temperatura, pero crea la sensación de frescor gracias a la pérdida de calor por convección y al aumento de la evaporación. En el interior de los edificios, la velocidad del aire es normalmente inferior a 0.2m/s.

En los estudios de campo, el abanico de temperaturas que se consideran cómodas es mas amplio de lo que cabria esperar. Los individuos acostumbrados a altas temperaturas indican que las consideran aceptables, lo que sugiere un cierto grado de aclimatación que modifica el grado de aceptabilidad térmica. Los individuos se adaptan, buscando condiciones mas cómodas (sol, sombra o abrigo) y cambian de postura, ropa o actividad para mejorar su confort. Lo cual se resume en que las temperaturas interiores no tienen que ser uniformes en todo el mundo, cada región podría adoptar temperaturas adecuadas al clima o estación ponderante.

En términos generales, el más alto grado de satisfacción es conseguido a una temperatura interior operativa entre 20° y 25°C.

Es recomendable mantener como mínima la diferencia de temperatura entre las diferentes superficies de un ambiente y la temperatura propia del ambiente, pues los niveles de confort térmico son influenciados especialmente por las temperaturas de estas superficies. Estas diferencias se conocen también como asimetrías de temperatura.

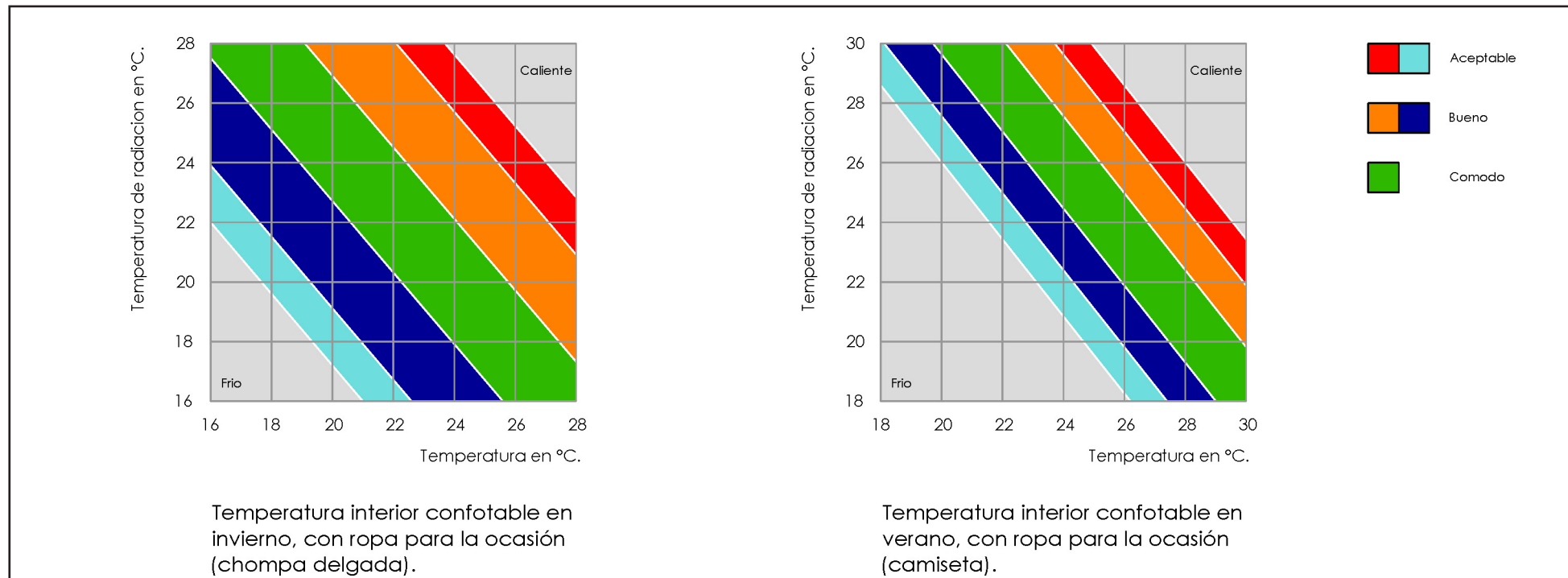
El piso es un componente en contacto directo con el cuerpo humano, por esta razón es importante definir un máximo y un mínimo de temperaturas dentro del confort humano. Los valores, sin embargo, dependen de la efusividad del material, del tipo de aislamiento en los zapatos del usuario y del tiempo de contacto. Para lapsos cortos de contacto, como por ejemplo zonas de circulación, la temperatura aceptable puede tener

un rango bastante amplio (12° a 30°C.), en cambio en lugares habitados constantemente el rango es menor (21° a 29°C.).

El rango de temperatura para los cielos rasos es de 14°C. a 35°C. La diferencia vertical de temperatura entre los pies y la cabeza debe mantenerse en los 3°C. para garantizar el confort térmico. Una cabeza fría y los pies calientes no representan mayor problema, sin embargo, cuando hay mayor temperatura en la zona de la cabeza que en la zona de los pies, se percibe como incómodo.

La asimetría de la temperatura de radiación en ventanas y otras superficies verticales frías debe ser inferior a 5°C.

Gráfico 2.27



Fuente: Bauer, Michael, Peter Musle y Michael Schwarz. *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*.

CUADRO DE TEMPERATURA DIARIA													
		ENE	FEB	MAR	ZBR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	2:00	11.7°	12.2°	11.6°	11.3°	10.8°	10.1°	9.6°	9.8°	9.9°	10.8°	9.1°	11°
	4:00	10.9°	11.2°	10.7°	10.5°	10°	9.3°	8.7°	7.8°	8.9°	9.8°	8°	10°
	6:00	10.3°	10.7°	10.2°	10°	9.6°	8.9°	8.3°	7.1°	8.2°	9.1°	7.3°	9.4°
HORARIO DE USO	8:00	11.3°	11.7°	11.1°	11°	10.4°	9.7°	9°	8.1°	9.3°	10.2°	8.5°	10.5°
	10:00	15.2°	15.8°	15.2°	15.8°	14.1°	13.3°	12.9°	12.5°	14.2°	14.8°	14°	15.2°
	12:00	19.4°	18.6°	18.6°	18.8°	18.1°	17.1°	16.9°	17.6°	19.1°	19.4°	19.3°	20.1°
	14:00	20.6°	21.6°	20.8°	20.2°	19.6°	18.3°	18.1°	18.9°	20.3°	21.2°	21.5°	21.7°
	15:00	20°	20.5°	19.9°	19.5°	18.7°	17.7°	17.6°	18.1°	19.9°	20.1°	20.2°	20.8°
	16:00	19.1°	19.3°	19.2°	18.6°	17.9°	16.4°	16.6°	17.1°	18.9°	19.3°	19.7°	19.8°
	18:00	17.6°	18°	17.5°	17°	16.2°	14.4°	15°	15.2°	16.9°	17.4°	17.8°	17.9°
	20:00	15.1°	15.5°	14.8°	14.3°	13.9°	13°	12.5°	12.1°	13.8°	14.3°	13.4°	14.8°
	22:00	13.6°	13.9°	13.3°	13°	12.6°	11.8°	11.2°	10.6°	12.1°	12.8°	11.6°	13.1°
	24:00:00	12.5°	12.2°	12.2°	12°	11.5°	10.8°	10.1°	9.5°	10.8°	11.4°	10.1°	11.9°
	REQUERIMIENTO TERMICO	6.7	6.3	6.9	7	7.6	8.3	9	9.9	8.7	7.8	9.5	7.5
	PROMEDIO	7.93											

Cuadro 2.27

Fuente: Tesis *Centro de Interpretación Ambiental Ucubamba. Aplicación de Principios Bioclimáticos y Paisajísticos.*

2.Confort Visual.

El confort lumínico y visual es una variable de importancia indiscutible para el diseño de edificaciones. Esta variable depende fundamentalmente del ojo humano, el cual es considerado en gran medida como el medio de comunicación más importante del hombre para el desempeño de cualquier actividad.

Para que la luz sea apreciada por una persona es necesario estimular el ojo por la luz que reflejan los objetos. Si no existe una superficie que la refleje este fenómeno no tiene lugar. De este modo, debemos entender que el ojo humano es un complejo

órgano sensorial de percepción, capaz de convertir la energía luminosa reflejada por los objetos en información para el cerebro. Específicamente, es el llamado "nervio óptico" el encargado de llevar las señales al cerebro para que las interprete, de modo que el hombre pueda apreciar distancias, intensidades, colores, volúmenes, tiempo y espacio.

En el caso concreto del confort lumínico y visual se han de tener en cuenta las influencias negativas o positivas que puedes ejercer las diferentes condiciones sobre las respuestas del ojo humano. Para ello, en el análisis deben tomarse en cuenta tanto los factores personales como los parámetros fotométricos presentes



en el sitio, así como los valores preestablecidos como adecuados e inadecuados para el desarrollo de ciertas actividades por diversos especialistas.

Una mala iluminación puede producir fatiga visual, dolores de cabeza, irritabilidad, errores y accidentes. La iluminación confortable de un espacio depende de la cantidad, distribución y calidad de la luz. La fuente de luz puede ser natural, artificial, o ambas a la vez; sin embargo, las ventanas ofrecen claras ventajas. En centros de enseñanza, hospitales y fábricas, la ausencia de vistas al exterior puede tener consecuencias psicológicas negativas. En oficinas, los beneficios psicológicos de tener ventanas han demostrado ser incluso mayores que los beneficios físicos de los que los propios ocupantes se han percatado.

Casi todos los espacios necesitan luz artificial cuando oscurece, y algunos espacios y actividades la necesitan durante el día. Cuando esto sucede, el espectro lumínico de la luz artificial debería ser lo más parecido al de la luz natural.

2.1 Definiciones.

Intensidad Luminosa (I).

Es entendida como la cantidad de luz que puede emitir una fuente en una determinada dirección. Suele ser medida a razón de 1lumen/estereorradián y su unidad de medida es la candela (cd). [...]

Luminancia (L).

Se refiere a la intensidad de luz emitida por una superficie en una dirección determinada. Es esta la que en realidad percibe el ojo humano y no la iluminancia o la intensidad de luz, pues no es la luz procedente de una fuente la que se percibe sino la luz reflejada por el objeto o por la superficie que la recibe. [...] Su unidad es candelas/m².

El confort visual depende directamente tanto de los valores de

iluminancia como de luminancia registrados en el interior de los diferentes espacios de la vivienda de acuerdo a los efectos que pueden provocar en los sujetos. En cuanto a la luminancia, se sostiene que la del objeto de trabajo siempre debe ser mayor que la de su entorno para evitar problemas de visualización o de cansancio en la vista.

Iluminancia (E).

La iluminancia es interpretada como el nivel de iluminación de un espacio, aunque en realidad se trata de la cantidad de luz o flujo luminoso (lm) que incide sobre un cuerpo. Suele expresarse con la unidad conocida como lux, según el Sistema Internacional de Unidades. Como parámetro de confort es manejado para determinar o indicar el nivel lumínico adecuado para un espacio según el tipo de actividad que allí se desarrolla.

La medición de la iluminancia es establecida desde la perspectiva de un espacio interior o exterior. En el primer caso, la iluminancia generalmente es medida a 75cm sobre el suelo, ya que es donde se estima que está la zona de trabajo; en el segundo caso, el valor de la iluminancia es analizado en el suelo, pues ésta es la superficie que interesa analizar o evaluar o bien acondicionar lumínicamente.

Lux.

Unidad del Sistema Internacional que mide la iluminancia producida en una superficie de un metro cuadrado por un flujo luminoso de un lumen distribuido uniformemente por esa superficie.

Factor de luz diurna (%).

Iluminancia en un punto concreto del interior, expresado como un porcentaje de la iluminancia horizontal exterior simultánea bajo un cielo claro.



Deslumbramiento y Contraste.

Estos dos parámetros están muy interrelacionados por cuanto los dos tienen que ver con el brillo del objeto y el del fondo. El contraste es necesario para poder distinguir los objetos del entorno, pues es una relación entre el brillo del objeto y el brillo de su fondo. De modo general, se puede afirmar que a mayor contraste, menor será el tiempo necesario para poder distinguir el objeto, al tiempo que la percepción será mejor, pero se tiene que evitar los contrastes demasiado altos para evitar el deslumbramiento.

El deslumbramiento es uno de los factores que afectan a la visión al impedir una adecuada percepción dentro del campo visual debido a un elevado contraste entre la luminosidad de una superficie y su contorno. [...]

Puede ser de dos tipos.

Deslumbramiento perturbador: hace referencia a reflejos luminosos o la luz directa de una lámpara que llega a los ojos y provoca limitaciones visuales.

Deslumbramiento molesto: en ciertos casos da una falsa sensación de normalidad, ya que se produce debido a un exceso de contrastes entre los diferentes objetos, o bien por niveles lumínicos muy bajos, lo que produce reducción de la agudeza visual y cansancio de la vista.

Color.

En el alumbrado natural, el ser humano no puede cambiar la apariencia del color, pero en el alumbrado artificial sí puede hacerlo. La apariencia de color proporciona una información psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección depende del nivel de iluminancia, de los colores de la sala y muebles, del aspecto de la luz natural circundante y de la aplicación.

NIVELES DE ILUMINACION			
ESPACIO	NIVEL MINIMO	NIVEL RECOMENDADO	NIVEL OPTIMO
Dormitorio	100 lux	150 lux	200 lux
Cuarto de Baño	100 lux	150 lux	200 lux
Sala	200 lux	300 lux	500 lux
Comedor	200 lux	300 lux	500 lux
Estudio	300 lux	500 lux	750 lux
Cocina	100 lux	150 lux	200 lux
Lavandería	100 lux	150 lux	200 lux
Vestíbulo	100 lux	150 lux	200 lux
Escalera	100 lux	150 lux	200 lux
Zona de circulación de pasillos	50 lux	100 lux	150 lux

Cuadro 2.28

Fuente: http://www.rimaluz.com/niv_vivienda.html

3. Confort acústico.

El grado de confort acústico depende, al igual que el confort térmico, de los distintos parámetros y factores de confort, aunque debemos afirmar que, en este caso, depende muy directamente de los parámetros ambientales relacionados concretamente con el ruido: nivel sonoro, intensidad sonora (db), tono o timbre (calidad del sonido), altura o frecuencia (Hz = ciclos/seg.), etc. Además, se deben tomar en cuenta los parámetros arquitectónicos relacionados con el contacto auditivo y algunos factores personales y socio-culturales como el tiempo de permanencia, la salud, la edad y el sexo, así como la educación y las expectativas personales.

No obstante, pensamos que el confort acústico debe asociarse también con la calidad acústica de los espacios, y se podrá afirmar que es alcanzado cuando se logren unas adecuadas condiciones de reproducción sonora, evitando los ruidos o sonidos no deseados dentro de las habitaciones, pero además presentando unos sonidos de carácter y magnitud compatibles con el uso y las actividades que tienen lugar en él.

Las fuentes de molestia acústica incluyen:



- Exteriores: tráfico o pérdida de intimidad acústica debido a ventanas abiertas.
- Interiores: ruidos fuertes o molestos generados por actividades que se realizan dentro del edificio.
- Construcción y acabados del edificio: ruido de impacto sobre superficies rígidas (probablemente como resultado de aprovechar la inercia térmica de las estructura).
- Instalaciones: ruido producido por las instalaciones del edificio.

La sonoridad del espacio es un aspecto que no ha sido prestado mucha atención, el aislamiento acústico ha sido tomado como un tema solo para edificaciones diseñadas para actividades relacionadas con la música u oratoria, como salas de concierto y teatros, y no para el diseño de vivienda.

Una de las causas del aumento de los niveles sonoros es el incremento cada vez mayor del tráfico automotor y aéreo, además de la mecanización de la vivienda, el uso de radios, televisores, sistemas de aire acondicionado o calefacción, lámparas de luz fluorescente, u otros aspectos. Este aumento ocurre a pesar de que se vienen aplicando algunas normativas cuyo objeto es reducir los niveles de ruido en ambientes interiores y exteriores.

Otra de las razones del incremento sonoro en el interior de las edificaciones es la utilización de materiales constructivos cada vez más ligeros, cuya característica principal es la presencia de tabiques excesivamente delgados, los cuales no pueden proteger óptimamente los interiores de los ruidos provenientes del exterior o de otras habitaciones de la misma vivienda, como lo hacían, en un pasado, de modo natural, las gruesas paredes de las construcciones antiguas.

3.1 Definiciones.

Tono.

Permite ordenar los sonidos en función de cuan graves o cuan agudos son. Es una cualidad que depende de la frecuencia, es decir, del número de vibraciones o de ciclos por segundo. [...]

Presión sonora (p).

Es la manera de expresar la magnitud de un campo sonoro. Su unidad es el Newton/m² (N/m²) o Pascal (Pa).

La gama de presiones a las que responde el oído, desde el valor umbral de la audición hasta el que causa dolor es muy amplia. La presión sonora más débil que puede ser detectada por una persona, a la frecuencia de 1kHz, es de 2×10^{-5} Pa, mientras que el umbral del dolor tiene lugar para una presión eficaz del orden de 100 Pa.

El oído no responde linealmente a los estímulos que recibe, sino que lo hace de una forma logarítmica. Por ello se utiliza una escala logarítmica para representar la presión sonora. Dicha escala se expresa en valores relativos a un valor de referencia, que es el valor de la presión eficaz correspondiente al umbral de la audición a la frecuencia de 1kHz (2×10^{-5} Pa). En tal caso, se habla de nivel de presión sonora SPL o Lp. Su unidad es el decibelio (dB).

El uso del dB reduce la dinámica de presiones sonoras a niveles de 0 a 135 dB, donde 0 dB representa una presión igual al umbral de la audición, y 135 dB el umbral aproximado del dolor.

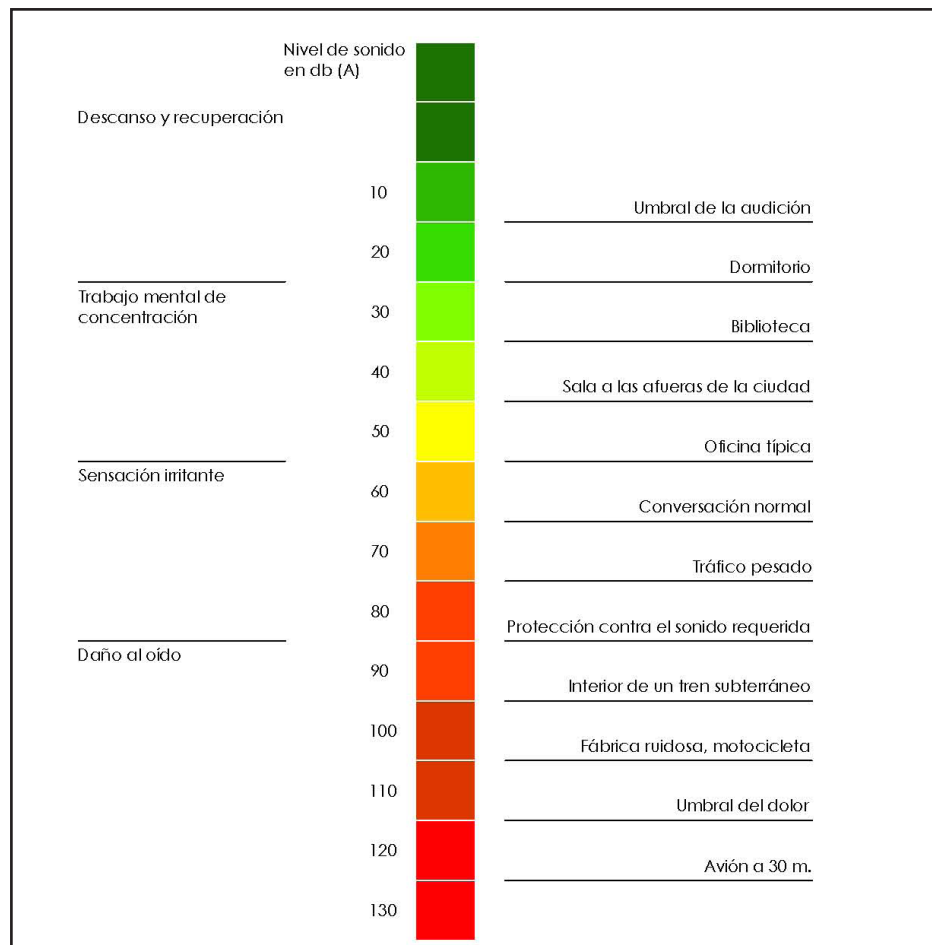
Intensidad acústica (L o I).

La intensidad es vista como una propiedad de un fenómeno acústico que determina sus condiciones de audición y que es dependiente de la amplitud de sus ondas. Dentro de los aspectos que interesan conocer de este parámetro para la evaluación en viviendas es que la intensidad acústica tiende a amortiguarse con la distancia, aunque también depende de la velocidad de transmisión del sonido, la cual varía según sea el medio por el que se transmite la onda. La velocidad de transmisión del sonido es un aspecto importante a tomar en cuenta en la selección de los materiales constructivos, puesto que su capacidad de absorción, reverberación o transmisión del sonido resulta esencial para lograr el confort acústico en la vivienda.



Según los datos tomados del texto “El confort en el acondicionamiento bioclimático”, los ruidos en la vivienda no deben superar los 51dB con frecuencia de 125Hz, los 37dB con 500Hz y los 30dB si son sonidos de 2000Hz.

Gráfico 2.28



Fuente: Bauer, Michael, Peter Musle y Michael Schwarz. *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*.

4. Calidad del aire.

El aire es vital para la vida de los seres humanos. La calidad del aire no solo determina el nivel de bienestar en el hogar, en la escuela, en el trabajo, en un hospital o durante actividades de recreación, sino que afecta directamente nuestra salud. Por lo tanto, asegurar una calidad óptima del aire es una consideración especial en el diseño de edificaciones. Los requisitos van a depender de la utilización y del tiempo de ocupación.

La cantidad de intercambio de aire requerida no solo depende de la densidad de ocupación sino también en la calidad de aire exterior, el sistema de ventilación usado y el tipo de emisiones de los materiales usados en el edificio.

La gente pasa un 80 – 90% del tiempo de sus vidas dentro de edificios, pero todavía se desconoce el impacto de la exposición constante a las emisiones baja intensidad procedentes de la gran variedad de materiales que se encuentran habitualmente en su interior. La mayoría de estos agentes contaminantes provienen del propio edificio. Debido al aumento del uso de disolventes orgánicos, acabados interiores que emiten compuestos orgánicos volátiles (COV), productos de limpieza, ordenadores y otros equipos de oficina, aire acondicionado, infiltración, etc., la contaminación del aire interior se ha vuelto un grave problema.

Pretender que los edificios sean más herméticos para ahorrar energía afecta a la calidad del aire, pues se produce menos ventilación accidental y esto aumenta el polvo y la concentración de emisiones en el aire. Desde esta perspectiva, menores caudales de ventilación crean condiciones insalubres, aunque hay otra postura que sugiere que el verdadero problema lo constituye el aumento de las emisiones contaminantes en el interior de los edificios. En los espacios mal ventilados se producen altas concentraciones de esporas de moho, ácaros y compuestos orgánicos volátiles. Cuando se utilizan sistemas de ventilación artificial, se ha demostrado que se consigue un ambiente interior saludable si están correctamente instalados, son totalmente operativos y reciben un mantenimiento adecuado.



Una mala calidad de aire es una razón para que la gente padezca de varios tipos de malestar, como irritación de la piel, de los ojos y vías respiratorias, dolores de cabeza, cansancio, malestar general, vértigo y problemas de concentración. Entre los expertos, estos tipos de malestar son referidos como el Síndrome del Edificio Enfermo.



TABLAS DE MAHONEY

CIUDAD		Cuenca, Ecuador													
LATITUD		-2°.53'													
LONGITUD		79°.01'													
ALTITUD		2562 msnm													
Tabla de Datos Climáticos															
fte	PARAMETROS	U	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURAS															
A	MAXIMA	°C	24,9	24,6	24,4	24,1	23,8	23,2	22,9	23,7	24,6	25,2	25,2	24,9	24,3
A	MEDIA	°C	17,1	16,7	16,4	16,1	16,1	16,0	14,9	16,2	15,3	16,7	16,7	16,7	16,2
A	MINIMA	°C	7,2	8,2	7,7	8,1	7,1	5,3	4,1	4,1	4,7	6,2	5,1	6,4	6,2
D	OSCILACION	°C	17,7	16,4	16,7	16,0	16,7	17,9	18,8	19,6	19,9	19,0	20,1	18,5	18,1
HUMEDAD															
A	H.R. MAXIMA	%	98	98	98	98	98	98	98	98	97	96	96	97	97,5
A	H.R. MEDIA	%	63	70	64	77	70	70	73	61	69	59	64	70	67,5
A	H.R. MINIMA	%	49	51	51	54	54	53	51	48	49	46	42	47	49,6
PRECIPITACION															
A	MEDIA (Total)	mm	35,9	134,3	114,9	206,4	55,4	65,2	63,0	16,7	61,9	110,0	114,6	110,5	1.088,8
TABLAS DE MAHONEY															
E	Grupo de Humedad		3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3
Confort diurno															
E	Rango superior	°C	27	25	27	25	25	25	25	27	27	27	27	25	26
E	Rango inferior	°C	21	20	21	20	20	20	20	21	21	21	21	20	21
Confort nocturno															
E	Rango superior	°C	21	20	21	20	20	20	20	21	21	21	21	20	21
E	Rango inferior	°C	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
E	Requerimiento Térmico diurno		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	Requerimiento Térmico nocturno		F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
INDICADORES DE MAHONEY															
E	Ventilación esencial	H1													0
E	Ventilación deseable	H2		1		1	1	1	1					1	6
E	Protección contra lluvia	H3		1	1	1						1	1	1	6
E	Inercia Térmica	A1	1		1					1	1	1	1		6
E	Espacios exteriores nocturnos	A2													0
E	Protección contra el frío	A3													0
0= bienestar															
F= frío															
A Datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la Ciudad de Cuenca.															
Datos de los Anuarios Meteorológicos del INAMHI.															
D Datos calculados.															
E Datos calculados según: Docherty and Szokolay. Climate Analysis. PLEA & The University of Queensland. 1999															

Fuente: *Tabla de Víctor Armando Fuentes Freixanet.*



Especificaciones Recomendadas.

CIUDAD	Cuenca, Ecuador									
	INDICADORES DE MAHONEY									
	1	2	3	4	5	6		no.	Recomendaciones	
	0	6	6	6	0	0				
Distribución					1		1	1		
						1		2		
								3		
				1			1	4	Orientación Este-Oeste (Eje largo N-S)	
Espaciamento								5		
								6		
	1						1	7	Configuración compacta	
Ventilación								8		
				1			1	9	Habitaciones en doble galería - Ventilación Temporal -	
	1	1						10		
Tamaño de las Aberturas						1		11		
								12		
				1			1	13	Pequeñas 20 - 30 %	
						1		14		
								15		
Posición de las Aberturas								16		
				1			1	17	(N y S), a la altura de los ocupantes en barlovento, con aberturas también en los muros interiores	
	1	1								
Protección de las Aberturas			1			1	1	18	Sombreado total y permanente	
							1	19	Protección contra la lluvia	
Muros y Pisos				1				20		
							1	21	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico	
Techumbre				1				22		
								23		
	1			1			1	24	Masivos -Arriba de 8 h de retardo térmico	
Espacios nocturnos exteriores								25		
			1				1	26	Grandes drenajes pluviales	

Fuente: Tabla de Víctor Armando Fuentes Freixanet.

MATERIALES

La importancia de los materiales de construcción a la hora de crear un modelo de construcción sostenible es innegable; solamente la construcción y mantenimiento de edificios consume el 40% de los materiales empleados en la Unión Europea.

A lo largo de la historia se ha producido un cambio en el proceso de obtención de los materiales, hasta no hace mucho las mayoritarias sociedades rurales obtenían sus materiales en el entorno más próximo con un impacto sobre el territorio relativamente bajo. La aparición de medios de extracción y fabricación más eficientes y potentes, así como un transporte mucho más globalizado por la abundante y barata disponibilidad de energía, hace que la producción de materiales pierda la inmediatez de lo cercano y se convierta en una actividad altamente impactante.

1 Análisis del ciclo de vida.

Un análisis de inicio a fin de los materiales de construcción, desde la búsqueda de materiales brutos hasta su disposición final, proporciona un mejor entendimiento del costo del material a largo plazo. Los costos no son solo pagados por el cliente, sino también por el dueño, los ocupantes y el medio ambiente.

Los principios del Análisis del Ciclo de Vida proporcionan guías importantes para la selección del material de construcción. Cada paso del proceso de producción, desde la búsqueda de materiales brutos, producción, distribución, e instalación, para por ultimo el re-uso o deshecho, es examinado por su impacto ambiental.

El ciclo de vida de una material puede ser organizado en tres etapas: Pre-Construcción; Construcción y Post-Construcción. La evaluación del impacto ambiental del material de construcción en cada etapa permite un análisis de costo-beneficio sobre toda la vida del edificio, y no solo como un costo de construcción inicial.



1.1 Etapa de Pre-Construcción.

Esta etapa describe la producción y proceso de entrega de un material hasta, sin incluir, el punto de instalación. Esto incluye el descubrimiento de materiales brutos en la naturaleza, la extracción, la producción, el embalaje y el transporte hasta el sitio de construcción. Esta etapa tiene el mayor potencial de causar daños al medio ambiente. Comprender el impacto ambiental en esta etapa llevara a una sabia selección del material de construcción. El método de obtención del material bruto, el proceso de producción y la distancia desde el lugar de producción hasta el sitio de construcción, tienen consecuencias en el medio ambiente. Tomar conciencia sobre el origen de los materiales es crucial para comprender su impacto ambiental colectivo cuando tomen forma de edificio.

Los ingredientes básicos de los productos de construcción, ya sea para una pared de concreto o membranas impermeables para techos, son obtenidos a través de la minería o aprovechamiento de los recursos naturales. La extracción de materiales brutos, desde fuentes renovables o finitas, es en si una fuente de daño ecológico grave. Los resultados de la tala indiscriminada y la minería a cielo abierto en paisajes primitivos, pueden ser apreciados en varios documentos publicados.

La minería se refiere a la extracción, a menudo con gran dificultad, de metales y piedras de la corteza terrestre. Estos materiales existen en cantidades finitas y no son considerados renovables. La refinera de metales requiere un gran volumen de roca para dar paso relativamente a una pequeña cantidad de mineral, cantidad que en los siguientes procesos se reduce aún mas para llegar al producto terminado. Cada paso en el proceso de refinera produce una gran cantidad de desechos tóxicos.

En teoría, los materiales aprovechables como la madera son recursos renovables y por lo tanto pueden ser obtenidos con una menor afección al ecosistema. En realidad, un material es considerado un recurso renovable o sustentable solo si es que puede crecer a un ritmo que iguale o supere el ritmo de consumo humano.

- Material natural renovable.

Los principales materiales renovables son en primer lugar la madera y sus derivados como triplex, aglomerados, vigas compuestas, etc. Por otro lado están las fibras vegetales, como el yute, paja, fibra de coco, cáñamo y algodón, entre otros. La certificación de los productos es importante para asegurar que proceden de fuentes realmente renovables y no de corte clandestino.

- Material natural no renovable.

Se trata básicamente de materiales de la tierra, como piedra, cantera, mármol, piritas, arena, agregados. También incluye la tierra como material para fabricar adobe, adobe mejorado y tapial. Se debe incluir en su costo la regeneración de los bancos de extracción.

- Materia prima por transformar.

Estos materiales tienen un mayor grado de impacto sobre el ambiente, no sólo por la contaminación que produce la industria para su transformación sino por no ser biodegradables, por lo que su desecho y reintegro a la tierra se complica enormemente. Los principales son:

- Tierra o piedra cocida: cemento, ladrillo, cerámica.
- Metales: acero, acero inoxidable, cobre y aluminio (el aluminio es el material que mayor contaminación produce de todos).
- Derivados del petróleo: plásticos, P.V.C., fibras sintéticas.

Si analizamos el consumo de energía para la fabricación de estos materiales, comprobaremos que los materiales pétreos (arena, grava, piedra, tierra) y la madera presentan el comportamiento energético más idóneo, mientras que los plásticos y los metales, en especial el aluminio, el más negativo.

Los metales y los plásticos consumen gran cantidad de energía en su proceso de fabricación, aunque los primeros presentan unas óptimas

características resistentes y los segundos unas propiedades aislantes de interés.

El daño ecológico relacionado con el acopio de recursos naturales y su conversión en materiales de construcción incluye la pérdida de hábitat de vida salvaje, erosión, y contaminación del agua y aire.

1.2 Etapa de Construcción.

Esta etapa se refiere a la vida útil del material de construcción. Comienza en el punto de ensamblaje sobre una estructura, que incluye el mantenimiento y reparación del material, y se extiende a través de la vida del material como parte de la vida del edificio.

- Construcción: El material de deshecho generado en el sitio de construcción de un edificio puede ser considerable. La selección del material para reducir los desechos y los desechos que pueden ser reciclados, son una consideración crítica en el ciclo de vida del edificio.
- Uso y mantenimiento: La exposición en largos periodos a algunos materiales de construcción puede ser perjudicial para la salud de los ocupantes del edificio. Aún con una conciencia creciente sobre el tema de problemas de salud por exposición a ciertos productos, hay muy poco énfasis en la práctica y en las escuelas sobre el escogimiento del material basado en el potencial de desgasificación de químicos peligrosos, lo que requiere un mantenimiento o una reposición frecuente.

1.3 Etapa Post-Construcción.

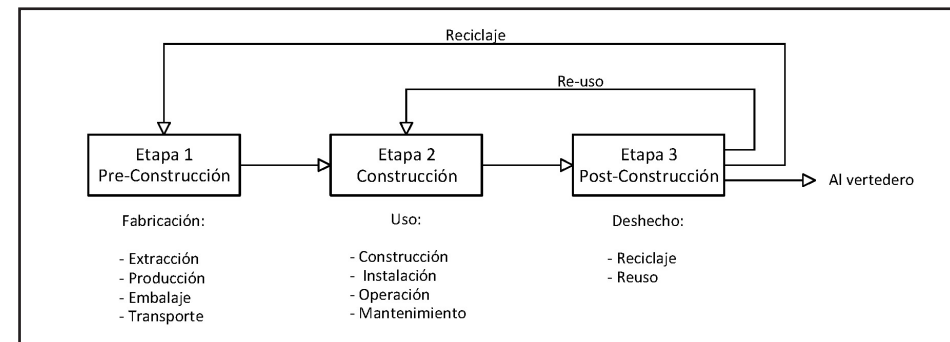
Esta etapa se refiere a los materiales de construcción cuando su utilidad en un edificio ha terminado. En este punto, un material puede ser reusado en su totalidad, reciclar sus componentes para generar otros productos, o ser descartado.

Desde la perspectiva de un diseñador, la fase menos considerada y

entendida del ciclo de vida de un edificio quizá ocurre cuando la vida útil del material se ha terminado. La demolición de edificios y el deshecho del material resultante tiene un grave costo medio ambiental. Los materiales degradables pueden producir residuos tóxicos, solos o en combinación con otros materiales. Los materiales inertes consumen demasiado del escaso espacio de los vertederos. El re-uso adaptivo de una estructura existente conserva la energía que se utilizó en esos materiales y en la construcción. La energía incorporada en la construcción en si y en la producción de materiales será desperdiciada si estos recursos no son utilizados apropiadamente.

Algunos materiales de construcción pueden ser escogidos por su adaptabilidad a nuevos usos. Los tabiques con estructura de acero por ejemplo, son reusados fácilmente si es que las necesidades de los ocupantes cambian y las divisiones interiores tienen que ser reubicadas. Los sistemas de cielos rasos y pisos que proporcionan un acceso fácil a los sistemas eléctricos y mecánicos hacen a las edificaciones adaptables rápidamente para nuevos usos a costos efectivos.

Gráfico 2.29



Fuente: Jong-Jin, Kim. *Qualities, Use and Examples of Sustainable Building Materials*.



2. Características de los Materiales Sustentables de Construcción.

2.1 Etapa de Pre-Construcción: Fabricación.

- Medidas de Prevención de Contaminación.

Proceso de producción más eficiente, al disminuir residuos por recortes, moldes y procesos de acabado. Los sobrantes existentes se reincorporan nuevamente al proceso de producción o son reciclados para la producción de algún otro material.

- Medidas de Reducción de Deshechos.

Reducir la contaminación en el agua, aire y tierra en el proceso de fabricación, con medidas que exceden los mínimos que la ley exige a los fabricantes.

- Contenido Reciclado.

Un producto que contenga parcialmente o en su totalidad material reciclado de deshechos post-industrial o post-consumidor.

- Reducción de la Energía Incorporada.

La energía incorporada hace referencia al total de energía requerida para producir el material, incluyendo el acopio de materiales brutos.

- Uso de Materiales Naturales.

Los materiales naturales generalmente tienen menos energía incorporada y toxicidad que un material sintético. Requieren menos proceso y son menos dañinos para el medio ambiente.

2.2 Etapa de Construcción: Uso.

- Reducción de Deshechos.

Diseñar el edificio en base al módulo del material que se va a utilizar, para reducir el desperdicio en el proceso de instalación.

- Materiales Locales.

Usar materiales locales reduce la distancia de transporte, reduciendo así la contaminación producida por los vehículos. Muchas veces los materiales locales están mejor acoplados a las condiciones del clima local, y su adquisición mejora la economía local. Los materiales importados deben ser escogidos cuidadosamente y adquiridos en volúmenes pequeños.

- Eficiencia Energética.

El objetivo de usar materiales eficientes energéticamente es reducir la cantidad de energía que tiene que ser traída desde fuera del sitio. Los costos operativos del edificio a largo plazo dependen de los materiales utilizados en la construcción.

- Tratamiento y Conservación del Agua.

Se refiere a reducir la cantidad de agua que tiene que ser tratada por los sistemas sépticos municipales, en compañía de los costos de energía y químicos. Esto se adquiere mediante la restricción de la cantidad de agua que pasa por la grifería (duchas, lavamanos, inodoros) o reciclando el agua que se ha utilizado.

- Uso de Materiales No Tóxicos – Menos Tóxicos.

Los materiales no tóxicos, o menos tóxicos, son menos peligrosos para la salud de los trabajadores y de los ocupantes del edificio. Algunos materiales como los adhesivos emiten gases contaminantes por solo un tiempo después de la instalación, y otros pueden contribuir a problemas de calidad de aire durante toda la vida del edificio.

- Sistemas de Energía Renovable.

Sistemas de energía renovable pueden ser utilizados para sustituir o eliminar los sistemas tradicionales eléctricos, de calefacción o aire acondicionado, a través de la utilización de energía natural.

- Vida más larga.

Materiales con una vida útil más larga que otro que están diseñados para el mismo propósito necesita ser remplazado con menos frecuencia. Esto reduce los recursos naturales utilizados para la fabricación de dicho material y reduce la cantidad de dinero gastada en su instalación.

2.3 Etapa de Post-Construcción: Deshecho.

- Capacidad de Re-uso.

La capacidad de re-uso esta en función de la edad y durabilidad del material. Materiales muy durables pueden tener muchos años de servicio restante cuando el edificio en el que están instalados sea dado de baja, y pueden fácilmente ser extraídos y reinstalados en un nuevo sitio. Ventanas, puertas, tubería y hasta ladrillos pueden ser reutilizados satisfactoriamente.

- Capacidad de Reciclaje.

Es la capacidad del material de ser usado como recurso en la producción de un nuevo producto. El acero es fácilmente reciclable por la facilidad con la que puede ser separado del resto de escombros con imanes. Lo difícil del reciclaje es separar los materiales, una vez separados materiales como el vidrio puede ser utilizado en la producción de nuevos materiales como el mismo vidrio, cerámica y ladrillo.

El concreto puede ser reciclado para usarse como agregado en nuevos concretos o como base para caminos.

- Capacidad de Biodegradación.

Es el potencial de descomponerse naturalmente cuando ha sido desechado. Los materiales orgánicos pueden regresar a la tierra rápidamente, mientras otros, como el acero, toma mucho tiempo. Una consideración importante es tomar en cuenta si el material en cuestión va a producir residuos peligrosos mientras se descompone, solo o en combinación con otras sustancias.



3. Propiedades de los materiales.

Siguiendo el orden del confort humano, se analizan las propiedades de los materiales que están en contacto directo con este factor.

3.1 Propiedades Térmicas.

Los elementos constructivos pueden modificar las condiciones de confort del interior de los edificios a través de sus características térmicas dependiendo de la calidad de los materiales, los espesores de las capas de construcción, las dimensiones de las superficies y su ubicación.

Así, el diseño de un edificio deberá considerar la elección de los materiales teniendo en cuenta sus efectos microambientales, su larga durabilidad, su flexibilidad y su fácil mantenimiento, logrando así su conservación y sus bajas emisiones. Una acertada elección de los materiales podrá reducir la amplitud térmica interior evitando demasiada temperatura en verano y reduciendo la condensación superficial en invierno, y permitirá aprovechar de manera óptima la radiación solar o el uso de combustibles convencionales. De esta manera, una acertada elección representa un ahorro importante en energía, que es más evidente en los climas más extremos, y en aquellos que no lo son, significa mejores condiciones de confort para los usuarios.

Los materiales de construcción empleados absorben, transmiten y acumulan energía; estas características determinan la eficacia de los elementos constructivos en el control o la modificación de las condiciones térmicas. La absorción es una característica de la superficie de cada material que determina la proporción de la radiación incidente absorbida; la proporción no absorbida es reflejada. La transmisión del calor en los materiales se lleva a cabo a través de la conductividad térmica; la de los elementos constructivos a través de la transmitancia térmica, y se refieren al flujo de calor que atraviesa un material o elemento constructivo según su superficie. La condición esencial para la transmisión del



calor es que los cuerpos tengan temperaturas diferentes. El flujo de calor siempre se dirige del más caliente al más frío. La capacidad de un material para acumular calor se puede medir de dos maneras: por su calor específico y por su capacidad calorífica.

La absorción y transmisión del calor se lleva a cabo por conducción, convección y radiación. Para estudiar los métodos de absorción y transmisión del calor es necesario conocer algunos conceptos.

Calor específico (C).

Cantidad de energía necesaria para aumentar en 1 °C la temperatura de 1 kg de material. Indica la mayor o menor dificultad que presenta una sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Los materiales que presenten un elevado calor específico serán buenos aislantes. Sus unidades del Sistema Internacional son J/(kg•K), aunque también se suele presentar como kcal/(kg•°C); siendo 1 cal = 4,184 J. Por otra parte, el producto de la densidad de un material por su calor específico ($\rho \cdot C$) caracteriza la inercia térmica de esa sustancia, siendo esta la capacidad de almacenamiento de energía.

Conductividad térmica (k).

Capacidad de un material para transferir calor. La conducción térmica es el fenómeno por el cual el calor se transporta de regiones de alta temperatura a regiones de baja temperatura dentro de un mismo material o entre diferentes cuerpos. Las unidades de conductividad térmica en el Sistema Internacional son W/(m•K), aunque también se expresa como kcal/(h•m•°C), siendo la equivalencia: 1 W/(m•K) = 0,86 kcal/(h•m•°C).

Difusividad térmica (a).

Caracteriza la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica, por ejemplo, ante una variación brusca de temperatura en la superficie. Si es alta se calentará o enfriará rápidamente y si es baja lo hará lentamente. Se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$a = k / (\rho \cdot C) \quad (\text{m}^2/\text{s})$$

Efusividad térmica.

Mide la capacidad de almacenar energía. Si es alta, la capacidad de acumulación es grande, y si es baja, pequeña. Si comparamos agua y metales veremos que la efusividad de los metales es mucho mayor. Hay que interpretar el dato con cuidado, ya que un metal puede calentarse sin fundir a temperaturas mucho mayores que el agua, y por tanto acumular mucha más energía. Pero para el cálculo de almacenamiento de energía el máximo rango de temperaturas no debe exceder los 80°C. Se calcula con la siguiente expresión:

Raíz cuadrada del producto de la conductividad térmica por la densidad y por la capacidad térmica específica.

3.1.1 Conducción.

La conducción es el paso del calor a través de moléculas de un material sólido. Este paso o propagación del calor varía con los diferentes materiales y constituye una propiedad del material, esto es, la conductividad térmica, que varía desde 0,03 W/m °C para materiales aislantes hasta 400 W/m °C para los metales. Constituye el componente más importante de las pérdidas totales de una vivienda. La densidad puede ser un indicador de la conductividad.

Normalmente materiales de alta densidad tienen una alta conductividad, debido al hecho de que el aire tiene baja conductividad, es decir, 0,026 W/m °C, y los materiales ligeros tienen poros que contienen aire por lo que su conductividad tiende a ser menor. Si el aire de los poros se sustituye por agua, su conductividad crece porque el agua tiene una conductividad de 0,58 W/m °C.

La transmisión del calor en los materiales por conducción se lleva a cabo a través de la conductividad térmica; la de los elementos constructivos a través de la transmitancia térmica, y se refieren al flujo de calor que atraviesa un material o elemento constructivo según su superficie. Se obtienen de acuerdo con el espesor y la diferencia de temperatura entre ambas caras. Se mide como flujo



de calor en vatios por metro cuadrado de superficie, por metro de espesor y por grado de diferencia de temperatura entre las caras opuestas. La característica recíproca de la conductividad térmica es la resistividad. La condición esencial para la transmisión del calor es que los cuerpos tengan temperaturas diferentes. El flujo de calor siempre se dirige del más caliente al más frío.

La capacidad de un material para acumular calor se puede medir de dos maneras: por su calor específico y por su capacidad calorífica. El calor específico es el número de Kcal necesarias para elevar en 1 °C la temperatura de un kilogramo de material; el agua tiene calor específico 1. La capacidad calorífica es el número de Kcal necesario para elevar en 1 °C la temperatura de un metro cúbico del material. Para calcular la capacidad calorífica necesitamos conocer el calor específico del material.

La madera seca, el tezontle, la madera prensada, el corcho, la fibra de vidrio, el bambú y la lana mineral tienen baja conductividad térmica.

El ladrillo, el adobe, la piedra y la tierra seca tienen un valor intermedio. Se reduce notablemente el flujo de calor por conducción a través de los muros, piso y techos mediante el aislamiento (para lo cual se utiliza la lana mineral, la fibra de vidrio o el corcho).

- **La Transmitancia Térmica K.**

Es la cantidad de calor que se transmite en la unidad de tiempo a través de la unidad de superficie de un elemento constructivo (muro o tabique de un cierto espesor), cuando la diferencia de temperatura entre las masas de aire es igual a la unidad; es el recíproco de la resistencia de aire a aire, y la magnitud más utilizada para caracterizar térmicamente a los elementos constructivos, vidrios, etc., en los procesos de ganancia y pérdida de calor porque simplifica los cálculos, pero corresponde a condiciones en las que las temperaturas interiores y exteriores son estables en el tiempo, o cuando existe una diferencia promedio durante un largo plazo. No corresponde a elementos expuestos a la radiación solar que calienta la superficie del elemento, ya que en este caso el flujo de

calor depende de las diferencias de temperatura del aire a ambos lados del elemento y no de la superficie.

La unidad de medida de K es $W/m^2\ ^\circ C$; se expresa como:

$$K = 1 / R_t; [W / m^2\ ^\circ C]$$

A fin de que una cubierta sea adecuada para un clima cálido húmedo el valor de K máximo no debe sobrepasar de 1,1 $W/m^2\ ^\circ C$. Se necesitan valores menores de transmitancia en los casos siguientes:

- Zonas frías sin gas, con costos de combustibles altos y donde los edificios utilizan la electricidad para calefacción.
- Edificios donde se pretende lograr niveles elevados de habitabilidad, superando los niveles mínimos.
- Edificios con sistemas solares o con instalaciones de aire acondicionado.

Además de las capas de aislamiento térmico, son importantes las pérdidas por puentes térmicos, infiltraciones y de la superficie y calidad de las aberturas. Por ejemplo, las pérdidas por un m^2 de vidrio ($K= 5,3$) equivalen aproximadamente a 10 m^2 de techo ($K= 0,5$), sin tomar en cuenta las pérdidas adicionales por infiltraciones de aire.

Para un muro de ladrillo macizo con un aplanado en ambas caras de 1,5 cm de mortero cal, sus coeficientes de transmisión serían:

Para 0,82 metros de espesor: $K=0,73\ Kcal/m^2\ ^\circ C$.

Para 0,65 metros de espesor: $K=0,91\ Kcal/m^2\ ^\circ C$.

- **La Inercia Térmica.**

Indica el tiempo que tarda en fluir el calor almacenado en un muro o en una techumbre. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de éstos. Resulta muy ventajosa para amortiguar las temperaturas extremas

suavizando las “puntas” de temperatura y retrasando los máximos en varias horas, con lo cual la máxima (o mínima) temperatura del aire no coincide con la máxima (o mínima), temperatura del muro, y con ello se contribuye a suavizar las oscilaciones del clima manteniéndolo dentro de un margen más estrecho. La inercia térmica expresa la magnitud del efecto que tiene un material para amortiguar y retardar la temperatura máxima en el interior de un espacio en relación con la temperatura exterior. Esta es la principal ventaja de los muros tradicionales frente a los sistemas de construcción basados en menores espesores y muros ligeros. Se expresa como:

$$k \times c \times d = \text{inercia térmica (Kcal / m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}^2\text{h)}$$

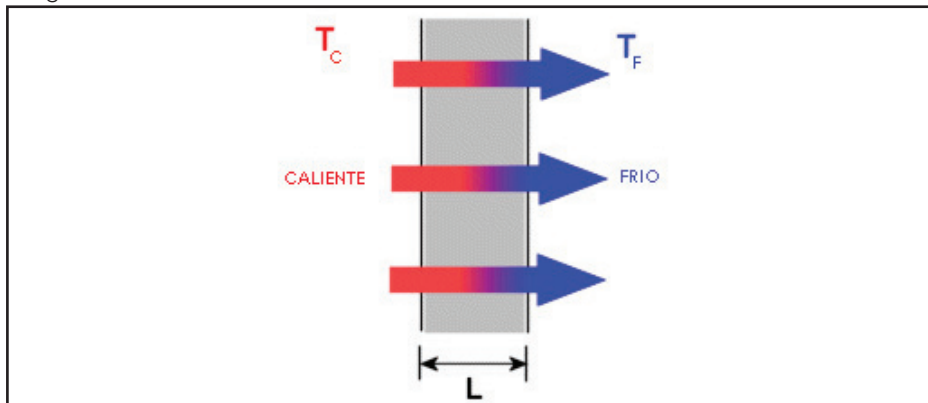
Donde:

k = coeficiente de conductibilidad térmica (Kcal / h $^\circ\text{C}$ m)
c = calor específico (Kcal / kg $^\circ\text{C}$)
d = densidad (kg / m³)

Por otra parte, la utilización de muros de gran densidad y volumen, además del buen funcionamiento acústico, evita problemas de condensaciones.

Imagen 2.32

Conducción Térmica



Fuente: <http://www.help.solidworks.com>

3.1.2 Convección.

La convección es la transmisión de calor a través del movimiento de los líquidos y gases (normalmente aire). El aire caliente se eleva, siendo sustituido por aire más frío, lo que produce un efecto de termosifón. Este flujo de calor se produce en los huecos existentes dentro de los muros, entre capas de cristal, y sobre la superficie de los muros. También lo constituye la infiltración de aire alrededor de puertas y ventanas, y la que se produce a través de las rendijas existentes en todas las viviendas. El flujo de calor por convección entre el interior del edificio y el aire exterior depende de la cantidad de ventilación, o sea del intercambio de aire que puede ser por infiltración o por ventilación natural. La cantidad de ventilación puede ser dada en m³/s. La fórmula para calcular este flujo que propone el Dr. Carlos Barcelo Pérez es:

$$Q_v = 1300 \times V \times AT$$

Donde:

Qv = cantidad de flujo de calor por ventilación, en W
1300 = calor específico volumétrico del aire, en J/m³ $^\circ\text{C}$
V = cantidad de ventilación, en m³/s
AT = diferencia de temperatura entre el exterior y el interior, en $^\circ\text{C}$

A este flujo de calor por convección, Daniel K. Reif lo llama pérdidas de calor por convección son debidas a infiltraciones de aire en puertas y ventanas, y representan de un 10 a un 50% de las pérdidas de calor totales. Todo el aire frío exterior que se introduzca en la vivienda deberá ser calentado hasta la temperatura de la habitación.

Se calcula así:

Pérdidas de calor por convección = Volumen de aire por calentar × Diferencia de temperaturas × Capacidad calorífica del aire.

El volumen del aire por calentar no es lo mismo que el volumen del aire, ya que este se renueva muchas veces por día. Para saber el número de las renovaciones del aire por hora o día se puede consultar la

tabla 4. La capacidad calorífica es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un metro cúbico de material en 1 °C. El aire es tan ligero que únicamente requiere 0,29 Kcal para elevar en 1 °C la temperatura de un metro cubico, o sea:

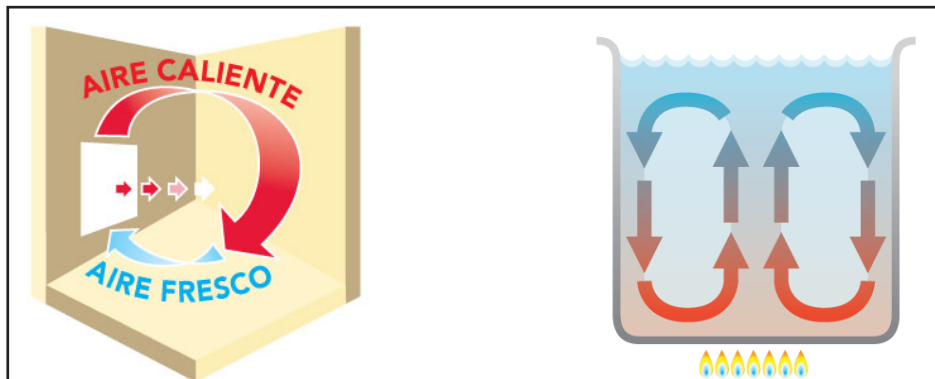
$$\frac{0,29kcal}{1m^3^{\circ}C}$$

Por ejemplo, la pérdida de calor por convección (o sea las infiltraciones de aire) para una vivienda de 12,2 x 7,9 x 2,4 m es igual a 236 m³. Si el número de renovaciones hora es de 11/2 veces para un caso de ventanas y puertas que ajustan mal y ventanas con doble hoja, el volumen de aire por calentar por hora será 236 m³ x 11/2 = 354 m³; esto por 24 horas = 8496 m³. Debido a la pérdida de calor por convección de esta vivienda durante un día con temperatura exterior de -3,9 °C y temperatura interior de 18,3 °C, la temperatura se deberá calentar 22,2 °C lo que es igual a:

$$\frac{8.946}{dia} \times 22^{\circ}C \times \frac{0,29kcal}{m^3^{\circ}C} = 54.697 kcal por dia$$

Imagen 2.33

Convección Térmica



Fuente: google images.

3.1.3 Radiación.

La radiación es la transferencia de calor entre un determinado cuerpo y las superficies que lo rodean a través del ambiente. El flujo depende de la temperatura y cercanía que tengan las superficies a su alrededor. La radiación solar consiste en la emisión de cualquier tipo de energía en forma de ondas electromagnéticas que se desplazan en el espacio en todas direcciones. Todos los materiales absorben una proporción de la radiación solar y también emiten radiación hacia otras superficies según las características y la temperatura de la superficie emisora. La radiación tiene lugar mediante una doble transformación de energía, es decir, una parte del calor se convierte en energía radiante que llega a otro cuerpo donde se absorbe en una proporción que depende de las características de la superficie, y es nuevamente transformada en calor.

Los cuerpos como Emisores.

Los materiales de construcción como emisores pueden clasificarse en dos grupos:

1. Metálicos E = 0 - 0,30 los valores menores corresponden a las superficies más pulidas.
2. No metálicos E = 0,85 - 1,00.
- * Los valores entre 0,30 y 0,85 corresponden a cuerpos como las pinturas metálicas que resultan de una combinación de los dos grupos.

Los cuerpos como Receptores.

La energía radiante (onda corta) absorbida se transforma en energía térmica o calor (onda larga). En cambio, la energía reflejada o transmitida no se altera, se mantiene como radiación de onda corta. La absorción será baja para colores claros.

1. La mayoría de los cuerpos no metálicos tiene un coeficiente de absorción alto. Las superficies metálicas son malas absorbentes.

2. La superficie blanca teórica tiene el máximo valor del coeficiente de reflexión, $r=1$ y la mínima absorción, $a=0$.
3. La superficie negra teórica tiene el mínimo valor de reflexión, $r=0$ y la máxima absorción, $a=1$.
4. Las superficies claras, pulidas y brillantes tienen una alta reflexión. Si dos superficies, una blanca y otra brillante, son expuestas a la radiación solar, ambas reflejarán y absorberán la misma cantidad de calor; pero la superficie blanca remitirá mucho del calor absorbido, mientras que la brillante no, por lo que alcanzará una temperatura mucho más alta.

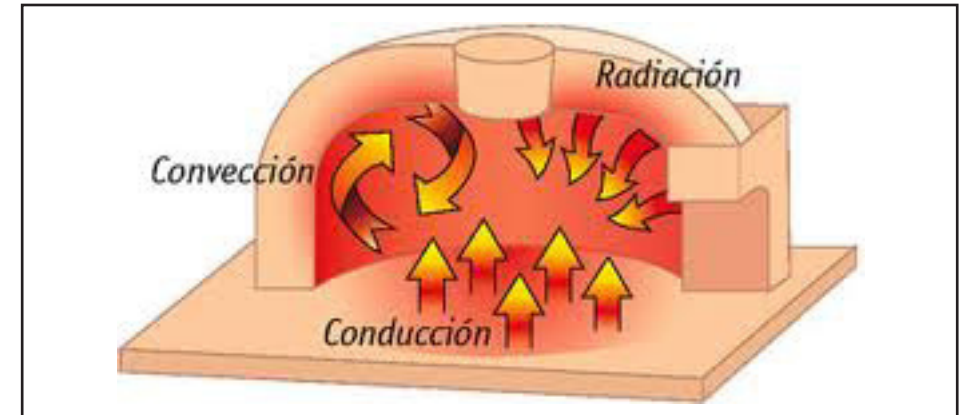
Es importante conocer la respuesta de los materiales de construcción ante la radiación térmica y solar, a fin de estar en capacidad de hacer una adecuada selección para cada caso.

- La radiación térmica. La mayor parte de los materiales de construcción son cuerpos negros (absorbentes) para la radiación de onda larga, independientemente del color de su superficie, excepto los metales que son buenos reflectores también para este tipo de radiación.
- La radiación solar. Con relación a la radiación de onda corta el comportamiento de los materiales de construcción sí depende del color de su superficie y absorben sólo una parte de la radiación incidente.

Una aplicación de estas propiedades son las superficies encaladas blancas o en colores claros que permanecen más frescas que superficies de metal pulido como el aluminio, por ejemplo. El aluminio tiene una reflectividad mayor a la radiación solar, pero la superficie blanca tiene una alta emisividad y pierde mucho calor por radiación. Sin embargo, si los mismos materiales están expuestos no sólo al sol sino al suelo caliente donde la superficie blanca no es capaz de perder calor por radiación, el aluminio pulido permanecerá más fresco.

Imagen 2.34

Radiación Térmica


Fuente: *google images*.

3.1.4 Aislantes térmicos.

Los materiales aislantes se obtienen normalmente a partir de materiales no conductores en forma de fibras o con baja compacidad. La porosidad reduce notablemente la densidad del material y por tanto su conductividad.

3.2 Propiedades Acústicas.

3.2.1 Materiales absorbentes.

Pueden distinguirse tres grandes categorías de materiales absorbentes:

- Materiales porosos.
- Materiales con membranas.
- Materiales con resonadores.

En todos los casos una parte de la energía sonora que incide sobre el material, es transformada en calor y se restituye el resto.

- **Materiales porosos.**

Cuando una onda acústica encuentra un material poroso o fibroso, el aire contenido en las células (poros) se pone en vibración y una parte de la energía acústica incidente se transforma en calor por el frotamiento del aire sobre las partes sólidas.

La absorción por los materiales porosos es más alta para las frecuencias agudas que para las frecuencias bajas.

La absorción para las frecuencias agudas es prácticamente independiente del espesor del material, mientras que la absorción para las frecuencias bajas aumenta cuando aumenta el espesor.

Los materiales más utilizados son los siguientes:

- Lana de vidrio
- Fibra de madera (tableros)
- Corcho
- Espumas de poliestireno, etc.
- Fieltrros
- Felpas
- Cortinas
- Absorbentes patentados

- **Materiales con membranas.**

Estos materiales están constituidos por paneles delgados (tableros) contrachapados, fiados por todo su contorno, sin ninguna grieta, a una cierta distancia de un muro rígido, sobre bastidores de madera.

El panel vibra bajo el efecto de las ondas acústicas incidentes, el volumen de aire contenido entre el panel y el muro forman el resorte. Cuando el tablero se pone en movimiento, una parte de la energía sonora que incide sobre él se transforma en energía mecánica y finalmente en calor por los movimientos y frotamientos internos de deformación, otra parte se pierde en el frotamiento de las moléculas de aire situadas detrás del tablero. Existe pues absorción.

Los tableros o paneles absorben las frecuencias graves (125, 250Hz) en mayor proporción que las otras frecuencias. Las frecuencias absorbidas son tanto más graves cuanto más pesado y grueso sea el tablero y cuando mayor sea la distancia al muro.

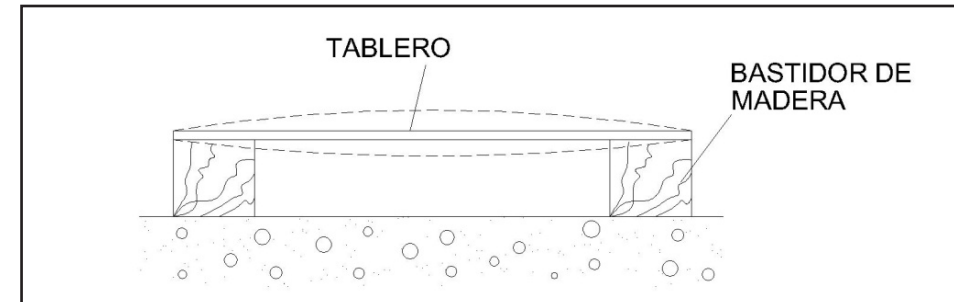


Imagen 2.35

Material con membranas.

- **Materiales con resonadores.**

El aire situado en la abertura de una cavidad hace la función de pistón (aire en el cuello) y el volumen de aire de la cavidad hace la función de un resorte. Cuando una onda sonora incide sobre el resonador la masa de aire del cuello, es solicitada por esta onda.

Cuando la frecuencia del sonido es la misma que la frecuencia propia del resonador se produce resonancia, la velocidad y la amplitud del movimiento del aire del cuello aumentan y una parte de la energía sonora transformada en energía mecánica se pierde en forma de calor debido al frotamiento del aire sobre las paredes del cuello. Existe pues absorción.

Los resonadores son usados especialmente para las frecuencias medias (400 a 1000Hz). Si se coloca en el resonador un material poroso, la absorción aumenta, ya que el movimiento del aire interior que se comprime y se expande como un resorte, es amortiguado por los frotamientos sobre todas las paredes de los poros.

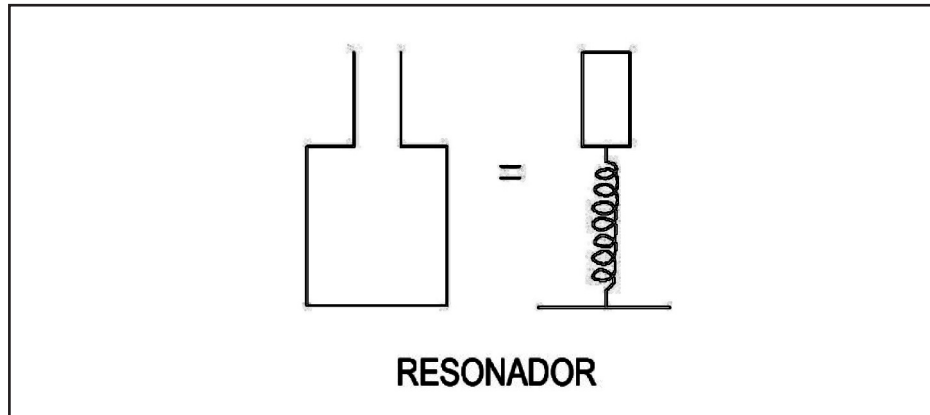


Imagen 2.36

Material con resonador.

- Resonadores agrupados.

Una placa perforada situada a una cierta distancia de una pared actúa como una serie de resonadores.

Esta es una de las formas más normales para los absorbentes de este tipo. El volumen V de la cámara corresponde a cada perforación.

Las perforaciones de placas se tienen que recubrir forzosamente. Una placa con pequeñas hendiduras actúa de la misma forma.

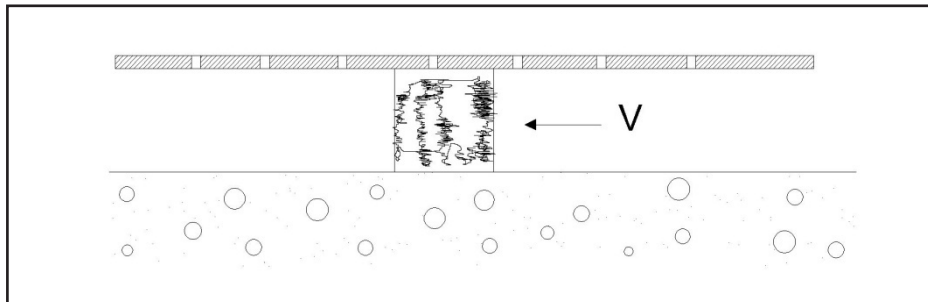


Imagen 2.37

Resonadores agrupados.

- Procedimientos de absorción combinados.

Los tres procesos principales de absorción son los siguientes:

- Materiales porosos para las frecuencias agudas.
- Los materiales con membranas para las frecuencias graves.
- Los materiales con resonadores para las frecuencias medias.

Es posible combinar los diferentes tipos:

- Colocando un material poroso como diafragma (membrana), se aumenta la absorción en las frecuencias graves. El efecto de porosidad se añade al efecto de diafragma.
- Una placa con orificios y colocada en diafragma absorbe las frecuencias graves y medias. Si además se sitúan unas mantas de fibras detrás de estas placas, se mejora la absorción para las frecuencias agudas.
- Colocando un material poroso con orificios, en diafragma se aumenta la absorción para las frecuencias agudas, medias y graves.

Cuando se calcula la absorción de un determinado local se debe considerar la actividad que se va a desarrollar, es decir tomar en cuenta los siguientes factores:

- Ocupantes.
- Muebles.
- Tapicería.

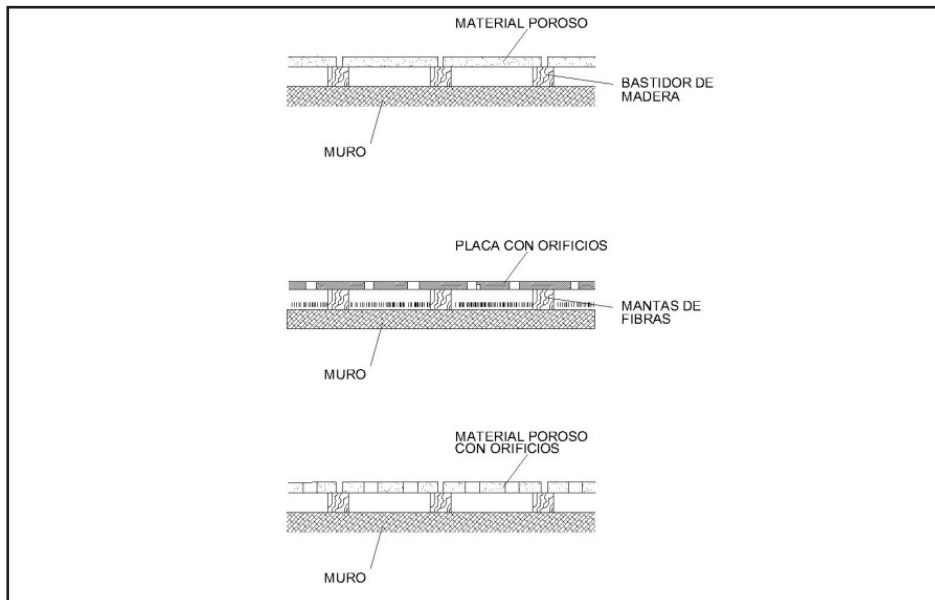


Imagen 2.38

Procedimientos de absorción combinados.

3.2.2 Reflectores y Difusores.

Elementos utilizados para el acondicionamiento acústico de locales de alto rendimiento, como salas de concierto, auditorios, estudios de grabación, etc.



4. Cuadro de propiedades de los materiales.

MATERIALES	ENERGIA INCORPORADA MJ/kg	DENSIDAD Kg/m ³	CALOR ESPECIFICO J/kg °C	CONDUCTIVIDAD TERMICA w/m°C	DIFUSIVIDAD TERMICA (m ² /s) x 10 E-6	ABSORCION ACUSTICA NCR
MATERIALES DE REFERENCIA						
Agua	0,00	1000	4187	0,588	0,14	
Aire	0,00	1,217	1005	0,026	24,75	
PIEDRA						
Granito - Piedra compacta	3,58	2500-3000	809	3,500	1,55	
Piedra porosa	1,64	1700-2500	885	2,000	1,65	0,02
Arena	0,10	1500	805	0,580	0,38	
Grava	0,10	1700	800	0,810	1,20	
MADERA Y DERIVADOS						
Madera de clima templado	3,00	600	2400	0,140	0,17	
Madera tropical	3,00	800	2900	0,210	0,15	
Madera laminada	7,69	465	2200	0,120	0,16	
Madera, tablero aglomerado sin formaldehídos	14,00	650	2800	0,080	0,15	0,04
Madera, tablero aglomerado con formaldehídos	14,00	650	2800	0,080	0,15	0,04
Madera, tablero contraplacado/contrachapado	5,00	600	2400	0,140	0,14	0,13
Paneles de viruta de madera	8,86	650	1700	0,080	0,07	
Papel	929,00	1897	0,14			
MATERIALES CON AGLOMERANTES MINERALES						
Cemento	7,00	1800	801	1,200	0,45	
Mortero M-40/a	1,00	2000	850	1,400	0,64	
Mortero M-80/a	1,34	2000	850	1,400	0,64	
Mortero de cal y bastardos	1,78	1600	1100	0,870	0,49	
Hormigón H-150	0,99	2400	658	1,400	0,64	0,03
Hormigón H-175	1,03	2400	658	1,400	0,64	0,03
Hormigón H-200	1,10	2400	658	1,400	0,64	0,03
Hormigón armado 2% de cuantía	1,64	2500	661	1,410	0,64	0,03
Hormigón aligerado 600kg/m ³	1,31	600	658	0,150	0,57	0,03
Hormigón aireado 400kg/m ³	3,71	400	610	0,110	0,30	0,03
Fibrocemento (de amianto)	6,00	757	1054	0,300	0,49	
Fibrocemento (de fibras sintéticas y madera)	9,00	470	750	0,090	0,30	
Hormigón con fibra de madera	450,00	1800	0,08	0,180	232,00	
Yeso	3,30	800	906	0,300	0,38	0,05
Cartón Yeso	3,15	900	906	0,180	0,19	
CERAMICOS						
Arcilla cocida, ladrillo y tejas	4,50	2243	927	0,930	0,65	
Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados	10,00	2400	1050	1,050	0,75	
Arcilla expandida	6,00	350	927	0,085-0,114	0,24	
Arcilla cocida - Sanitarios	27,50	2200	1096	1,040	0,61	
Fabrica de ladrillo hueco	2,96	1200	927	0,490	0,49	
Fabrica de ladrillo perforado	2,85	1600	927	0,760	0,57	
Fabrica de ladrillo macizo	2,86	1800	927	0,870	0,58	0,04
VIDRIO						
Vidrio plano	19,00	2500	843	0,950	0,46	0,04

Cuadro 2.29

Fuente: "Tabla de contenido energético de los materiales". *Tectónica, Energía II*.



MATERIALES	ENERGIA INCORPORADA MJ/kg	DENSIDAD Kg/m ³	CALOR ESPECIFICO J/kg °C	CONDUCTIVIDAD TERMICA w/m°C	DIFUSIVIDAD TERMICA (m ² /s) x 10 E-6	ABSORCION ACUSTICA NCR
METALES						
Acero comercial (20% reciclado)	35,00	7861	502	58,000	16,42	
Acero 100% reciclado (teórico)	17,00	7861	502	58,000	16,42	
Acero inoxidable	54,00	7916	460	17,000	4,68	
Aluminio primario	215,00	2750	1005	204,000	84,89	
Aluminio 100% reciclado (teórico)	23,00	2750	1005	204,000	84,89	
Aluminio comercial (30% reciclado)	160,00	2750	1005	204,000	84,89	
Cobre primario	90,00	8900	419	384,000	113,54	
Cobre comercial (20% reciclado)	70,00	8900	419	384,000	113,54	
Titanio 6%Al, 4%V	45,00	4456	-	-	-	
ASFALTO						
Asfalto en tela	10,00	1041	1686	120,000	0,17	
AISLANTES						
Poliestireno expandido (EPS)	100,00	18	1349	0,035	1,28	0,30
Poliestireno extruido (XPS) ag. Hinch. HCFC	100,00	33	1349	0,033	0,55	
Poliestireno extruido (XPS) ag. Hinch. CO2	100,00	33	1349	0,033	0,55	
Poliuretano (PUR) ah. Hinch. HCFC o diclorometano	70,00	32-80	1400	0,025	0,29-0,41	0,72
Poliuretano (PUR) ah. Hinch. CO2 o similar	70,00	32-80	1400	0,025	0,29-0,41	0,72
Espuma fenólica	65,00	12	525	0,025	0,47	
Vidrio celular	20,00	160	843	0,044	0,28	
Fibra de vidrio	20,00	19	843	0,044-0,036	1,81	0,65
Lana mineral	13,00	30-150	1054	0,042-0,047	1,03-0,24	0,60
MATERIALES SINTETICOS						
Acrílicos	105,00	1140	1000	0,200	0,19	
Melamina	125,00	1490	1686	0,433	0,12	
Metacrilato	87,00	1180	0,185			
EPDM	76,00	1124	1100	0,130	0,13	
Estireno butadieno	102,00	1150	2140	0,210	0,09	
Poliétileno primario (PE)	77,00	80-960	2276	0,038	0,23	
Poliétileno reciclado (PE) mas del 70%	0,09	80-960	2276	0,038	0,23	
Polipropileno primario (PP)	80,00	890	1939	0,248	0,4	
Polipropileno reciclado (PP) mas del 70%	24,00	890	1939	0,248	0,4	
Pintura plástica (de base acuosa)	20,00	1035	2152	0,180	0,14	
Pintura y barnizados sint. (esmaltes) disolv. Org	100,00	1261	2428	0,280	0,12	
Policloropreno (neopreno)	120,00	929	1686	0,144	0,09	
PVC primario	80,00	1200	1265	0,121-0,173	0,12	
PVC reciclado (mas del 70%)	2,10	1200	1265	0,121-0,173	0,12	
PTFE (teflón)	295,00	2100	1180	0,242		
Plástico (ABS)	74,00	1150	1475	0,190		
Policarbonato	85,00	1200	1265	0,198		
Resinas epóxicas	137,00	1200	800	0,230	0,24	
Resinas de poliéster	115,00	1170	850	0,200	0,23	
Silicona	91,00	1249	1897	0,216		

Cuadro 2.30

Fuente: "Tabla de contenido energético de los materiales". *Tectónica, Energía II*.



Para analizar la energía incorporada de los materiales utilizados en el edificio se suman los pesos de cada material y se multiplican por los coeficientes de energía incorporada de cada uno. Esto puede dar pautas importantes para la selección definitiva del material a utilizar.

Los coeficientes de absorción de sonido varían dependiendo del espesor del material.



LA NATURALEZA COMO ESTRATEGIA PROYECTUAL

ANTECEDENTES MEDIOAMBIENTALES EN LA ARQUITECTURA.

En esta parte se revisa con mayor detenimiento la interacción entre la naturaleza y la arquitectura, cuando esta relación es la guía principal del proceso de diseño, materialización y determinación del espacio construido. Es decir, qué papel juega el entorno natural en el proceso creativo del proyecto en la práctica profesional. [...]

La naturaleza es la referencia primordial del hombre como ser social: su dependencia no solamente es física, sino psíquica. La arquitectura y la ciudad se consideran la "segunda naturaleza" por excelencia, al recrear una naturaleza alternativa, inspirada en la original pero moldeada según las necesidades propiamente humanas, que se verifica en lo tangible que le da cobijo, pero que también es el vehículo que relaciona al hombre con su entorno en lo intangible.

Si bien la preocupación de vincular al edificio con su entorno, en una relación de respeto y armonía, no es una tendencia nueva, si existe un incremento en el interés sobre el tema a raíz de los signos de deterioro ambiental que son muy visibles a lo largo y ancho de nuestro planeta. El contexto natural siempre ha sido parte de cualquier proyecto arquitectónico, por ello la arquitectura de calidad, la buena arquitectura, siempre ha integrado los factores naturales dentro de los criterios de diseño.

Esta arquitectura de calidad es una amalgama entre ciencia y arte que busca dar una respuesta en armonía con el entorno y con posibilidad artística, estética o simbólica, para aportar al bienestar humano a través de la creación de ambientes creativos.

La preocupación por la degradación que la cultura humana provoca a su entorno natural no es un fenómeno exclusivo de nuestros tiempos. Podemos detectar en culturas tan antiguas como Grecia o Roma claras posturas de conservación del entorno natural ante el impacto ambiental negativo de la sociedad. [...]

Antecedentes mas inmediatos a las modernas conceptualizaciones de movimientos ecologistas, de sostenibilidad medioambiental, se encuentran a finales del siglo XVIII, cuando Rousseau, Diderot y el movimiento romántico alemán de la *Naturforschung*, sostienen las ideas ecologistas basadas en la observación y admiración del orden contenido en la naturaleza, en reacción al cientificismo que ganaba mas y mas poder desde el renacimiento.

En el siglo XIX la revolución industrial traerá grandes avances tecnológicos a la humanidad. Las ideas evolutivas de Darwin y Spencer, y las ideas de geología de Lyell, influyen en el campo del diseño donde la concepción evolucionista acentuaba la actividad cooperativa en el diseño, la importancia de la tradición y herencia del pasado. Esta filosofía más gradualista y reformadora que revolucionaria, se oponía al protagonismo de la concepción romántica de la función del artista, que buscaba la originalidad, novedad e individualidad.

El movimiento romántico, que estaba en contra de los estilos arquitectónicos clásicos y de los procesos de estandarización que la revolución industrial imponía, y John Ruskin fueron los primeros pilares de la sensibilidad verde. Ruskin fue sin duda de los primeros que vio, con toda claridad, los efectos y peligros que la industrialización implicaba.



La idea de compromiso con las generaciones futuras es patente y lo que el informe Brundtland (1987) denomina "compromiso" inter e intrageneracional, compromiso ético y moral con las generaciones futuras, fue visto por Ruskin hace unos 150 años. Sin embargo fue Morris y el movimiento artístico de Arts and Crafts quienes intentaron llevar sus razonamientos a un terreno más práctico. [...]

A finales del siglo XIX, movimientos inspirados en la naturaleza como el Art Nouveau se concentraban en la analogía biológica de la naturaleza, como principio de concepción de diseño y decoración. Representantes importantes de este movimiento son, Gaudí, Horta, Guimard, Sullivan, entre otros.

En el siglo XX surge el movimiento moderno oponiéndose a las posturas académicas que predeterminaban el proceso de diseño mediante la imposición del estilo clásico. Este estilo moderno considerado generalmente contrario al contexto natural y las distinciones regionales, que ofrecía una respuesta más purista y de alcance universal a través de los avances tecnológicos y las ideas socialistas, es reconsiderado en años recientes en la perspectiva del paradigma ambiental y se ha descubierto nuevas virtudes en las obras de varios maestros, al ofrecer visiones diferentes de un movimiento que se creía estático y cerrado.

La arquitectura nórdica es un buen ejemplo de arquitectura moderna sostenible, con arquitectos como Asplund, Saarinen y Aalto, en especial este último que con una actitud diferente en su práctica proyectual frente a los postulados del movimiento moderno, consolida una concepción de arquitectura con enfoque sociocultural que apunta en la dirección de la dimensión humana y su relación con la naturaleza.

En Norte América, Frank Lloyd Wright es una referencia obligada cuando hablamos de una arquitectura íntimamente ligada a su entorno natural. Para algunos representa uno de los precursores de la arquitectura bioclimática contemporánea, al colocar el entendimiento preciso de las condiciones naturales, paisajistas, materiales y climáticas como parte fundamental de diseño. [...]

A más de tratar de responder físicamente al entorno natural, trata de

potenciar al máximo la dimensión estética de los materiales, sus texturas, el paisaje, las vistas, la articulación del espacio interior y exterior, para crear un organismo inseparable de su entorno.

Existe una cantidad enorme de ejemplos de arquitectos que durante el siglo XX, dentro del contexto histórico del movimiento moderno, utilizaron la naturaleza en general o la existente en un sitio específico como relación determinante para diseñar su arquitectura. [...] Lo relevante es destacar la importancia que el respeto y conocimiento del entorno natural tenía en el proceso creativo en varios maestros de la arquitectura moderna, cuya experiencia en imaginar, transformar e impactar en el entorno natural preexistente de una manera positiva, buscando responder a condiciones físicas, bioclimáticas y energéticas, pero al mismo tiempo a las dimensiones estéticas, éticas, y a valores y emociones intangibles que conforman el hábitat humano. [...]

En los años 80 se consolida una visión global del problema ambiental y la necesaria participación de la comunidad internacional para abordarlo. En esta década se acuña el término tan extendido del *desarrollo sostenible* (informe Brundtland, 1987), que si bien se ha criticado por su ambigüedad ya que permite las más diversas interpretaciones, intenta apelar a un cambio en la forma de abordar el problema ambiental. Será sin duda en la Conferencia de Río de Janeiro de 1992, cuando se consolide el denominado *paradigma ambiental*, que no sólo confirmó lo indispensable de la participación de la comunidad internacional (independientemente de los resultados reales alcanzados hasta ahora), sino también que el problema y la solución ambiental dependen y se relacionan simultáneamente con aspectos sociales, económicos, políticos, tecnológicos dentro de la variedad de culturas, cada una con tradiciones, intereses y aspiraciones específicos.

La arquitectura siempre ha estado envuelta en el problema medio ambiental con diversas propuestas y resultados que solo el tiempo permitirá evaluar los resultados, pero no por eso debemos dejar de criticar, analizar y proponer estas y nuevas propuestas para resolver los problemas medioambientales comunes.



ESTRATEGIAS DE DISEÑO EN LA ARQUITECTURA MEDIO AMBIENTAL

Los autores del documento "Pautas de diseño para una Arquitectura Sostenible" describen las bases conceptuales generales que caracterizan una tendencia o estrategia, y proponen un esquema que intenta clasificar la información, que es flexible y abierto a cualquier interpretación.

Se trata de enfatizar las posibilidades creativas del proyecto para diseñar una arquitectura de calidad que no puede dejar fuera la preservación del entorno natural que la sociedad contemporánea exige cada vez más.

1. Orientación Tecno-científica.

Se concentra en el ambiente natural del sitio, donde se da prioridad a los factores biofísicos, el suelo, la topografía, el clima, el asoleamiento, los vientos, etc., manejados con precisión matemática, para su incorporación controlada al proceso de diseño y garantizar la confortabilidad humana.

El objetivo principal es el de minimizar el impacto ambiental, que se puede resumir en dos tipos, ambos físicos: por un lado el impacto que producen las emisiones (químicas y físicas) en el entorno vía la contaminación que la construcción, uso y desmantelamiento del edificio pueda tener sobre el sitio en específico, así como a escala global; por otro se intenta minimizar la extracción o consumo materiales naturales; sin embargo, la utilización de productos industrializados "efectivos" puede justificar su inclusión en el edificio.

A partir de esta lectura "objetiva" del entorno, el diseño adopta diferentes estrategias que se distinguen básicamente en la utilización de alta tecnología, normalmente activa (high-tech), pero también de tecnología pasiva (low-tech):

1.1 Alta tecnología.

La respuesta proyectual incorpora toda la tecnología disponible para

lograr el objetivo de bajo impacto que se pretende. Se aprovechan la luz y energía solar a través de colectores solares, celdas fotovoltaicas, fachadas de doble piel, cristales inteligentes, etc.

Forma: la forma del edificio está sólo parcialmente condicionada por los factores naturales, ya que los dispositivos tecnológicos son capaces de adaptarse o colocarse a conveniencia.

Construcción: utilización de la tecnología más avanzada disponible, mayoritariamente técnicas activas, combinadas en ocasiones con alguna pasiva. Cristales inteligentes, celdas fotovoltaicas, equipos computarizados para el control automatizado de los elementos tecnológicos. Se usan materiales contemporáneos, como aluminio, acero inoxidable, cristales, etc., que enfatizan su aspecto de máquina.

Tanto en contextos urbanos como en paisajes naturales, los edificios de alta tecnología mantienen su expresión como dispositivo tecnológico especializado. Se trata de una corriente habitual en grandes edificios, privados o públicos, por su potente "imagen de alta eficiencia ambiental".

1.2 Tecnología pasiva.

La respuesta proyectual busca sacar el máximo provecho a las condiciones naturales del sitio a partir de tecnología pasiva, lo que implica un conocimiento detallado del comportamiento ambiental de las formas arquitectónicas, la inercia térmica de los materiales, etc.

La orientación, disposición, y forma general del edificio están condicionadas por el mejor aprovechamiento de los factores naturales.

Construcción: se incorporan dispositivos para captar energías naturales de sol, viento; se incorporan el efecto invernadero, la ventilación cruzada, dispositivos de alta eficiencia como ventanas térmicas, cristales inteligentes, aislantes artificiales. Se combina la utilización de materiales tradicionales como la cerámica, adobe, madera, con hormigón y acero.



Tanto en contextos urbanos como en paisajes naturales, la arquitectura low-tech mantiene su expresión como dispositivo tecnológico especializado, aunque normalmente se utiliza para edificios más pequeños, que permiten que las formas adoptadas pueden aprovechar la energía natural: viviendas unifamiliares, centros comunitarios, oficinas locales etc.

2. La ética ecológica.

Esta postura arquitectónica toma buena parte de sus principios de la ecología y la biología, para determinar los patrones conceptuales de sus propuestas. Se trata, pues, de respetar al máximo los ecosistemas naturales, sea vía los mismos procedimientos naturales o vía la reproducción de sistemas artificiales paralelos, que el avance científico y tecnológico hacen posibles.

Los arquitectos orientados hacia la ética ecológica comparten con la orientación tecnológica la utilización del método científico objetivo para conocer y analizar el ambiente natural del sitio, el cual visualizan como un ecosistema, procesos naturales que no deben ser alterados, en lo posible, por la acción humana.

El impacto en el medioambiente, por lo tanto, debe evaluarse en todas las escalas, desde la local hasta la global. El objetivo se centra en minimizar dos tipos de impacto, ambos físicos: tanto las emisiones como las extracciones, para no alterar el funcionamiento de los ecosistemas naturales.

La visión ecológica se desarrolla principalmente en contextos rurales o mayoritariamente naturales, donde no existe interferencia humana y los ecosistemas no han sido modificados.

La premisa de no alterar el medio natural en que la obra se incorpora lleva a dos estrategias: tocar mínimamente el sitio, como una posición de observación temporal, o, por el contrario, integrarse físicamente al sitio lo más posible.

2.1 Preservar el ecosistema.

La propuesta proyectual intenta colocar el edificio de tal manera que interrumpa lo menos posible los ecosistemas del lugar.

Forma: la forma del edificio está sólo parcialmente condicionada por los factores naturales, ya que los dispositivos tecnológicos son capaces de adaptarse o colocarse a conveniencia. Cimentación mínima, estructura ligera, columnas que soportan sobre una plataforma el edificio, dejando el suelo "intacto".

Construcción: utilización tanto de tecnologías avanzadas como de técnicas tradicionales activas, combinadas en ocasiones con alguna pasiva. Cristales inteligentes, celdas fotovoltaicas, equipos computarizados para el control automatizado de los elementos tecnológicos.

2.2 Integración al ecosistema.

La respuesta proyectual pretende incorporar el edificio al sitio para convertirse en parte del mismo, para dar continuidad al ecosistema, pero también al paisaje.

El edificio adopta la forma del entorno natural, de la topografía, de la vegetación, buscando el menor contraste físico y visual posible y aprovechando al máximo las características de los materiales naturales.

Construcción: se combinan la utilización de tecnología avanzada con la de materiales naturales. Se utilizan mayoritariamente técnicas pasivas: aislantes e impermeabilizaciones artificiales, bermas de tierra/piedra, vegetación en elementos estructurales, de fachada y techos.

Denominaciones comunes: arquitectura geomórfica, arquitectura verde o arquitectura ecológica.

2.3 Creación de ecosistemas.

La respuesta proyectual pretende incorporar al propio edificio elementos naturales para generar espacios verdes, sobre todo en zonas urbanas ante la escasez de áreas verdes, y crear nuevos paisajes.

Forma: el edificio incorpora elementos naturales, en especial vegetación, como material de fachadas y techos, creando una especie de 'topografía' alternativa.

Construcción: se combinan la utilización de la tecnología avanzada con la utilización de materiales naturales. Se utilizan mayoritariamente técnicas pasivas: aislantes e impermeabilizaciones artificiales, bermas de tierra/piedra, vegetación en elementos estructurales, de fachada y techos.

Denominaciones comunes: arquitectura verde o arquitectura ecológica.

3. El tamiz cultural.

La visión culturalista gira alrededor de una postura antropológica (antropocéntrica) donde todos los procesos, incluso los naturales, pasan por el filtro del ser humano. Existe una interacción entre cultura y naturaleza tanto en lo físico y tangible como en el nivel metafísico e intangible, y la arquitectura es un producto cultural que sintetiza ambos aspectos.

Considera el medio ambiente tanto los procesos naturales del sitio como los procesos sociales que se dan al habitar el sitio. La interacción entre cultura y naturaleza es siempre variable y específica, de acuerdo con factores espaciales y temporales.

3.1 La lógica natural.

La propuesta proyectual coloca el conocimiento detallado de las condiciones naturales del sitio en estrecha relación con la forma tradicional de habitar ese sitio por parte de una sociedad determinada. El conocimiento de las condiciones específicas del sitio resuelve en la arquitectura simultáneamente problemas de confortabilidad climática, disponibilidad de materiales de la región, técnicas constructivas apropiadas para el aprovechamiento de dichos materiales, con formas de organizar el espacio de acuerdo con ritos y costumbres, y expresión y significado del lugar mismo.



Forma: la forma del edificio está condicionada por los factores naturales y sociales del lugar, y se recurre a la lógica adquirida por la tradición para reinterpretarlos en nuevas formas de construir.

Construcción: utilización de la tecnología tradicional, mayoritariamente pasiva, combinada en ocasiones con algún dispositivo activo. Piedra, adobe, madera, combinados con técnicas y materiales avanzados, compatibles con los anteriores: selladores, impermeabilizantes, cristales.

Denominaciones comunes: arquitectura tradicional o arquitectura bioclimática (tradicional).

3.2 La composición naturalista.

La propuesta proyectual se inspira en uno o varios elementos naturales, orgánicos o inorgánicos, que pueden ser tomados del mismo sitio pero también pueden ser referencias descontextualizadas, para conceptualizar la propuesta arquitectónica, sea de manera figurativa o abstracta. Se cuestiona el carácter ambiental de esta postura, por retomar formas y estructuras naturales más que sus procesos y sistemas. Se pueden distinguir dos líneas generales:

3.2.1 La analogía natural.

La propuesta proyectual busca representar un modelo proveniente de la naturaleza, no necesariamente en ese contexto. Las analogías más comunes son la biológica y geológica.

La forma está condicionada por el elemento que intenta representar, aunque las variaciones pueden ir de lo más figurativo a lo más abstracto.

Construcción: se incorporan materiales, sistemas constructivos y dispositivos reconocidos o especificados como ecológicos, de ahorro de energía, etc., para cumplir con el objetivo de bajo impacto. Se combinan la tecnología activa y pasiva.

Denominaciones comunes: bioarquitectura o arquitectura evolucionista.



3.2.2 La composición ecológica.

La propuesta proyectual plantea una conceptualización formal y expresiva bastante libre, condicionada sólo por el compromiso de bajo impacto ambiental y la utilización de material ecológico.

Forma: la orientación, disposición y forma están parcialmente condicionada por los factores naturales, ya que se prevé la incorporación de técnicas avanzadas para mejorar el rendimiento ambiental o reproducir funciones del ecosistema.

Construcción: se incorporan materiales, sistemas constructivos y dispositivos reconocidos o especificados como ecológicos, de ahorro de energía, etc., para cumplir con el objetivo de bajo impacto. Se combinan la tecnología activa y pasiva.

Denominaciones comunes: arquitectura ecológica, minimalismo ecológico.

3.3 El reciclaje.

La propuesta parte de la idea de reutilizar materiales, sistemas constructivos e incluso edificios enteros preexistentes como una forma de minimizar el impacto ambiental al usar elementos ya fabricados. Este es un nuevo argumento para defender la conservación de edificios de carácter histórico, pero también puede referirse a estructuras más contemporáneas o cotidianas, que son desechadas pero cuya vida útil puede prolongarse.

Forma: el proyecto retoma la forma preexistente como punto de partida, pero no está condicionado por ella. Dependiendo del tipo de preexistencia, el proyecto puede derivar en composiciones diversas.

Construcción: se busca aprovechar al máximo los elementos existentes, que ya no implican un nuevo impacto en el ambiente, e incorporar los materiales y dispositivos para adecuar las partes o el edificio a su nueva función.

En contextos urbanos normalmente se trata de edificios preexistentes que se reutilizan, manteniendo buena parte de su fisonomía original. Denominaciones comunes: restauración, rehabilitación o reciclado de arquitectura.

4. La visión integral.

Esta propuesta de conceptualización intenta conjugar las tres anteriores, pero no debe interpretarse como el "ideal" que los conceptos de sostenibilidad intentan modelar, ya que cada problema tiene varias posibilidades de solución y que cada situación espacio-temporal es específica y única, por lo que lo "ideal" no es necesariamente generalizable.

La postura del proyecto es intentar abarcar todo el espectro de variables y tratarlas de manera equilibrada en el edificio: así, los aspectos tecnológicos se incorporan no sólo funcionalmente, sino que adoptan formas o posiciones específicas para reinterpretar una tipología constructiva tradicional pero altamente efectiva en las condiciones naturales del sitio.

Forma: la orientación, disposición, forma y expresión arquitectónica derivan de la interacción de factores tecnológicos con intenciones culturales (estéticas, simbólicas etc.) y condiciones naturales.

Construcción: se incorporan materiales, sistemas constructivos y dispositivos naturales así como de alta tecnología para minimizar el impacto en el medio ambiente local y global. Se combinan tecnología activa y pasiva.

Denominaciones comunes: arquitectura sostenible o arquitectura medioambiental.



**Bibliografía:****Libros:**

Bauer, Michael, Peter Musle y Michael Schwarz. *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*. Berlin, Springer-Verlag, 2010.

Chaves, Carlos y Byron Pinos. *Aplicación de Principios Bioclimáticos para el Diseño Urbano-Arquitectónico*. Cuenca, Noviembre de 1987. (Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca).

Jong-Jin, Kim. *Qualities, Use and Examples of Sustainable Building Materials*. Michigan, EEUU. National Pollution Prevention Center for Higher Education, 1998.

Un Vitrubio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2007.

Cordero, Ximena y Vanessa Guillen, *Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la Ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012. (Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca).

Parra, Andrea y Fernanda Ordoñez. *Centro de Interpretación Ambiental Ucubamba. Aplicación de Principios Bioclimáticos y Paisajísticos*. Cuenca, Marzo de 2012. (Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca).

Publicaciones:

Fuentes, Víctor Armando. "Geometría Solar". *Arquitectura Bioclimática*. Pdf

Larriva, Fernando. "Estudio de impacto ambiental del Condominio Construaustro". Informe.

Luna, Enrique. "Apuntes de Acondicionamiento Acústico". Séptimo ciclo. Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca. Periodo sept – ene 2009.

"Tabla de contenido energético de los materiales". *Tectónica, Energía II* (Madrid), 31. Febrero 2010: 32-33.

Base de datos de la Estación Meteorológica del Aeropuerto Mariscal Lamar de la ciudad de Cuenca.

Base de datos de los Anuarios del departamento PROMAS de la Universidad de Cuenca.

Right-to-Light Analysis. Ecotect 2011 Help. Programa de análisis acústico y climático. Autodesk, 2011.

Internet:

"Absorción acústica de los materiales". Internet. <http://www.farq.edu.uy/joomla/images/stories/acustico/Tablas/Tablas%20de%20Absorcion.pdf>. Acceso: Junio del 2012.

Cedeño, Alberto. "Materiales Bioclimáticos". Internet. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1251/125117499011.pdf>. Acceso: Junio del 2012.

"Confort en el acondicionamiento bioclimático". Internet. <http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6113/02PARTE1.pdf?sequence=4>. Acceso: Abril del 2012.

"Diseño y planificación participativos". Internet. <http://www.slideshare.net/mafca/d-i-s-e-o-p-a-r-t-i-c-i-p-a-t-i-v-o>. Acceso: Abril del 2012.

"Guía de construcción sostenible". Internet. http://www.placc.org/biblioteca/cat_view/49-documentos-y-presentaciones/39-construccion-sostenible.html. Acceso: Junio del 2012.



"La participación en el diseño Urbano y Arquitectónico en la producción social del hábitat". Internet. http://issuu.com/laurate/docs/la_participaci_n_en_el_dise_o_urbano_y_arquitect_n#download. Acceso: Abril del 2012.

"Método SAR de diseño". Internet. cadmonkeys.files.wordpress.com/.../metodo-sar-de-diseno-final.doc. Acceso: Marzo del 2012.

"Precipitación" Internet. <http://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>. Acceso: Junio del 2012.

"Propiedades térmicas de los materiales". Internet. <http://www.miliarium.com/Prontuario/Tablas/Quimica/PropiedadesTermicas.asp>. Acceso: Junio del 2012.

"Propiedades térmicas de los materiales". Internet. <http://termodinamica.us.es/materiales/trans/Leccion3.pdf>. Acceso: Junio del 2012.

"RadiaciónSolar" http://www.construmatica.com/construpedia/Radiaci%C3%B3n_Solar. Acceso: Mayo del 2012.

Soria, Francisco y Ángel Domínguez. "Pautas de diseño para una Arquitectura Sostenible". Internet. <http://ucsgaulavirtual.files.wordpress.com/2008/11/capitulo-1.pdf>. - <http://ucsgaulavirtual.files.wordpress.com/2008/11/capitulo-2.pdf>. - <http://ucsgaulavirtual.files.wordpress.com/2008/11/capitulo-3.pdf>. Acceso: Abril del 2012.





1

2



Programación Arquitectónica

3

4



1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

1.1 Definición de espacios.

Para aportar al concepto de sustentabilidad es necesario poner en práctica el concepto de “Ciudad Compacta”, en el cual la ciudad se convierte en una configuración de barrios auto-suficientes, con desarrollos de alta densidad, que se comunican entre sí por el transporte público para reducir la dependencia del vehículo. En esta ciudad compacta el trabajo, vivienda, educación, cultura y lugares de esparcimiento están disponibles para todos. El viejo principio de zonificación de la ciudad por el tipo de uso es ahora obsoleto y es reemplazado por el uso mixto, donde el trabajo, vivienda y esparcimiento están tan cerca como sea posible.

Por ello lo óptimo sería proponer un edificio de uso mixto, de trabajo y vivienda, donde se busca que la gente que vive en el mismo también trabaje en el al brindarles mayor oportunidad y beneficio a los usuarios que viven en el edificio para la adquisición de un área de trabajo. Pero dado que el tamaño del sitio es reducido y la ordenanza no permite construir mas de 6 pisos, no se puede hacer un desarrollo que tenga esta característica, dejando casi en totalidad con uso de vivienda, con locales comerciales y pequeños estudios en planta baja que sirven tanto para vivienda como para trabajo.

De acuerdo a la investigación de la demanda de vivienda en altura en nuestro medio y a nivel internacional se ha determinado dotar al edificio de departamentos de dos dormitorios en la mayoría de porcentaje de área de vivienda, y de uno y tres dormitorios en una minoría de porcentaje de esta área.

Para fortalecer la característica de sustentabilidad, es necesaria la permeabilidad de los espacios en general, que les permita adaptarse y acomodarse a distintas necesidades que se puedan presentar en un futuro.

Los espacios se clasifican de la siguiente manera.

Zona Pública:

- Plaza
- Recepción:
 - Sala - Cafetería - Biblioteca
 - Guardianía
 - Bodega
- Sala Comunal:
 - SSHH (discapacitados)
 - Bodega
- Bodega de Bicicletas
- Vestíbulos
- Sala y Área Verde en cubierta.

Zona de Vivienda.

- Zona Social:
 - Sala
 - Comedor
 - Terraza
- Zona de Servicio:
 - Cocina
 - Lavandería
 - Baño social
- Zona de Descanso:
 - Dormitorios
 - Baños

Zona de Servicio.

- Parqueaderos en subsuelos
- Bodegas en subsuelos



- Cisternas:
 - Agua Potable
 - Agua lluvia reciclada
 - Protección contra incendios
- Cuartos de máquinas:
 - Bombas
 - Calderos
 - Generador

1.2 Definición de condiciones ambientales.

Temperatura:

- La temperatura ambiente debería proporcionar confort térmico a los ocupantes, en un rango óptimo de 22° y 25°C.
- La temperatura óptima alcanzarse a la altura de la rodilla, a 0,5m del suelo.
- La temperatura radiante media debería ser 3°C. inferior a la temperatura del aire interior que se considera óptima.
- La humedad interior tiene como valor mínimo un 30% y como máximo un 70%. Humedades menores al 30% traen un aire muy seco, lo que causa sequedad en las mucosas respiratorias y en los ojos. Humedades superiores al 70% pueden traer moho por la condensación.
- Se deben también evitar corrientes de aire que superen los 0.35m/s para mantener el confort dentro del local.
- Los mecanismos de control solar, como persianas venecianas, contraventanas, pantallas, deflectores y vidrios fotocromáticos, termocromáticos o electrocromáticos, pueden utilizarse para controlar la incidencia de la radiación solar.
- Los muros exteriores pintados de colores claros reflejan la radiación solar, los oscuros absorben la radiación.
- Se puede utilizar vegetación o depósitos de agua para reducir las temperaturas de los muros y cubiertas en condiciones de calor.
- En climas cálidos, los edificios deberían estar orientados de manera que aprovechen los vientos dominantes en verano, en nuestro caso la ventilación tiene que ser controlada para no

causar pérdidas de temperatura.

- La ventilación natural nocturna es eficaz para reducir la temperatura del aire en las épocas de calor.
- Una proporción media el 30% entre la superficie de las ventanas y la de los muros es un buen punto de partida para el proyecto, pero debería ajustarse teniendo en cuenta el clima, la orientación y el uso del edificio.

Iluminación:

El objetivo de una buena iluminación debería ser proporcionar una luz adecuada tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. En cualquier clima, es necesario encontrar un equilibrio entre los requisitos de luz natural y los del confort térmico.

- Una buena orientación y una distancia correcta entre edificios favorecen la incidencia de luz natural.
- La proporción de superficie acristalada y la disposición de las ventanas deberían garantizar una iluminación natural adecuada en el interior de los edificios.
- Para garantizar una distribución adecuada de luz natural, sería deseable poder ver algo de cielo desde la mayoría de las zonas de un espacio.
- El espectro de luz artificial que se utilice durante el día debería ser similar al de la luz natural.
- Tanto la iluminación natural como la artificial deberían cumplir ciertos requisitos fisiológicos y de salud intensidad optima, similar luminosidad, protección contra el deslumbramiento, ausencia de sombras y contraste adecuado.
- Siempre que sea posible, los espacios deberían disponer de ventanas o lucernarios que permitan que los ocupantes mantengan cierto contacto visual con el exterior.

Ventilación:

Cada vez se reconoce más la importancia de una ventilación adecuada para mantener la calidad del aire interior. Esto se debe, al menos en parte, a la tendencia actual a reducir los niveles de ventilación como



resultado de cambios en los estilos y técnicas de construcción, y de las medidas deliberadas para reducir la pérdida de calor.

- El caudal de ventilación debería ajustarse a los estándares de calidad del aire y a las recomendaciones sanitarias (media: 25 m³ por persona y por hora en oficinas).
- Las filtraciones de aire pueden, por si solas, proporcionar un nivel adecuado de renovación de aire. Sin embargo, todos los edificios deberían tener mecanismos adicionales de ventilación controlada, eficaces y fáciles de usar.
- La zona practicable de las ventanas debería llegar hasta cerca de los techos, para permitir la salida del aire caliente que se acumula en la parte superior de los espacios.
- Las ventanas deberían incorporar posibilidades de "microapertura" para ventilación, como las ventanas oscilobatientes.
- Las ventanas deberían permitir una ventilación fácil y controlable.
- Las entradas y salidas de aire de los sistemas mecánicos deberían estar situadas de forma que no causasen molestias acústicas a las propiedades cercanas.
- Si resulta inevitable la instalación de aire acondicionado, debería estar diseñado para facilitar los trabajos periódicos de limpieza y mantenimiento.

Acústica:

Muchas actividades humanas, como, por ejemplo, trabajos intelectuales que requieren concentración, conversar, escuchar música o dormir, exigen niveles de ruido controlados y/o intimidad acústica.

- Los edificios pueden protegerse del ruido exterior con una buena orientación y utilizando barreras acústicas como muros, bermas o vegetación.
- Las actividades y los equipos que generen ruido dentro del edificio deben situarse lo más lejos posible, en lugares no ocupados.
- Los espacios que comparten muros y suelos deberían estar

dedicados a usos similares.

- La mejor forma de reducir la transmisión del sonido es aumentar la masa de los elementos estructurales del edificio, algo especialmente eficaz para ruidos de baja frecuencia.
- La transmisión de sonidos por el aire se reduce eliminando las rendijas del cerramiento exterior y de las divisiones interiores.
- Los vanos de las ventanas son una de las principales causas de la infiltración de ruido. Dependiendo del entorno, pueden estar selladas o incorporar vidrios aislantes, como el laminado. Las rejillas de ventilación deberían estar provistas de deflectores acústicos.
- Colocar capas de material elástico bajo los suelos flotantes y falsos techos reduce la transmisión del ruido de impacto entre los edificios de viviendas.
- Para reducir la transmisión de ruido en oficinas, deben incorporarse deflectores acústicos de alto rendimiento, que reflejan el sonido de nuevo hacia el espacio.
- Las tuberías de desagüe no deberían pasar cerca de salas de estar o dormitorios.
- Los motores de los ascensores o de cualquier otra maquinaria deberían colocarse sobre soportes elásticos.
- Los ventiladores deberían ser lo más grandes posibles para poder funcionar a la velocidad mínima.
- Siempre que sea posible, es conveniente evitar los pavimentos y otras superficies duras, de esta forma se reduce el efecto del sonido reflejado. Utilización de zonas de césped y vegetación, que son absorbentes acústicos.

1.3 Relación de los espacios.

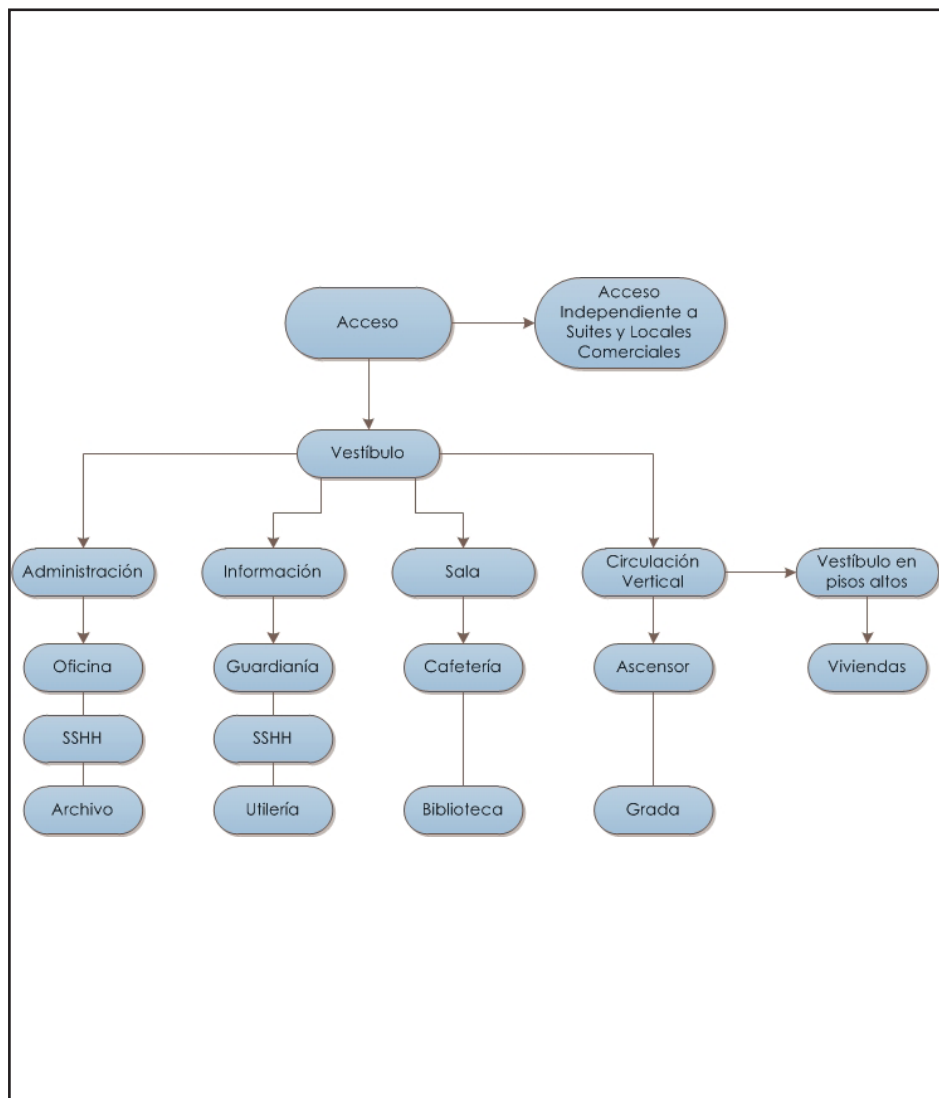


Gráfico 3.1

Diagrama de funcionamiento general

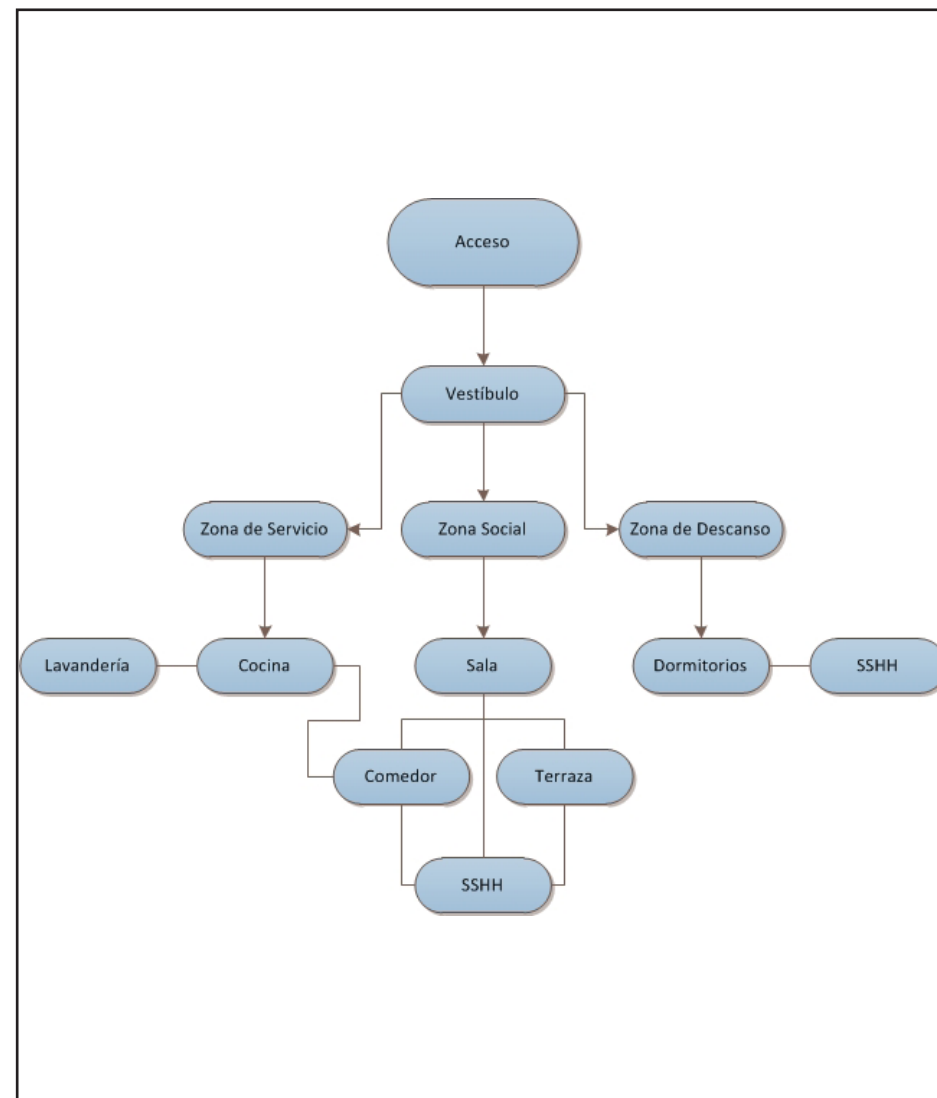


Gráfico 3.2

Diagrama de funcionamiento en la vivienda



1.4 Dimensionamiento.

El dimensionamiento de los espacios esta dado en base al tamaño del mobiliario estándar y dimensiones de circulación para el número de personas que se requiera dentro de un espacio, la mínima es 60cm.

Como áreas mínimas con calidad espacial están (dimensiones en metros lineales):

Sala:	4 x 3
Comedor:	3.5 x 3
Cocina:	3 x 1.5
Dormitorio de Padres:	2.7 x 3.5
Dormitorio de Hijos:	2.7 x 3.3
Baños:	1.5 x 1.2

2. ESPECIFICACIONES FORMALES

Tomando como base teórica el estudio realizado en el capítulo anterior de las diferentes estrategias de diseño para el proyecto sustentable, he tomado como la más adecuada a la estrategia de Lógica Natural dentro de un Tamiz Cultural, que por sus características de aplicación de análisis de las condiciones naturales y de la relación con las formas tradicionales del contexto, vincula al proyecto de manera más estrecha con el sitio, con la cultura, la sociedad y la economía.

Mediante esta estrategia se da en primer lugar preferencia para que las condiciones naturales den forma al proyecto, seguido de dar la importancia necesaria a los espacios característicos de la cultura, como son las terrazas y balcones, los patios, los huertos y las plazas, lugares en los que se promueve la interacción social y el desarrollo de una comunidad más unida. Y finalmente adaptar al proyecto a la economía de nuestra sociedad mediante el uso de materiales del medio.

Con estos criterios se procederá a la planificación del proyecto.



3. ESPECIFICACIONES TECNOLÓGICAS

Siguiendo el concepto de Bioclimatismo y Sustentabilidad, los materiales tienen que pasar por un proceso de selección a través de las consideraciones ya estudiadas, el ciclo de vida, sus características, el rendimiento, el costo y la disponibilidad.

Después de analizar los materiales locales y tradicionales, es importante darles prioridad debido a las siguientes razones:

- Proceden de fuentes renovables y abundantes, como son la tierra y la madera. Una observación que se hace en este punto es que el consumo de madera tiene que ser de fuentes acreditadas que certifiquen que el producto viene de bosques manejados de manera sustentable.
- Aunque la producción de materiales tradicionales en la mayoría de los casos no es tecnificada y consiente del manejo y reciclaje de desechos, utiliza materia bruta natural propia del medio, lo que reduce las distancias del transporte y la contaminación que proviene de los vehículos, además favorece a la economía y el comercio local.
- Su extracción requiere poca energía.
- Son materiales duraderos, que en el caso de requerir, pueden ser reutilizados o reciclados en nuevos materiales.
- Al ser materiales naturales, son poco contaminantes y biodegradables, que al desecharse, se descompondrán naturalmente y volverán a la tierra.
- Representan a la cultura del medio.

4. ESPECIFICACIONES SUSTENTABLES

4.1 Utilizar fuentes renovables de energía.

Las fuentes de energía renovables pueden integrarse al proyecto de la mayoría de los edificios nuevos o existentes, lo que conlleva una reducción del consumo de combustibles fósiles para calefacción y refrigeración y, a su vez, supone reducir el impacto ambiental de los edificios y ayudar a disminuir las emisiones de CO₂.

- Minimizar la demanda de energía para calefacción, refrigeración e iluminación mediante la utilización de sistemas y tecnologías solares pasivos (atrios, invernaderos, muros Trombe, chimeneas solares, cubiertas y muros ventilados, iluminación natural, etc.).
- Utilizar sistemas y colectores solares para calentar el aire y proporcionar tasas adecuadas de ventilación del interior.
- Utilizar sistemas y colectores solares para calentar el agua para necesidades higiénicas básicas y para la calefacción de espacios a baja temperatura.
- Integrar módulos y células fotovoltaicas de tamaño y potencia punta adecuados en las cubiertas y fachadas orientadas correctamente para producir electricidad y gestionar la carga.
- Integrar calderas de biomasa (astillas de madera, etc.) que incorporen filtros electrostáticos para reducir las emisiones.

4.2 Especificar sistemas y electrodomésticos de bajo consumo energético.

Para poder aplicar con éxito las nuevas tecnologías de ahorro energético es necesario colaborar con los proveedores de energía desde la fase de proyecto, que debería incorporar soluciones energéticamente eficientes para el edificio y la zona. Esto podría conseguirse si se integran correctamente las distintas tecnologías y conceptos de proyecto desde sus primeras fases.



- Utilizar energía fuera de las horas pico de consumo siempre que sea posible, aprovechando las propiedades térmicas del edificio y las tecnologías adecuadas.
- Las instalaciones deberían incorporar sistemas de gestión de carga con mecanismos de control que optimicen las tarifas eléctricas.
- Los sistemas de calefacción y refrigeración deberían incorporar sistemas de control integrado. (BEMS).
- La iluminación artificial debería utilizar lámparas y balastos de alta eficiencia y sistemas de control automáticos.
- Los sistemas radiantes que permiten la división en zonas independientes reducen el consumo de energía de espacios grandes cuando la ocupación es baja.
- Los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración a baja temperatura pueden integrarse con energías renovables o energía residual producida por el equipamiento técnico.
- Los equipos de aire deberían incorporar sistemas de intercambio y bombas de recuperación de calor.

4.3 Provisión de agua potable.

Los aspectos cualitativos del abastecimiento de agua también son importantes. El agua podría estar contaminada por productos tóxicos, lo que haría que no fuera potable. En este sentido, las medidas de control son de vital importancia para salud pública y para la salud del medio ambiente.

- Las tuberías de suministro de agua deberían estar protegidas contra la contaminación procedente de bacterias o productos químicos perjudiciales del terreno.
- Los depósitos de agua, tanto exteriores como interiores. Deberían estar siempre tapados para evitar la aparición de algas debido a la exposición solar, para prevenir la entrada de roedores y para facilitar su limpieza con regularidad.
- Los materiales utilizados en las instalaciones de agua no debería constituir una fuente de contaminación bacterial o química que pueda afectar al suministro.

4.4 Fomentar la conservación y reutilización del agua.

- Instalación de contadores para facilitar la medición y el control del consumo de agua.
- Utilización de sanitarios y otros electrodomésticos con dispositivos de ahorro de agua.
- El principio de utilización de las aguas grises debería establecerse en la fase de proyecto. La separación de las aguas grises y fecales ofrece la posibilidad de reutilización de las primeras, una vez tratadas in situ, para irrigación y otros usos.
- Las zonas ajardinadas que requieran riego mínimo.
- La planificación del emplazamiento y el proyecto del edificio deberían incorporar medidas para la recogida y el almacenamiento de aguas pluviales para su uso en el exterior y en jardinería.

4.5 Establecer medidas sanitarias para evacuar las aguas residuales y de escurrimiento.

La evacuación adecuada del agua contribuye a mejorar la salud y el medio ambiente. Si el drenaje de las aguas superficiales no es adecuado, pueden producirse inundaciones periódicas de carreteras, pozos y viviendas, que suponen un riesgo para la salud y el medio ambiente.

- El proyecto y la construcción de los sistemas de drenaje debería respetar los principios de salubridad. Debe asegurar que los drenajes de pluviales en superficie no se filtren al suelo y contaminen el suministro.
- Especificar preferentemente tuberías cerradas o protegidas, con puntos de registro para su mantenimiento. Comprobación regularmente de las canalizaciones abiertas para que no se atasquen.
- El registro a la instalación de fontanería debería ser fácil y rápido para procurar su mantenimiento y evitar la contrapresión que pueda contaminar el suministro de agua.
- Los materiales para los sistemas de fontanería deberían seleccionarse por su resistencia, durabilidad y capacidad de resistencia a la acción corrosiva de los residuos.



La mayor parte de los espacios urbanizados eliminan las aguas pluviales de escorrentía canalizándolas hacia las redes de saneamiento. Cuando hay fuertes lluvias, las alcantarillas acostumbran a desbordarse y, mezclada con las aguas fecales, el agua llega hasta los cursos naturales de agua. Un sistema ecológico de drenaje imita a la naturaleza, elimina la necesidad de tratamiento del agua de escorrentía y es mucho menos costoso. Es importante aprovechar el drenaje natural del solar y minimizar la extensión de las superficies impermeables de las zonas pavimentadas o de aparcamiento. Esto reduce la velocidad de escorrentía y de este modo, causa menor daño a los terrenos y corrientes de agua colindantes y reduce la presión sobre el sistema de alcantarillado.

4.6 Fomentar la reducción, clasificación, almacenamiento, recogida y eliminación de los residuos.

Un proyecto cuidado y una buena gestión pueden reducir los residuos de la obra. Una vez ocupado el edificio, es importante que cuente con las instalaciones para almacenamiento, recogida y eliminación de los residuos. Los métodos de eliminación dependen en gran medida de la existencia de lugares adecuados, del coste del transporte, de factores socioeconómicos y de las condiciones locales.

- Proyectar con medidas estándar para reducir cortes de piezas en obra y exigir al contratista que reutilice los recortes siempre que sea posible.
- Aplicar los requisitos de manipulación, almacenamiento y protección de los materiales.
- Exigir a los contratistas que calculen meticulosamente el material necesario antes de realizar un pedido.
- Especificar la separación, almacenamiento y recogida o reutilización de materiales reciclables, incluyendo embalajes.
- Las instalaciones para manipular residuos deberían proporcionar espacio suficiente para el tratamiento in situ; deben ser cómodas tanto para el usuario como para el servicio de recogida, y los niveles de higiene, sanidad y servicio se cuidarán especialmente.
- Proporcionar espacios para contenedores individuales en cada

vivienda de una urbanización.

- Establecer los recorridos hasta los contenedores para los servicios de recogida de los residuos sin que sea necesario atravesar ninguna parte del edificio.
- Considerar las instalaciones para el almacenamiento de residuos como una parte integrante del edificio.





Bibliografía:

Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*. Oxon, Reino Unido. Taylor & Francis, 2006.

Un Vitrubio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2007.



1

2



3

4



ESQUEMAS DE FUNCIONAMIENTO

En el diseño bioclimático es de vital importancia el estudio del sol, por ello es imprescindible el estudio de la carta solar para la disposición de los espacios, de sistemas de aprovechamiento solar, de aberturas, de sistemas de control solar, según las necesidades de soleamiento.

En base al análisis antes dicho y de los demás factores que actúan en el sitio, tomando como referencia las recomendaciones que da la tabla de Mahoney en función del clima se han tomado las siguientes decisiones.

Implantación y forma.

Debido a la forma irregular del terreno y a su tamaño limitado, es necesario plantear un bloque que siga la forma del mismo, que resulta ser de forma triangular, para sacar el mayor provecho de su área. Resultan entonces tres caras, una orientada al noreste, con una inclinación de 23° en sentido horario con respecto al norte y que se la he denominado cara este, otra orientada al sureste, con una inclinación de 136° que se la denomina cara sur, y finalmente una cara orientada al oeste, con una inclinación de 94° , lo que resulta en un bloque compacto que tiene como resultante una orientación favorable Este-Oeste (eje largo Norte – Sur).

En la orientación que resulta el bloque propuesto, la cubierta obviamente es la que tiene el mayor grado de incidencia de radiación, el lado sur es la cara vertical que más incidencia tiene seguida de la cara oeste y por último la cara este. Tomando en cuenta que la dirección predominante del viento viene del Noreste, se da la ventaja de poder ventilar en barlovento el bloque a través de la cara este que es también la que menos recibe radiación, encontrando un equilibrio para el diseño bioclimático, y aprovechar el calor que se recibe en las otras dos caras para usarlo en el acondicionamiento térmico de los espacios interiores.

Un factor importante que hay que tener presente es de las sombras proyectadas por las edificaciones vecinas o por la misma edificación, como son las que se pueden proyectar por aleros o protecciones contra la lluvia de las diferentes aberturas, que pueden evitar que las superficies

reciban la radiación necesaria, lo que hace que en algunos casos superficies captoras de calor sean más bien superficies de pérdida de calor.

En este caso, las sombras de mayor importancia son proyectadas por la edificación vecina que se encuentra al oeste, la cual proyecta sombras que por las tardes afectan la parte norte de la cara oeste del proyecto.

Ambientes Interiores.

Es importante considerar el tipo de actividad y las horas de ocupación de cada espacio, de manera que se integren racionalmente las necesidades de iluminación natural con las de temperaturas adecuadas, para lograr así una mejor utilización en cada momento del día. Por ello en latitudes septentrionales y australes la distribución de espacios en un edificio se hace mayormente a lo largo de la fachada soleada, y en la latitud en la que se encuentra nuestra ciudad, lo correcto es que los espacios sean distribuidos según la necesidad de sol de la mañana o de la tarde, en función de iluminación y confort térmico. Así, las actividades con mayores requerimientos de iluminación deberían ubicarse en la periferia de la edificación, donde el acceso a la luz natural será mayor (cocina, oficinas, sala, etc.). Las actividades con menor demanda de iluminación natural (pasillos, depósitos, baños, clóset, etc.) pueden ser localizadas en el interior. Por confort térmico, los espacios de uso nocturno deben estar ubicados hacia el oeste para recibir el sol por las tardes y poder transmitir dicho calor al espacio requerido en el tiempo requerido.

Envolvente.

Las fachadas con menos soleamiento deben tener materiales de baja conductividad térmica o tener aislantes térmicos para evitar que el calor captado en la edificación se pierda por estas superficies y las superficies con mayor soleamiento deben ser de materiales de alta inercia térmica (capacidad de la masa de conservar la energía térmica recibida y liberarla progresivamente), que permitan transmitir el calor hacia el



interior con mayor estabilidad térmica, por lo que se ha escogido un cerramiento de 30cm con cámara de aire que media entre estas dos características, el cual será detallado más adelante.

Para las aberturas se tiene que estudiar que tengan el tamaño adecuado, que permitan una ventilación eficiente y permitan dar paso a la cantidad de luz según las necesidades del espacio evitando los deslumbramientos. Las mayores pérdidas de calor se dan a través de las ventanas, por lo que es importante que se utilice ventanas y carpinterías aislantes especialmente en las zonas donde se necesita mantener el calor.

La fachada sur es la que más aberturas tiene por la razón de que tiene el mayor grado de insolación y porque además tiene la agradable vista hacia el río, le sigue la fachada oeste y luego la este, de acuerdo con el grado de insolación de cada una y así evitar pérdidas de calor a través de aberturas innecesarias.

Parámetros Bioclimáticos.

Al tener el mayor grado de incidencia solar en la cubierta, se aprovecha para la instalación de paneles solares fotovoltaicos que contribuirán a la cogeneración de energía en la edificación, y para la instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento de agua.

Al mismo tiempo el piso de la cubierta será una cubierta verde semi-extensiva, cuya función principal es la de devolver a la naturaleza una parte del espacio verde que el área de la implantación de la edificación está ocupando y así disminuir el impacto ambiental de dicha implantación, al mismo tiempo que sirve como aislante para los ambientes interiores del calor excesivo que la radiación incidente provoca en ella. Las áreas verdes tanto en cubierta, terrazas y plaza contribuyen a disminuir el efecto isla de calor de las ciudades al reducir las superficies duras en el sitio, que absorben la energía para luego liberar al ambiente.

Conociendo la dirección del viento y la radiación incidente en las diferentes caras del bloque, se propone crear un canal bioclimático a través del edificio en dirección este - oeste que sirva como conducto de ventilación para renovar constantemente el aire interior de cada

departamento, que funcione como un invernadero que caliente el edificio desde el interior del mismo, y que ilumine el corredor interior. Es así que el canal bioclimático responde a las necesidades de mejorar la calidad de aire interior, de mejorar el confort térmico dentro del edificio y también de mejorar las condiciones lumínicas interiores.

Se plantea también reciclar el agua lluvia para su uso en jardinería y limpieza aprovechando la cubierta verde y los espacios verdes en planta baja que actúan como filtros naturales previos al paso por el filtro propio de la instalación antes de su almacenaje en cisterna.

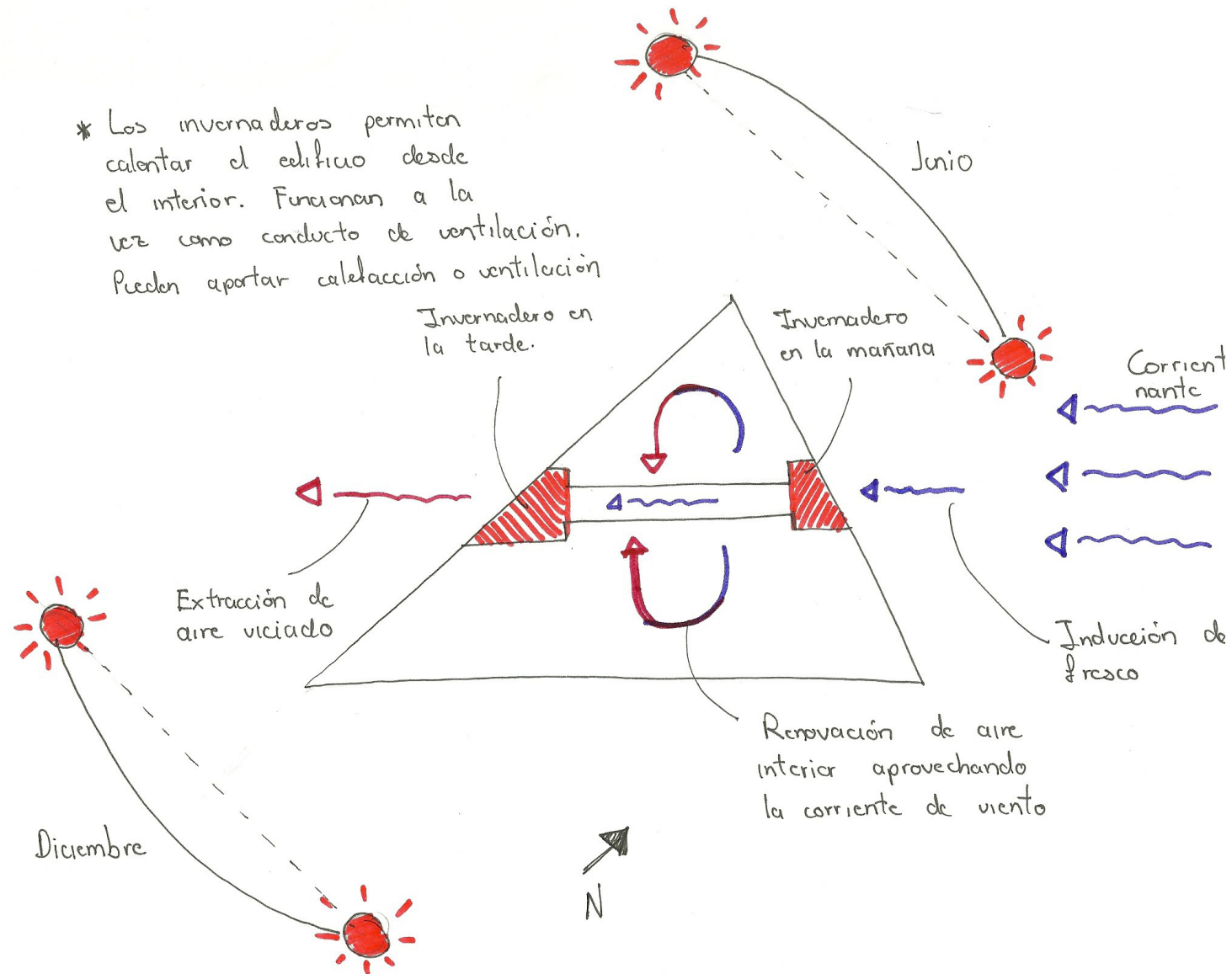


Gráfico 4.1

Esquema de funcionamiento en planta

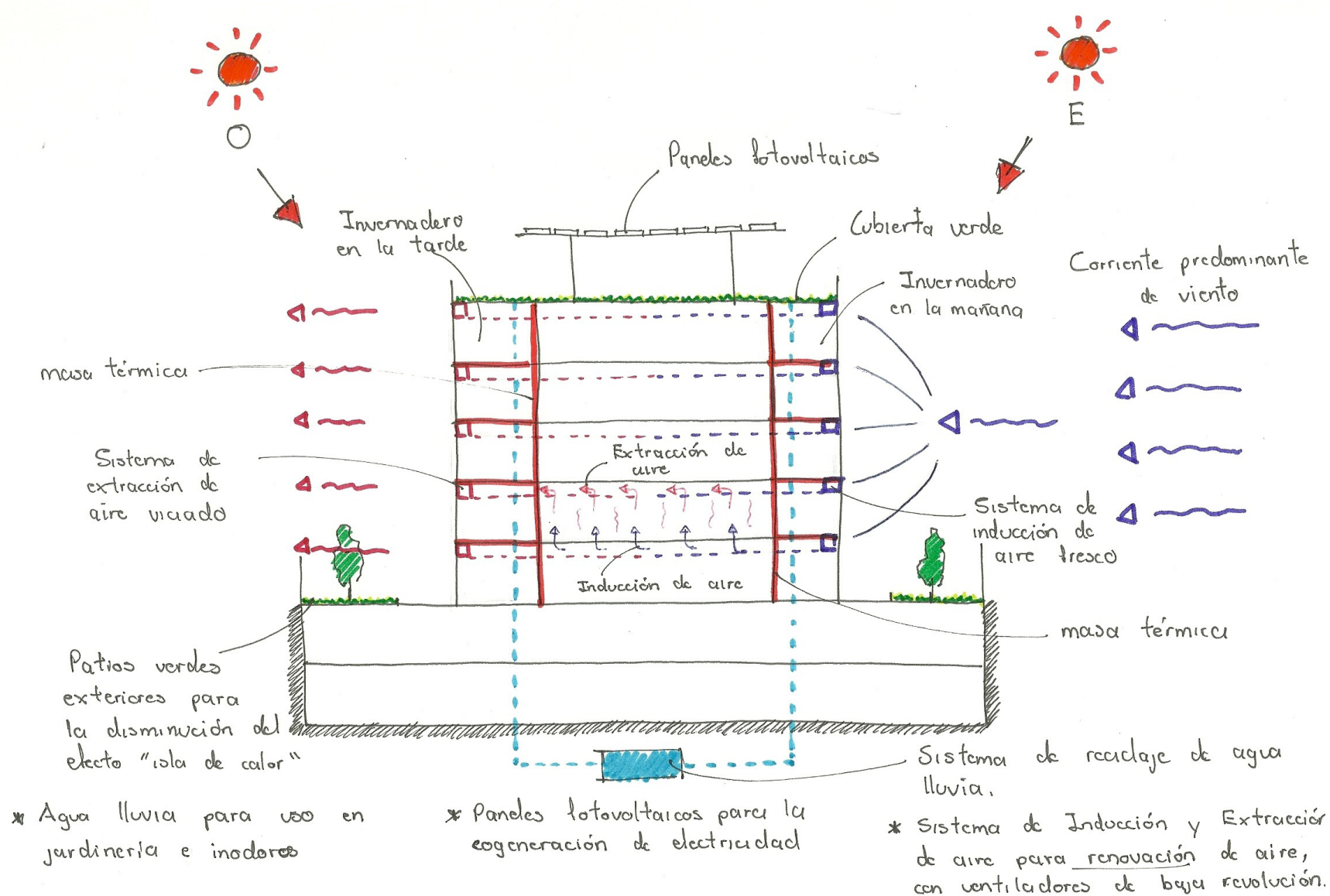


Gráfico 4.2

Esquema de funcionamiento en sección

ZONIFICACIÓN

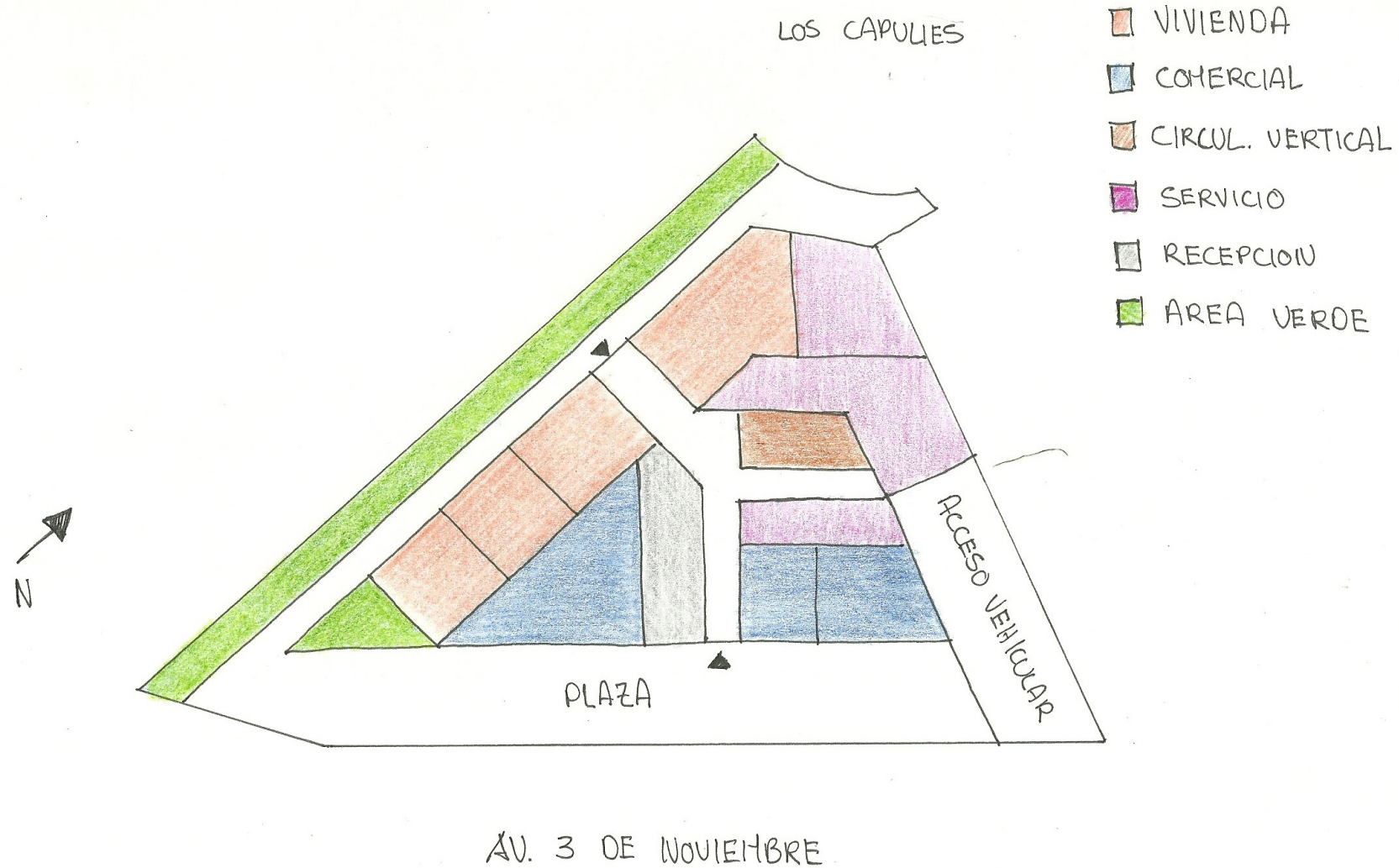


Gráfico 4.3

Zonificación en planta baja

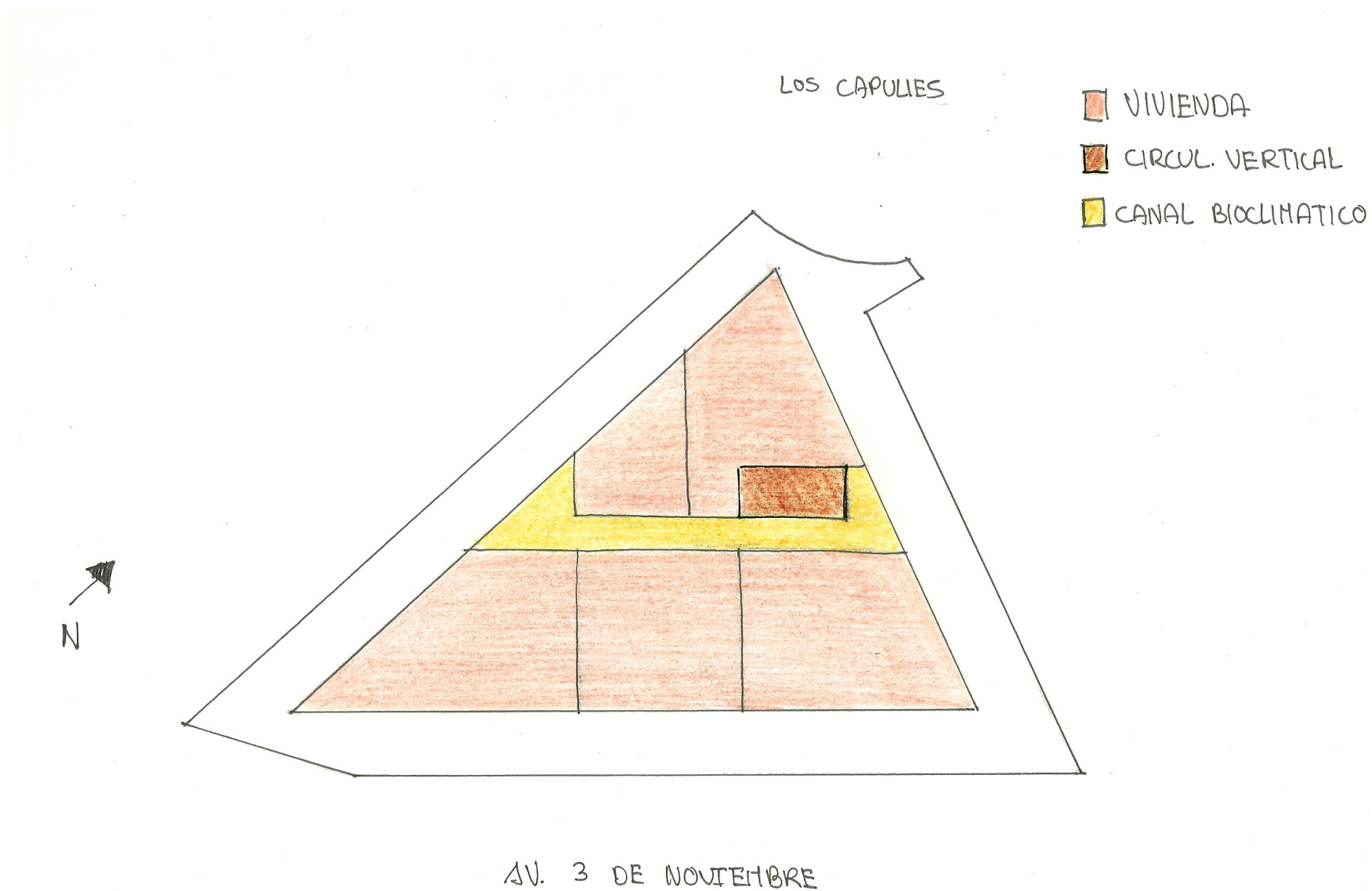


Gráfico 4.4

Zonificación en planta tipo

ANTEPROYECTO

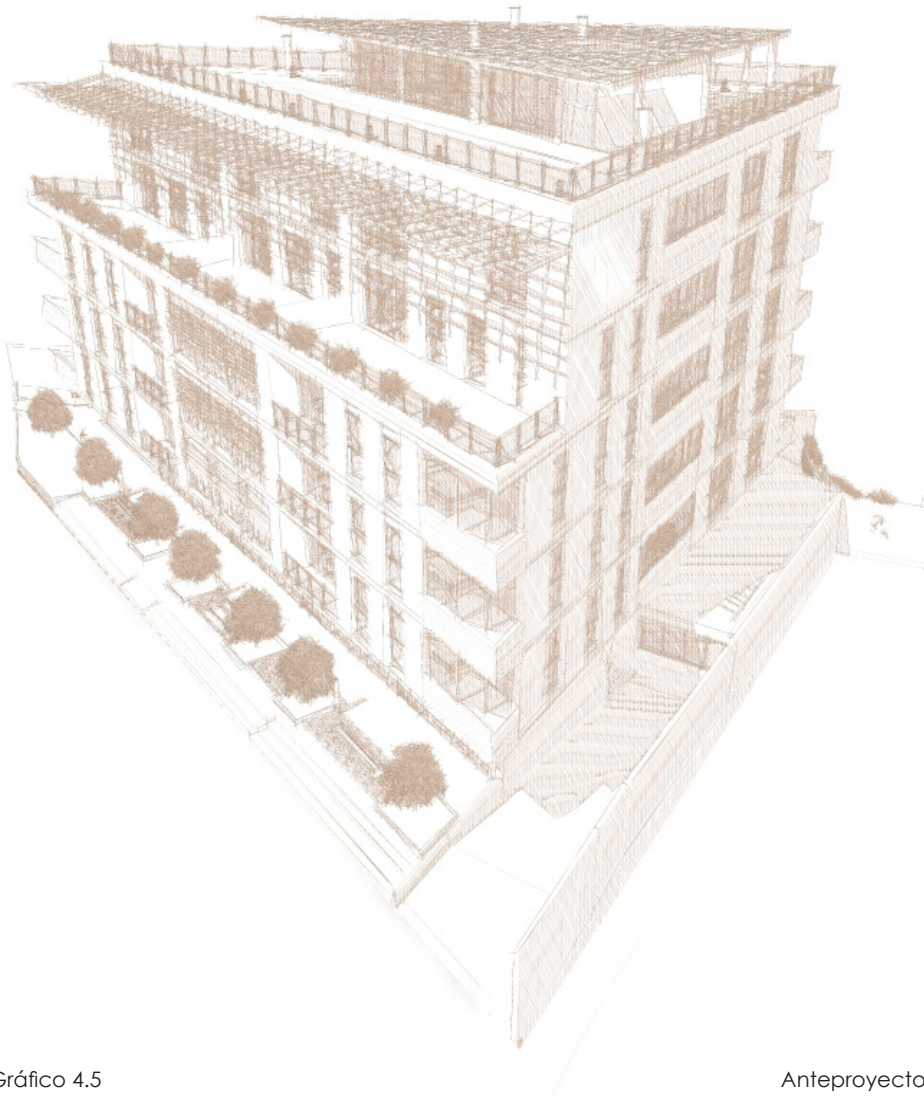


Gráfico 4.5

Anteproyecto

Planta Baja.

Dado que el terreno tiene dos frentes, se buscó conectarlos mediante un pasaje que funciona como un cordón verde que da al proyecto la sensación de tener más aire y libertad al evitar que se adose a los sitios contiguos toda la planta baja, como la ordenanza permite y se hace normalmente en los proyectos de la ciudad. El frente sur, en la Av. Tres de Noviembre, ofrece el acceso principal y acceso vehicular a los subsuelos, mientras que el frente norte, en la cuchara de la calle Los Capulíes, ofrece un acceso más peatonal, privado y tranquilo.

En este pasaje se encuentra la zona de estudios, suites y bodega de bicicletas, que tienen así un acceso independiente, y también un acceso secundario al edificio que permite entrar al mismo cuando uno viene por el frente norte. En el frente sur están los locales comerciales u oficinas, que al dar a la calle más transitada, tienen la posibilidad de que la gente los vea con más facilidad.

Al entrar por el acceso principal esta una cafetería-biblioteca como recepción que busca fomentar un aspecto social de la sustentabilidad, que es mejorar las relaciones de las personas que viven en el edificio para formar una sociedad con lazos más estrechos y fuertes, a la vez que funciona como una sala de recepción mucho más cómoda para los invitados que están en espera.

Junto al núcleo de circulación vertical se encuentra la sala de condueños, que cuenta con dos baños aptos para discapacitados y bodega con espacio suficiente de almacenamiento.

El núcleo de circulación vertical antes mencionado consta de una grada en caja a prueba de incendios y de un ascensor de funcionamiento de alta eficacia, sin engranajes, el cual consume una fracción de la energía que consume un ascensor convencional y que tiene también la ventaja de necesitar mucho menos espacio para el cuarto de máquinas. En este mismo núcleo están los ductos de agua, gas, eléctrico y teléfono.

Plantas Altas.

El vestíbulo en cada piso es el canal bioclimático del mismo. Los jardines secos al este y al oeste funcionan como un solo invernadero. Tienen el piso recubierto por una capa de grava, material que es buen acumulador, por su alta densidad y baja conductividad térmica, y paredes de 30cm de espesor de ladrillo artesanal, que con soleamiento en la mañana y en

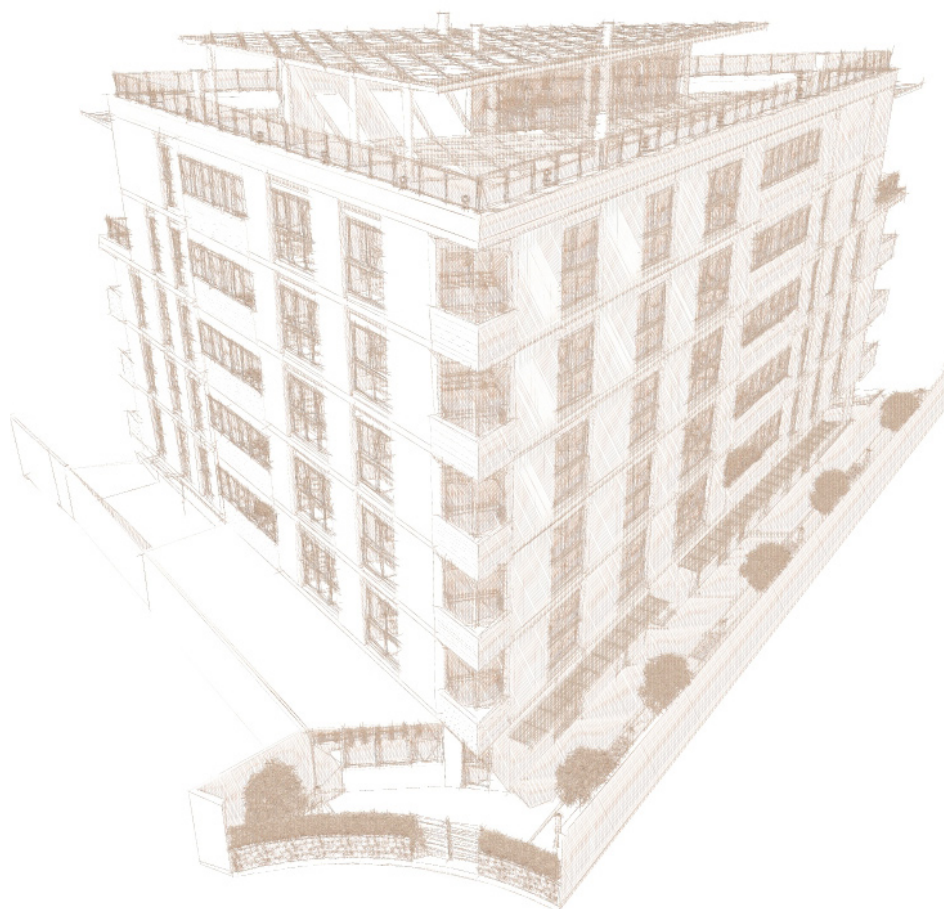


Gráfico 4.6

Anteproyecto

la tarde, forman una sola masa térmica que calienta el edificio desde el interior. El canal también contribuye a mejorar la ventilación e iluminación, como se explicó anteriormente en los esquemas de funcionamiento.

El pasillo en cada piso da acceso a 5 departamentos por planta, de 1, 2 y 3 dormitorios, a diferencia del 4 piso alto, donde se encuentran 3 departamentos dúplex con terraza y jardines cada uno, un departamento de 2 dormitorios y un departamento de 1 dormitorio.

La forma del bloque da como resultado viviendas no pasantes, por ello lo primordial es ubicar los espacios en base a las necesidades de luz y ventilación y luego por necesidades de calor. Según esta consideración se ubican los dormitorios, zonas sociales y cocina en los límites periféricos de cada departamento, dejando los baños, lavanderías, gradas y pasillos como espacios secundarios que pueden estar al interior. En cuanto al confort térmico se aprovecha la masa térmica de todo el edificio y el aislamiento para obtener las temperaturas deseadas en cada espacio.

En la terraza, o piso 6, se encuentra la cubierta verde semi-extensiva con una sala comunal que permite disfrutar de un espacio cubierto rodeado de jardines. Esta área semi - pública va a contribuir al encuentro y al diálogo entre los usuarios del edificio, cumpliendo con una característica importante de la sustentabilidad que es el fomentar las relaciones sociales y crear una sociedad de lazos mas estrechos.

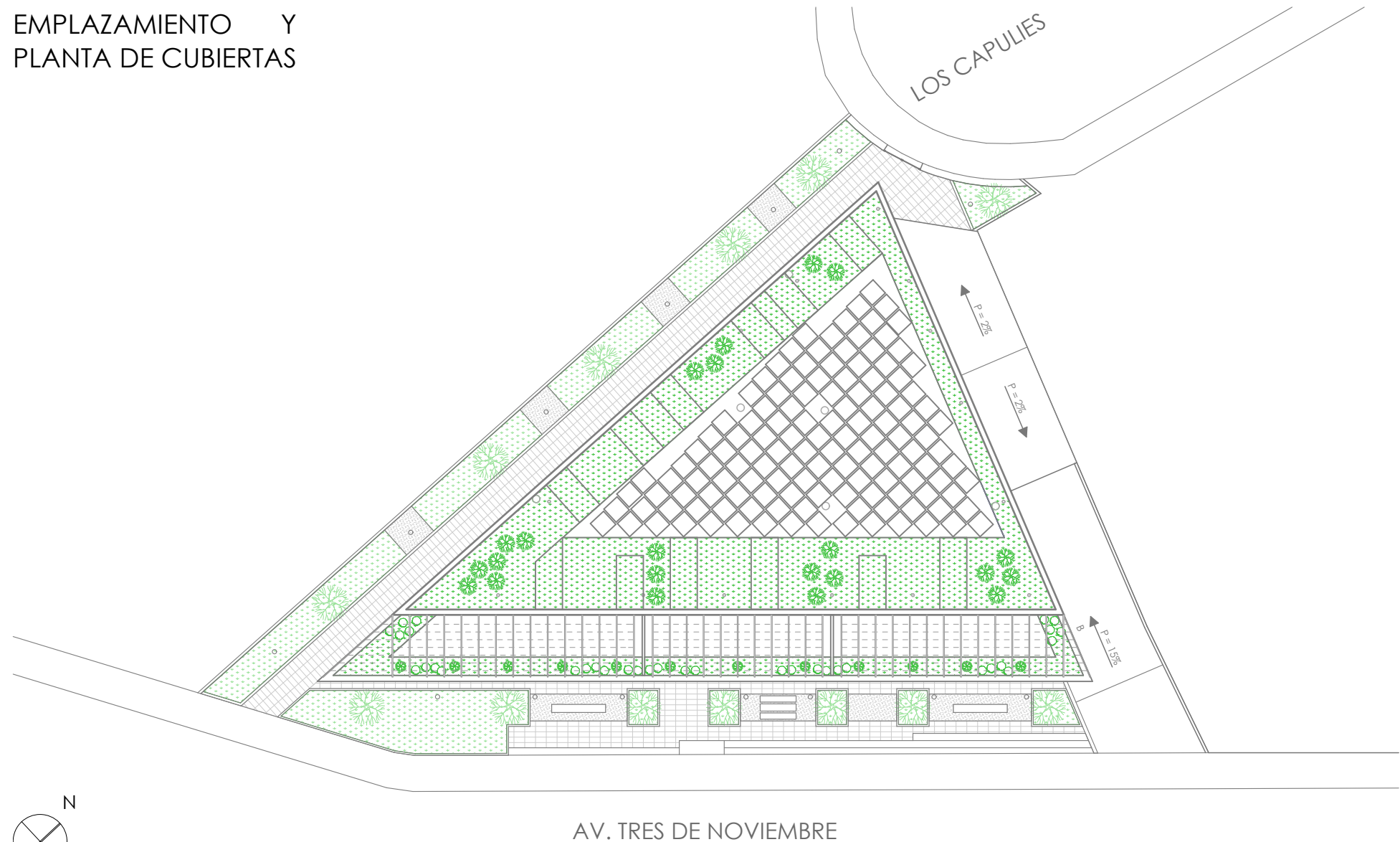
Sobre la sala comunal están instalados los paneles fotovoltaicos que servirán para la cogeneración de energía, a la vez que funcionan como elementos de control solar en el espacio cubierto.

Subsuelos.

En el primer subsuelo se encuentran 17 parqueaderos, 4 parqueaderos de visitas, 1 parqueo para discapacitado, bodegas y cuarto de basura, en el cual se clasificará la basura para un reciclaje más eficiente. Este cuarto contará con acabados lisos de hormigón pulido en pisos y paredes para facilitar la limpieza y tendrá una puerta hermética hacia el parqueadero para evitar la salida de olores; la ventilación se realizará por la parte posterior hacia la rampa de acceso al subsuelo mediante pequeñas rejillas. El segundo subsuelo tiene 26 parqueaderos, bodegas, cuarto de máquinas y cuarto de cisternas. En total resultan 47 parqueaderos para el conjunto.

Gráfico 4.7

EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS

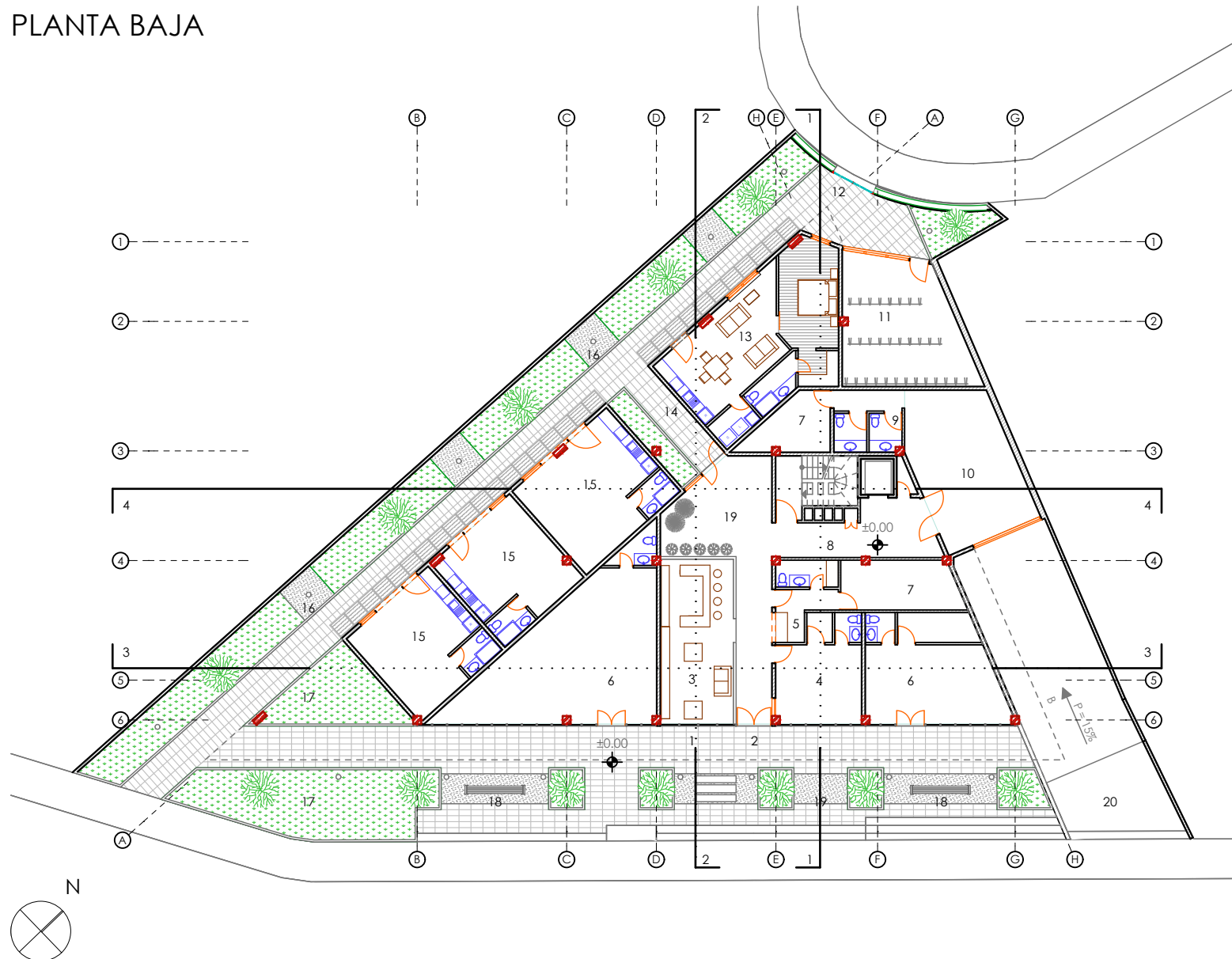


ESCALA_1:300



Gráfico 4.8

PLANTA BAJA



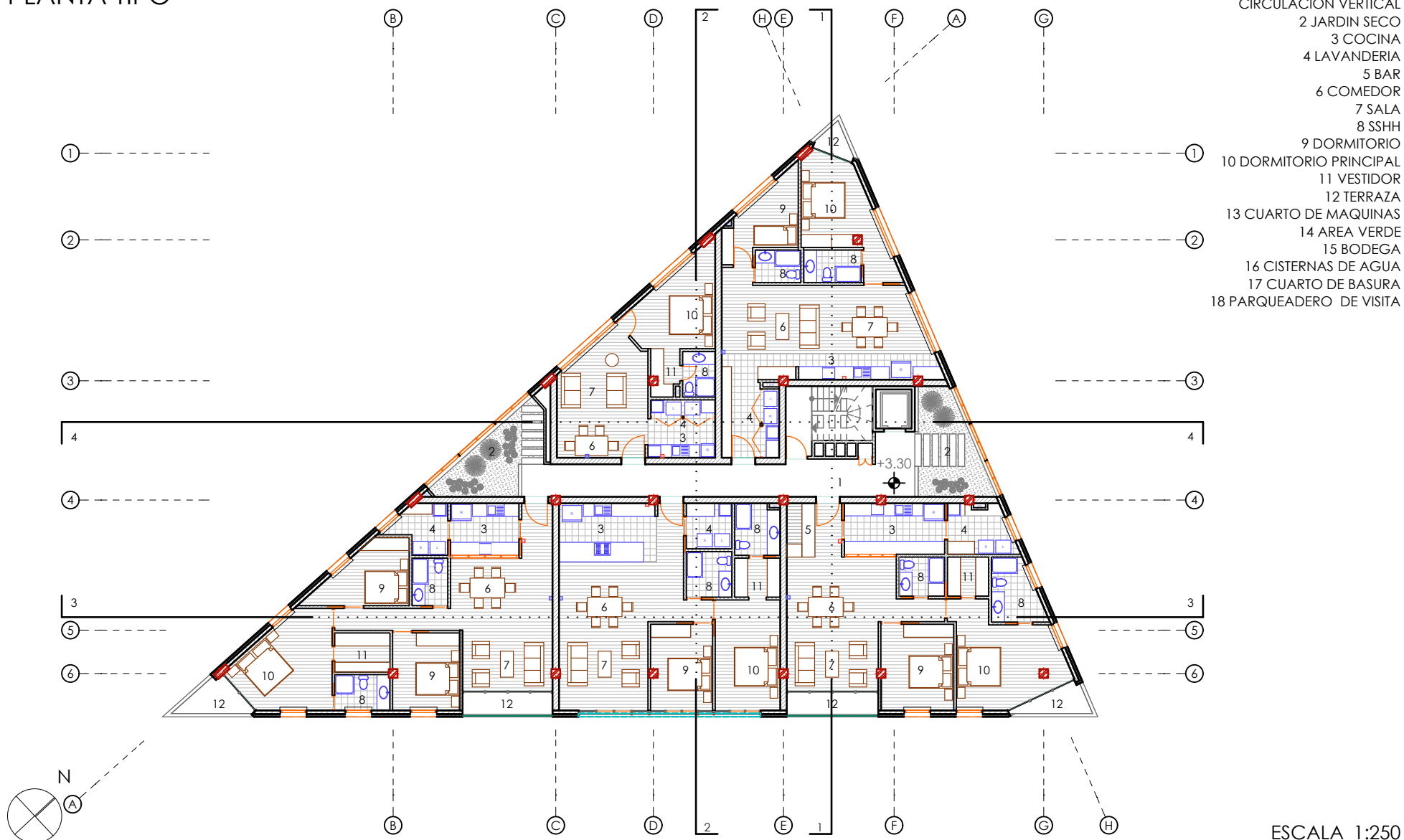
- 1 PLAZA FRONTAL
- 2 ACCESO PRINCIPAL
- 3 CAFETERIA - BIBLIOTECA
- 4 ADMINISTRACION
- 5 GUARDIANIA
- 6 LOCAL COMERCIAL
- 7 BODEGA
- 8 VESTIBULO DE CIRCULACION VERTICAL
- 9 SSHH
- 10 SALA COMUNAL
- 11 CUARTO PARA BICICLETAS
- 12 ENTRADA POSTERIOR
- 13 SUITE
- 14 ENTRADA SECUNDARIA
- 15 SUITE - ESTUDIO
- 16 LUMINARIA EXTERIOR
- 17 AREA VERDE
- 18 BANCA EXTERIOR
- 19 JARDIN SECO
- 20 ENTRADA A SUBSUELOS

ESCALA_1:300



Gráfico 4.9

PLANTA TIPO

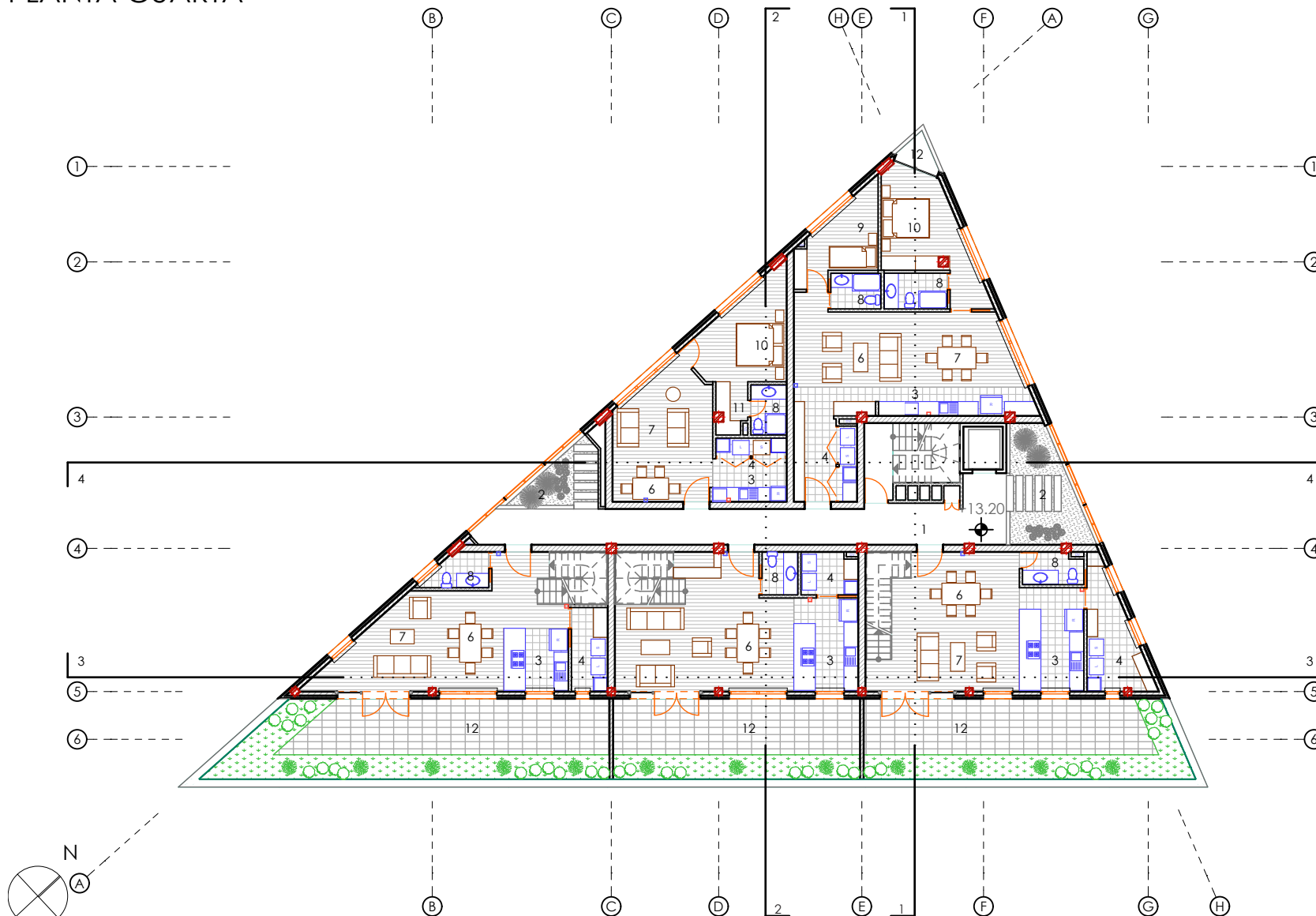


ESCALA_1:250



PLANTA CUARTA

- Gráfico 4.10
- 1 VESTIBULO DE CIRCULACION VERTICAL
 - 2 JARDIN SECO
 - 3 COCINA
 - 4 LAVANDERIA
 - 5 BAR
 - 6 COMEDOR
 - 7 SALA
 - 8 SSHH
 - 9 DORMITORIO
 - 10 DORMITORIO PRINCIPAL
 - 11 VESTIDOR
 - 12 TERRAZA
 - 13 CUARTO DE MAQUINAS
 - 14 AREA VERDE
 - 15 BODEGA
 - 16 CISTERNAS DE AGUA
 - 17 CUARTO DE BASURA
 - 18 PARQUEADERO DE VISITA

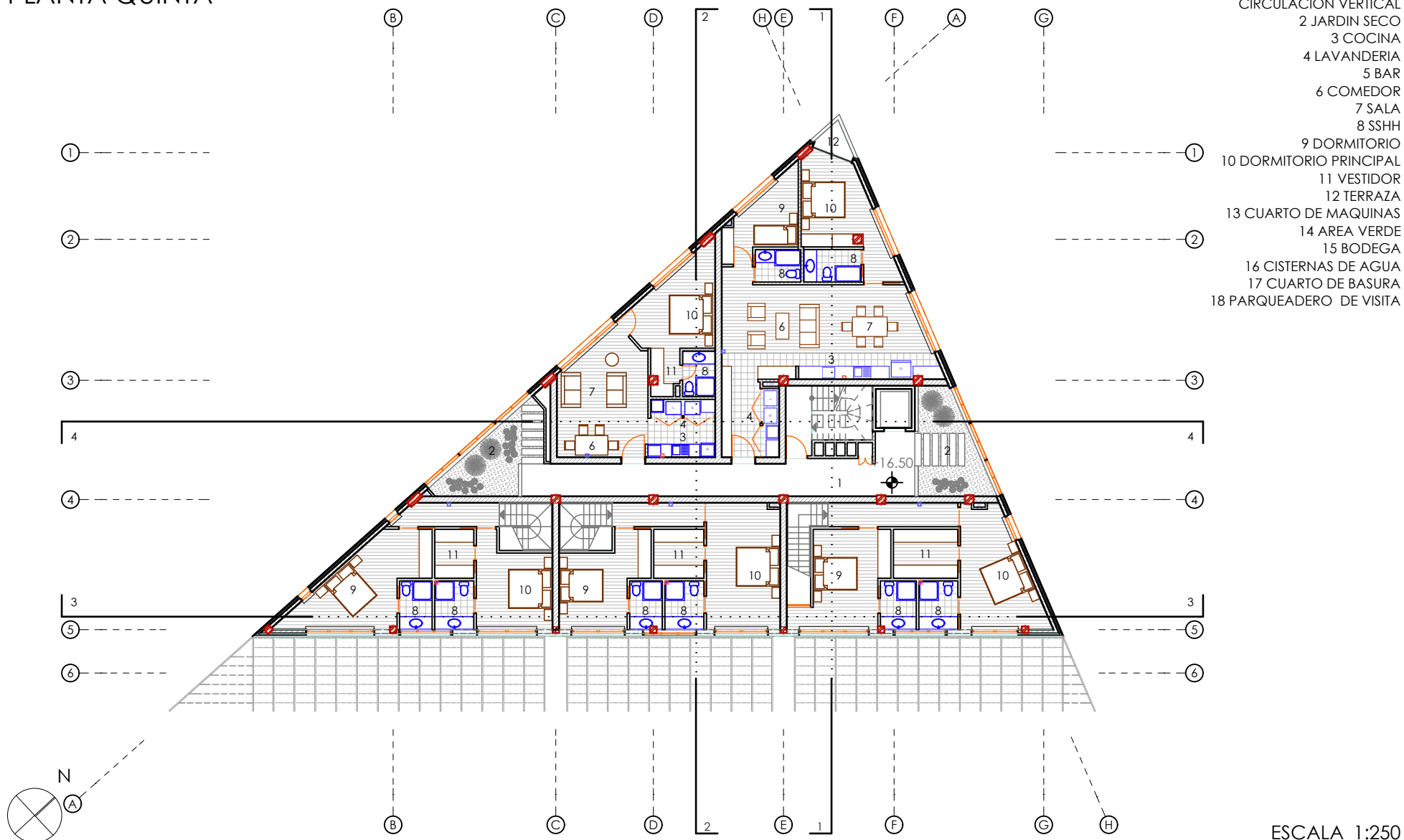


ESCALA_1:250



Gráfico 4.11

PLANTA QUINTA

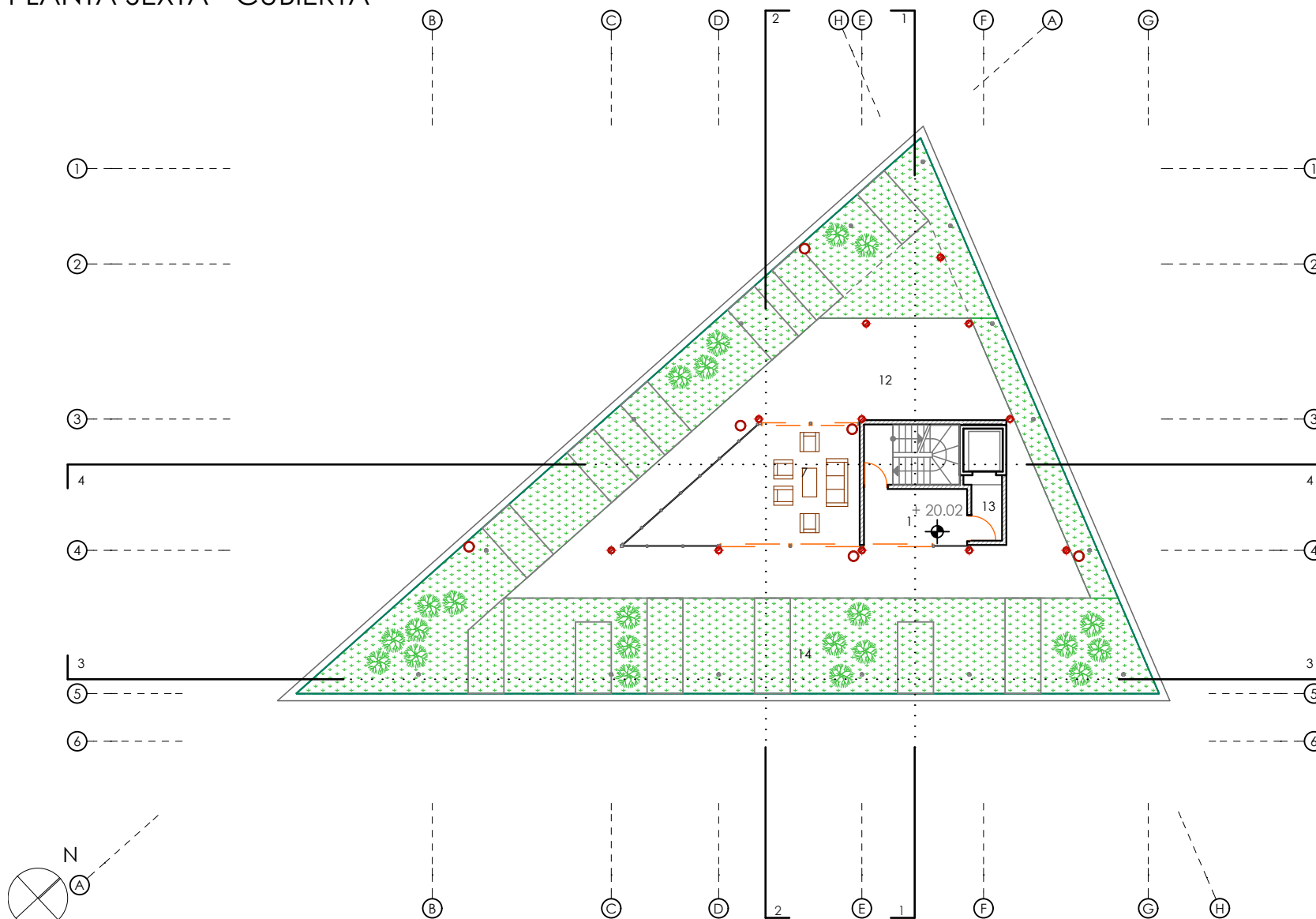




PLANTA SEXTA - CUBIERTA

Gráfico 4.12

- 1 VESTIBULO DE CIRCULACION VERTICAL
- 2 JARDIN SECO
- 3 COCINA
- 4 LAVANDERIA
- 5 BAR
- 6 COMEDOR
- 7 SALA
- 8 SSHH
- 9 DORMITORIO
- 10 DORMITORIO PRINCIPAL
- 11 VESTIDOR
- 12 TERRAZA
- 13 CUARTO DE MAQUINAS
- 14 AREA VERDE
- 15 BODEGA
- 16 CISTERNAS DE AGUA
- 17 CUARTO DE BASURA
- 18 PARQUEADERO DE VISITA



ESCALA_1:250



Gráfico 4.13

SUBSUELO 1

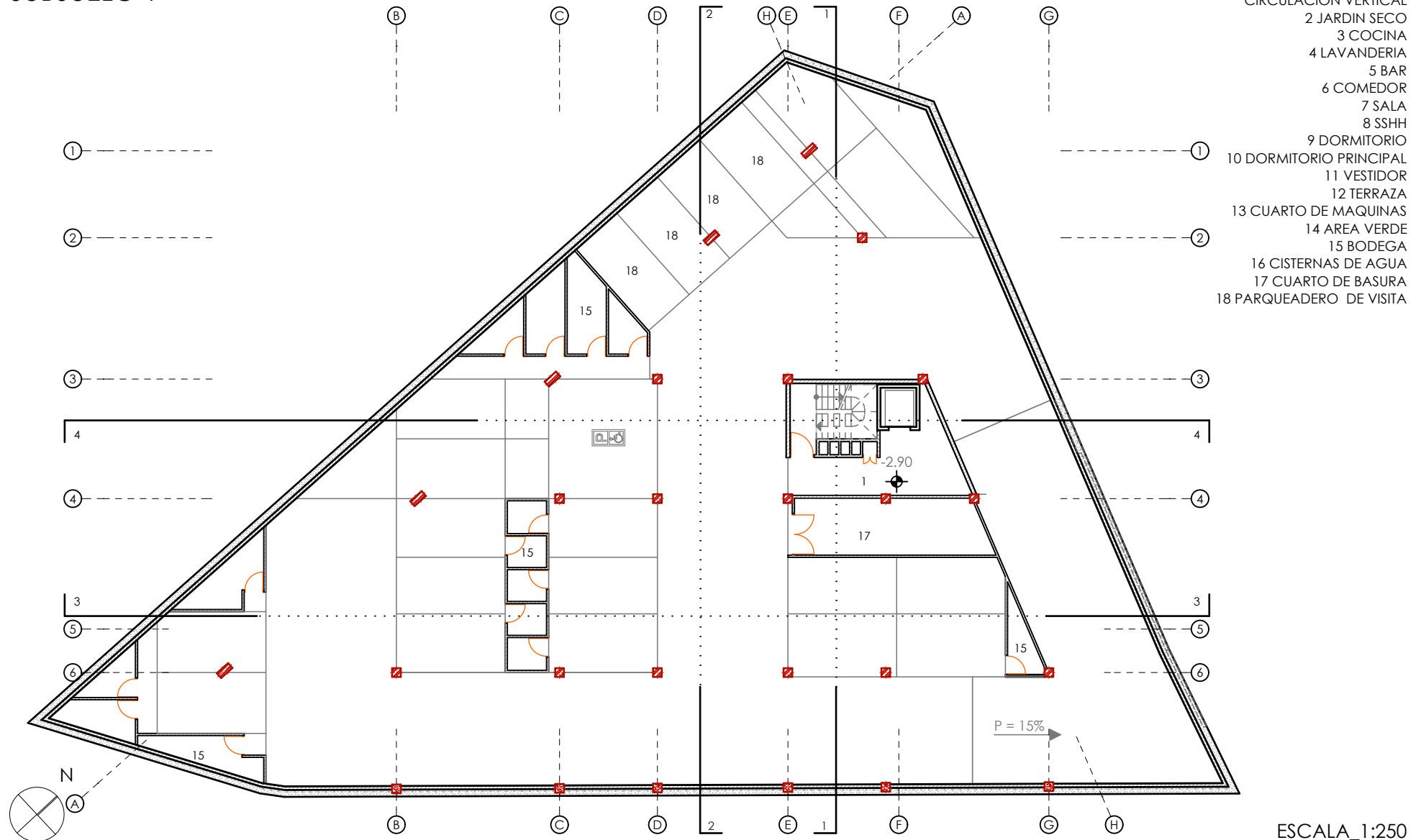




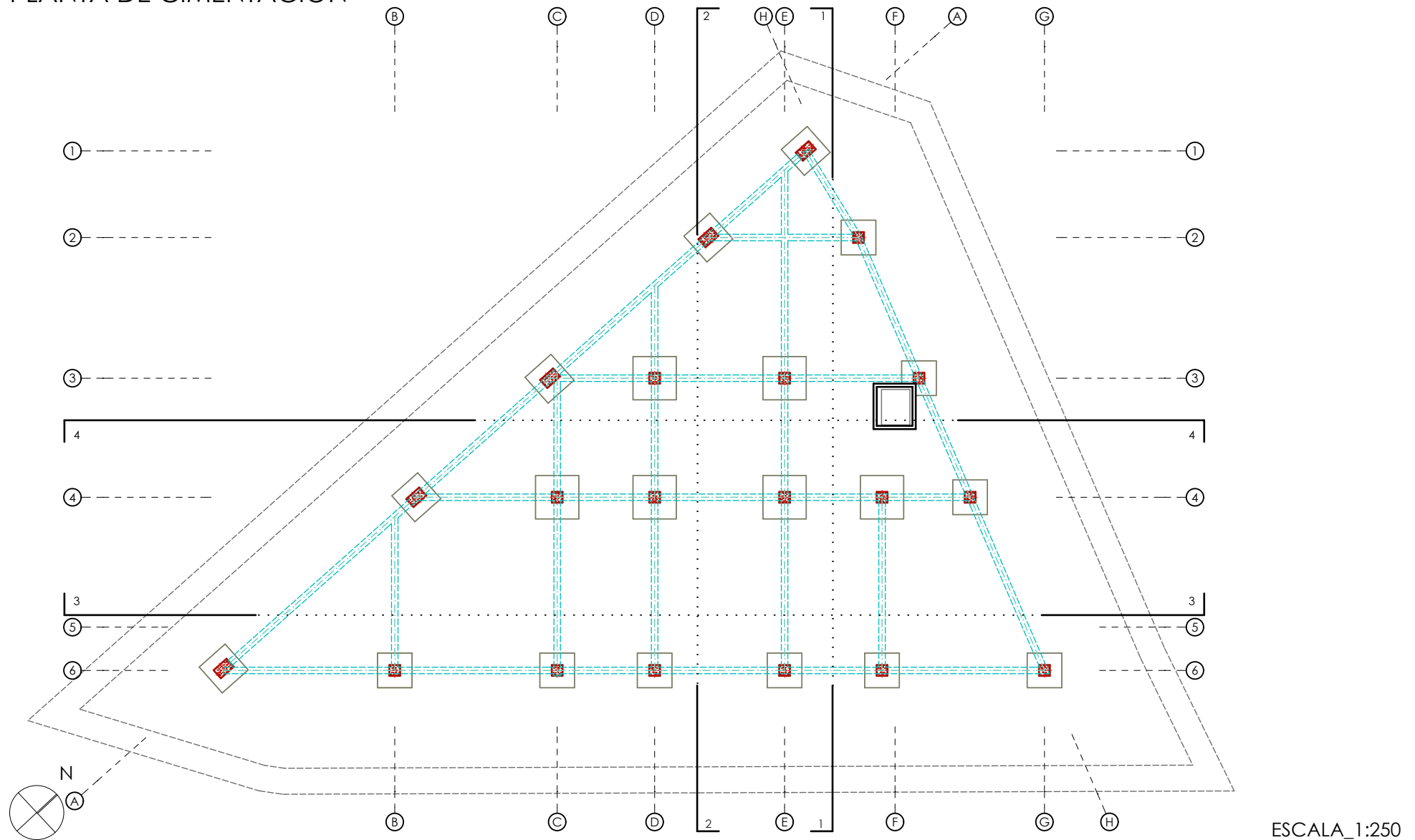
Gráfico 4.14

-

ESCALA_1:250

Gráfico 4.15

PLANTA DE CIMENTACION





ELEVACION SUR



ESCALA 1 5 10

Gráfico 4.17

ELEVACION ESTE



ESCALA 1 5 10



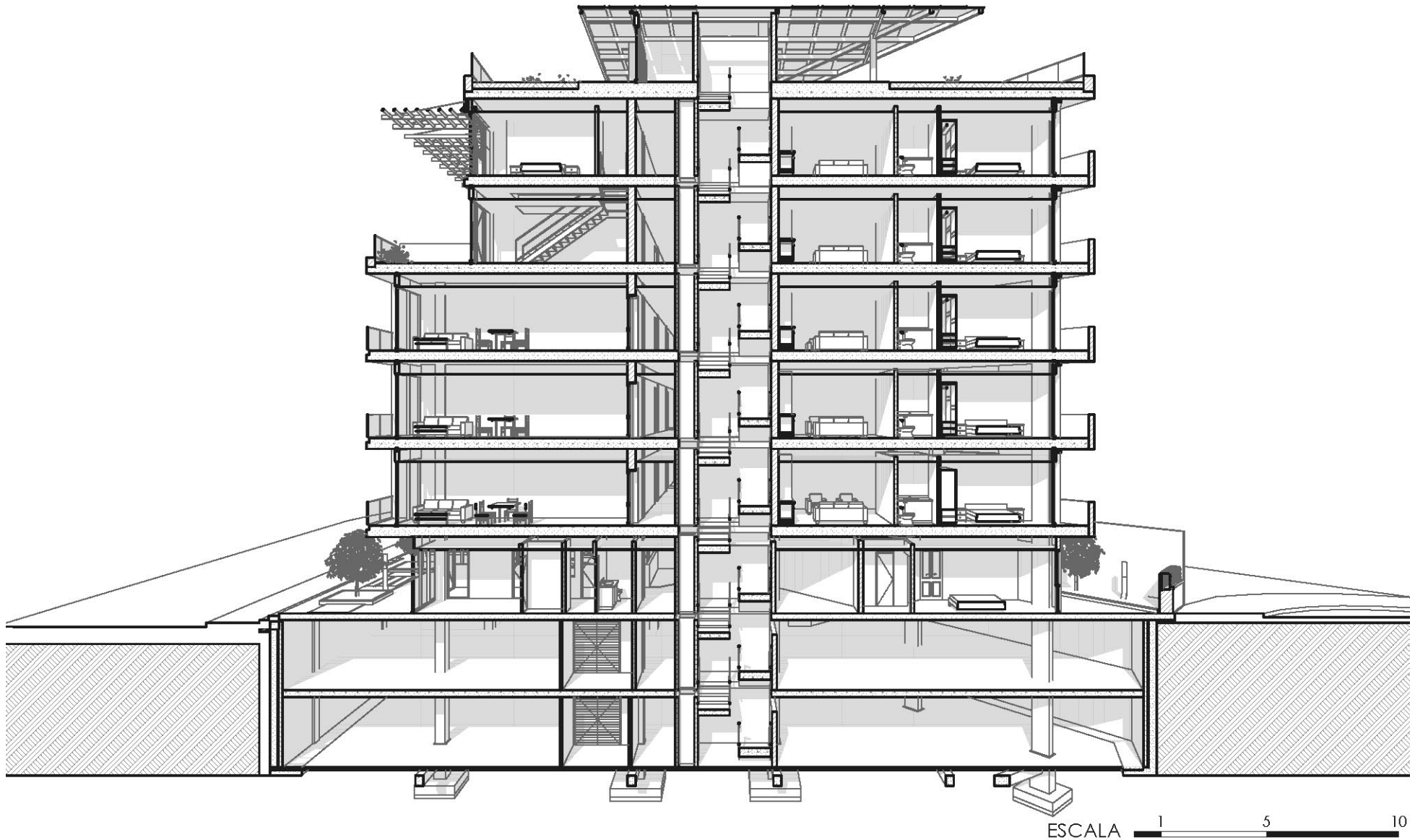
ELEVACION OESTE



ESCALA 1 5 10

Gráfico 4.19

SECCION 1





SECCION 2

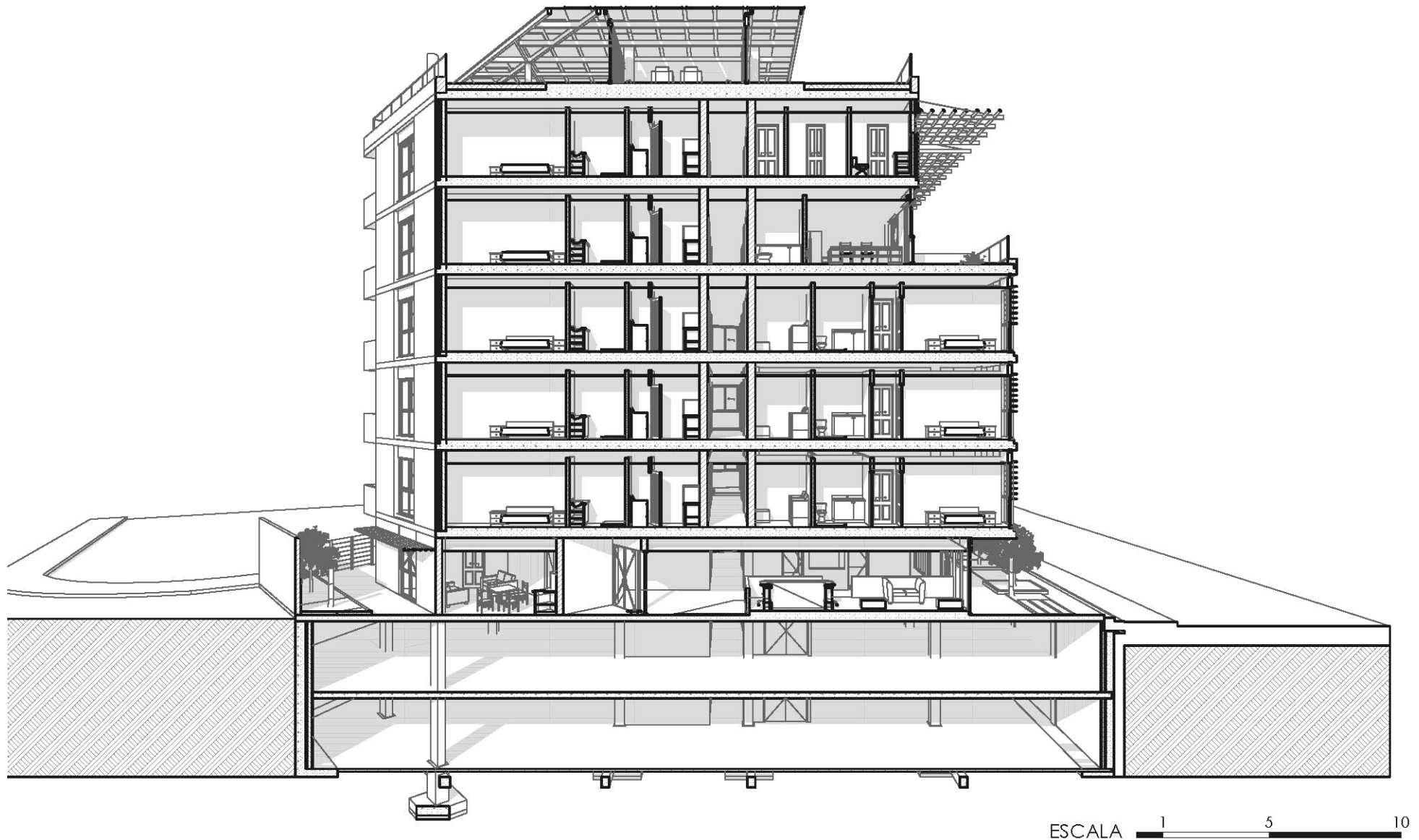
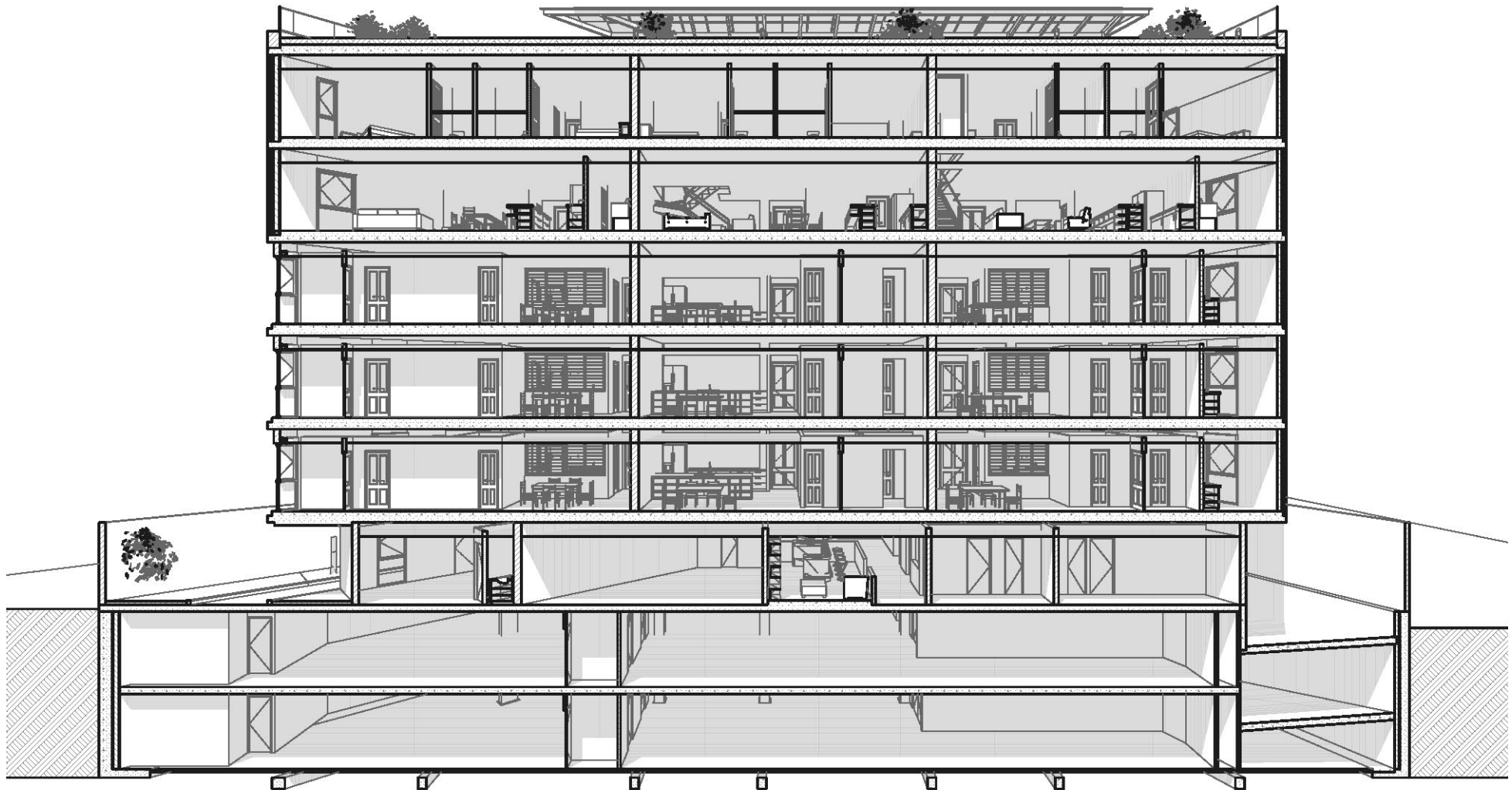


Gráfico 4.21

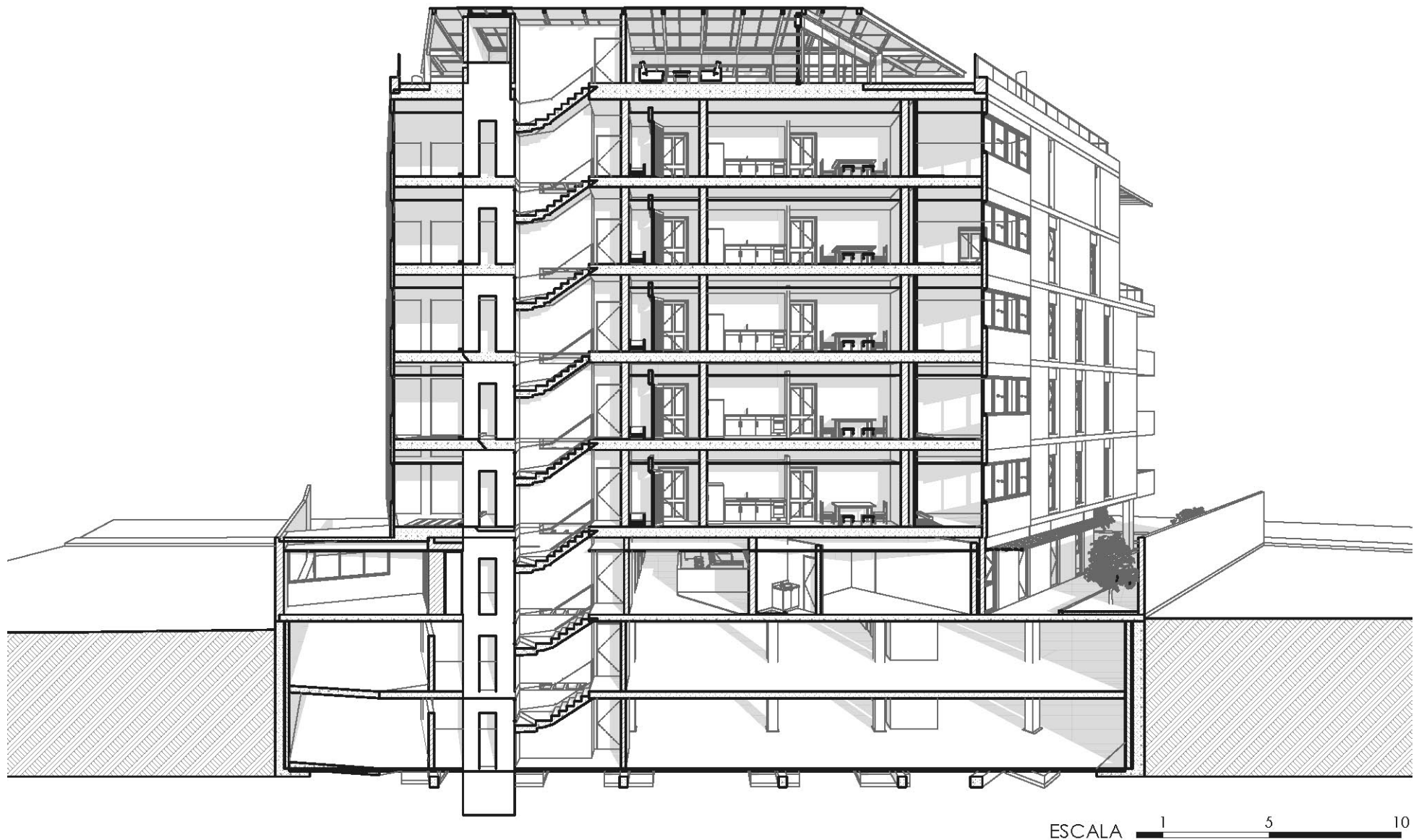
SECCION 3



ESCALA 1 5 10



SECCION 4



PERSPECTIVAS

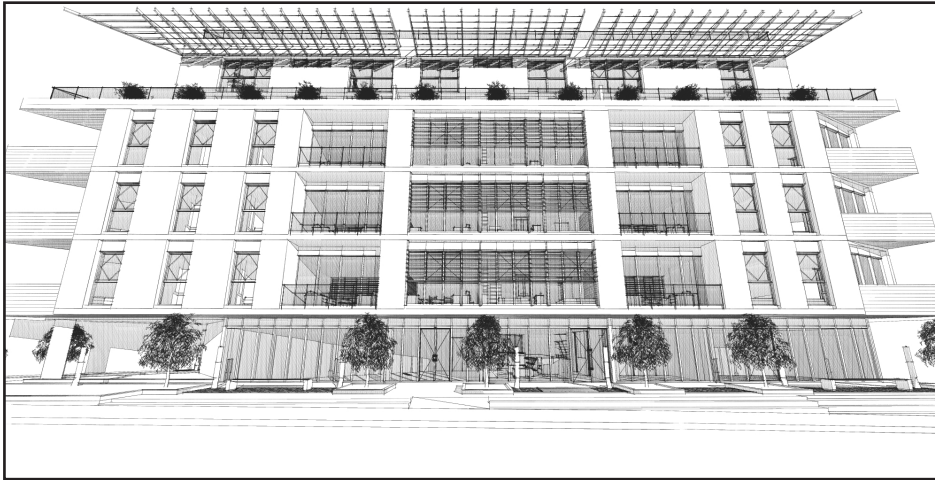


Gráfico 4.23

Perspectiva Exterior

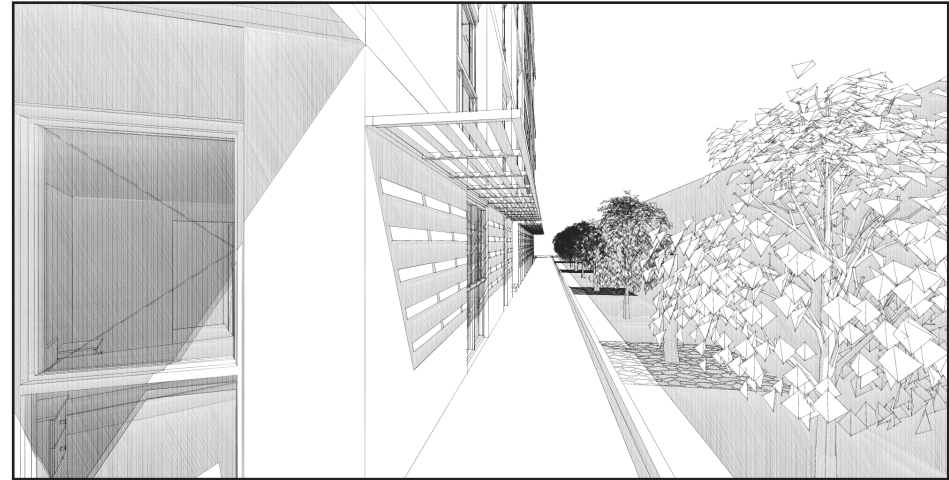


Gráfico 4.25

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.24

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.26

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.27

Perspectiva Exterior

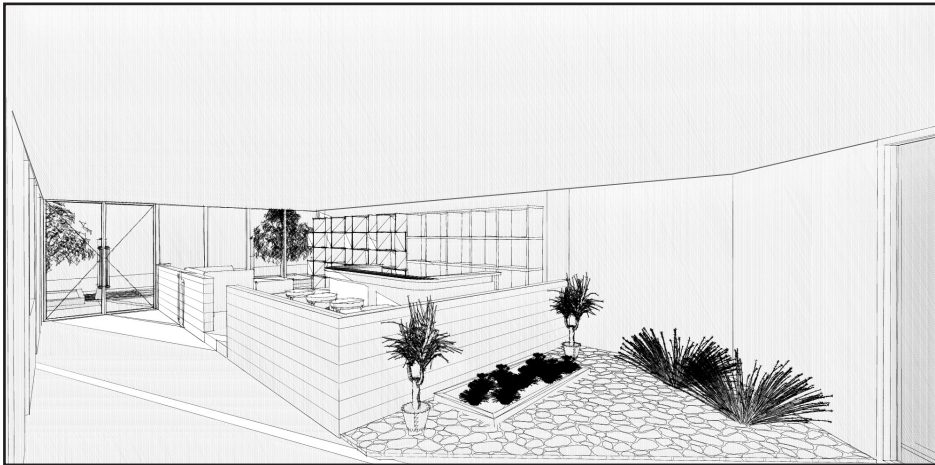


Gráfico 4.28

Perspectiva Interior - Vestíbulo principal



Gráfico 4.30

Perspectiva Interior - Jardín seco



Gráfico 4.29

Perspectiva Interior - Vestíbulo principal



Gráfico 4.31

Perspectiva Interior - Jardín seco



Gráfico 4.32

Perspectiva Interior - Departamento duplex



Gráfico 4.34

Perspectiva Interior - Sala en terraza



Gráfico 4.33

Perspectiva Interior - Departamento

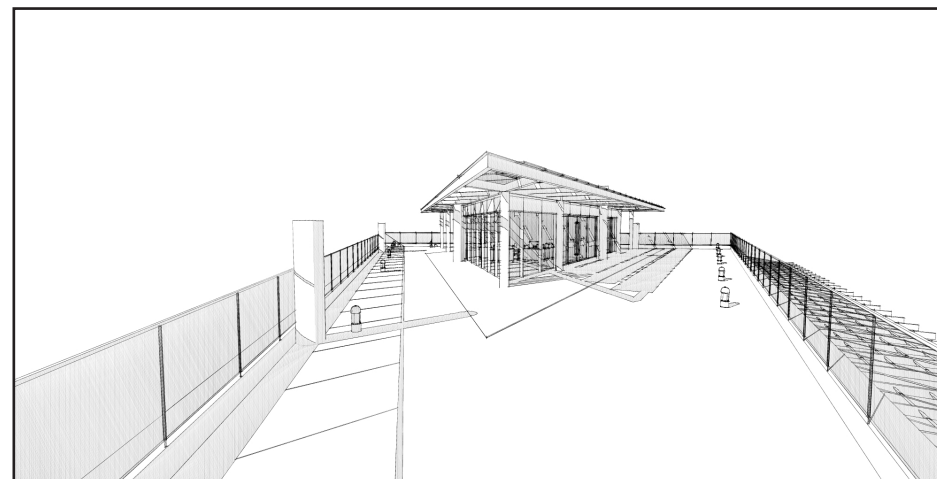
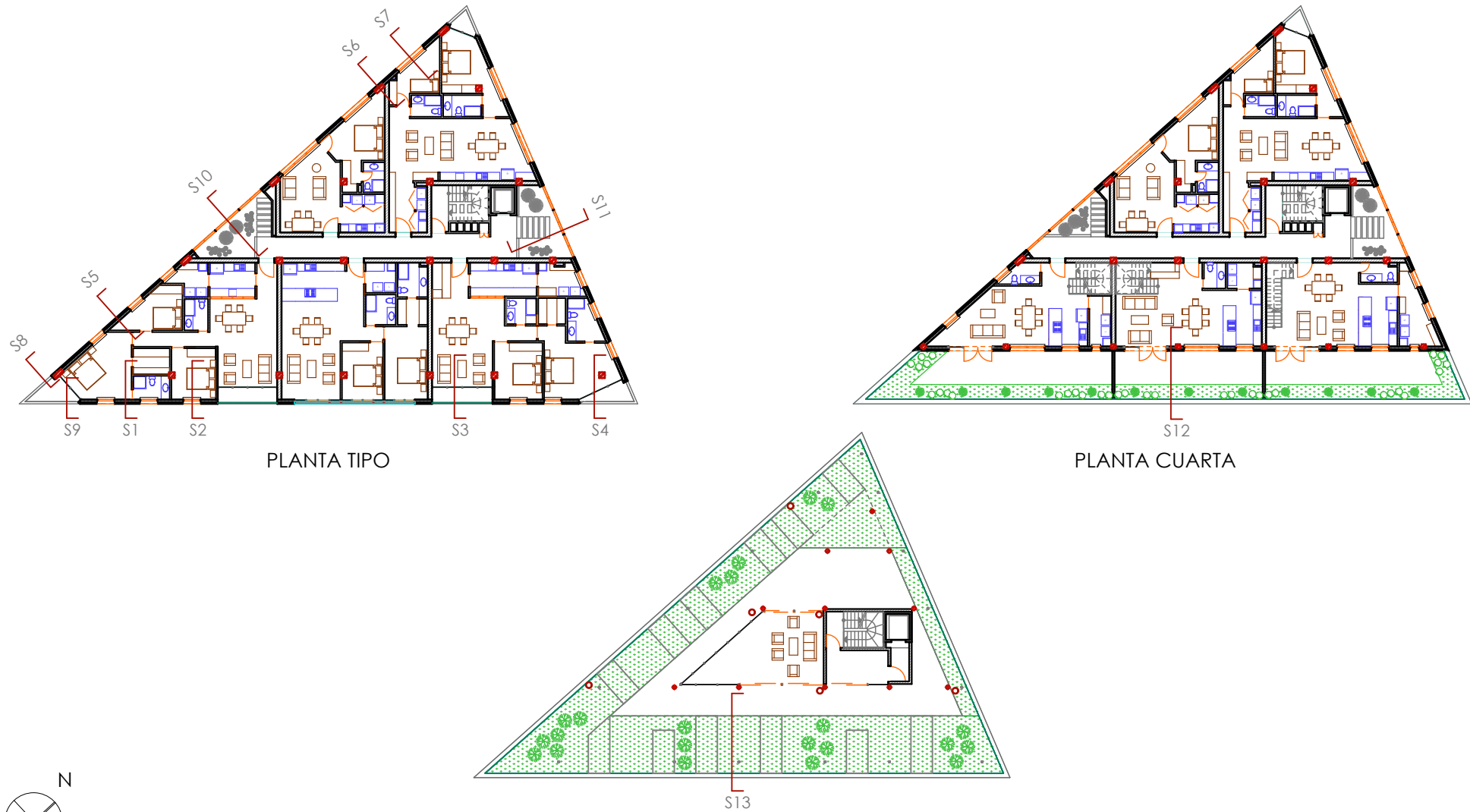


Gráfico 4.35

Perspectiva Interior - Terraza

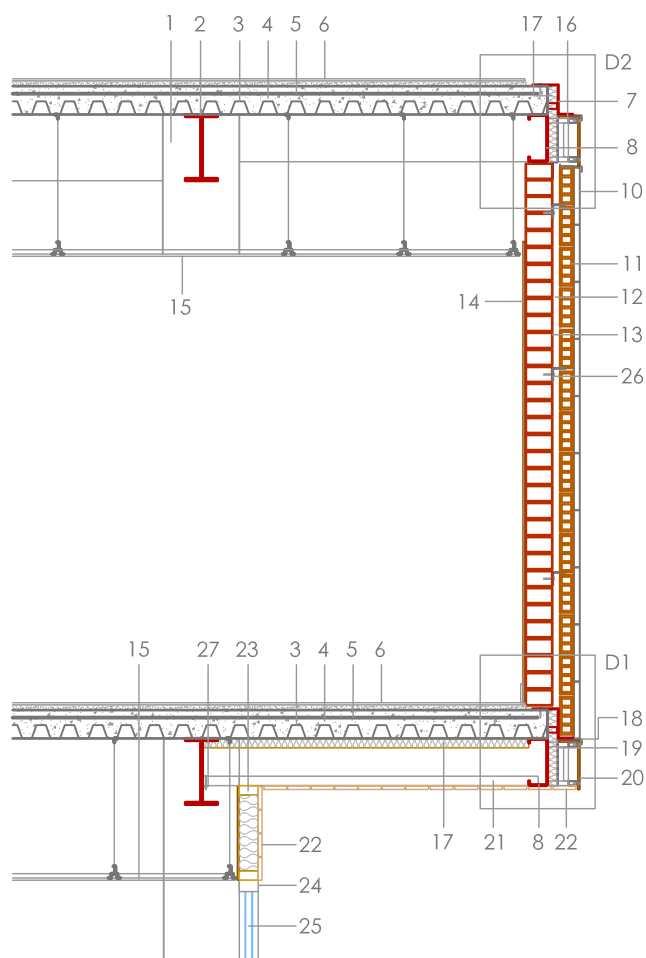
SECCIONES Y PLANTAS CONSTRUCTIVAS

Gráfico 4.36

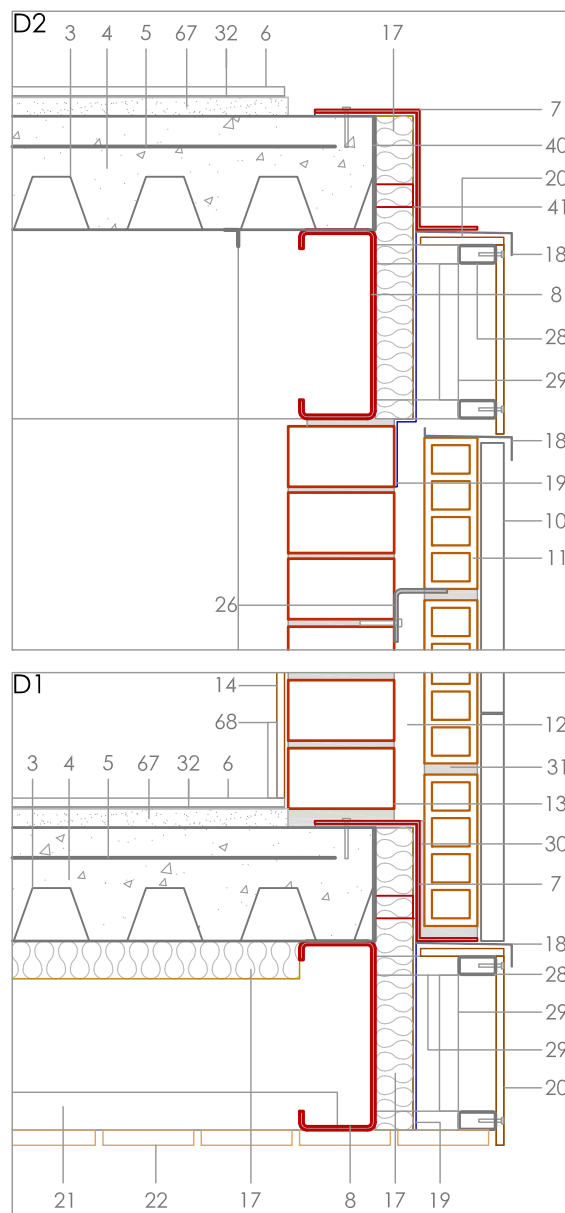


ESCALA_1:400

Gráfico 4.37

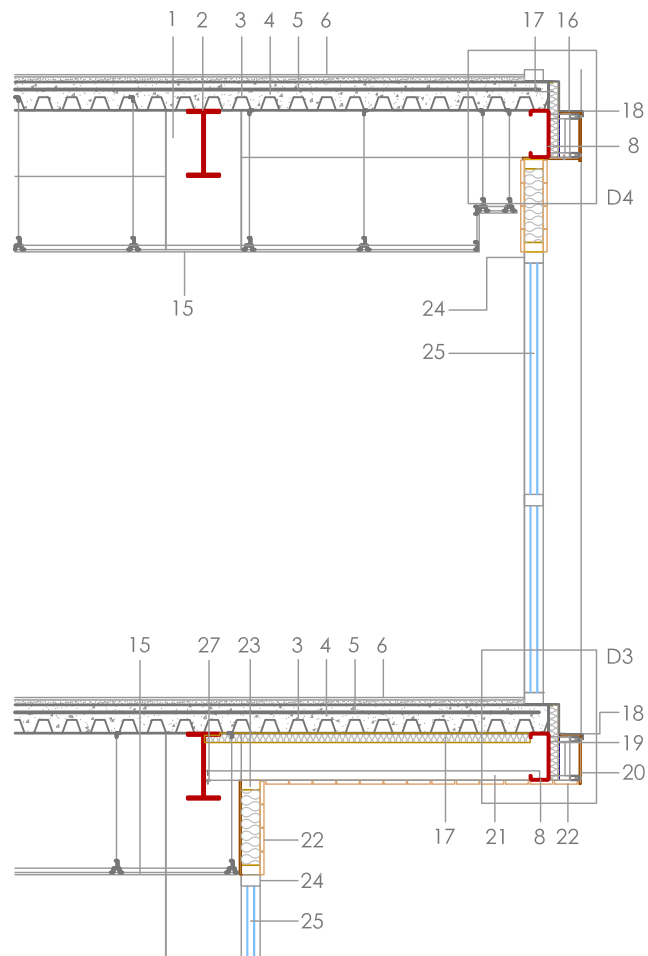


SECCION 1
ESC_1:40_1:10

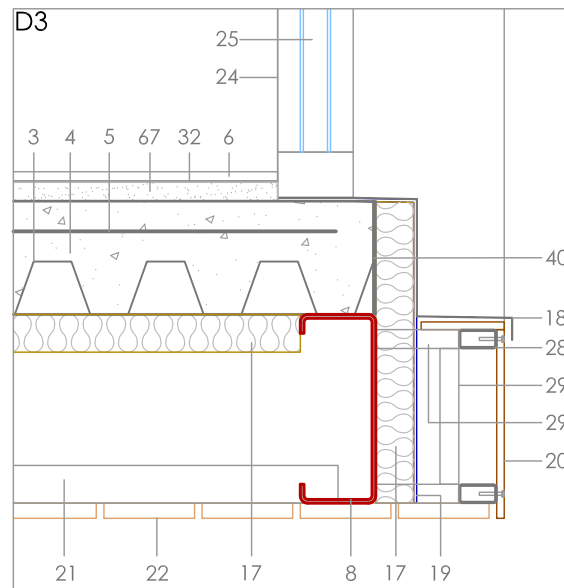
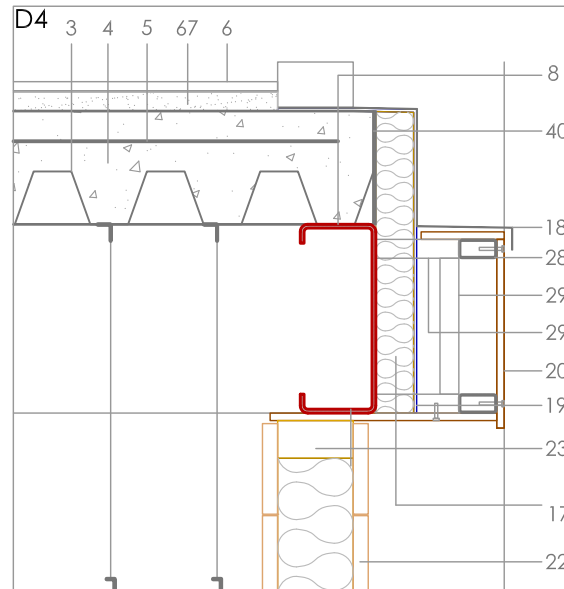


- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGUADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA..

Gráfico 4.38



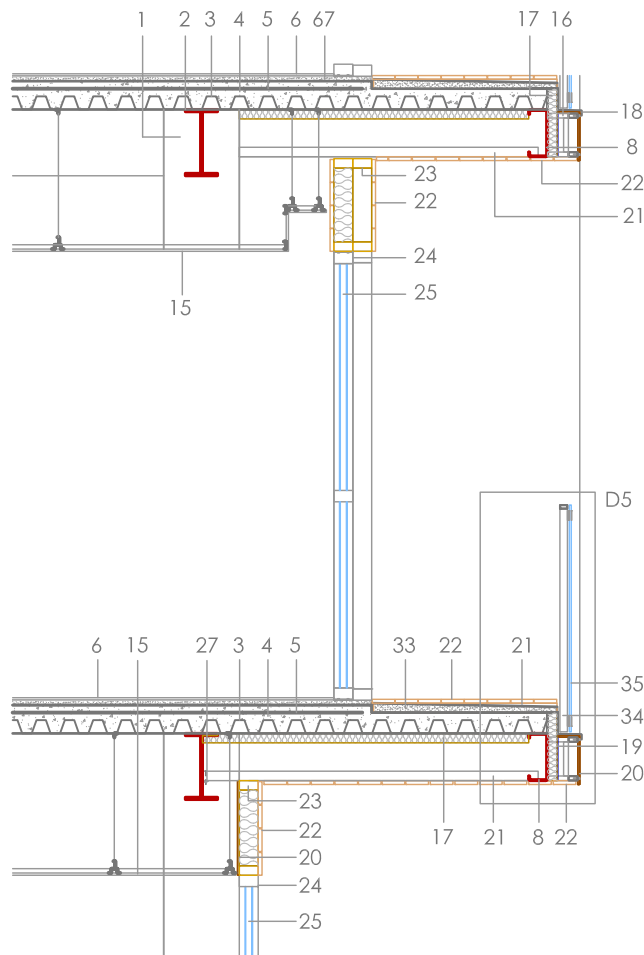
SECCION 2
ESC_1:40_1:10



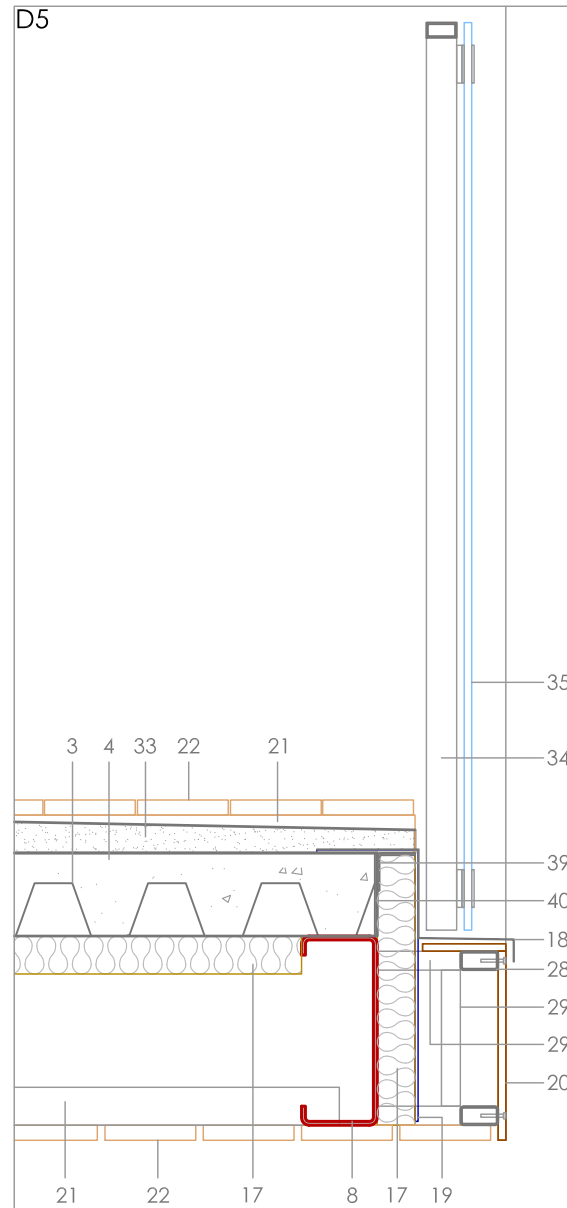
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM



Gráfico 4.39

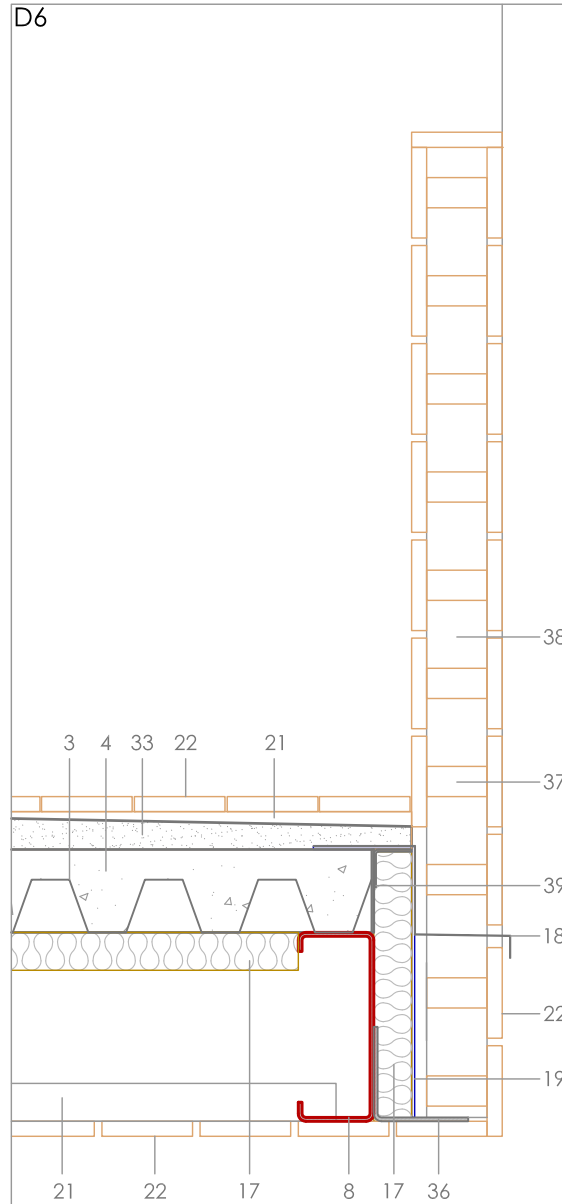
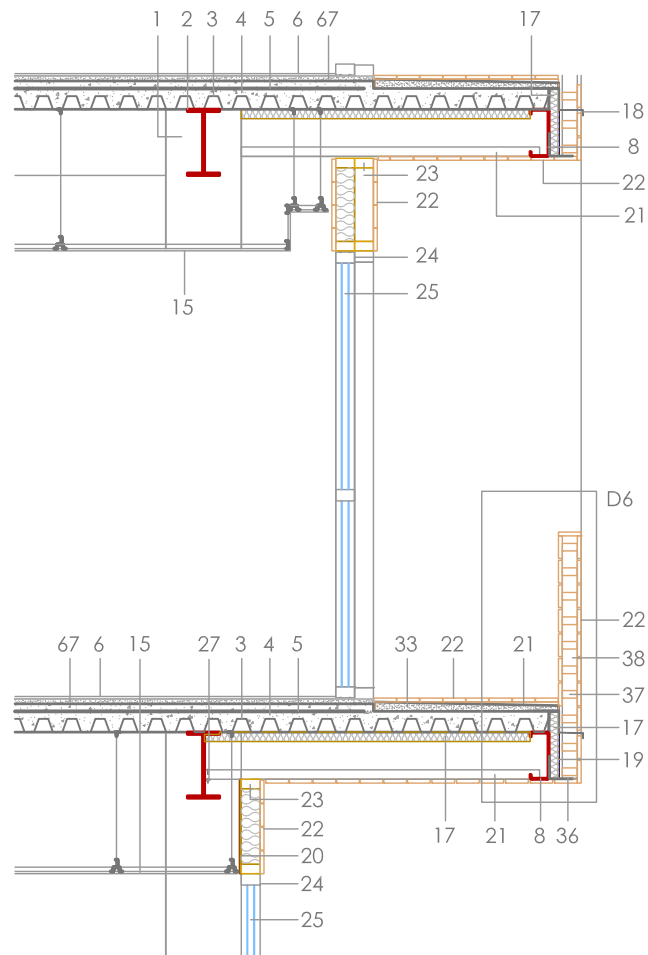


SECCION 3
ESC_1:40_1:10



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=1.50MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA..

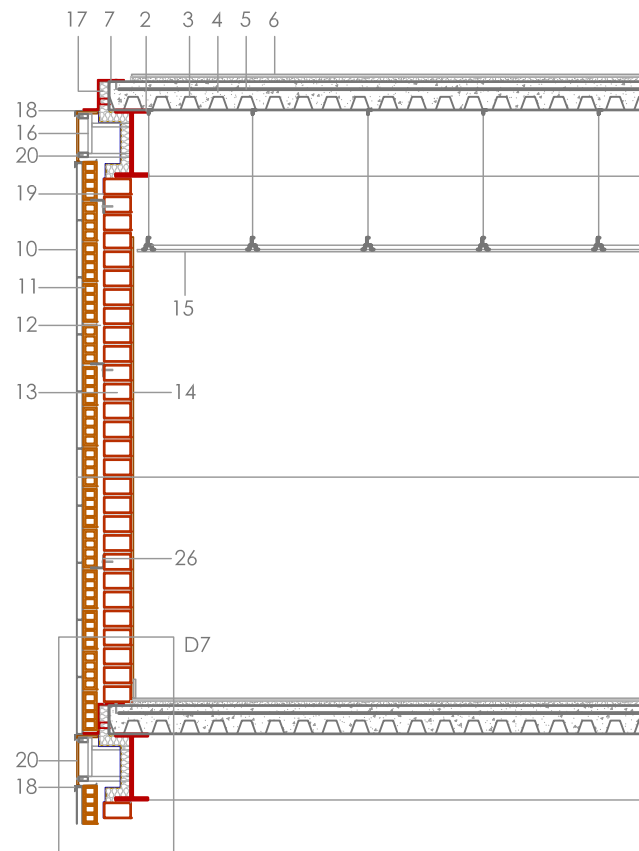
Gráfico 4.40



- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM

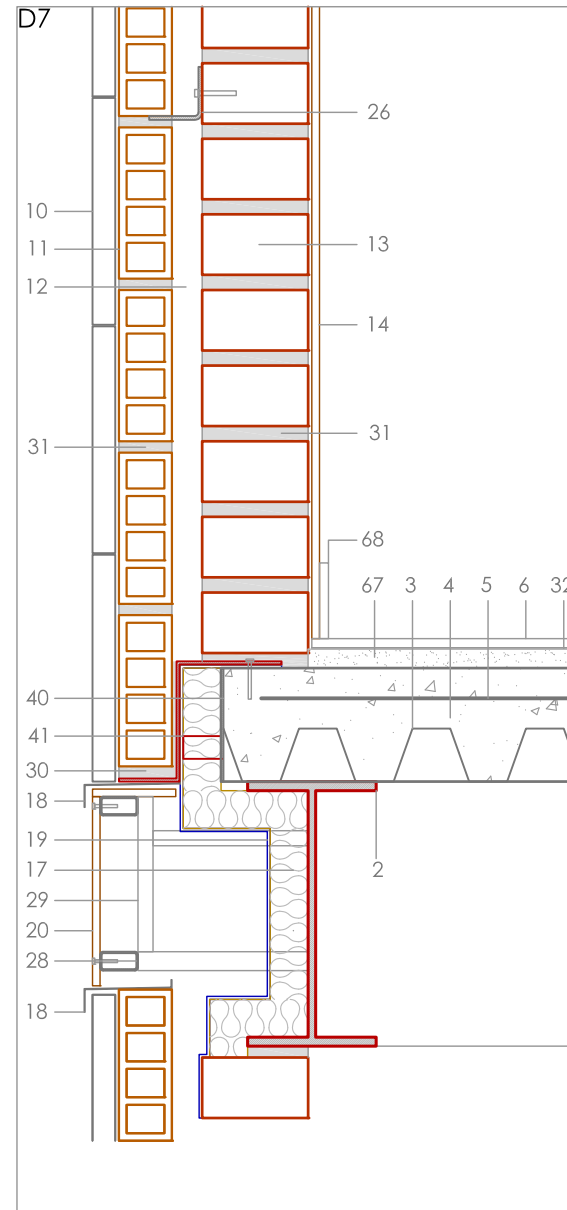
SECCION 4
ESC_1:40_1:10

Gráfico 4.41



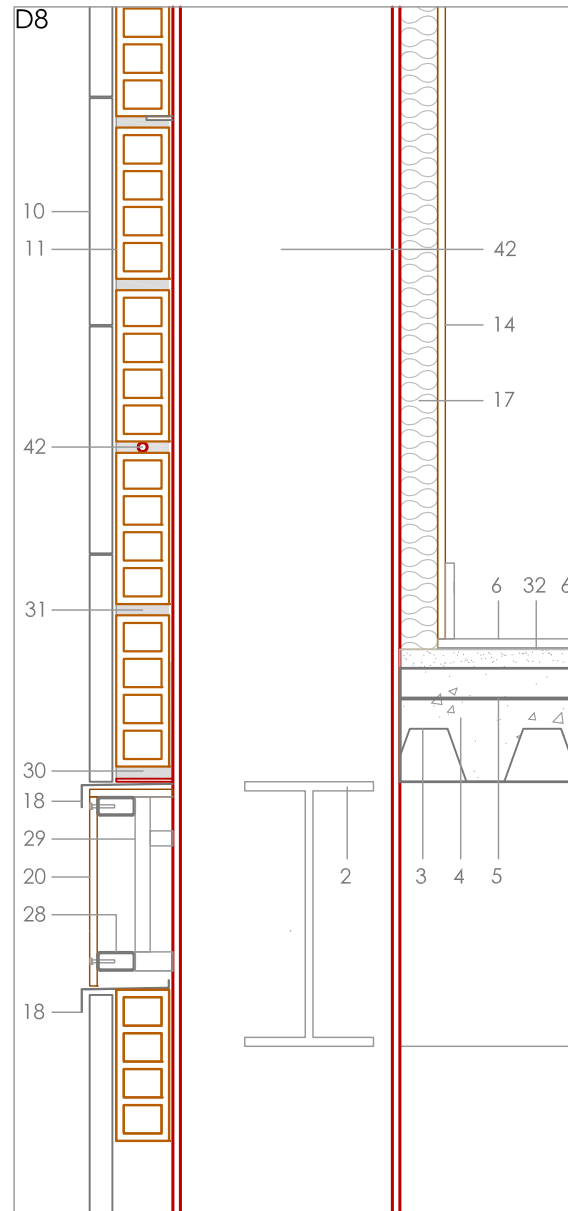
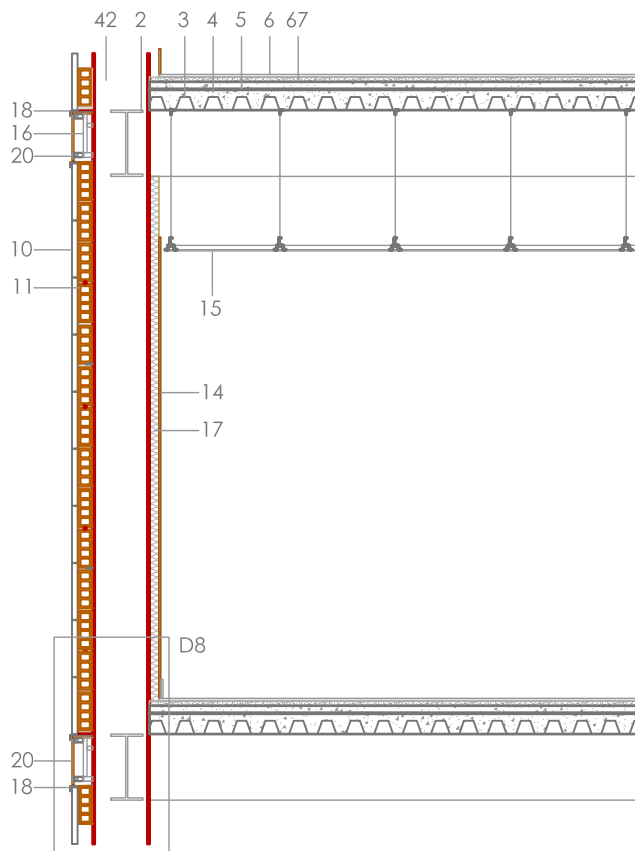
SECCION 5

ESC_1:40_1:10



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
 - 2 VIGA METALICA 350X170
 - 3 PLACA COLABORANTE
 - 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
 - 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
 - 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
 - 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
 - 8 PERFIL G 250X100X25X5
 - 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
 - 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
 - 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
 - 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
 - 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
 - 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
 - 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
 - 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
 - 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
 - 18 GOTERON DE TOL
 - 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
 - 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
 - 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
 - 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
 - 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
 - 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
 - 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
 - 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
 - 27 ANGULO 30X30X3
 - 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
 - 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
 - 30 MORTERO EPOXICO
 - 31 MORTERO DE CEMENTO
 - 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
 - 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
 - 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
 - 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
 - 36 ANGULO 125X125X5
 - 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40
- CONTINUA...

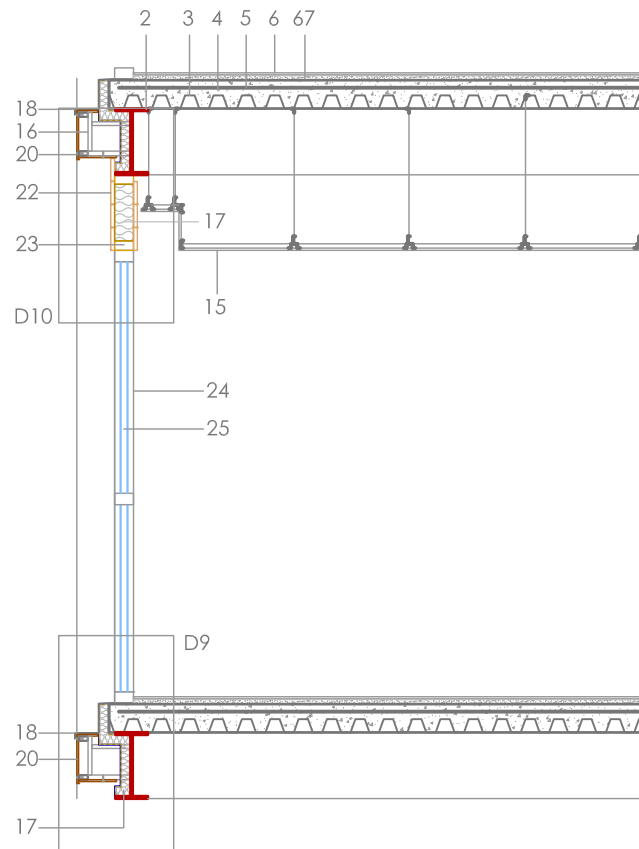
Gráfico 4.42



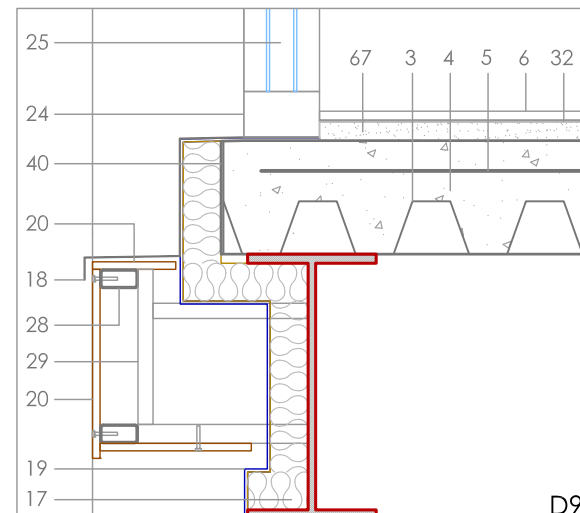
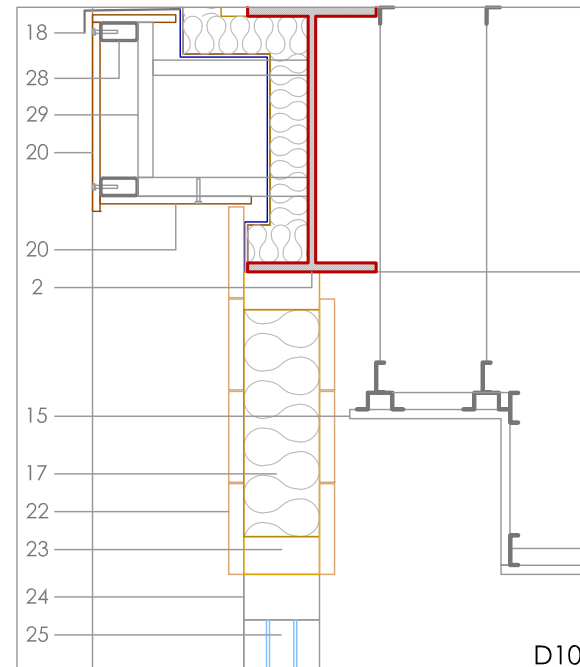
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM

SECCION 6
ESC_1:40_1:10

Gráfico 4.43



SECCION 7
ESC_1:40_1:10

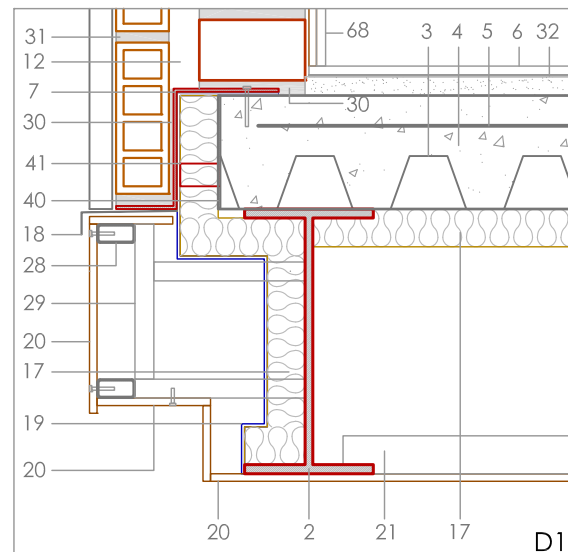
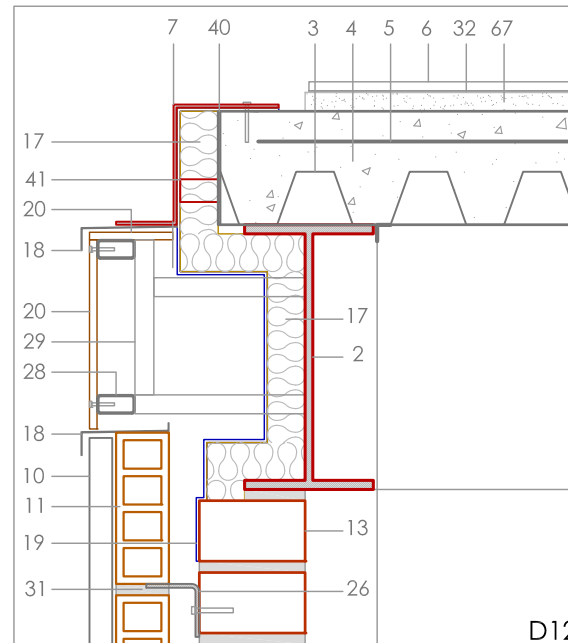
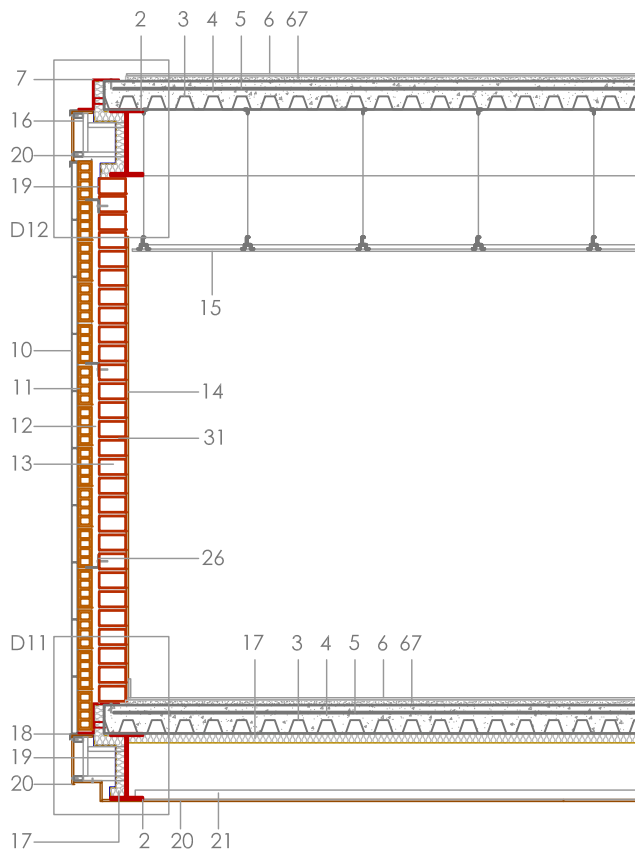


- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40

CONTINUA...



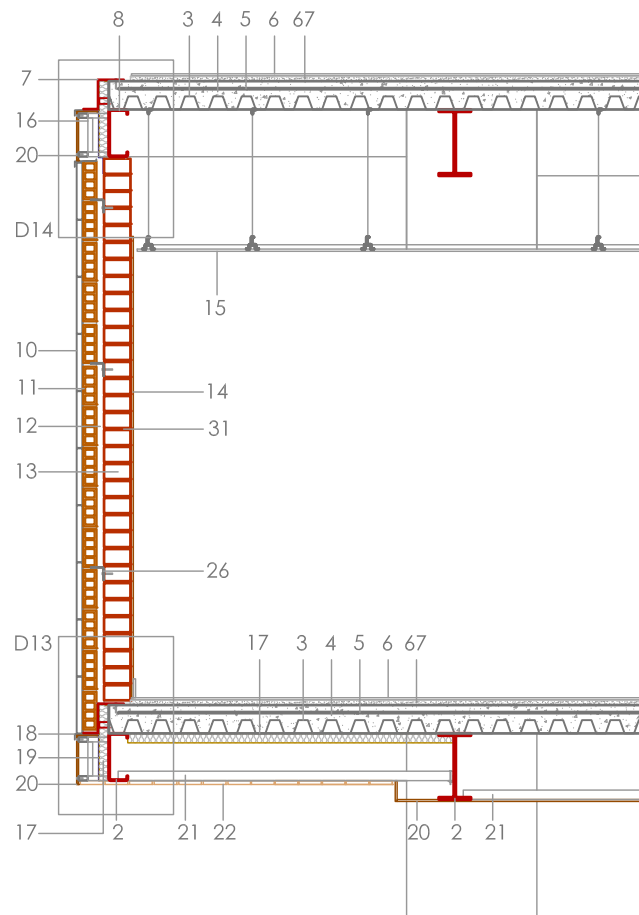
Gráfico 4.44



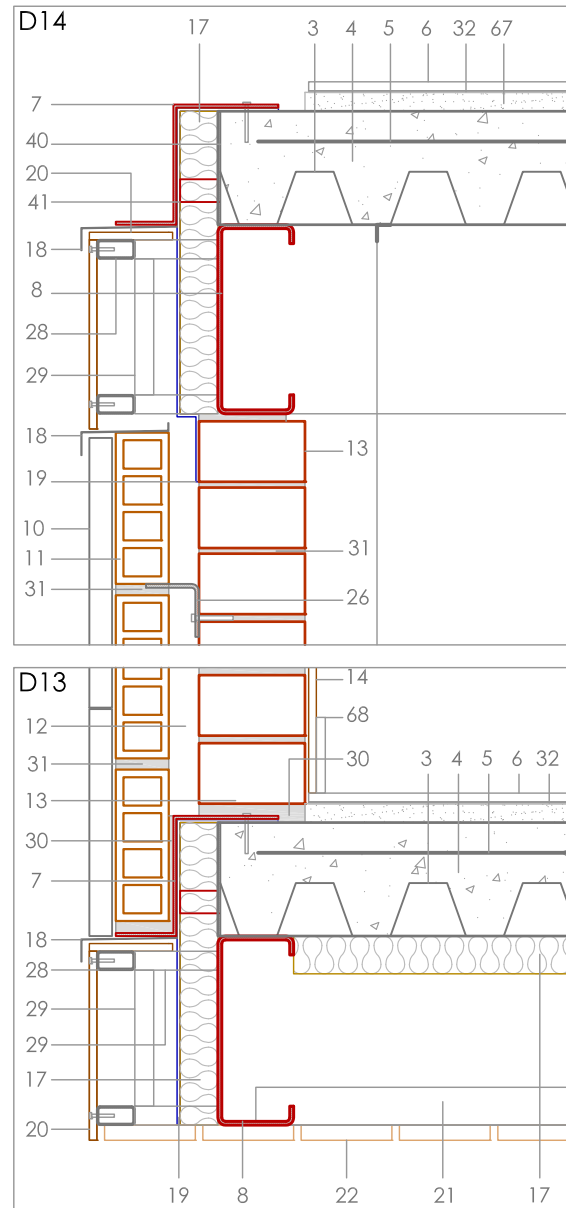
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM

SECCION 8
ESC_1:40_1:10

Gráfico 4.45

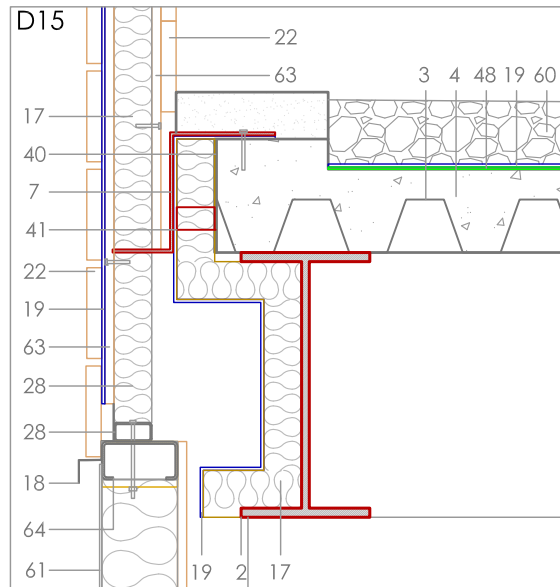
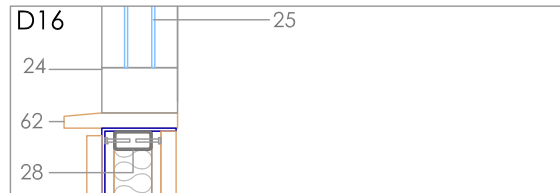
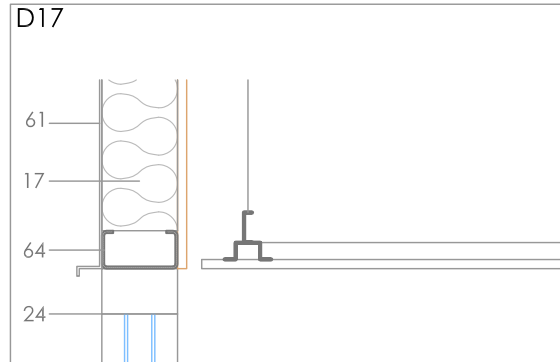
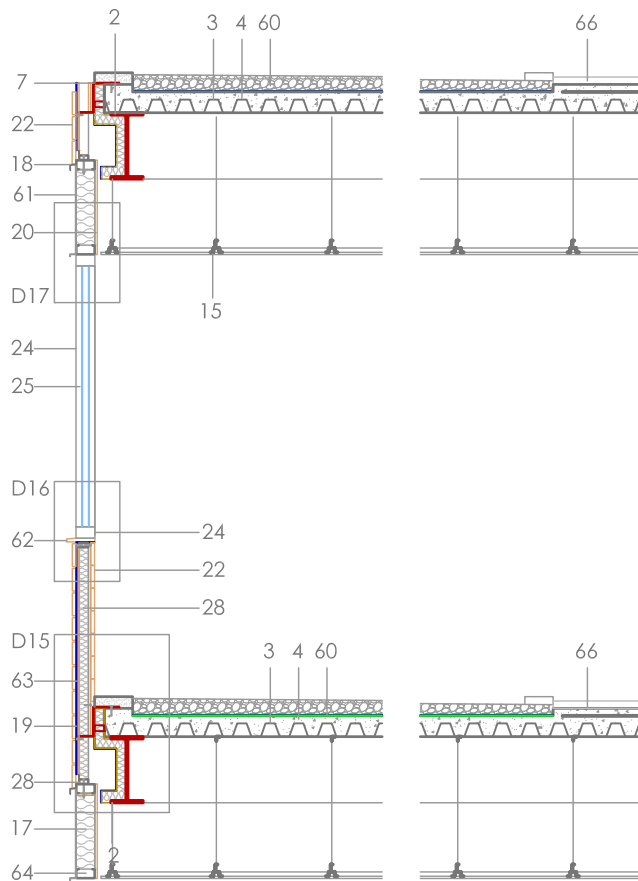


SECCION 9
ESC_1:40_1:10



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA...

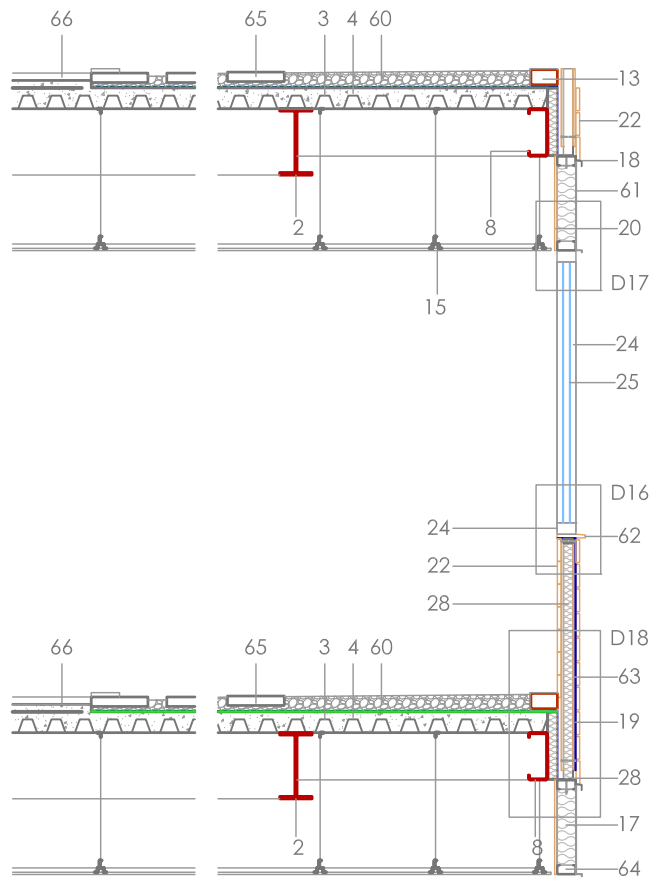
Gráfico 4.46



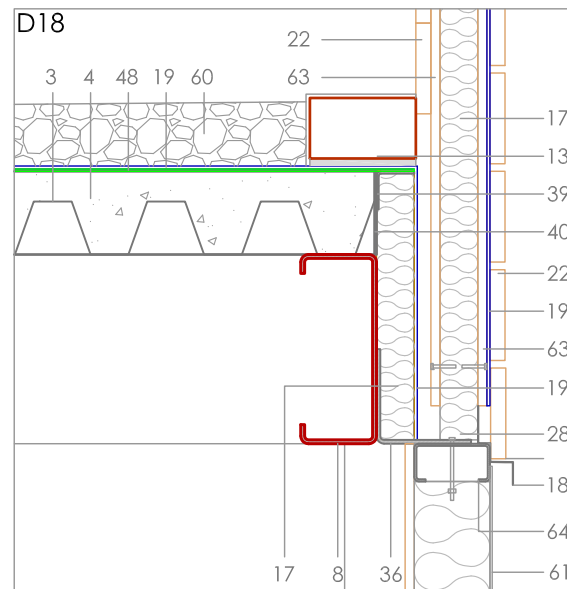
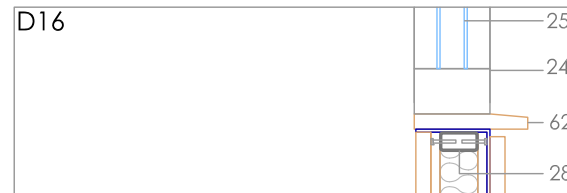
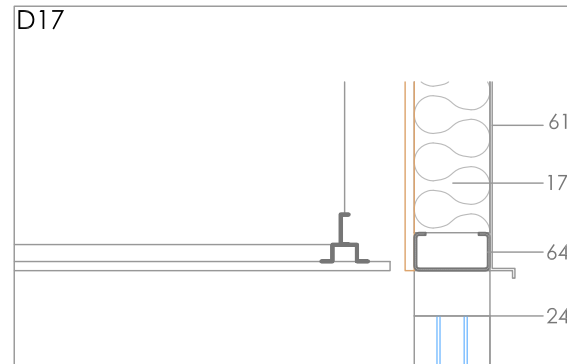
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM

SECCION 10
ESC_1:40_1:10

Gráfico 4.47

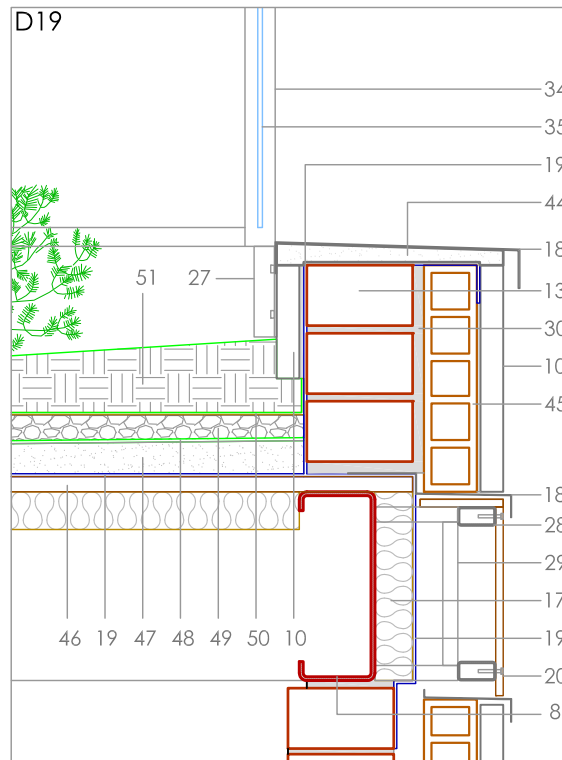
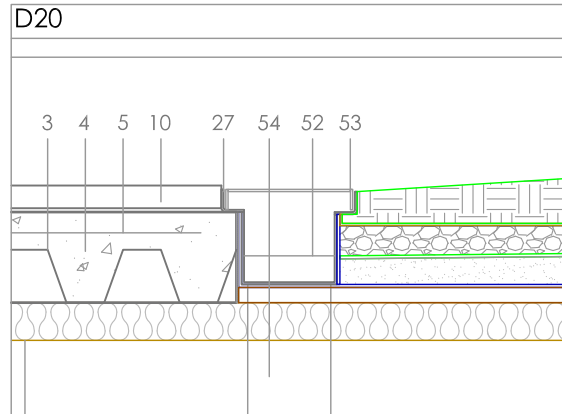
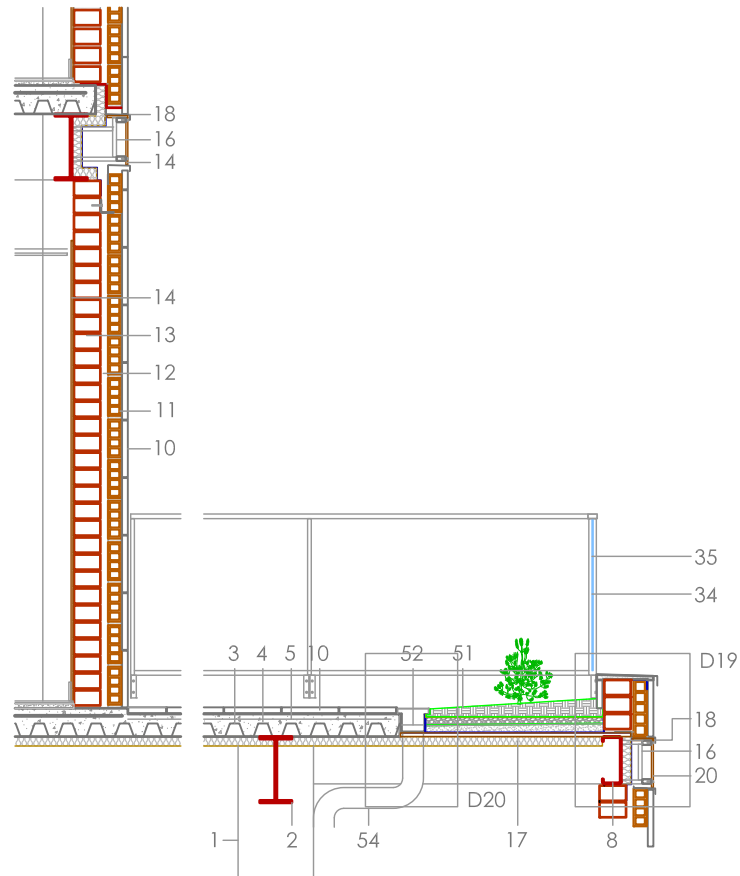


SECCION 11
ESC_1:40_1:10



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA..

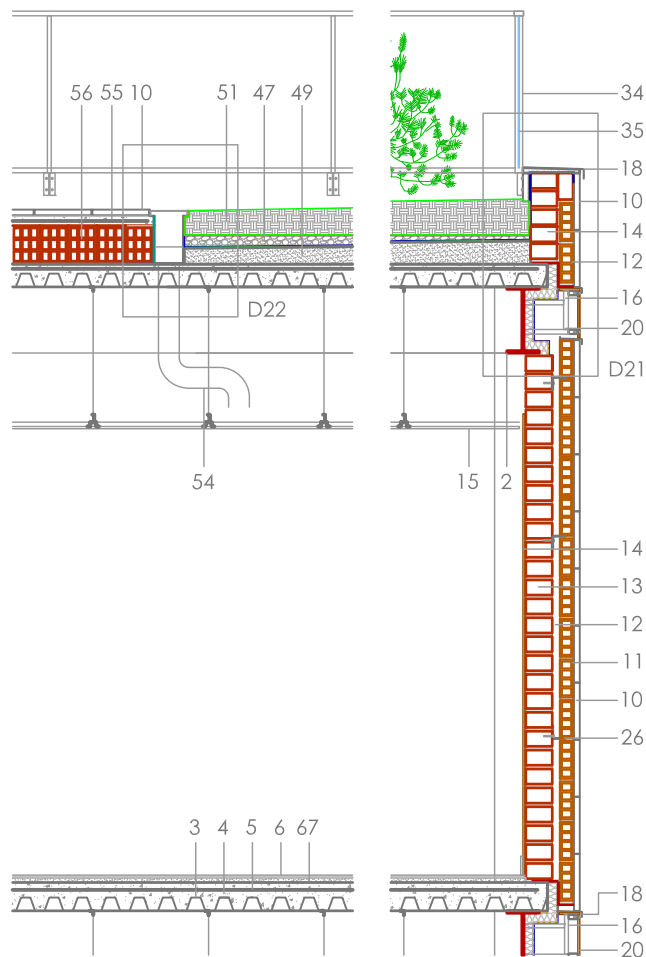
Gráfico 4.48



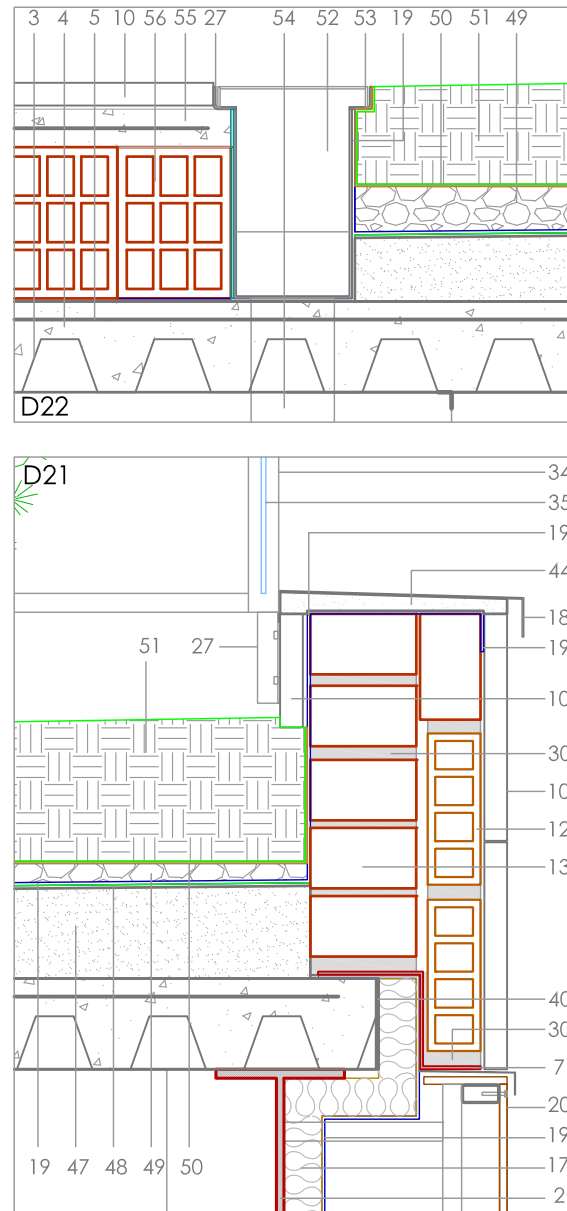
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA E=3MM
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM

SECCION 12
ESC_1:40_1:10

Gráfico 4.49



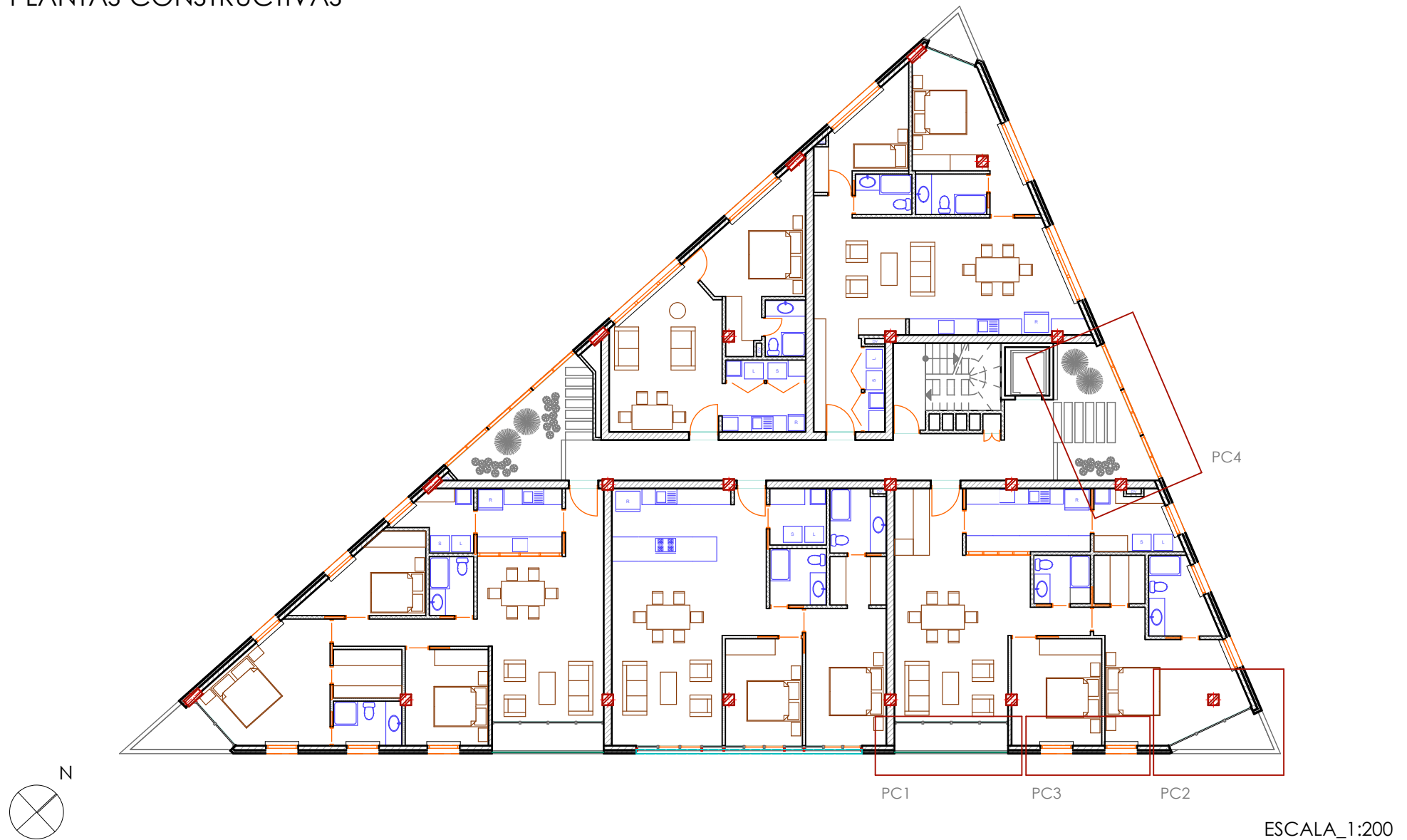
SECCION 13
ESC_1:40_1:10



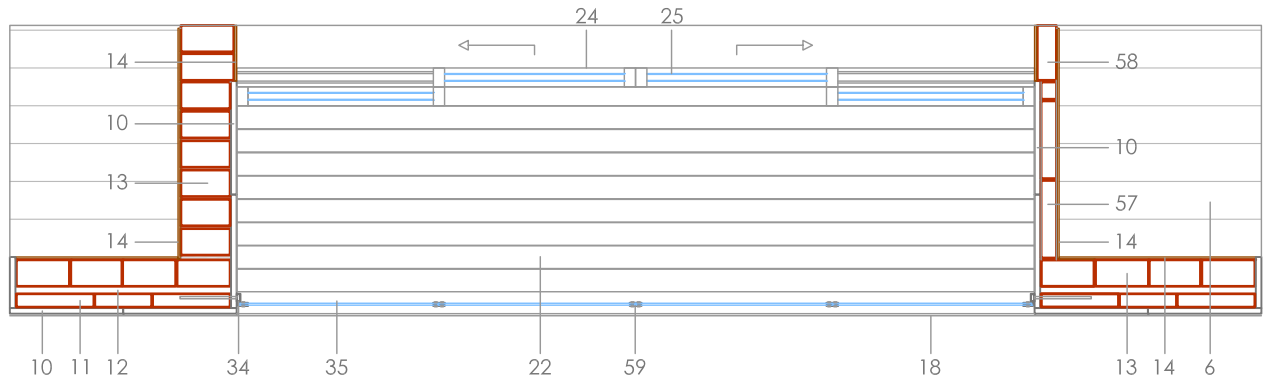
- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRON ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA..

Gráfico 4.50

PLANTAS CONSTRUCTIVAS



PLANTA CONSTRUCTIVA 1



PLANTA CONSTRUCTIVA 2

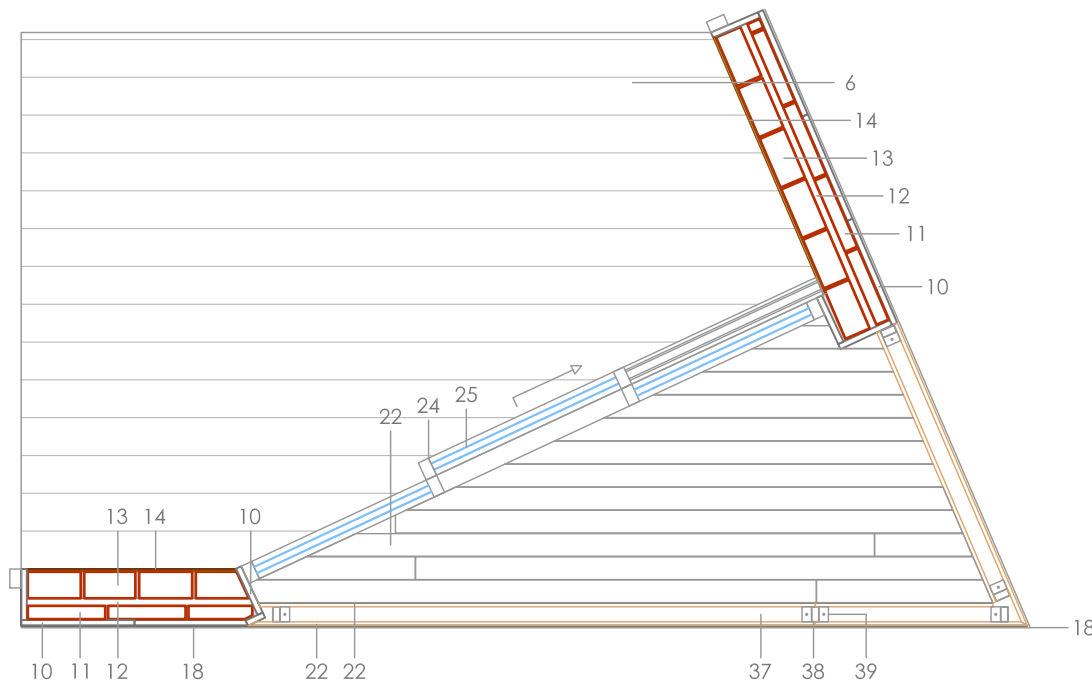


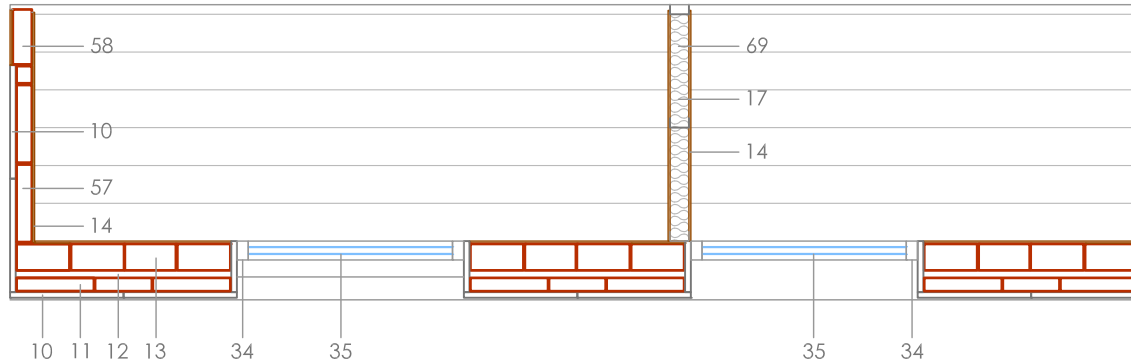
Gráfico 4.51

- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/CM2 Emax=150MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 PISO FLOTANTE DE MADERA E=12MM
- 7 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 8 PERFIL G 250X100X25X5
- 9 PERFIL METALICO ANCLADO A LOSA DE HORMIGON PARA CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO EN TERRAZAS
- 10 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO
- 11 LADRILLO HUECO 70X200X410
- 12 CAMARA DE AIRE AISLANTE
- 13 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 14 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 15 CIELO RASO DE GYPSUM E=12MM SUSPENDIDO
- 16 SUBESTRUCTURA METALICA SOLDADA A VIGA DE BORDE
- 17 AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO
- 18 GOTERON DE TOL
- 19 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 20 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD E=10MM ASEGURADO A SUBESTRUCTURA CON TORNILLOS AUTOROSCANTES
- 21 TIRA DE MADERA DE PINO 40X50 ANCLADA A ESTRUCTURA
- 22 DUELA DE MADERA DE TEKA
- 23 CORTAFUEGO Y PIE DERECHO DE MADERA DE PINO 100X50 DE PANEL DE MADERA
- 24 CARPINTERIA DE PVC CON RUPTURA DE PUENTE TERMICO
- 25 VENTANA DE DOBLE VIDRIO CON CAMARA DE AIRE
- 26 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO
- 27 ANGULO 30X30X3
- 28 TUBO RECTANGULAR 50X25X2
- 29 ANGULO 25X25X3 CADA 60CM
- 30 MORTERO EPOXICO
- 31 MORTERO DE CEMENTO
- 32 ESPUMA DE POLIETILENO AISLANTE E=2MM
- 33 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DEL 2% PARA EVACUACION DE AGUAS
- 34 BALAUSTRADO ANCLADO A PAREDES PARA SOPORTE DE VIDRIO
- 35 VIDRIO TEMPLADO E=10MM
- 36 ANGULO 125X125X5
- 37 CORTAFUEGOS DE MADERA DE PINO 80X40 CONTINUA..

Gráfico 4.52

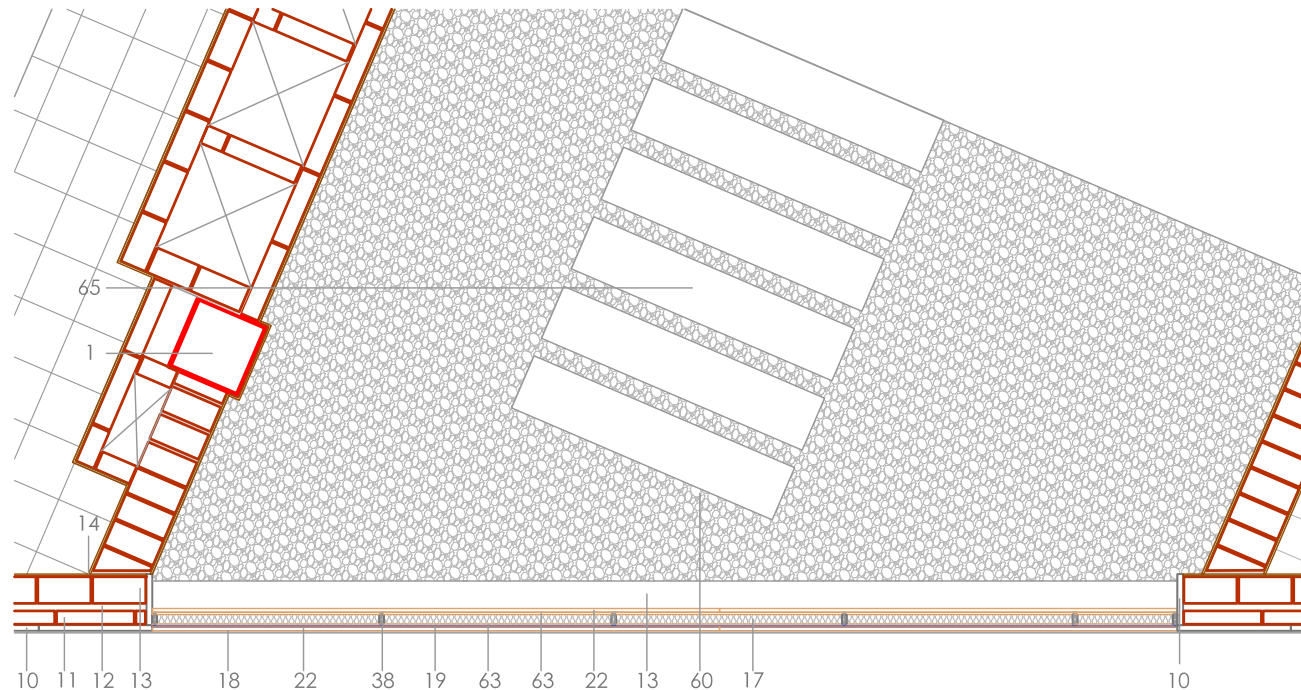
PLANTA CONSTRUCTIVA 3

ESC_1:40



PLANTA CONSTRUCTIVA 4

ESC_1:40



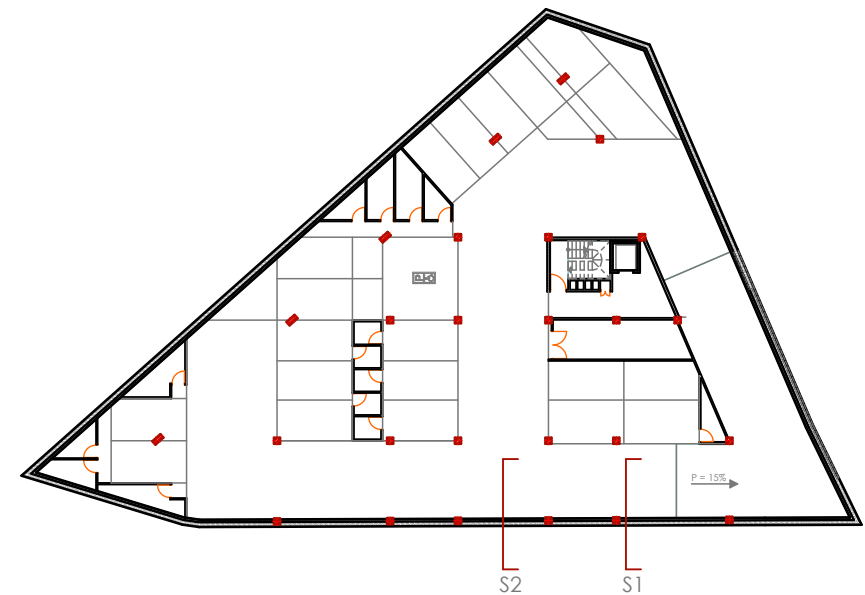
- 38 PIE DERECHO DE PANEL DE MADERA DE TUBO METALICO RECTANGULAR 80X40X2
- 39 ANGULO 50X50X3 SOLDADO A ESTRUCTURA
- 40 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 41 TUBO CUADRADO 30X30X2 CADA 60 CM DE SOPORTE DE PERFIL DE CARGA DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO SOLDADO A PLATINA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE
- 42 COLUMNA METALICA 700X300
- 43 CHICOTE Ø12
- 44 HORMIGON POBRE EN REMATE DE MUROS NIVELADO CON PENDIENTE DE 3%
- 45 LADRILLO HUECO 70X300X410 PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 46 TABLERO DE FIBROCEMENTO ETERBOARD 122X244 E=20MM
- 47 HORMIGON POBRE NIVELADO CON PENDIENTE DE 1% CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE
- 48 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 49 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA E= 40MM
- 50 FILTRO GEOTEXTIL
- 51 CAPA VEGETAL
- 52 CANAL METALICA DE EVACUACION DE AGUAS LLUVIAS P= 2%
- 53 REJILLA METALICA DE PROTECCION DE CANAL
- 54 TUBO DE DESAGUE DE AGUAS LLUVIAS 110MM
- 55 CHAPA DE HORMIGON FC= 210KG/CM2 E=5CM
- 56 LADRILLO HUECO 150X200X410
- 57 LADRILLO HUECO 80X300X410
- 58 LADRILLO HUECO 100X300X410
- 59 HERRAJE DE SOPORTE DE VIDRIO
- 60 GRAVA
- 61 CHAPA METALICA
- 62 GOTERON DE MADERA DE TEKA
- 63 TABLERO AGLOMERADO E=12MM
- 64 PERFIL METALICO G 100X50X15X3
- 65 HUELLA DE HORMIGON
- 66 ACABADO DE HORMIGON PULIDO
- 67 CAPA DE NIVELACION DE PISO E=25MM
- 68 RASTRERA DE MADERA
- 69 TABIQUERIA DE GYPSUM



SECCIONES EN PLANTA BAJA Y SOTANOS



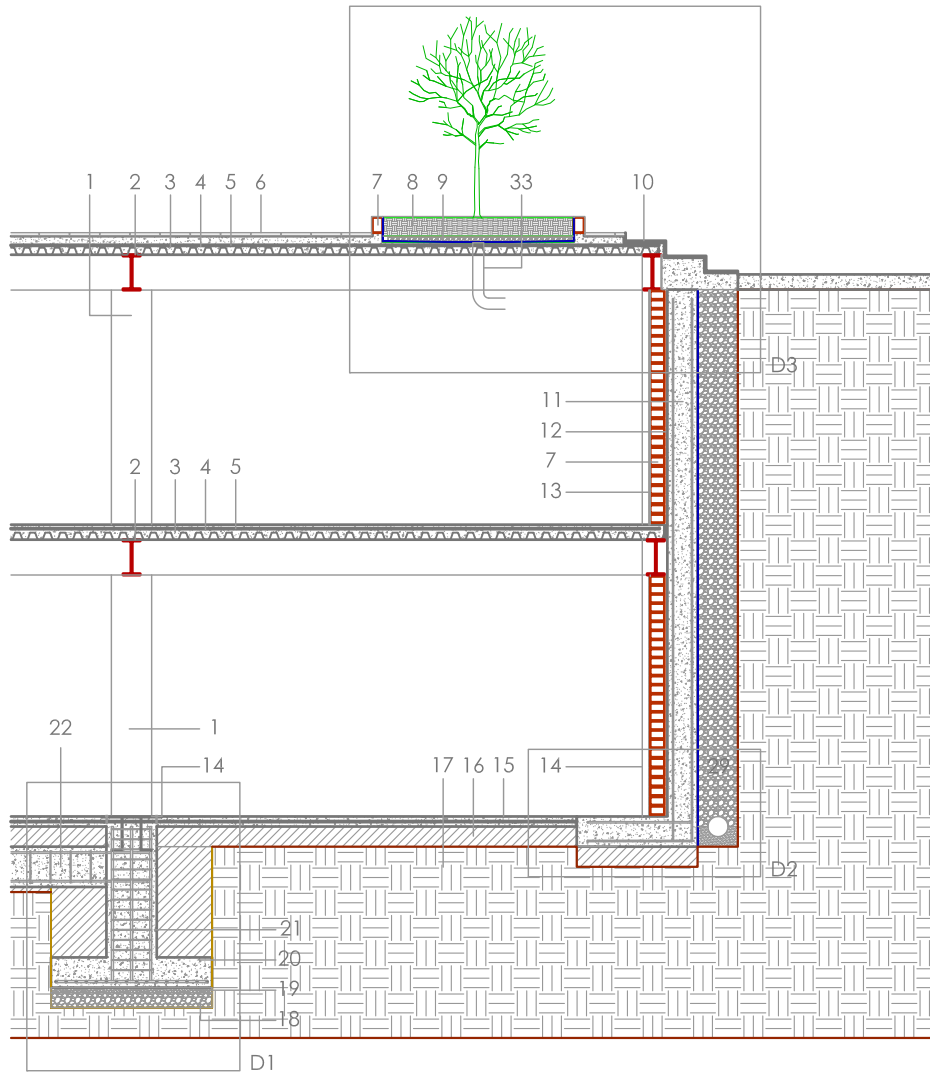
PLANTA BAJA



SUBSUELO 1

ESCALA_1:500

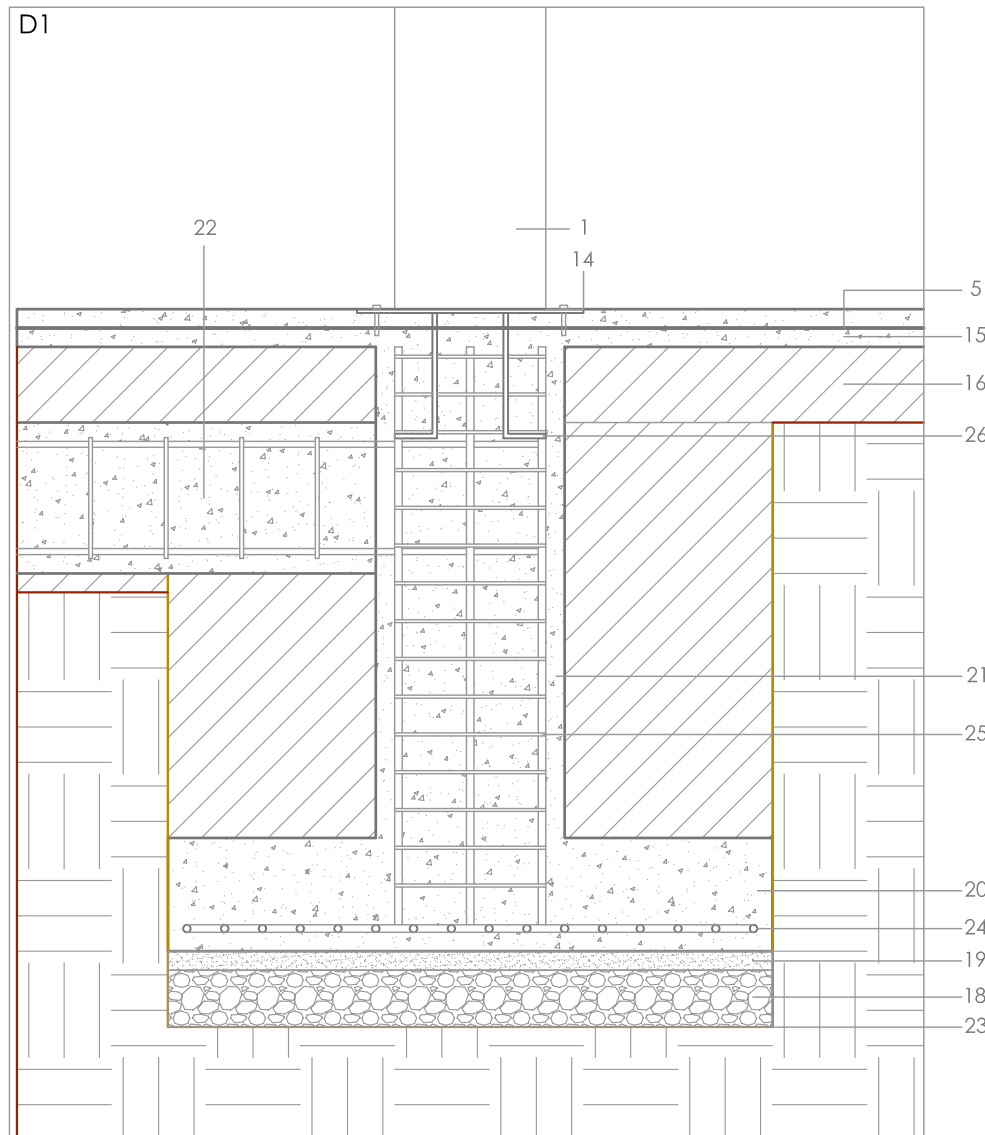
Gráfico 4.54



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/M2 Emax=185MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30
- 7 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 8 CAPA VEGETAL
- 9 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA
- 10 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=20MM
- 11 MURO DE CONTENSION DE HORMIGON ARMADO FC=210KG/CM2 E=300MM
- 12 CAMARA DE AIRE E=30MM
- 13 TABLERO DE GYPSUM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 14 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 15 LOSA DE HORMIGON FC=210KG/CM2 E=100MM
- 16 MATERIAL DE MEJORAMIENTO E=200MM
- 17 TERRENO NATURAL
- 18 REPLANTILLO DE PIEDRA E=150MM
- 19 CAPA DE HORMIGON SIMPLE FC=140KG/CM E=50MM
- 20 ZAPATA DE HORMIGON ARMADO
- 21 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 22 VIGA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO
- 23 LAMINA GEOTEXTIL
- 24 PARRILLA DE HIERRO C/10CM
- 25 ARMADURA DE HIERRO DE COLUMNA
- 26 HIERROS DE ANCLAJE DE PLATINA A COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 27 ARMADURA DE HIERRO DE MURO DE CONTENSION
- 28 CAPA DE GRAVA PARA DRENAJE DE AGUA
- 29 DREN FRANCES CON BOMBA DE EXTRACCION DE AGUA PERMANENTE
- 30 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 31 ENLUCIDO E=1.5MM
- 32 FILTRO GEOTEXTIL
- 33 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 34 TUBO DE DESAGUE PVC 110MM
- 35 TABLERO TRIPLEX 12MM
- 36 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 37 HUELLA DE HORMIGON E=70MM
- 38 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=35MM
- 39 VIGA METALICA DE BORDE DE GRADA 2G 175X50X15X3
- 40 ARMADURA DE HIERRO DE GRADA SOLDADA A VIGA DE BORDE

SECCION 1
ESC_1:75

Gráfico 4.55

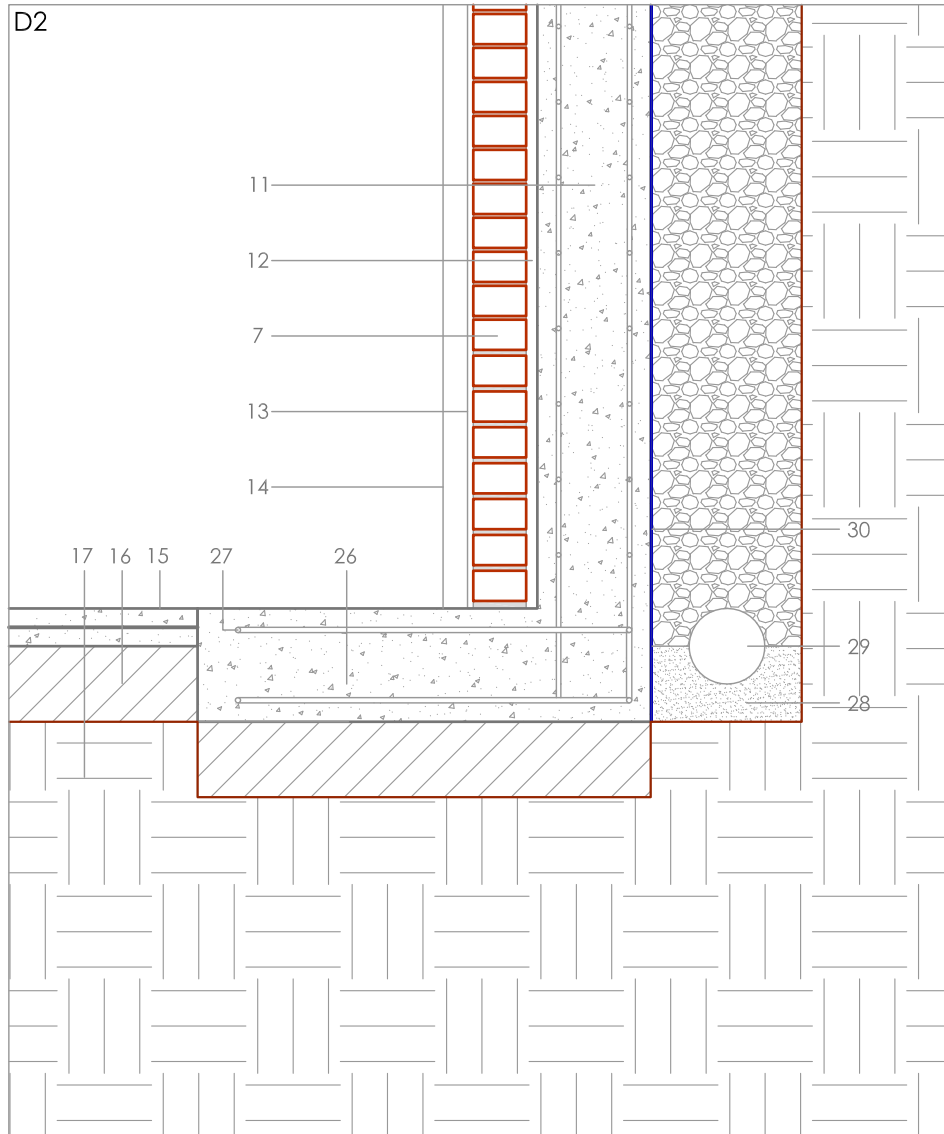


- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/M2 Emax=185MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30
- 7 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 8 CAPA VEGETAL
- 9 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA
- 10 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=20MM
- 11 MURO DE TENSION DE HORMIGON ARMADO FC=210KG/CM2 E=300MM
- 12 CAMARA DE AIRE E=30MM
- 13 TABLERO DE GYPSUM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 14 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 15 LOSA DE HORMIGON FC=210KG/CM2 E=100MM
- 16 MATERIAL DE MEJORAMIENTO E=200MM
- 17 TERRENO NATURAL
- 18 REPLANTILLO DE PIEDRA E=150MM
- 19 CAPA DE HORMIGON SIMPLE FC=140KG/CM E=50MM
- 20 ZAPATA DE HORMIGON ARMADO
- 21 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 22 VIGA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO
- 23 LAMINA GEOTEXTIL
- 24 PARRILLA DE HIERRO C/10CM
- 25 ARMADURA DE HIERRO DE COLUMNA
- 26 HIERROS DE ANCLAJE DE PLATINA A COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 27 ARMADURA DE HIERRO DE MURO DE TENSION
- 28 CAPA DE GRAVA PARA DRENAJE DE AGUA
- 29 DREN FRANCES CON BOMBA DE EXTRACCION DE AGUA PERMANENTE
- 30 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 31 ENLUCIDO E=15MM
- 32 FILTRO GEOTEXTIL
- 33 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 34 TUBO DE DESAGUE PVC 110MM
- 35 TABLERO TRIPLEX 12MM
- 36 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 37 HUELLA DE HORMIGON E=70MM
- 38 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=35MM
- 39 VIGA METALICA DE BORDE DE GRADA 2G 175X50X15X3
- 40 ARMADURA DE HIERRO DE GRADA SOLDADA A VIGA DE BORDE

ESC_1:20



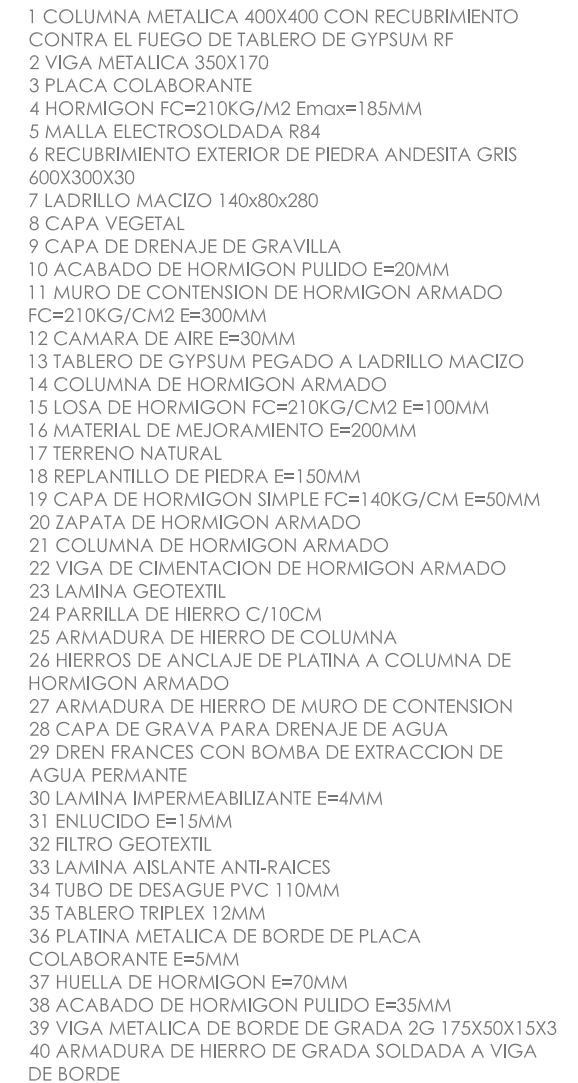
Gráfico 4.56



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/M2 Emax=185MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30
- 7 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 8 CAPA VEGETAL
- 9 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA
- 10 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=20MM
- 11 MURO DE CONTENSION DE HORMIGON ARMADO FC=210KG/CM2 E=300MM
- 12 CAMARA DE AIRE E=30MM
- 13 TABLERO DE GYPSUM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 14 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 15 LOSA DE HORMIGON FC=210KG/CM2 E=100MM
- 16 MATERIAL DE MEJORAMIENTO E=200MM
- 17 TERRENO NATURAL
- 18 REPLANTILLO DE PIEDRA E=150MM
- 19 CAPA DE HORMIGON SIMPLE FC=140KG/CM E=50MM
- 20 ZAPATA DE HORMIGON ARMADO
- 21 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 22 VIGA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO
- 23 LAMINA GEOTEXTIL
- 24 PARRILLA DE HIERRO C/10CM
- 25 ARMADURA DE HIERRO DE COLUMNA
- 26 HIERROS DE ANCLAJE DE PLATINA A COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 27 ARMADURA DE HIERRO DE MURO DE CONTENSION
- 28 CAPA DE GRAVA PARA DRENAJE DE AGUA
- 29 DREN FRANCES CON BOMBA DE EXTRACCION DE AGUA PERMANTE
- 30 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 31 ENLUCIDO E=1.5MM
- 32 FILTRO GEOTEXTIL
- 33 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 34 TUBO DE DESAGUE PVC 110MM
- 35 TABLERO TRIPLEX 12MM
- 36 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 37 HUELLA DE HORMIGON E=70MM
- 38 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=35MM
- 39 VIGA METALICA DE BORDE DE GRADA 2G 175X50X15X3
- 40 ARMADURA DE HIERRO DE GRADA SOLDADA A VIGA DE BORDE

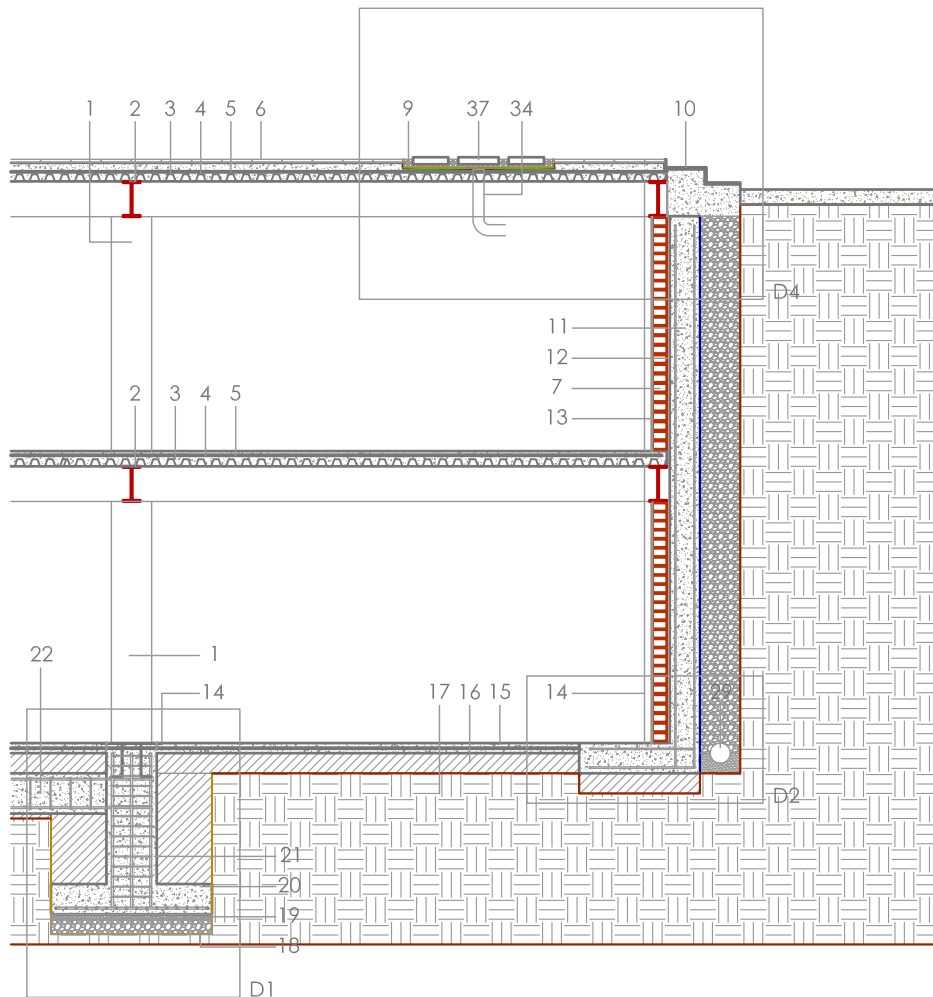
ESC_1:20

Gráfico 4.57



ESC_1:25

Gráfico 4.58

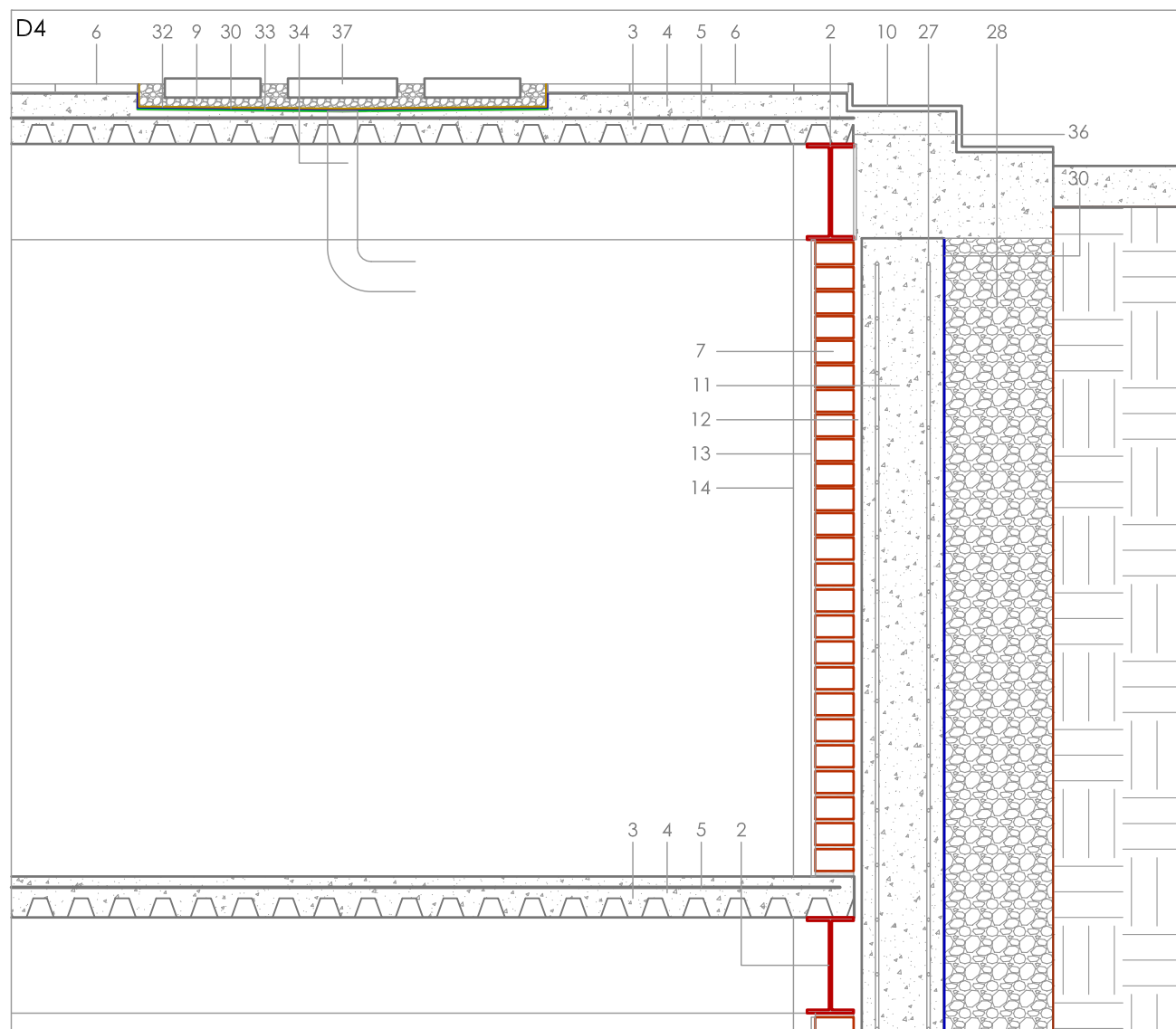


- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/M2 Emax=185MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30
- 7 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 8 CAPA VEGETAL
- 9 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA
- 10 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=20MM
- 11 MURO DE CONTENSION DE HORMIGON ARMADO FC=210KG/CM2 E=300MM
- 12 CAMARA DE AIRE E=30MM
- 13 TABLERO DE GYPSUM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 14 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 15 LOSA DE HORMIGON FC=210KG/CM2 E=100MM
- 16 MATERIAL DE MEJORAMIENTO E=200MM
- 17 TERRENO NATURAL
- 18 REPLANTILLO DE PIEDRA E=150MM
- 19 CAPA DE HORMIGON SIMPLE FC=140KG/CM E=50MM
- 20 ZAPATA DE HORMIGON ARMADO
- 21 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 22 VIGA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO
- 23 LAMINA GEOTEXTIL
- 24 PARRILLA DE HIERRO C/10CM
- 25 ARMADURA DE HIERRO DE COLUMNA
- 26 HIERROS DE ANCLAJE DE PLATINA A COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 27 ARMADURA DE HIERRO DE MURO DE CONTENSION
- 28 CAPA DE GRAVA PARA DRENAJE DE AGUA
- 29 DREN FRANCES CON BOMBA DE EXTRACCION DE AGUA PERMANENTE
- 30 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 31 ENLUCIDO E=15MM
- 32 FILTRO GEOTEXTIL
- 33 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 34 TUBO DE DESAGUE PVC 110MM
- 35 TABLERO TRIPLEX 12MM
- 36 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 37 HUELLA DE HORMIGON E=70MM
- 38 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=35MM
- 39 VIGA METALICA DE BORDE DE GRADA 2G 175X50X15X3
- 40 ARMADURA DE HIERRO DE GRADA SOLDADA A VIGA DE BORDE

SECCION 2

ESC_1:75

Gráfico 4.59



- 1 COLUMNA METALICA 400X400 CON RECUBRIMIENTO CONTRA EL FUEGO DE TABLERO DE GYPSUM RF
- 2 VIGA METALICA 350X170
- 3 PLACA COLABORANTE
- 4 HORMIGON FC=210KG/M2 Emax=185MM
- 5 MALLA ELECTROSOLDADA R84
- 6 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30
- 7 LADRILLO MACIZO 140x80x280
- 8 CAPA VEGETAL
- 9 CAPA DE DRENAJE DE GRAVILLA
- 10 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=20MM
- 11 MURO DE CONTENSION DE HORMIGON ARMADO FC=210KG/CM2 E=300MM
- 12 CAMARA DE AIRE E=30MM
- 13 TABLERO DE GYPSUM PEGADO A LADRILLO MACIZO
- 14 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 15 LOSA DE HORMIGON FC=210KG/CM2 E=100MM
- 16 MATERIAL DE MEJORAMIENTO E=200MM
- 17 TERRENO NATURAL
- 18 REPLANTILLO DE PIEDRA E=150MM
- 19 CAPA DE HORMIGON SIMPLE FC=140KG/CM E=50MM
- 20 ZAPATA DE HORMIGON ARMADO
- 21 COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 22 VIGA DE CIMENTACION DE HORMIGON ARMADO
- 23 LAMINA GEOTEXTIL
- 24 PARRILLA DE HIERRO C/10CM
- 25 ARMADURA DE HIERRO DE COLUMNA
- 26 HIERROS DE ANCLAJE DE PLATINA A COLUMNA DE HORMIGON ARMADO
- 27 ARMADURA DE HIERRO DE MURO DE CONTENSION
- 28 CAPA DE GRAVA PARA DRENAJE DE AGUA
- 29 DREN FRANCES CON BOMBA DE EXTRACCION DE AGUA PERMANTE
- 30 LAMINA IMPERMEABILIZANTE E=4MM
- 31 ENLUCIDO E=15MM
- 32 FILTRO GEOTEXTIL
- 33 LAMINA AISLANTE ANTI-RAICES
- 34 TUBO DE DESAGUE PVC 110MM
- 35 TABLERO TRIPLEX 12MM
- 36 PLATINA METALICA DE BORDE DE PLACA COLABORANTE E=5MM
- 37 HUELLA DE HORMIGON E=70MM
- 38 ACABADO DE HORMIGON PULIDO E=35MM
- 39 VIGA METALICA DE BORDE DE GRADA 2G 175X50X15X3
- 40 ARMADURA DE HIERRO DE GRADA SOLDADA A VIGA DE BORDE

ESC_1:25



ESTRATEGIAS DE SUSTENTABILIDAD

El término estrategias se refiere a la definición de las acciones óptimas para la consecución de un fin, basadas en ciertas reglas, principios o directrices que ayuden a tomar las decisiones correctas. En el caso del diseño sustentable, las estrategias están enfocadas a cumplir los objetivos fundamentales de la arquitectura.

1. *Crear espacios habitables que cumplan con una finalidad funcional y expresiva, que propicien el desarrollo integral del hombre. Evidentemente para cumplir este objetivo, los espacios deben ser saludables y confortables.*

2. *Hacer uso eficiente de la energía y los recursos; tendiendo hacia la autosuficiencia de las edificaciones en la medida de lo posible.*

3. *Preservar y mejorar el medio ambiente.*

Como se puede apreciar, los objetivos generales son muy amplios, por lo que se abordarán únicamente las estrategias de diseño enfocadas a conseguir la climatización natural de los espacios, es decir para lograr condiciones óptimas de confort higrotérmico, y reducir al máximo los consumos de energía convencional para el calentamiento o enfriamiento de las edificaciones.

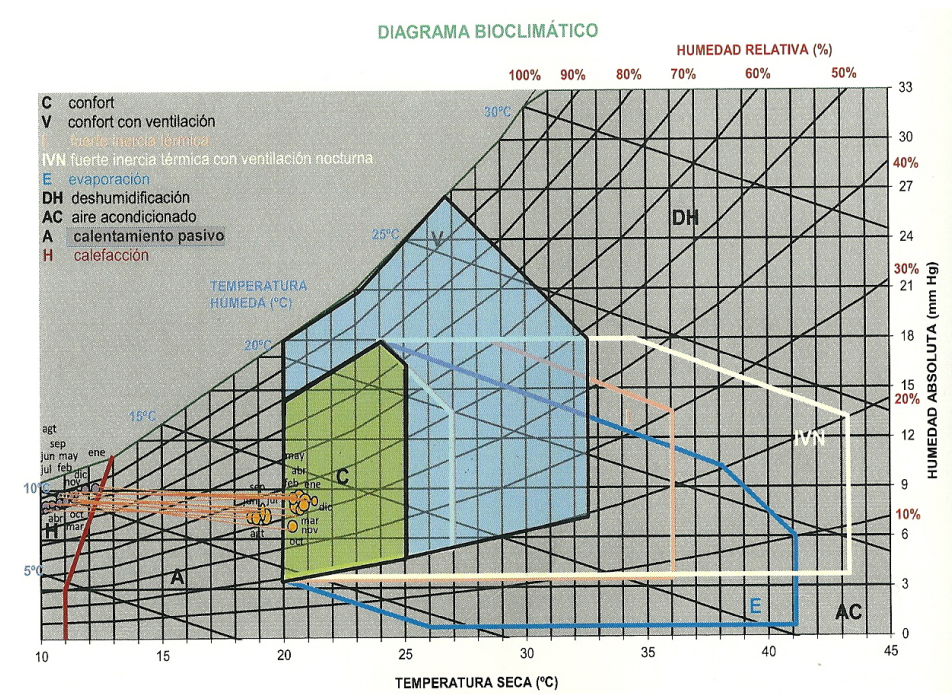
Para mostrar las necesidades de confort de una persona sedentaria se utiliza la carta bioclimática, que es un diagrama de temperatura – humedad, en la cual se presentan estrategias básicas para conseguir un estado confortable. El diagrama psicrométrico determina los límites de efectividad de diferentes estrategias de diseño enfocadas a conseguir el confort higrotérmico en las edificaciones.

Los límites para las diferentes estrategias forman zonas, que indican hasta donde el diseño adecuado de las edificaciones puede responder favorablemente ante determinadas condiciones de temperatura y humedad para propiciar un ambiente confortable. [...]

Se divide en las siguientes zonas:

- Zona neutra o de confort
- Zona de ventilación natural
- Zona de calentamiento
- Zona de enfriamiento evaporativo
- Zona de masa térmica
- Zona de humidificación
- Zona de aire acondicionado artificial

Gráfico 4.61



Fuente: Tesis *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*.

En el análisis del diagrama psicrométrico para la ciudad de Cuenca se puede apreciar que esta se encuentra en la zona A, la cual requiere calentamiento pasivo.



SISTEMAS PASIVOS

Es necesario “conocer los principios físicos y las técnicas en que se basan estos sistemas, para emplearlos de manera eficaz, los cuales deben integrarse desde la concepción inicial del diseño, a fin de lograr una adecuada relación de la arquitectura al medio. Los sistemas pasivos son aquellos que permiten captar, controlar, almacenar, distribuir o emitir los aportes de la energía natural sin intervención de ninguna fuente de energía.” (Ferreiro, 1991)

1. Aporte solar directo.

El espacio habitable en cada momento se calienta directamente con el sol, captando la energía directa o difusa que atraviesa el vidrio. El espacio habitable se convierte a la vez en captor solar, depósito térmico y sistema de distribución.

1.1 Ventanas Captoras.

Las funciones que cumple una ventana dentro de una edificación en cualquier latitud son las siguientes:

- Ganancia y pérdida de calor
- Iluminación
- Ventilación y aireación

Tomando las recomendaciones de Edward Mazria en su libro de la energía solar pasiva, las ventanas captoras para climas templados deben tener de 0.11 a 0.25 m² de vidrio por m² de área útil, consideración que puede cambiar por condiciones de diseño referentes a vistas, luz natural o utilización del espacio.

“La radiación que penetra por las ventanas difícilmente se reflejara de nuevo hacia afuera, sea cual fuere el color y la forma de los acabados interiores del local. Esto significa que prácticamente toda la radiación queda absorbida por las paredes, suelo, falso techo u otros objetos en el espacio y convertida en calor.” (Mazria, 1983). Para reducir la pérdida

de energía calorífica que se produce por las noches se debe utilizar aislamiento móvil (persianas o cortinas).

En base a un tamaño promedio de dormitorio en el proyecto de 12m², el área vidriada debería ser de 3m², por lo que el módulo de ventana escogido para el proyecto está dentro de los parámetros establecidos al tener un área de 2.88m² (1.2mx2.4m).

Se han tomado en cuenta también otras consideraciones como rehundir las ventanas en la fachada y utilizar carpintería aislante y doble vidrio con cámara de aire para reducir las pérdidas de calor. La carpintería escogida de PVC ecológico es de dos a cuatro veces más aislante que una carpintería de aluminio normal. (Ilustración en gráfico 4.62)

1.2 Almacenamiento térmico en obra.

Para almacenar la energía calorífica se utiliza obra maciza de más de 10cm de espesor. Una losa de piso de 17.5cm de espesor (placa colaborante 7cm + hormigón 8cm + resanteo 2.5cm), paredes de doble hoja de 30cm de espesor y paredes de ladrillo artesanal de 30cm de espesor.

Los elementos ligeros como las paredes de ladrillo hueco de 13 cm de espesor con su acabado, y los paneles divisorios de gypsum, son de color blanco para reflejar la radiación directa sobre las paredes y suelo pesados, ya que al ser un material de escasa masa térmica que al pintarse de color oscuro se calienta rápidamente, pero al tener escasa capacidad de almacenaje de calor, resulta que el espacio es sobrecalentado durante el día, cuando no se necesita.

Para mejorar la absorción de calor, el piso y las paredes exteriores son de un tono oscuro. (Ilustración en gráfico 4.62)

1.3 Sistemas de Control Solar.

Se han colocado persianas reflectivas de control solar en los departamentos que tienen un solo frente de iluminación con el fin de introducir más luz y radiación al interior del departamento mediante reflexión, a la vez que brindan más privacidad a los ambientes interiores.



En estos casos las zonas húmedas no tienen ventilación directa sino están ventiladas a través de la zona social y para ayudar a disminuir la humedad de estos ambientes, la estrategia que se ha escogido permite introducir radiación mediante reflexión para aumentar la temperatura y reducir así la humedad relativa del lugar.

Al mismo tiempo las persianas reflectivas ayudan a introducir más luz hacia el interior del departamento, contribuyendo a mejorar el aspecto lumínico del mismo.

La estructura y persianas de control solar son de madera de Teka. La superficie superior de cada persiana está recubierta de aluminio, material que es altamente reflectivo. Cada persiana tiene una rotación de 5° hacia el interior para mejorar la evacuación de agua.

Las persianas se colocan a partir de 1.05m de altura para no impedir la ganancia de energía calorífica en la losa de piso. (Ilustración en gráfico 4.63)

De igual manera a nivel +19.05, sobre las ventanas del 5 piso, se instaló un sistema de control solar para evitar deslumbramientos y disfrutar de abundante luz difusa en los ambientes interiores de los pisos 4 y 5 que tienen amplias superficies acristaladas. Este sistema de control solar aporta también a complementar volumétricamente al proyecto que tiene un retranqueo obligatorio a partir del 4 piso. (Ilustración en gráfico 4.114)

2. Aporte Solar Indirecto.

El aporte solar indirecto es el sistema de calefacción solar pasiva que funciona cuando la radiación solar incide primero en una masa térmica que está situada entre el sol y el ambiente. La radiación solar absorbida por esta masa se convierte en energía térmica (calor) y es transferida después al espacio habitable.

2.1 Sistema de Invernadero Adosado.

Igualmente teniendo en cuenta las recomendaciones de Edward Mazria,

el dimensionamiento de los invernaderos para climas templados es de 0.33 a 0.9m² de vidrio por m² de área útil.

Sumando el área de los jardines secos al este y al oeste, se tiene un área de 35.3m² que tienen un área de acristalamiento de 17.8m², lo que nos da un coeficiente de 0.55, que está dentro de las recomendaciones antes mencionadas.

No todo el pasillo va a tener soleamiento durante el día, por ello se ha buscado la manera de hacer del área de los jardines secos lo más eficiente posible, trabajando con materiales convencionales, para absorber el calor disponible y poder distribuirlo posteriormente al resto del edificio. Así el jardín este recibirá soleamiento por la mañana y el jardín oeste por la tarde, calentando las superficies que tengan contacto con la radiación del sol y creando un ambiente cálido que luego por convección calentará el aire del resto del pasillo no asoleado, creando de esta manera un núcleo caliente que emitirá calor por la noche al resto de espacios.

La optimización de la masa térmica del invernadero se realizó a través de las diferentes superficies. En la obra pesada la losa de piso se ha recubierto de una capa de grava para mejorar su capacidad de captación de calor y las paredes divisorias son de ladrillo artesanal que con su acabado suman 30cm de espesor, juntos tienen una gran capacidad de acumulación de calor y el retardo térmico necesario para luego distribuir dicho calor a los espacios interiores durante la noche.

El panel exterior tiene un antepecho aislado con fibra de vidrio recubierto de duela de madera, que es un material que tiene gran capacidad de acumulación de calor pero poca masa térmica, por ello para evitar que se pierda el calor ganado por el material hacia el exterior se ha utilizado el aislamiento antes dicho. Las ventanas tienen carpintería de PVC aislante y doble vidrio con cámara de aire para disminuir la pérdida de calor a través de ellas.

Para evitar sobrecalentamientos en días muy calurosos, las ventanas son deslizantes para permitir ventilar el espacio en la ocasión que se requiera.

El piso duro del invernadero tiene un acabado brillante para mejorar la iluminación a través del pasillo. (Ilustración en gráfico 4.64 - 4.65)



Gráfico 4.62

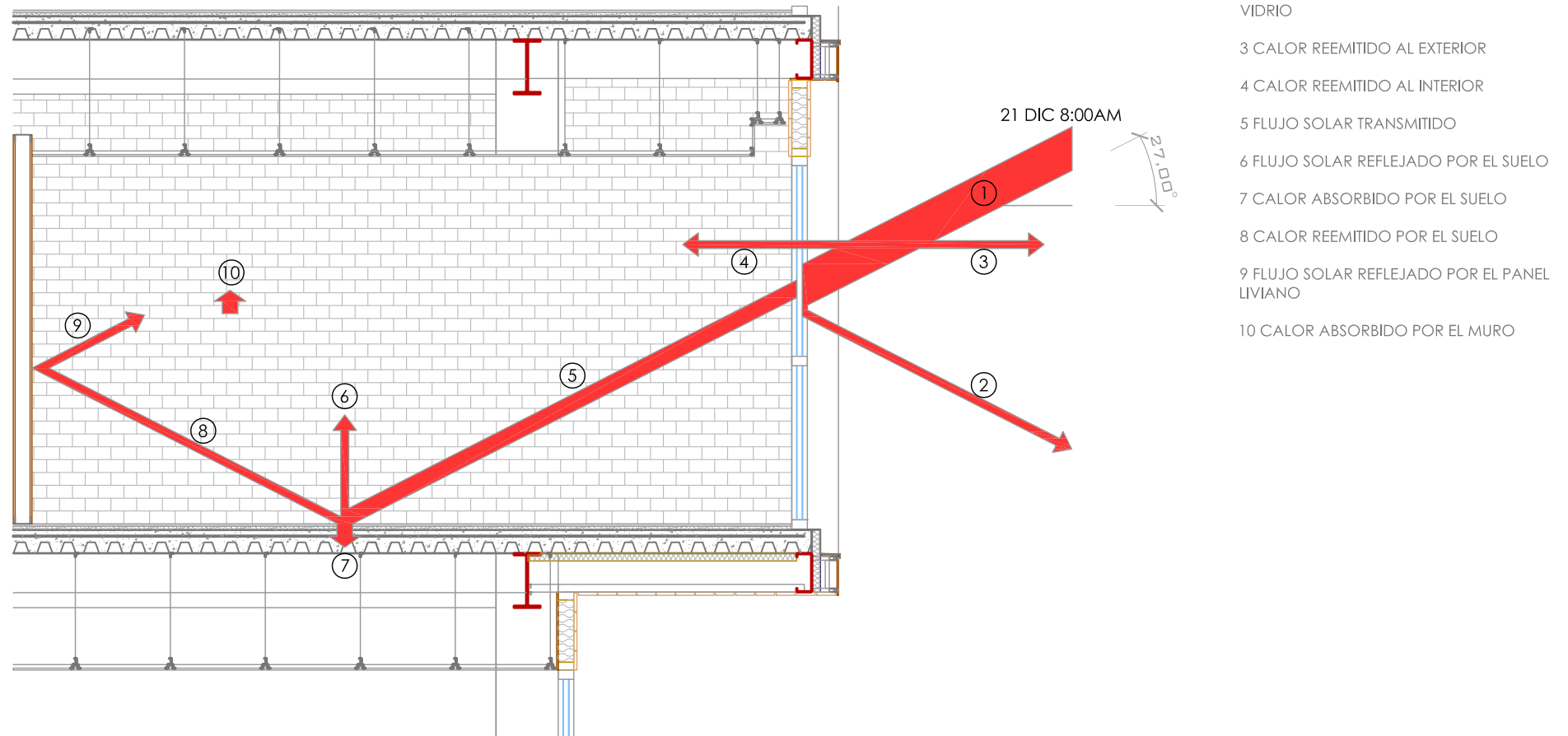
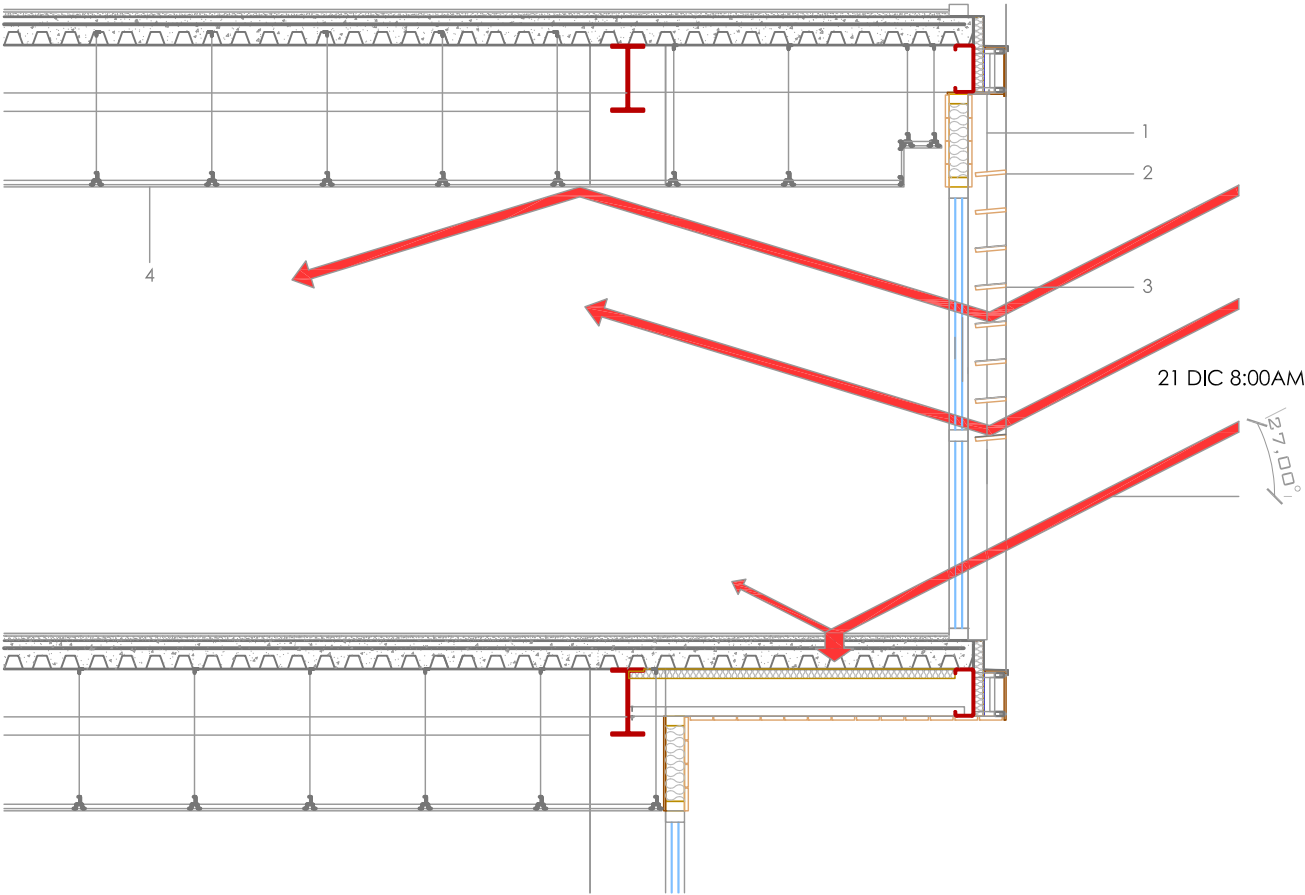


DIAGRAMA DE APORTE SOLAR DIRECTO

ESC_1:40



Gráfico 4.63



- 1 PIE DERECHO DE TEKA 100X50 MM
- 2 PERSIANA DE TEKA 160X20 MM
- 3 PERSIANA DE TEKA 160X20MM RECUBIERTA DE LAMINA DE ALUMINIO EN SU CARA SUPERIOR
- 4 CIELO RASO DE GYPSUM COLOR BLANCO

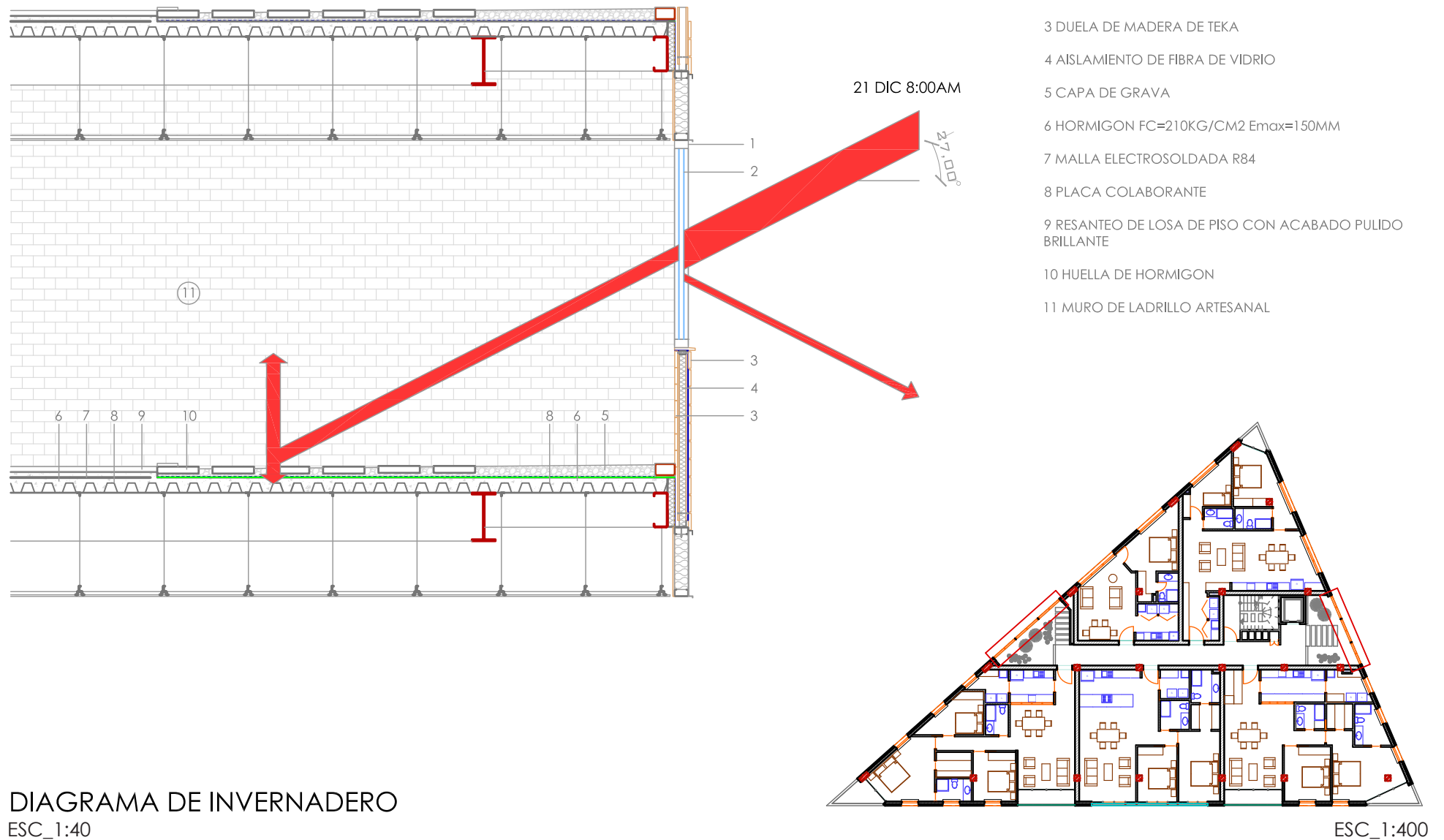


DIAGRAMA DE CONTROL SOLAR
ESC_1:40

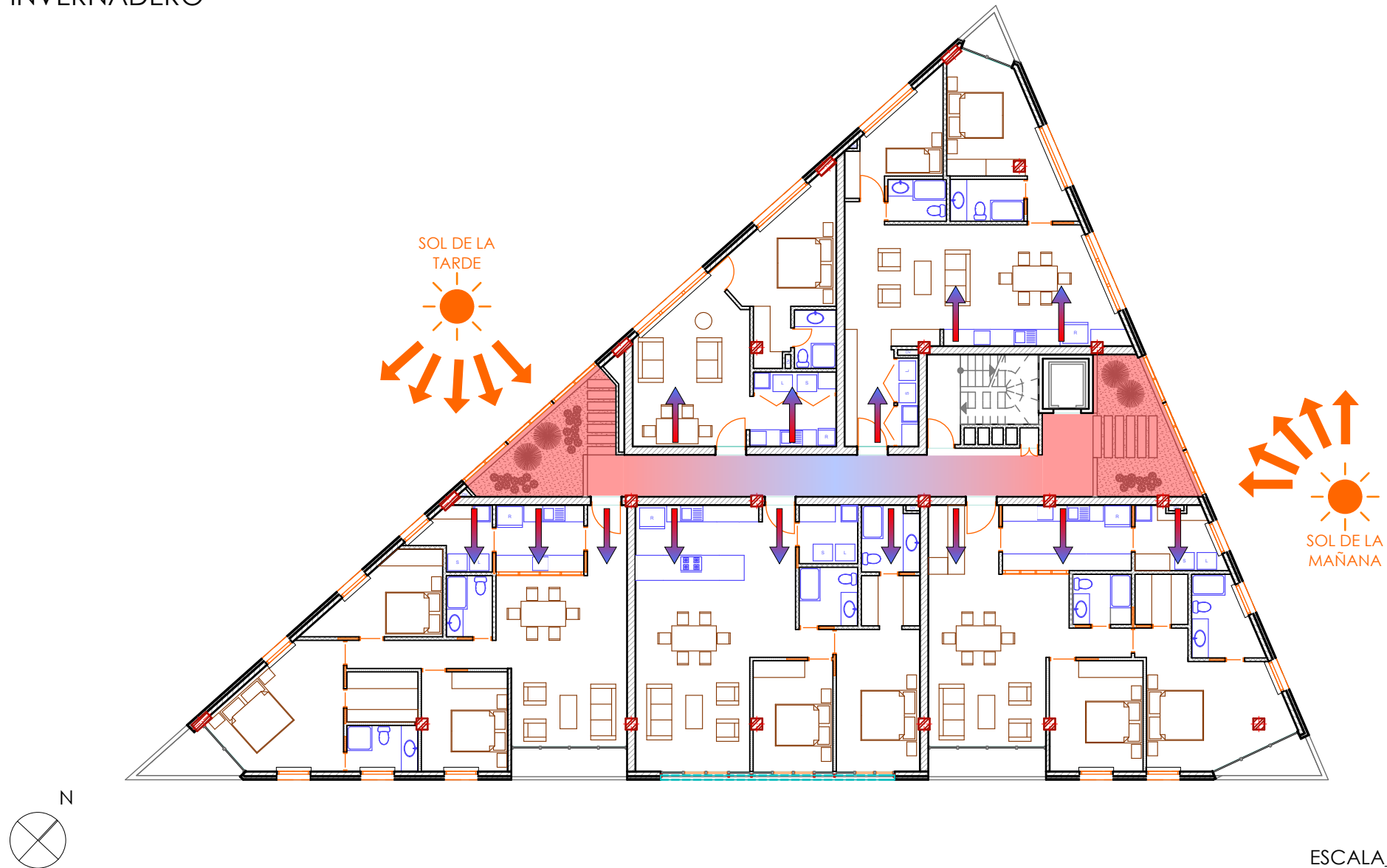
ESC_1:400



Gráfico 4.64



INVERNADERO



ESCALA_1:200



3. Aislamiento.

Los elementos que constituyen el clima exterior, radiación solar y temperatura, humedad y movimiento del aire, influyen en el intercambio térmico del edificio a través de su envolvente. Esto ocasiona que en temperaturas bajas sea necesario minimizar las pérdidas térmicas a través de los cerramientos, y en temperaturas altas, evitarse el sobrecalentamiento.

El ambiente interior es el resultado de los flujos energéticos que se establecen como consecuencia del clima y de las cargas internas del edificio. El edificio está sujeto a pérdidas y ganancias térmicas a través de sus cerramientos. Es la envolvente la responsable de mantener los niveles de temperatura y humedad estables y dentro de los márgenes admisibles por el cuerpo humano. [...]

Los materiales de obra, como el ladrillo, piedra, hormigón y adobe pueden almacenar gran cantidad de calor, pero no constituyen por sí solos un buen aislante térmico. Por ejemplo, un espesor de 9cm de fibra de vidrio tiene un aislamiento similar al de 3.6m de hormigón o 1.2m de tierra. [...]

Por esta razón se han tomado las siguientes decisiones para aislar la edificación.

3.1 Muros Exteriores.

Según el estudio realizado en la tesis "Aplicación de principios bioclimáticos para el diseño urbano arquitectónico", el espesor del muro se calcula en función del retardo térmico, que se muestra en el cuadro a continuación. En el cual se supone que la temperatura máxima interior se da a las 21:00 horas.

Conociendo este valor y recurriendo al diagrama de inercia térmica del material seleccionado, que en este caso es el ladrillo artesanal, se obtiene un resultado de 30cm.

Corroborando el dato anterior en el estudio de diferentes viviendas en la ciudad de Cuenca realizado en la tesis "Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca", las temperaturas interiores en las viviendas son bajas con respecto a los niveles óptimos de confort (20° - 25°C).

Cuadro 4.1

Tiempo mínimo de retardo térmico para elementos verticales en el callejón andino

FECHA	PERIODO DE INCIDENCIA SOLAR			PERIODO DE TEMP.SUPERFICIAL EXTERIOR MAXIMA	RETARDO TERMICO MINIMO EN HORAS
	21 DE JUNIO	23 DE SEPTIEMBRE 21 DE MARZO	21 DE DICIEMBRE		
ORIENTACION					
SE	6:00 a 10:00	6:00 a 12:00	6:00 a 13:30	10:15 - 14:00	10.75
E	6:00 a 12:00	6:00 a 12:00	6:00 a 12:00	12:00 - 14:00	9
NE	6:00 a 14:00	6:00 a 12:00	6:00 a 10:30	10:15 - 14:00	10.75
N	6:00 a 18:00	6:00 a 18:00	-	14:00 - 18:00	7
NO	10:00 a 18:00	12:00 a 18:00	13:30 a 18:00	14:00 - 18:00	7
O	12:00 a 18:00	12:00 a 18:00	12:00 a 18:00	14:00 - 18:00	7
SO	14:00 a 18:00	12:00 a 18:00	10:30 a 18:00	14:00 - 18:00	7
S	-	-	6:00 a 18:00	14:00 - 18:00	7

Fuente: Tesis *Aplicación de principios bioclimáticos para el diseño urbano-arquitectónico*



Cuadro 4.2

Temperatura y humedad relativa por horas

	Temperatura promedio 7:00 AM		Humedad promedio 7:00 AM		Temperatura promedio 1:00 PM		Humedad promedio 1:00 PM		Temperatura promedio 9:00 PM		Humedad promedio 9:00 PM		Temperatura promedio 3:00 AM		Humedad promedio 3:00 AM	
	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext
Promedio casas adosadas	17,7	13,9	61	60,5	20,1	21	58,3	57,2	19,3	16,5	58,7	59,3	18,1	13,1	60,2	63,3
Promedio casas aisladas	16,6	13,1	62,8	65,2	19	22,4	61,3	56,9	17,8	13,2	61,7	63,8	16,9	11	62,8	66,6

Fuente: Tesis *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*

Cuadro 4.3

Temperatura radiante promedio en paredes y ventanas por horas

	Promedio temp paredes 7:00 AM		Promedio temp paredes 1:00 PM		Promedio temp paredes 9:00 PM		Promedio temp paredes 3:00 AM		Promedio temp ventanas 7:00 AM		Promedio temp ventanas 1:00 PM		Promedio temp ventanas 9:00 PM		Promedio temp ventanas 3:00 AM	
	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext
Promedio casas adosadas	17,4	13,8	18,8	19,6	18,7	16,1	17,9	14,4	15,7	14,4	20	19,7	16,7	15,4	15,3	14,2
Promedio casas aisladas	15,4	12,5	16	17,7	17,1	14,1	16,6	12,2	15	13	19,7	20,2	14,3	12,8	13	11,3

Fuente: Tesis *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*

Cuadro 4.4

Temperatura radiante promedio en puertas y cubierta por horas

	Promedio temp puertas 7:00 AM		Promedio temp puertas 1:00 PM		Promedio temp puertas 9:00 PM		Promedio temp puertas 3:00 AM		Promedio temp cubierta 7:00 AM		Promedio temp cubierta 1:00 PM		Promedio temp cubierta 9:00 PM		Promedio temp cubierta 3:00 AM	
	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext	Int	Ext
Promedio total	15,7	14,2	18,9	19,7	16,6	14,9	15,7	12	15,5	12,6	19,5	28,2	17,3	11	15,5	9,7

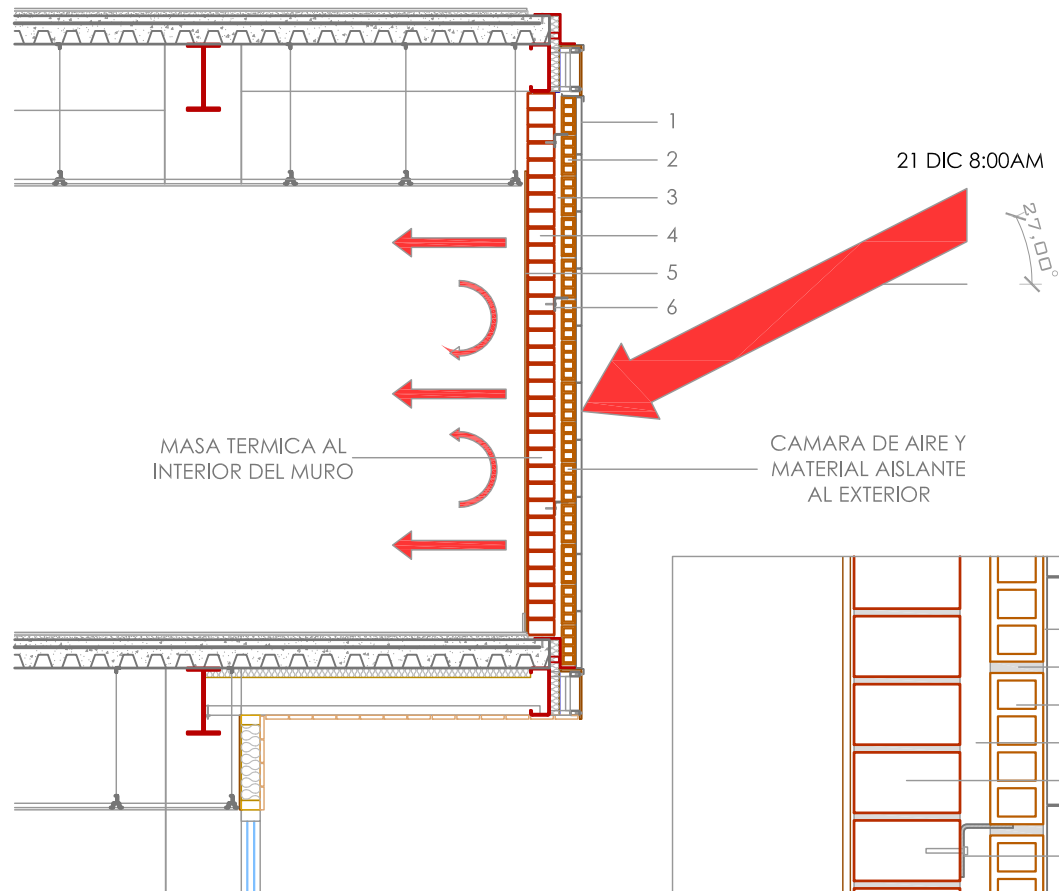
Fuente: Tesis *Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca*

Es por ello que se ha determinado utilizar un cerramiento de doble hoja con cámara de aire de 4cm de espesor en el medio como aislante. La hoja externa está compuesta por ladrillo hueco de 7cm de espesor recubierto de piedra andesita gris oscuro de 3cm de espesor y la hoja interna está compuesta de ladrillo artesanal de 14cm de espesor con un revestimiento interior de tablero de gypsum pintado, que en total suman 30cm de espesor.

El aislamiento de cámara de aire se ha colocado al exterior de la hoja de ladrillo macizo, que es la masa térmica del muro, para que el calor ganado por el muro se almacene dentro del espacio. De esta manera la energía solar absorbida durante el día será almacenada en la masa térmica y será cedida posteriormente durante la noche al espacio interior. (Ilustración en gráfico 4.66)



Gráfico 4.66



1 RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE PIEDRA ANDESITA GRIS 600X300X30 PEGADA A LADRILLO HUECO

2 LADRILLO HUECO 70X200X410

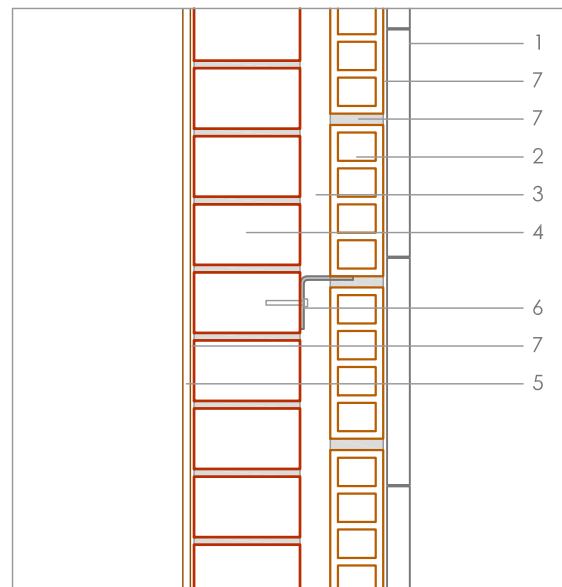
3 CAMARA DE AIRE AISLANTE E=40MM

4 LADRILLO MACIZO 140x80x280

5 TABLERO DE GYPSUM E=12MM PEGADO A LADRILLO MACIZO

6 ANGULO 70X70X5 ANCLADO A LADRILLO MACIZO PARA SOPORTE DE HOJA EXTERIOR DE CERRAMIENTO

7 MORTERO DE CEMENTO



SECCION EN MURO EXTERIOR
ESC_1:40 _1:10



ESC_1:500



3.2 Cálculo de aislamiento para muros exteriores.

El cálculo de aislamiento se hizo tomando como referencia la Norma IRAM 11601 y 11605, cuyas siglas vienen de Instituto Argentino de Normalización y Certificación, para condiciones climáticas semejantes a la nuestra, según las cuales, se obtuvieron los siguientes resultados:

Para temperaturas mínimas $\geq 0^{\circ}\text{C}$ se tienen los siguientes valores para K.

K= Transmitancia Térmica en $\text{W/m}^2\text{k}$

Cuadro 4.5

Nivel A		Nivel B		Nivel C	
Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
0.38	0.32	1.00	0.83	1.85	1.00

Fuente: Norma IRAM 11605

A= Recomendado

B= Medio

C=Mínimo

- Para un muro de ladrillo macizo $e=28\text{cm}$ con acabado exterior de enlucido $e=1\text{cm}$ y recubrimiento interior de tablero de gypsum $e=1.2\text{cm}$ pegado con mortero de cemento $e=0.05\text{cm}$.

K= 1.73

- Para un muro de ladrillo macizo $e=28\text{cm}$ con recubrimiento exterior de piedra andesita $e=3\text{cm}$ pegada con mortero de cemento $e=0.05\text{cm}$ y recubrimiento interior de tablero de gypsum $e=1.2\text{cm}$ pegado con mortero de cemento $e=0.05\text{cm}$.

K= 1.68

- Para el muro de doble hoja con cámara de aire escogido para el proyecto que consta de:

Hoja exterior: ladrillo hueco $e=7\text{cm}$ con recubrimiento exterior de piedra andesita $e=3\text{cm}$ pegada con mortero de cemento $e=0.05\text{cm}$.

Cámara de aire $e=4\text{cm}$.

Hoja interior: ladrillo macizo $e=14\text{cm}$ con recubrimiento interior de tablero de gypsum $e=1.2\text{cm}$ pegado con mortero de cemento $e=0.05\text{cm}$.

K=1.30

- El mismo muro anterior con aislante de poliestireno expandido de 4 cm de espesor sin cámara de aire.

K=0.58

Tomando en cuenta que el promedio de temperaturas mínimas de los últimos 30 años en la ciudad es de 6°C , los indicadores de la tabla anterior están dados para climas más fríos, pero nos dan una buena referencia del aislamiento necesario. Se puede concluir entonces que un muro común de una hoja de 30cm de espesor de ladrillo macizo con cualquier recubrimiento ofrece un menor aislamiento que un muro de doble hoja y cámara de aire. De esta manera, con la utilización del muro doble hoja se asegurara que la temperatura interior de los ambientes estará dentro del rango de confort.

3.3 Muros Interiores.

Las divisiones principales entre departamentos están compuestas por ladrillo artesanal con un espesor de 30cm para dar masa térmica al contorno de cada departamento y mejorar la capacidad de almacenaje de energía calorífica en ellos, además de que contribuye al mejoramiento del aislamiento acústico entre las viviendas.

Las divisiones de dormitorios son paredes de gypsum de 12cm de espesor rellenas de fibra de vidrio para mejorar su aislamiento y mantener el calor dentro del espacio dado que carecen de masa térmica que almacene esta energía.

Para aislar las zonas húmedas se ha utilizado ladrillo hueco de 10cm de



espesor. El ladrillo hueco es mejor aislante térmico que el ladrillo macizo debido al aire contenido dentro de él. Su conductividad térmica es $\lambda=0.49 \text{ W/m}^2\text{K}$, frente a $\lambda=0.87 \text{ W/m}^2\text{K}$ del ladrillo macizo. Mientras más alto es el valor de λ , peor aislante térmico es el material.

Para los muros de Planta Baja, debido a que su uso es mayoritariamente comercial o de trabajo y su ocupación se dará durante el día, se ha utilizado ladrillo hueco de 15cm de espesor, que es un material con menor inercia térmica que transmitirá al interior el calor captado en un desfase de tiempo más corto, durante su ocupación. Los muros exteriores tienen un recubrimiento de piedra andesita de 3cm de espesor, y los interiores con recubrimiento de tablero de gypsum de 1.2cm de espesor con acabado pintado. (Ilustración en gráfico 4.67 - 4.68) (Detalles en secciones y plantas constructivas)

3.4 Ventanas y puertas.

El vidrio en si es un material de mal aislamiento térmico por su coeficiente alto de conductividad térmica, pero las pérdidas de calor a través de las ventanas no solo se da por radiación a través del vidrio sino también alrededor de las ventanas debido a la infiltración. Las ganancias y pérdidas por infiltración equivalen al 39% de las ganancias y pérdidas a través del propio vidrio.

Los marcos bien ajustados y el uso de burletes reducirán las pérdidas y ganancias de calor. Dado que el porcentaje general de un alzado que ocupa la carpintería puede llegar a ser de un 10 – 20%, el valor del marco en términos de aislamiento térmico es importante.

Por ello se ha optado por utilizar carpintería de PVC aislante con doble vidrio y cámara de aire tanto en puertas como ventanas para disminuir la pérdida de calor a través de ellas.

El PVC es un material no conductor por lo que es un aislante natural. En las carpinterías de PVC no existen puentes térmicos consiguiendo aislar en todos los puntos de la carpintería.

Observando los valores K de una ventana común y una aislante podremos establecer la diferencia.

Cuadro 4.6

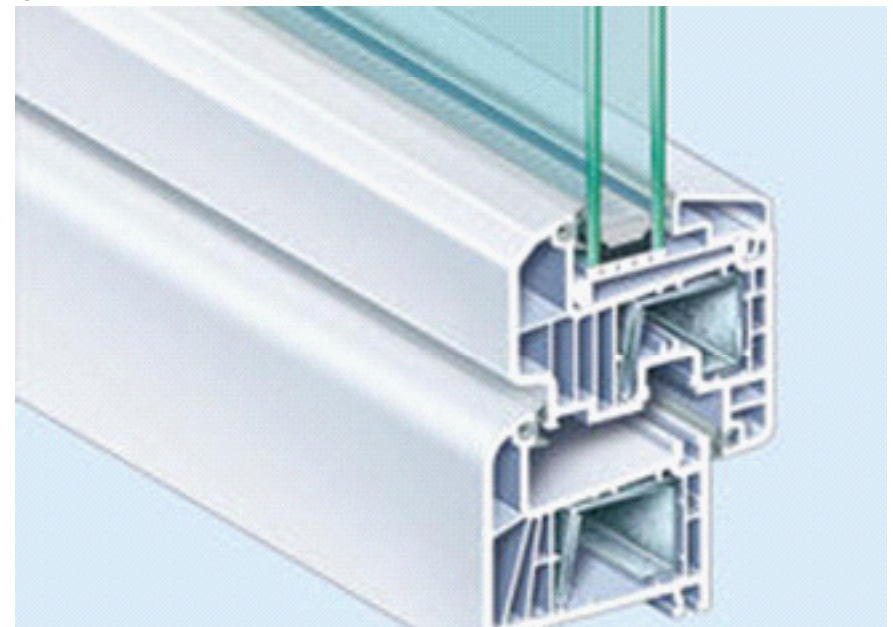
Material	K
Vidrio sencillo	5.4 - 5.8
Vidrio doble	2.8 - 3.0
Carpintería de Aluminio	5.0
Carpintería de madera de calidad	2.0
Carpintería de PVC aislante	1.3

Fuente: <http://www.kommerling.com.es>

La carpintería de PVC y el doble vidrio a más de ofrecer aislamiento térmico, también ofrecen una gran mejora en el aislamiento acústico de las viviendas. (Detalles en secciones y plantas constructivas)

Imagen 4.1

Carpintería PVC con ruptura de puente térmico y doble vidrio

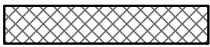


Fuente: <http://www.kommerling.com.es>

Gráfico 4.67

Muros Interiores

PARED DE LADRILLO
HUECO 100X300X410
EN ZONAS HUMEDAS



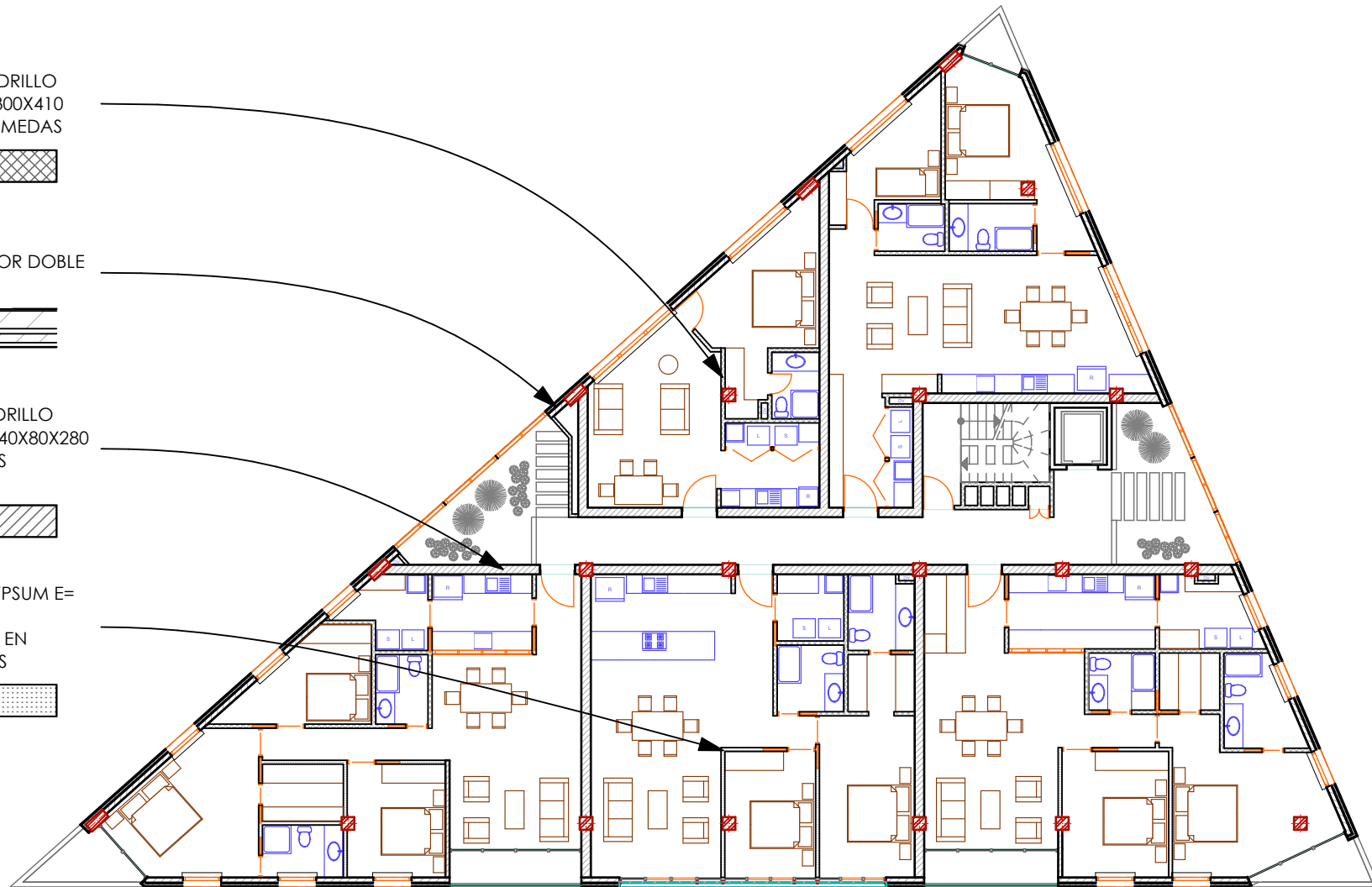
MURO EXTERIOR DOBLE
HOJA



MURO DE LADRILLO
ARTESANAL 140X80X280
EN DIVISIONES
PRINCIPALES



PARED DE GYPSUM E=
120MM CON
AISLAMIENTO EN
DORMITORIOS



PLANTA TIPO

ESC_1:200



Gráfico 4.68

Muros Interiores





3.5 Cubierta.

La cobertura es la parte del edificio que está sujeta a las mayores fluctuaciones térmicas: durante el día alcanza elevadas temperaturas por su exposición directa a la radiación del sol y, durante la noche, es la parte de la construcción que más calor pierde, por radiación, hacia la bóveda celeste. Su aislamiento se impone como una medida de prioridad y puede solucionar parte del problema pero la absorción de la radiación solar por la cubierta, con su consecuente transferencia de calor a sus elementos constituyentes puede originar fácilmente temperaturas muy altas.

Muchos sistemas de cubierta fueron desarrollados en base a estas preocupaciones, casi siempre intentando minimizar los flujos energéticos entre el ambiente interior y exterior a través de la cubierta y, por supuesto, cumpliendo con los requisitos esenciales a que debe responder una cubierta: la estabilidad y resistencia mecánica, la seguridad en caso de incendio, la salubridad, la seguridad de uso, la protección contra el ruido, el ahorro de energía y la protección térmica. Es entonces, cuando la cubierta ajardinada surgió como una respuesta eficiente a éstos y otros requisitos, con comprobadas ventajas sobre otros tipos de cubierta.

Según el libro “La cubierta ecológica como material de construcción” el aislamiento térmico y protección contra la intemperie de una cubierta ajardinada tiene muchas ventajas:

- Protección de la radiación solar. Las características físicas del follaje de las plantas, como: la textura, la densidad, y la altura de las plantas que impiden la penetración de la radiación solar a la superficie de la cubierta. Y, en la medida que se protege el punto más vulnerable del edificio, que es la cubierta, se minimizan los flujos energéticos entre el ambiente exterior e interior.
- Aumenta de varias maneras la eficacia térmica de la cubierta, gracias al aislamiento proporcionado por el aire encerrado dentro del follaje y los procesos de refrigeración propios de las especies vegetales.

- Enfriamiento de los espacios bajo cubierta, en clima cálido provocado por dos tipos de evaporación: en primer lugar la evaporación provocada por la humedad retenida en el sustrato en contacto con la radiación solar y, en segundo lugar, por la evaporación a través de las plantas en sus funciones biológicas. La evaporación consume energía que es alejada antes de transmitirse por la cubierta.
- Disminución de las pérdidas de calor, en clima frío, lo que presupone un ahorro de energía, con la finalidad de estabilizar las condiciones internas de bienestar térmico, obtenidas por ganancias pasivas o por sistemas de acondicionamiento, requiriendo consumos más reducidos para alcanzar los niveles de confort requeridos.
- Aumento del aislamiento térmico. La diferencia de temperatura que sufren los materiales que conforman una cubierta quedan minimizados con el empleo de una capa vegetal. La capa protectora constituida por la vegetación, el poder aislante del sustrato orgánico, generalmente de baja conductividad térmica, el aire existente entre las hojas de las plantas y la capa superior del sustrato que funcionan como una capa aislante, disminuyendo el intercambio térmico entre la cubierta y el exterior.

Aprovecho este punto para hablar un poco más sobre las ventajas de una cubierta ajardinada enunciadas en el mismo libro, para no considerar su implementación como una moda de este tiempo donde se llama “verde” a cualquier cosa sin analizar sus reales características y hacer uso correcto de este término.

- Actuación positiva en el clima de la ciudad y la región proporcionada por la retención de polvo y sustancias contaminantes. Las plantas llegan a filtrar hasta el 85% de las partículas del aire, produciendo oxígeno.
- Aumento del espacio útil. Con la instalación de una cubierta ecológica, se aumentaría la superficie verde de las ciudades que es uno de los problemas urbanos a tener en cuenta y se podría, de alguna manera, reponer la superficie verde ocupada por la construcción del edificio.
- La absorción del ruido. En las ciudades se está bajo la influencia



de toda clase de ruidos provenientes de las actividades de la ciudad. En la cubierta tradicional, los materiales tienen un poder de reflexión que expanden la onda sonora, sin embargo, tanto las plantas como el sustrato absorben parte de la onda.

- Prolongación del tiempo de vida de la cubierta, al proteger la lámina impermeabilizante de la radiación solar y de los cambios bruscos de temperatura.
- Reduce la carga de agua que soportan las canalizaciones de agua, disminuyendo los costes de depuración de aguas residuales y minimiza los riesgos de inundación y torrentes. Devuelve el agua de lluvia al ciclo natural. Incrementando las ventajas financieras para las ciudades que tienen costosos sistemas de drenaje y ayudando a la evacuación de aguas de lluvia a las ciudades que carecen de él.
- Reduce el efecto de la isla de calor. En temperaturas altas la evaporación del agua puede producir grandes efectos refrigerantes dentro de las ciudades. Grandes superficies verdes dentro de centros urbanos densos son indispensables para prevenir las sensaciones de incomfortabilidad y despilfarro de energía que genera la isla de calor.
- Desafortunadamente, las superficies verdes en los centros urbanos desaparecen por el crecimiento urbano y, como consecuencia, aparecen las cubiertas ajardinadas.
- Mejora la calidad de las corrientes de aire, ya que el proceso de evapotranspiración que se sucede en las plantas, logran disminuir las temperaturas de las capas de aire de aire próximas a ellas. En el caso de las cubiertas con plantas de bajo porte, se ejerce una menor acción sobre las corrientes de aire, sin embargo disminuye la temperatura superficial comparada con otros acabados constructivos. Es en cubiertas ajardinadas con arbustos y árboles donde las incidencias son mayores.
- Desde el punto de vista social y psicológico, según Givoni, las áreas verdes (parques, jardines, terrazas, etc.) en espacios urbanos presentan una serie de beneficios que también los tienen la implantación de cubiertas ajardinadas, pero en menor escala: lugar de esparcimiento, de encuentro, enriquecimiento visual. (Ilustración gráfico 4.69) (Detalles en secciones y plantas constructivas)

3.6 Cálculo de aislamiento de cubierta.

Realizando mismo cálculo de aislamiento que en los muros exteriores se obtiene lo siguiente.

Para temperaturas mínimas $\geq 0^{\circ}\text{C}$ se tienen los siguientes valores para K.

K= Transmitancia Térmica en $\text{W}/\text{m}^2\text{k}$

Cuadro 4.7

Nivel A		Nivel B		Nivel C	
Muros	Techos	Muros	Techos	Muros	Techos
0.38	0.32	1.00	0.83	1.85	1.00

Fuente: Norma IRAM 11605

A= Recomendado

B= Medio

C=Mínimo

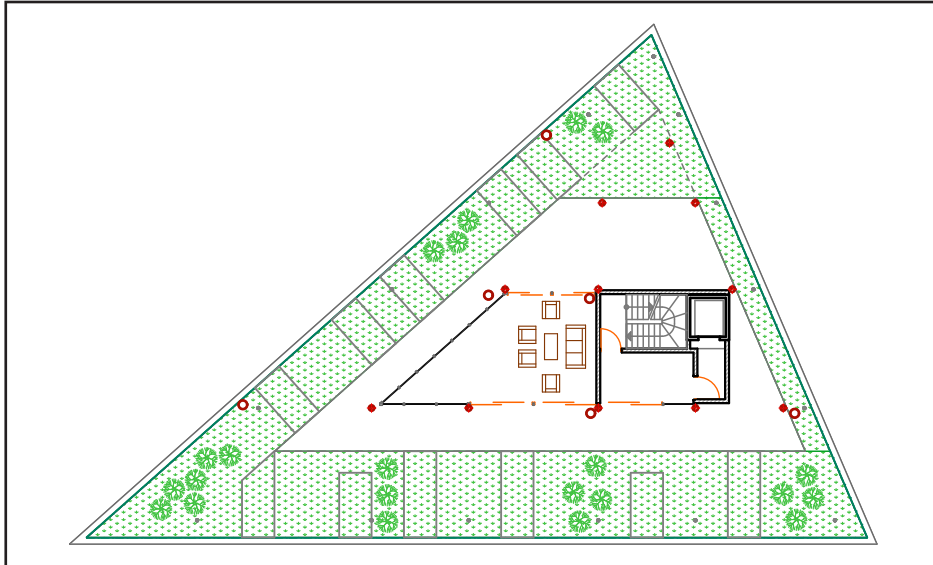
Para la cubierta compuesta (desde arriba a abajo) por 180mm de sedum y sustratos de lodos compostados (vegetación), 150mm de sustrato, 2mm de filtro geotextil, 50mm de capa de drenaje de grava, 3mm de impermeabilización, 0.03mm de capa antiaíces de lámina sin costuras de polietileno de alta resistencia y 190mm de losa de hormigón, sin contar con la cámara de aire entre el cielo raso inferior y dicha estructura, se tiene un valor de:

K=0.49

Con lo que se obtiene un aislamiento recomendado, incluso para climas mas fríos.

Gráfico 4.69

Cubierta ajardinada



3.7 Puentes térmicos.

Los elementos que forman parte de la envolvente térmica son las cubiertas, suelos, fachadas, medianeras, cerramientos en contacto con el terreno y particiones interiores. Al realizar un recorrido por esta envolvente encontramos interrupciones en su composición o en su geometría, ocasionando en esos puntos o zonas un aumento extra de las pérdidas energéticas que se producen en el resto de la envolvente. Estas zonas se denominan puentes térmicos.

Esto ocurre en los siguientes casos:

- Ocupación parcial o total de la envolvente térmica por elementos con diferente conductividad térmica, como ejemplo una columna en un muro.
- Cambio en el espesor de los elementos constructivos.
- Superficie interior y exterior distinta, como las esquinas de un edificio.

- Puentes térmicos ocasionados por ventilación indeseada, como es la falta de estanqueidad de la carpintería

Los puentes térmicos que encontramos en el proyecto son las esquinas de muros, la estructura metálica, los muros de sótano en contacto con el suelo, las terrazas y los paneles livianos expuestos al exterior.

El principal puente térmico es el acero de la estructura metálica, que al estar en contacto con el exterior tiene un comportamiento de mucho menos rendimiento en cuanto a lo térmico en comparación con la obra pesada, su conductividad térmica es de $58.00 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ frente a $0.87 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ del ladrillo macizo.

Para esto se ha utilizado aislamiento de fibra de vidrio en los bordes de las losas, terrazas, columnas y paneles livianos expuestos al exterior. En los muros de contención en los sótanos se ha utilizado un muro con cámara de aire, la cual actúa como barrera para evitar pérdidas por conducción hacia el terreno y como barrera contra la humedad. (Detalles en secciones y plantas constructivas)

4. Ventilación.

Ventilación se entenderá como la renovación que regula la composición del aire que se respira. La aireación se refiere al movimiento del aire, determinado por diferencias de presión, que produce un efecto mecánico y térmico enfriador en cualquier superficie sobre la cual incida el aire en movimiento.

La aireación que ocasiona considerable descenso de temperatura en los ambientes es deseable en climas cálidos y no en templados como en el nuestro, en donde según los requerimientos desprendidos del diagnóstico bioclimático, tiene que ser temporal. En cambio, la ventilación entendida como renovación de aire de los ambientes, es indispensable para cualquier clima; de ella depende no solamente el confort térmico de las personas, sino también su sanidad corporal.

Un local tiende a igualar las condiciones del aire interior con las del

exterior en un tiempo más o menos largo, según las dimensiones y la orientación de las aberturas respecto a las corrientes de aire que pueden estar en reposo o en movimiento, con más o menos índices de contaminación. Esto acarrea un descenso térmico en la vivienda imposible de evitar puesto que la ventilación es indispensable y no se la debe suprimir en absoluto. Afortunadamente, para la ciudad de Cuenca, las corrientes de aire tienen su máxima velocidad en horas de la tarde, apaciguándose considerablemente en horas nocturnas, lo que evita que las pérdidas de calor que se producen en la noche sean de consideración.

La ventana siempre ha sido el medio más simple para ventilación natural de los ambientes. La función de ventilar en una vivienda puede estar también separada de las aberturas mediante los sistemas de ventilación artificial.

Los requisitos para el aprovisionamiento de aire puro en una vivienda dependen del local, de la actividad que se realice y del número de sus ocupantes. Dentro de la misma vivienda existirían ambientes en los cuales los requerimientos de ventilación tendrán variación de uno a otro. Por ejemplo, para las llamadas zonas húmedas como son cocina, baño, lavandería, serán superiores a los de dormitorio, comedor, sala, etc. Para Cuenca hay que asegurar la suficiente ventilación para las zonas húmedas de modo que se puedan reducir los índices de humedad.

Existen estudios con los que se puede determinar con exactitud la tasa de ventilación, en función de la emisión de gas contaminante interior y el puro o aire exterior. Se ha estimado que la tasa de ventilación requerida es de 30 m³/h por persona, para viviendas emplazadas en lugares no muy contaminados.

Es recomendable la instalación de dispositivos de control manual que permitan graduar la ventilación al mismo usuario en función de las condiciones exteriores.

Para nuestro clima no es recomendable la circulación de aire cruzada, propia para climas cálidos, siendo preferible el uso de ventanillas, por ello se ha escogido utilizar ventanas oscilantes en el borde inferior en los módulos simples y triples de ventanas, y en los módulos dobles ventanas deslizantes o correderas.

Las ventanas oscilantes tienen las ventajas de ofrecer un aislamiento acústico y térmico excepcional, tienen un cierre hermético entre el marco y la hoja y tienen una ventilación controlada ideal para nuestro medio.

Imagen 4.2

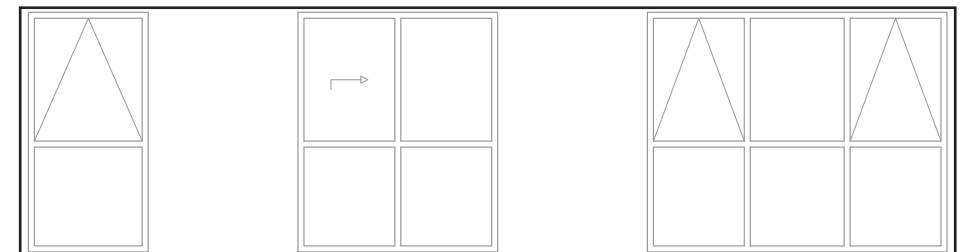
Ventana oscilante



Fuente: *google images*

Gráfico 4.70

Módulos de ventanas



Módulo simple

Módulo doble

Módulo triple

Además de la ventilación natural, se propone un sistema de renovación de aire artificial, el cual funciona a través del pasillo en cada piso, o lo que se le ha llamado el “canal bioclimático”, que tiene la orientación de la dirección del viento predominante en la ciudad, por lo que será fácil captar aire fresco del noreste e introducirlo en cada departamento.

Para esto se utiliza un ventilador de bajas revoluciones, aislado acústicamente para que el sonido no sea molesto, que está ubicado en el entrepiso de cada piso.

Cada departamento tendrá dos tomas de aire, una para inducción y otra de extracción. La de inducción ubicada a nivel de piso en la zona seca del departamento, que luego tras haber sido utilizado se convierte en aire viciado que por termodinámica subirá y será extraído por la toma de aire de extracción que está ubicada a nivel del cielo raso en las zona húmeda, ayudando a eliminar la humedad del aire de esta zona.

Esta estrategia propone mejorar la calidad de aire interior y evitar enfermedades de los usuarios por temas respiratorios, mejorando el confort para cada uno de ellos.

Gráfico 4.71

Renovación de aire en un departamento

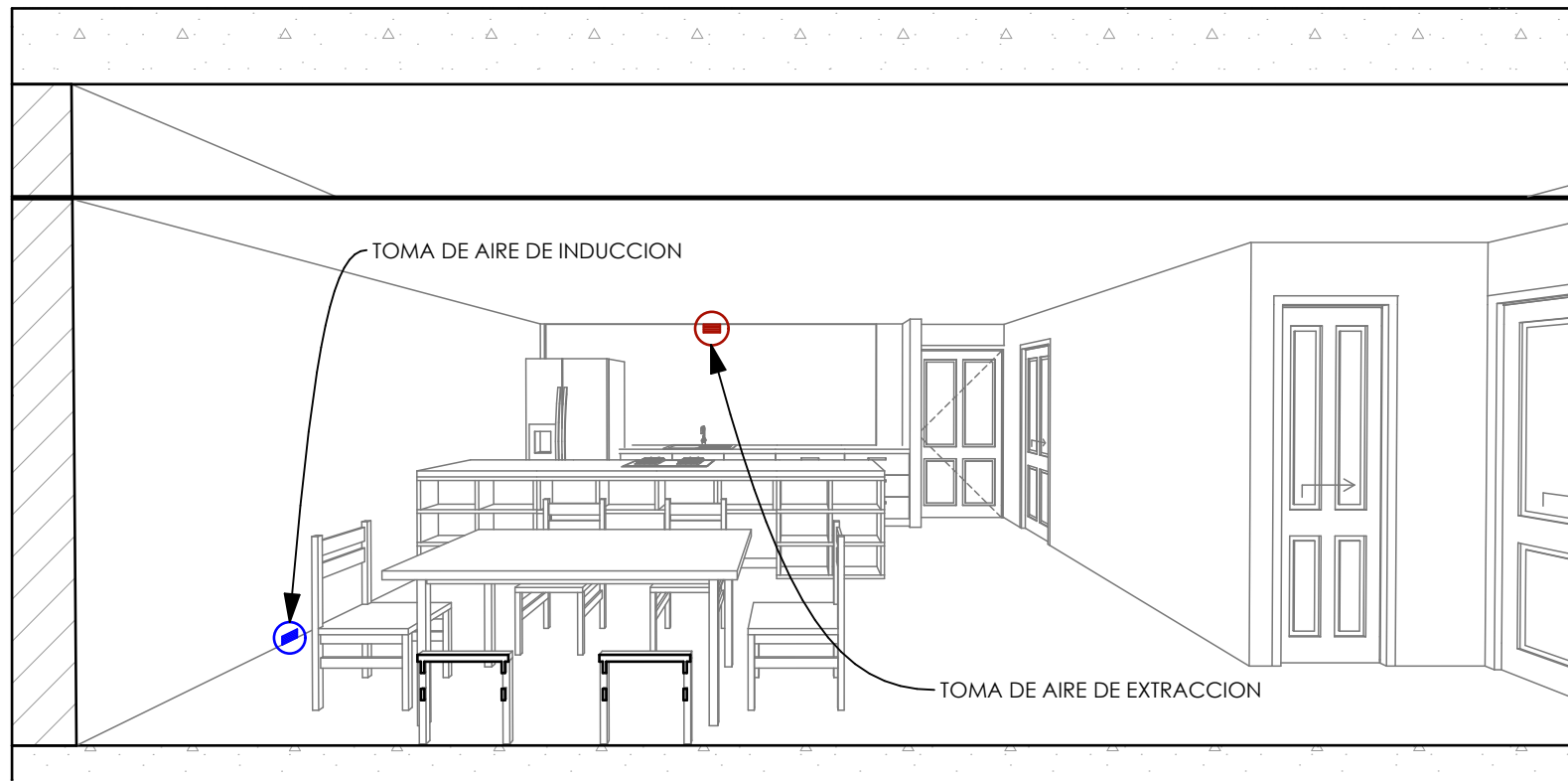


DIAGRAMA DE RENOVACION DE AIRE

Gráfico 4.72



ESCALA_1:250



SISTEMAS ACTIVOS E HÍBRIDOS.

Es necesario conocer y emplear en forma eficiente los distintos sistemas activos o sea aquellos en que a la energía natural que los opera en forma prioritaria, se incorpora algún dispositivo de apoyo mecánico o eléctrico que funciona con algún aporte de energía convencional, para lograr su óptimo funcionamiento.

Estos sistemas son necesarios cuando los sistemas pasivos no son suficientes para lograr el control ambiental adecuado o deseado; y sobre todo se utilizan cuando se pretende hacer un uso eficiente de la energía y los recursos.

1. Paneles Fotovoltaicos.

El consumo actual de energía en el mundo depende casi en su totalidad de combustibles fósiles, representando el 97% del consumo en el cual el 38% proviene del carbón, 40% del petróleo y 19% del gas natural.

Los combustibles fósiles (carbón, petróleo, uranio y gas) usados por las energías convencionales, tienen un tiempo de vida determinado, se agotan y su utilización ocasiona graves impactos sobre el medio ambiente.

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

Las fuentes renovables de energía se basan en los flujos y ciclos naturales del planeta. Son aquellas que se regeneran y son tan abundantes que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no; además, usadas con responsabilidad no destruyen el medio ambiente. La electricidad, calefacción o refrigeración generadas por las fuentes de energías renovables, consisten en el aprovechamiento de los recursos naturales como el sol, el viento, los residuos agrícolas u orgánicos. Incrementar la participación de las energías renovables, asegura una generación de electricidad sostenible a largo plazo, reduciendo la emisión de dióxido de carbono. Aplicadas de manera

socialmente responsable, pueden ofrecer oportunidades de empleo en zonas rurales y urbanas y promover el desarrollo de tecnologías locales.

Debido a la posición geográfica del Ecuador se tiene el nivel de radiación más alto a nivel mundial que resulta en una radiación solar que se mantiene constante durante todo el año que permite el uso de paneles solares de manera continua para la generación de electricidad.

La ciudad de Cuenca tiene un promedio de radiación intermedia – alta en comparación con otros lugares del país con un promedio anual de 4.5 kWh/m²/día, según el Atlas solar del Ecuador.

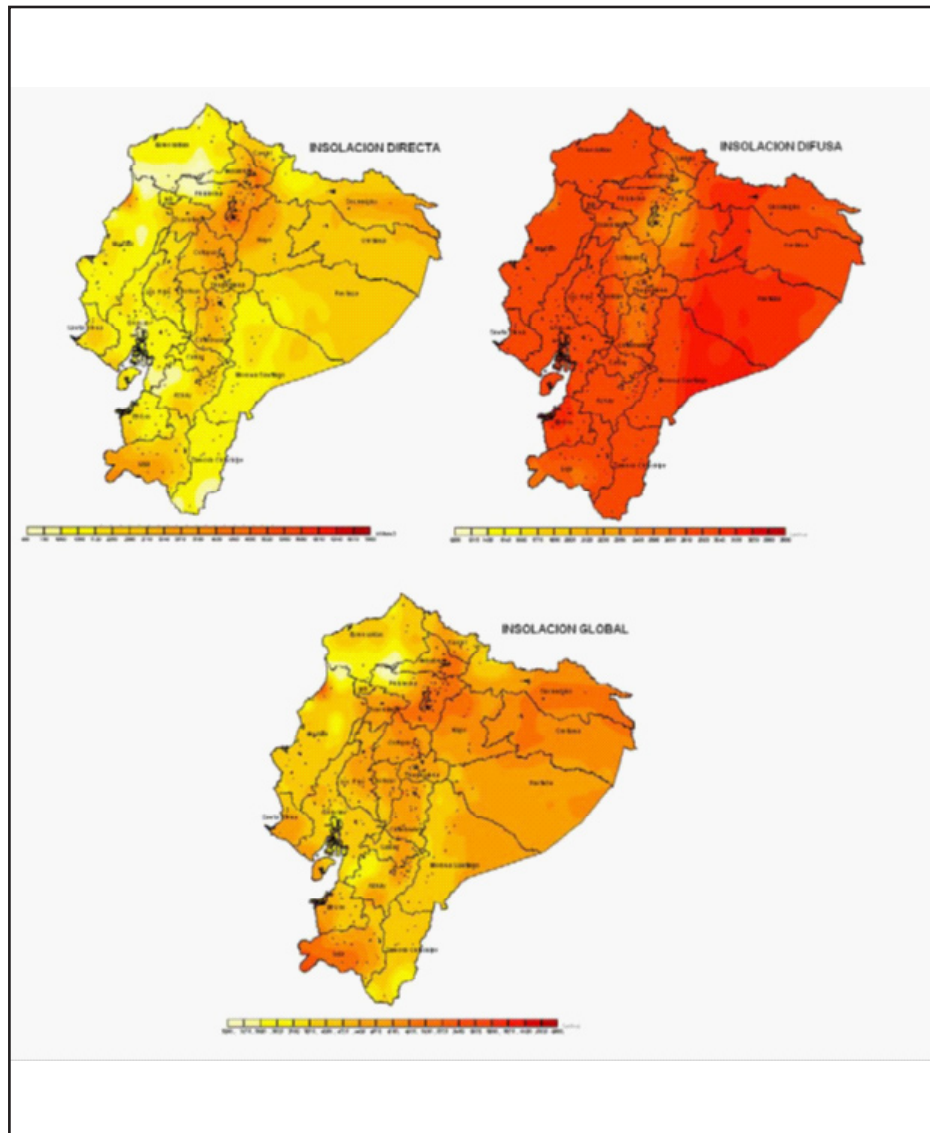
Las células fotovoltaicas se utilizan en dos tipos de instalaciones diferentes: con o sin conexión a una red de suministro eléctrico más amplia. En el primer caso, las células fotovoltaicas y los dispositivos a los que suministran energía no están conectados a ninguna red eléctrica. La electricidad puede utilizarse a medida que se genera, o almacenarse en baterías para utilizarla con posterioridad. El coste de almacenar la energía acostumbra ser bastante alto en este tipo de instalaciones. Suelen utilizarse en zonas rurales aisladas para aplicaciones como sistemas de refrigeración, teléfonos de emergencia y bombas de agua.

Las instalaciones conectadas a una red eléctrica prescinden del coste de almacenar la electricidad. La energía sobrante se suministra a la red a medida que se genera, y se compra cuando se necesita. Los aspectos económicos de las instalaciones integradas en la red se rigen por la normativa de cada país, que determina si la compañía eléctrica tiene la obligación de comprar la energía a precio de mercado. [...]

Debido a que la energía en el Ecuador tiene un costo bastante bajo debido al subsidio (8ctvs el KWh subsidiado frente a 15ctvs el KWh sin subsidio), el sistema fotovoltaico aislado no es rentable económicamente porque no permite la recuperación de la inversión inicial sabiendo que este tipo de tecnología todavía sigue siendo costosa. Por lo que es más

Imagen 4.3

Insolación en el mes de Enero: Directa, Difusa y Global



Fuente: Atlas de Insolación - CIE, 2008

factible proponer un sistema fotovoltaico conectado a la red, que tiene la ventaja de que el estado apoya la realización de estos proyectos con el fin de alcanzar la meta del 8% de generación de energía en el país a través de fuentes renovables.

Según datos del diario el Comercio, mediante la regulación 04/11 aprobada en abril del 2011 y reformada en el 2012, el Conelec fijó la tarifa preferencial de USD 0,40 por kilovatio hora (kW-h) para la energía fotovoltaica, la cual es cara en comparación con otros países pero a la vez es atractiva para que se ejecuten más proyectos de este tipo, con lo que se hace posible la recuperación de la inversión inicial y comenzar el proceso de ganancia en pocos años.

La producción de energía eléctrica está basada en el fenómeno físico denominado 'efecto fotovoltaico', que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (uno de los elementos más abundantes, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada una corriente de 2 a 4 amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente la radiación luminosa.

Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación (insolación) incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula). El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la insolación incidente. Una capa antirreflejo aumenta la eficacia de la célula.

El sistema fotovoltaico consta de los siguientes elementos:

- Un generador solar, compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos, que captan la insolación luminosa procedente del sol y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V).
- Un acumulador, que almacena la energía producida por el generador y permite disponer de corriente

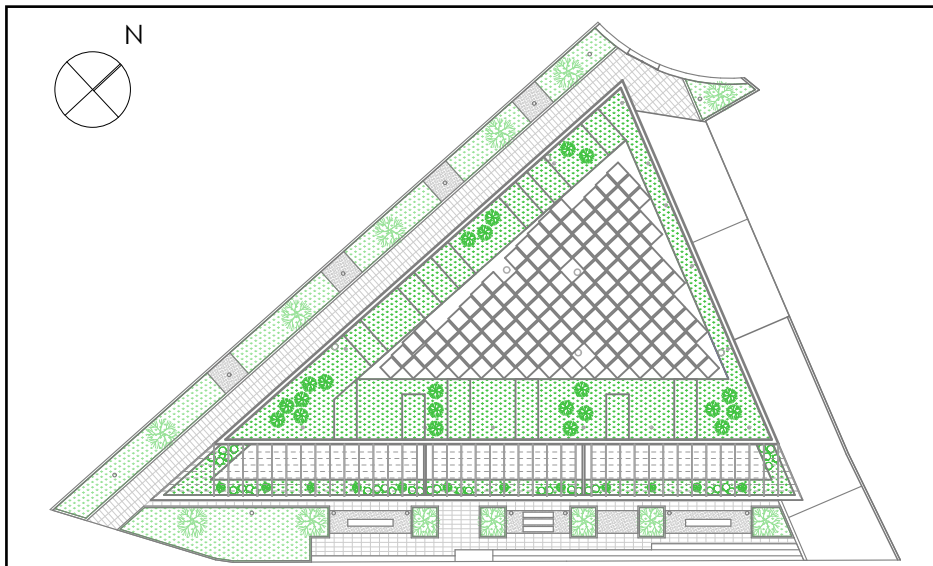
- eléctrica fuera de las horas de luz o días nublados.
- Un regulador de carga, cuya misión es evitar sobrecargas o descargas excesivas al acumulador, que le produciría daños irreversibles; y asegurar que el sistema trabaje siempre en el punto de máxima eficiencia.
- Un inversor (opcional), que transforma la corriente continua de 12 ó 24 V almacenada en el acumulador, en corriente alterna de 230 V.

Una instalación solar fotovoltaica sin inversor, utiliza una tensión de 12 Vcc. Una instalación solar fotovoltaica con inversor, utilización a 220 Vca.

Una vez almacenada la energía eléctrica en el acumulador hay dos opciones: sacar una línea directamente de éste para la instalación y utilizar lámparas y elementos de consumo de 12 ó 24 Vcc o bien transformar la corriente continua en alterna de 220 V a través de un inversor.

Gráfico 4.73

Orientación del sistema fotovoltaico



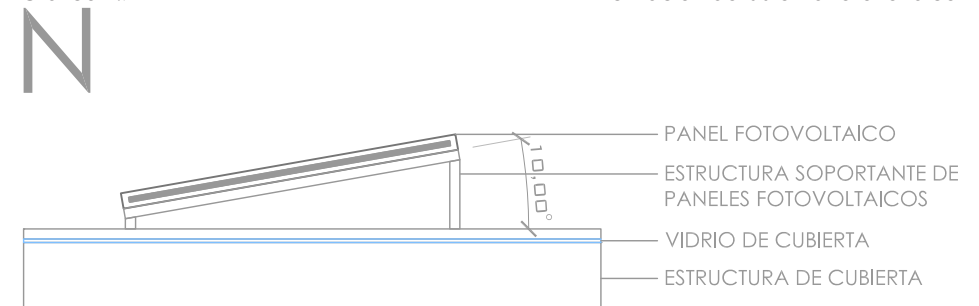
En el proyecto se plantea utilizar este sistema fotovoltaico en la cubierta que recibe el 100% de radiación disponible en el ambiente y que tiene un área de 194m², de la cual según los datos de radiación antes mencionados se puede obtener 4.5kWh/m²/día, lo que significa 873kWh/día y 8730kW/día teniendo en cuenta 10 horas de radiación que tiene el Ecuador. La eficiencia promedio del sistema fotovoltaico es que transforma un 10% de la radiación recibida en electricidad, por lo que resulta un estimado de 87.3kWh/día o 873kW/día. Tomando el dato de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, la energía consumida por cliente en el sector residencial es de 1089kWh/año - 90.75kWh/mes - 3.025kWh/día, multiplicando por 23 viviendas + condominio y estudios daría un resultado que rodea los 75kWh/día, con lo que se tiene un excedente de 12.3kWh/día que representa 49.2 dólares diarios en la recuperación de la inversión.

El principal uso que se le va a dar al sistema fotovoltaico es en el funcionamiento de calderos y máquinas y en segundo lugar a la iluminación de los espacios públicos, vestíbulos y pasillos, para luego proceder con el resto de consumo del edificio durante las horas de radiación.

La orientación de los paneles tiene que ser en dirección norte por la latitud de la ciudad -2.5, en donde la trayectoria del sol estará al norte. La inclinación de los paneles debe ser la misma que la latitud del lugar, pero en latitudes de 0 a 5° se recomienda tener una inclinación de 10 a 15° con fines de auto limpieza y drenaje de agua (gráfico 4.74).

Gráfico 4.74

Inclinación del sistema fotovoltaico





Tras revisar este análisis básico se puede decir que el edificio puede ser autosustentable en términos energéticos tras generar más energía de lo que consume.

2. Sistema de reutilización de agua lluvia.

La importancia del reciclaje de agua lluvia no solo es el ahorro de agua potable sino también la disminución del impacto de las aguas lluvias en los sistemas de alcantarillado públicos, dado que las grandes áreas pavimentadas de las ciudades son impermeables, dirigiendo el agua lluvia a los sistemas de alcantarillado y no a la tierra misma con lo que se pone demasiada presión a este sistema e impide que se repongan los sistemas de agua subterránea.

Por ello es importante concientizar sobre el uso de pavimentos permeables, grava y áreas verdes en los desarrollos arquitectónicos para balancear el sostenimiento de agua lluvia de los sistemas acuíferos naturales antes de su descarga controlada hacia la tierra.

Tras revisar el registro de precipitaciones en la ciudad de Cuenca desde el año 1977, se tiene un promedio anual de 876.9mm lo que representa una cantidad significativa que puede sustituir el empleo de agua potable en varios usos y reducir su consumo.

Se propone entonces recoger el agua lluvia en la cubierta y áreas verdes en planta baja de manera que antes de su almacenamiento, los estratos de tierra y áridos actúen como un primer filtro tras su absorción y retención por la capa vegetal, que tomando el dato de la tesis "Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca", una cubierta verde de 15-20cm de espesor tiene un promedio anual de retención de agua del 60% y un coeficiente de escorrentía de 0.4. Luego en el nivel de segundo sótano pasa por un filtro modular de sedimentos con el fin de reducir la turbidez para dirigirse finalmente a la cisterna de 30m³ que se encuentra en el mismo nivel.

El resultado es entonces 217.03 m³ de agua lluvia en los 618.74m² de recolección en el proyecto por año, que serán para las cisternas de los inodoros, limpieza general, lavado de vehículos y riego de jardines.

Cuadro 4.8

Volúmenes de agua lluvia en promedio mensual

MES	PROMEDIO MENSUAL	CANTIDAD UTIL		TOTAL DE AGUA LLUVIA EN AREA DE RECOLECCION
		mm/m²	m³/m²	
ENERO	54,70	21,88	0,022	13,54
FEBRERO	87,00	34,80	0,035	21,53
MARZO	112,70	45,08	0,045	27,89
ABRIL	125,40	50,16	0,050	31,04
MAYO	83,50	33,40	0,033	20,67
JUNIO	46,30	18,52	0,019	11,46
JULIO	29,70	11,88	0,012	7,35
AGOSTO	21,20	8,48	0,008	5,25
SEPTIEMBRE	51,60	20,64	0,021	12,77
OCTUBRE	91,60	36,64	0,037	22,67
NOVIEMBRE	86,50	34,60	0,035	21,41
DICIEMBRE	86,90	34,76	0,035	21,51
PROMEDIO MENSUAL	73,10	29,24	0,029	18,09
PROMEDIO ANUAL	876,90	350,76	0,351	217,03

De las estimaciones de consumo de agua potable del documento "Apuntes de Sanitaria" del Arq. Julio Valdivieso se calcula lo siguiente:

Inodoros: El consumo de agua en los inodoros es 10L/hab/día, valor que multiplicado por los 70 habitantes que pueden haber en el edificio resultan 700L/día que resultan en 21000L/mes.

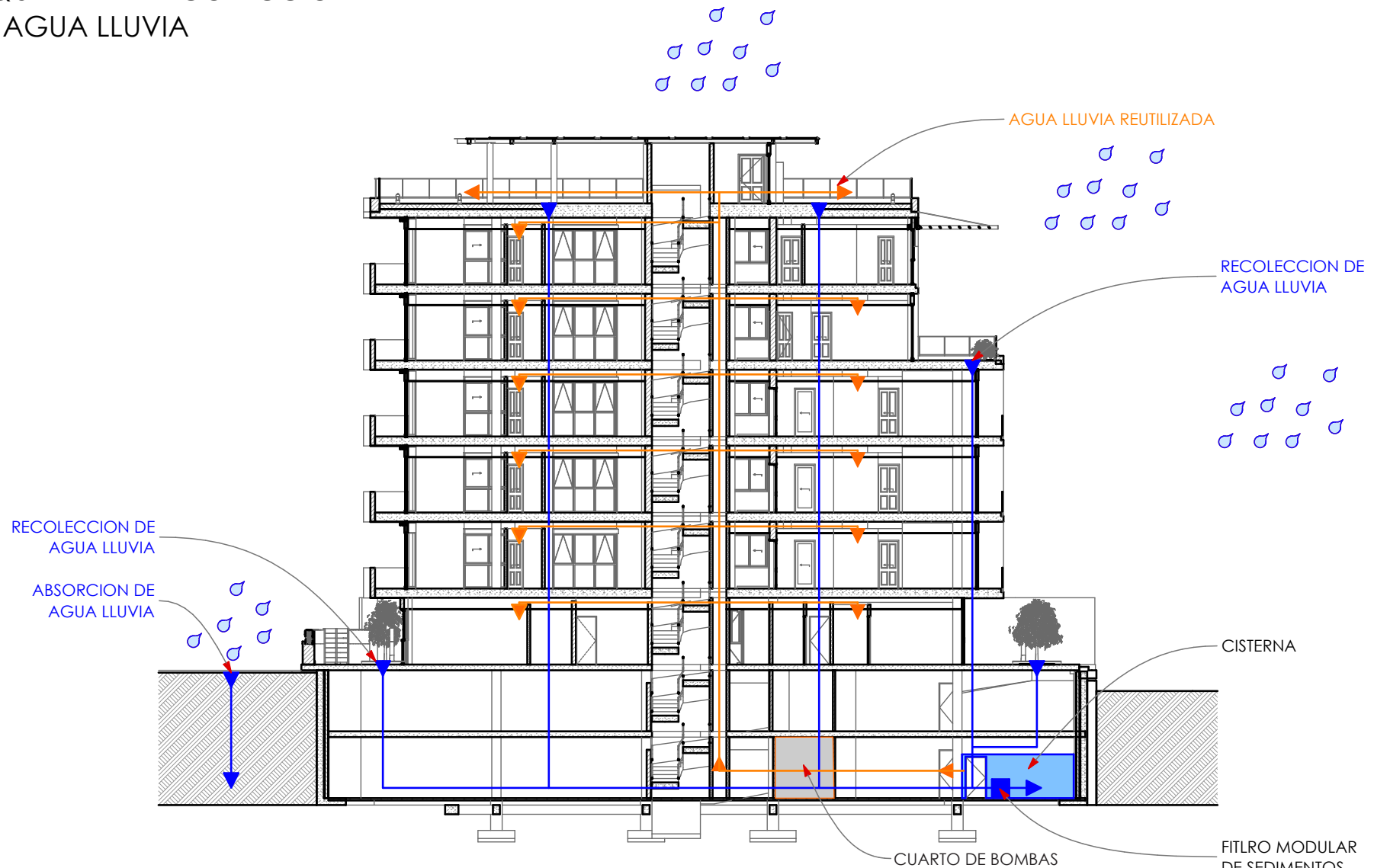
Limpieza: tiene un promedio de consumo de 0.29L/m²/día que en los 3435.88m² de construcción representan 996.40L/día y 29892L/mes.

Lavado de vehículos: se consume 80L/lavada con pistolas de agua a alta presión, promediando que se lava el carro una vez al mes, por los 47 vehículos que pueden haber resultan 3760L/mes

Riego: consume 1.5L/m² de jardín y existen 429.84m² de área verde que se riegan una vez por semana, resulta 2579.04L/mes

Sumando todos los consumos dan un valor de 57231.04L/mes o 57.23m³/mes, con lo que se puede reducir en promedio 1/3 del consumo de agua potable por mes en estos usos.

ESQUEMA DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA



ESC_1:250



3. Aplicaciones Eficientes.

Para completar los sistemas activos en el proyecto es necesario referirse a las aplicaciones eficientes, las cuales optimizan el funcionamiento y el ciclo de vida de las infraestructuras y alcanzan el máximo ahorro de energía, la operatividad y el mantenimiento, sin comprometer la comodidad y el respeto a la vida.

3.1 Iluminación Artificial.

La instalación de alumbrado energéticamente eficiente (sistemas de control, lámparas más eficientes, etc.) supondrá una inversión inicial más alta pero, en un futuro, los costes de operación y mantenimiento se verán reducidos.

3.1.1 Elección de los componentes.

“En función de las necesidades del local a iluminar, se eligen las fuentes de luz, equipos auxiliares y luminarias.”

3.1.1.1 Elección de Fuentes de Luz.

Las fuentes de luz se han de elegir por sus características luminotécnicas y por su eficacia luminosa.

Las lámparas incandescentes presentan el mayor índice de reproducción cromática ($R_a = 100$) y una temperatura de color de 2.700 K; sin embargo, su eficacia luminosa es muy baja. En el caso de las lámparas fluorescentes la temperatura de color puede variar de 2.700 K a 6.500 K, esto viene indicado en la descripción de la lámpara. Por ejemplo, en la lámpara TLD 36 W/830 el primer dígito (8) indica la reproducción cromática, en este caso estará entre 80 y 89, y los dos siguientes dígitos (30) indican la temperatura de color (3.000 K). Las lámparas fluorescentes con polvos trifósforos, mejoran considerablemente la eficacia de la fluorescencia estándar.

3.1.1.2 Elección del equipo auxiliar.

El equipo auxiliar influye de forma determinante en la eficiencia energética del conjunto. Los balastos electrónicos ofrecen numerosas

ventajas respecto a los electromagnéticos, tanto en confort de iluminación como en lo que a ahorro energético se refiere:

- Reducción del 25 % de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
- Incremento de la eficacia de la lámpara.
- Incremento de la vida de las lámparas hasta del 50 %.
- Encendido instantáneo y sin fallos.
- Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico, mediante el funcionamiento a alta frecuencia. Reducción de los dolores de cabeza y el cansancio de la vista, atribuidos al parpadeo producido por los balastos magnéticos.
- Aumento del confort general eliminándose los ruidos producidos por el equipo electromagnético.
- Mayor confort, permitiendo ajustar el nivel de luz según las necesidades.
- Posibilidad de conectarse a sensores de luz y ajustar en automático la intensidad de luz de la lámpara, y mantener un nivel de luz constante.

3.1.1.3 Elección de las luminarias.

La distribución de la luz puede tener dos funciones diferenciadas, una funcional donde lo importante es dirigir la luz de forma eficiente, y otra decorativa para crear un determinado ambiente y resaltar ciertos elementos. Una iluminación adecuada y eficiente conseguirá un compromiso entre ambas funciones.

El empleo de más de un tipo de luminaria, unas para proporcionar una iluminación ambiental general y otras para una iluminación localizada, permite adaptarse de una forma más eficiente a las necesidades del local o habitación.

Además, hay que tener en cuenta el rendimiento de la luminaria, de forma que refleje y distribuya mejor la luz, ya que cuánto mayor rendimiento menor potencia será necesario instalar. Las luminarias con reflector de aluminio de tipo especular son las de mejor rendimiento.

3.1.2 Cuadro comparativo de fuentes de luz.

			FUENTE LUMINOSA	GENERACION DE LA LUZ	EQUIPO ELECTRICO	POTENCIA ELECTRICA(w)	EFICIENCIA (lm/w) (EFICACIA LUMINOSA)	VIDA MEDIA (horas)		
LAMPARAS DE FILAMENTO			LAMPARAS INCANDESCENTES	Filamento de wolframio incandescente	No	15 - 1000	6 - 12	1000		
			LAMPARAS HALOGENAS	Filamento incandescente en gases halógenos	Transformador para las de bajo voltaje	5 - 2000	12 - 24	2000		
LAMPARAS DE DESCARGA			CON ELECTRODOS	FLUORESCENCIA DE MERCURIO	TUBOS FLUORESCENTES	Descarga eléctrica entre dos polos. Al vapor de mercurio se le añade polvo fluorescente en la pared interior de la lámpara	Balasto (reactancia electromagnética) y cebador, o reactancia electrónica	4 - 80	50 - 100	12000 - 20000
					LAMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	Descarga eléctrica entre dos polos. Al vapor de mercurio se le añade polvo fluorescente en la pared interior de la lámpara	Balasto (reactancia electromagnética) y cebador, o reactancia electrónica	3 - 120	50 - 80	8000 - 15000
				SIN ELECTRODOS	DE INDUCCION	Ionización del vapor de mercurio por la inducción de un campo electromagnético	Generador externo de alta frecuencia	50 - 170	70 - 80	60000
			ALTA PRESION	DE SODIO		Arco de descarga en vapor de sodio	Balasto y arrancador o balasto electrónico	18 - 180	130 - 180	14000
				DE SODIO		Arco de descarga en vapor de sodio a alta presión	Balasto	50 - 1000	80 - 140	20000 - 24000
				DE MERCURIO		Arco de descarga en vapor de mercurio a alta presión con recubrimiento interior de polvo fluorescente	No necesita, el filamento hace de balasto	50 - 1000	30 - 60	16000
				DE MERCURIO LUZ MEZCLA		Al arco de descarga se le añade un filamento de tungsteno	No necesita, el filamento hace de balasto	150 - 500	18 - 30	6000
				DE MERCURIO CON HALOGENUROS METALICOS		Arco de descarga en vapor de mercurio a alta presión y halogenuros metálicos	Balasto y arrancador o balasto electrónico	20 - 2000	80 - 125	10000 - 20000
			SEMICONDUCTORES			LED	Emisión de luz monocromática por un semiconductor (diodo) al ser atravesado por una corriente eléctrica	Alimentador (transforma la tensión de la red en corriente estable y continua a baja tensión)	0,1 - 5	20 - 30

Cuadro 4.9

Fuente: "Cuadro comparativo de fuentes luminosas". *Tectónica, Iluminación I*



APARIENCIA DE LA LUZ. TEMPERATURA DEL COLOR (°K)	REPRODUCCION DEL COLOR (Ra)	REGULACION DEL FLUJO LUMINOSO	CAMPOS DE UTILIZACION	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Blanca cálida 2600	90 - 100	Fácilmente regulables	Iluminación focalizada; viviendas, hoteles, restaurantes...	Bajo coste inicial, muy flexible, luminarias pequeñas, luz cálida	Poca eficacia, derroche energético, carga térmica
Blanca 2900	90 - 100	Fácilmente regulables	Iluminación de acento	El gas halógeno aumenta la vida y la eficacia de la lámpara	Aunque son mas eficaces, tienen los mismos que las incandescentes
Diferentes tonalidades blancas 2600 - 6500	40 - 100	Es posible regularlas	Iluminación general difusa; oficinas, escuelas, industrias. Adecuado para iluminar todo tipo de tareas: desde las mas básicas a otras donde sea importante la reproducción del color	Con los balastos electrónicos desaparece el parpadeo, el efecto estroboscópico y el encendido se hace instantáneo	La cantidad de luz es proporcional al tamaño del tubo. Si se encienden y apagan con frecuencia disminuye su vida útil
Diferentes tonalidades blancas 2600 - 6500	80 - 90	Es posible regularlas	Vivienda y usos residenciales	De menor tamaño que los tubos, vienen a sustituir a sustituir a las de incandescencia al incorporar la rosca	No se consiguen niveles tan elevados de eficacia y reproducción del calor como en los tubos
Diferentes tonalidades blancas 2700 - 4000	80	No es posible	Lugares de difícil acceso	Gran vida útil	Interferencias con aparatos eléctricos. No funcionan a bajas temperaturas
Amarilla 1800	20	No es posible	Autovías, túneles, aparcamientos	Muy eficaces, aunque las de sodio a alta presión las están reemplazando por sus mejores prestaciones. No atraen insectos	Necesitan un tiempo de reencendido. No se distinguen los colores
Blanca amarilla 2000 - 2500	20 - 40	Es posible regularlas	Iluminación general donde la reproducción de los colores no es importante (industrias, almacenes, ...), así como en espacios exteriores y viales	Muy eficaces. Algunas tienen reencendido instantáneo	Por lo general, necesitan un tiempo de reencendido
Blanca 4000	40 - 60	No es posible	Uso muy limitado (viales o almacenes). Existen otras opciones mas eficaces, como las de sodio a alta presión	No presta ninguna significativa	Necesitan un tiempo de reencendido. Pobre reproducción del calor
Blanca 3600	60 - 70	No es posible	Sustituyen a las incandescentes en donde el rendimiento de color no importe	Duran mas y son mas eficaces que las incandescentes	Necesitan un tiempo de reencendido. Vida media no muy alta
Diferentes tonalidades blancas 3000 - 6000	60 - 100	No es posible	Compite con la fluorescencia en usos. Estadios deportivos, iluminación exterior	Muy buena eficacia luminosa y reproducción del color. Altas potencias	Necesitan un tiempo de reencendido
El color de la luz dependerá del material del semiconductor: amarilla, roja, verde, azul y blanca con recubrimiento fluorescente 2500 - 8000	80 - 90	Es posible regularlas	Señales de tráfico y equipos electrónicos, lugares de difícil acceso y mantenimiento, vitrinas.	Se pueden mezclar los colores. Emiten muy poco calor. Idóneos cuando tienen que apagarse y encenderse con mucha frecuencia. De muy pequeño tamaño. Se pueden agrupar para formar luminarias de mayor potencia. Resisten sacudidas e impactos	La corriente ha de ser muy estable y continua. No adecuados en ambientes extremos. Elevado precio

Cuadro 4.9

Fuente: "Cuadro comparativo de fuentes luminosas". *Tectónica, Iluminación I*



Tras el análisis del cuadro anterior, la elección correcta de fuentes luminosas para la vivienda son las lámparas fluorescentes compactas, que ofrecen una gran vida útil y tienen una eficacia luminosa media - alta.

3.1.3 Sistemas de Iluminación.

Luego de la elección correcta de la fuente luminosa para el uso del espacio, se plantea la utilización de los siguientes sistemas de iluminación.

Sensores de presencia en espacios públicos, vestíbulos y pasillos.

Los sensores de presencia ayudan a optimizar el uso de la iluminación de fondo. Estos sensores permitirán que las luces estén encendidas solo cuando haya personas en la zona mediante un sensor infrarrojo.

Equilibrar la luz artificial.

Los espacios que reciben luz natural pueden necesitar luz artificial intermitente según la intensidad de la luz exterior. Una lámpara fluorescente cuyo balastro incluya una célula fotoeléctrica variara el flujo de luz según el nivel de iluminación en la estancia. Esto permite mantener niveles de luz suficientes en todo momento y al mismo tiempo, evitar el derroche de luz artificial cuando la natural es suficiente.

Iluminación exterior.

Las células fotoeléctricas también se pueden utilizar en la iluminación exterior para activar las luces cuando oscurece y apagarlas cuando amanece. Para obtener una mayor eficiencia, la fotocélula se puede combinar con un sensor de movimientos. De esta forma, las luces se encienden solo cuando los niveles de luz diurna son bajos y se detecta movimiento en las inmediaciones.

3.2 Aplicaciones de agua.

3.2.1 Tubería de agua caliente.

Las tuberías de agua caliente deberán tener un recubrimiento aislante de fibra de vidrio para evitar las pérdidas de calor y disminuir el consumo de energía que se gasta en el calentamiento de la misma. De igual forma el diseño de instalación sanitaria de agua caliente será eficiente, reduciendo las distancias de tubería y con un sistema de recirculación para evitar las pérdidas de agua en la espera de que esta se caliente.

3.2.2 Componentes eficientes.

“Los modelos de duchas, sanitarios y grifos consumen la mitad, o menos, del agua que utilizan los modelos estándar y según encuestas realizadas en este aspecto, los usuarios están satisfechos con su rendimiento.” (Vitrubio Ecológico, 2010)

3.2.3 Inodoros.

El criterio para medir el consumo de agua de los sanitarios es el volumen de agua por descarga. Los sanitarios eficientes que consiguen un consumo mínimo de agua a través de características innovadoras y un mejor diseño, pueden reducir el consumo hasta 6 – 7 litros por descarga (lpd), o incluso menos, comparados con los entre 15.7 – 40.5 lpd que consumen los sanitarios convencionales. La utilización de inodoros eficientes también reduce la presión sobre el sistema de alcantarillado y pozos sépticos.

3.2.4 Grifos.

Los grifos eficientes de 5.7 litros por minuto (l/min) con aireadores ofrecen un 45% de ahorro en el consumo de agua comparado con los grifos menos eficientes de 10.5 l/min. Para un consumo promedio en el hogar, el uso de grifos eficientes puede representar más de 55000 litros de agua ahorrados cada año y que por lo tanto reducen también las cuentas de agua mensuales.



3.2.5 Duchas.

Una ducha convencional utiliza 13.5 – 36 l/min mientras que una ducha eficiente utiliza 10.5 l/min o menos. En una ducha promedio de 7 minutos, las duchas eficientes de 6.6 l/min representan un 35% de ahorro de agua comparadas con las duchas menos eficientes de 10.5 l/min. Esto representa un ahorro de 29000 litros al año. Hay que tener en cuenta también el ahorro producido por el menor consumo de agua caliente.

4. Generación de Biogás a partir de compuestos orgánicos.

Mediante la clasificación de la basura que se realizará en el edificio, el reciclaje y el reuso de los residuos producidos será ejecutado con mayor facilidad.

Una persona produce 1kg de basura al día según *www.projectearth.com*, del cual el 50% aproximadamente son residuos orgánicos. Con los 75 usuarios del edificio en aproximación, se produciría 37.5kg al día y 1125kg al mes de residuos orgánicos, lo que representa una gran cantidad de basura que se puede evitar enviarla al vertedero municipal y que puede ser utilizada para la generación de biogás, el cual puede ser envasado para utilizarlo en las cocinas del edificio que utilizan gas.

El biogás es un gas compuesto por cerca de 60 % de metano (CH_4) y 40 % de bióxido de carbono (CO_2). Contiene mínimas cantidades de otros gases, entre ellos 1 % de ácido sulfhídrico (H_2S). Es un poco más liviano que el aire, posee una temperatura de inflamación de 700°C y su llama alcanza una temperatura de 870°C .

Con un contenido de metano mucho menor de 50 %, el biogás deja de ser inflamable.

El poder calórico promedio de un metro cúbico de biogás es de cinco mil kilocalorías, lo que permite generar entre 1,3-1,6 kWh, lo cual equivale a medio litro de petróleo, aproximadamente y a medio metro cúbico de gas natural (5 kwh).

El emplazamiento y el diseño del biodigestor debe ser realizado por expertos para sacar el mayor provecho del mismo, sin embargo debería estar en un sitio que sea al aire libre para evitar los malos olores y disminuir los riesgos de producir un incendio que pueda afectar edificaciones cercanas.



EVALUACIÓN

Según la metodología de diseño bioclimático que propone Víctor Armando Fuentes Freixanet, tras haber realizado el anteproyecto en el que se ha aplicado las estrategias de diseño y conceptos bioclimáticos, se tiene que evaluar el mismo para proceder con el plan ejecutivo del proyecto.

De esta manera se realiza la evaluación del proyecto en términos de confort, que es donde la arquitectura bioclimática o arquitectura de calidad tiene su mayor compromiso.

Para esta evaluación se han utilizado diferentes programas, en los cuales se simula la ubicación geográfica, orientación, las condiciones climáticas y el contexto del sitio donde está emplazado el proyecto.

1. Temperatura Interior. (Ecotect)

Para este análisis se ha aislado una planta tipo del proyecto y se la ha dividido en zonas térmicas de la siguiente manera:

- Canal Bioclimático
- Ductos
- Circulación Vertical
- Departamentos
- Terrazas

A su vez cada departamento ha sido dividido en 3 zonas térmicas:

- Zona de Descanso
- Zona Social
- Zona de Servicio

A cada zona se le asigna los materiales que se van a utilizar con sus respectivas propiedades físicas y térmicas como son el espesor, densidad, calor específico, conductividad, transmitancia y admitancia térmica, absorción solar y retardo térmico.

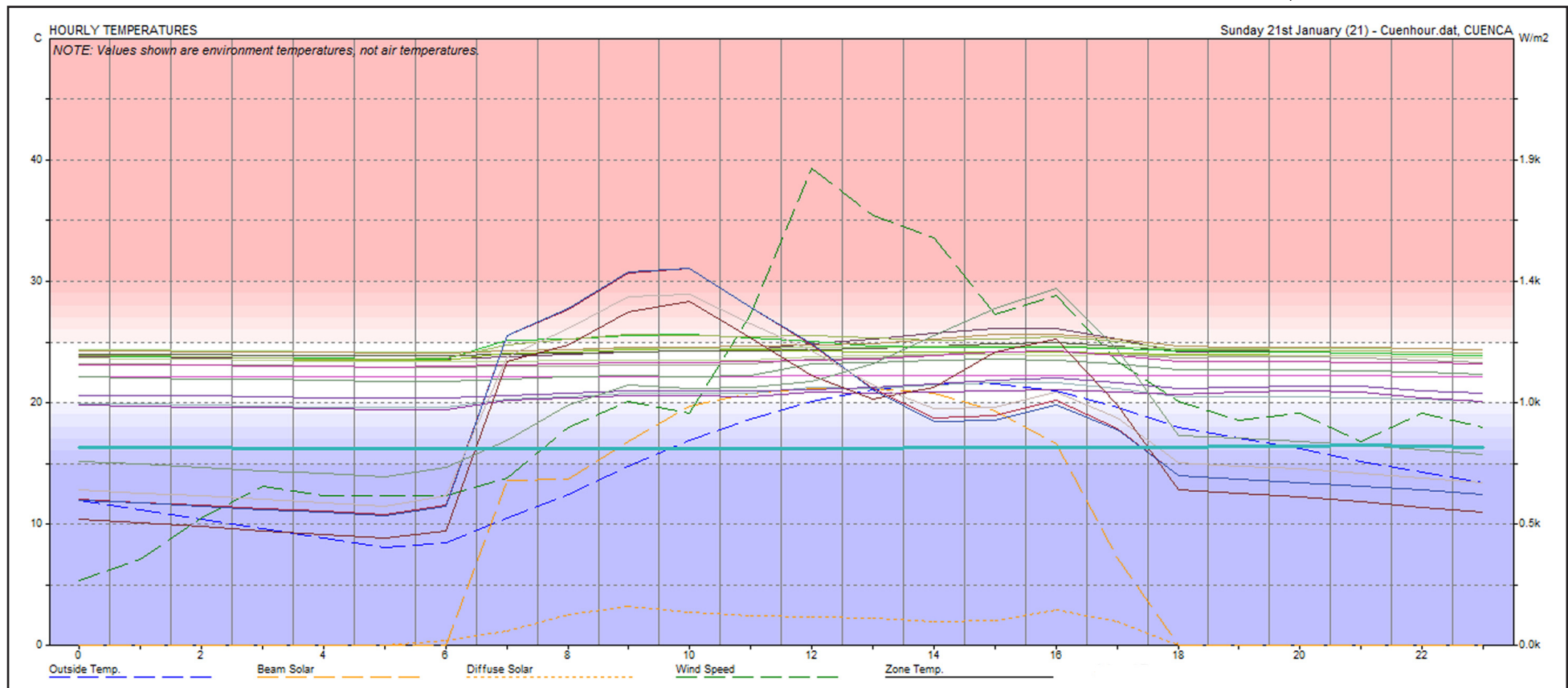
De esta manera el programa analiza la temperatura en cada zona térmica a través del flujo de calor con las zonas adyacentes, exteriores e interiores.

El análisis se realiza mediante un gráfico que muestra la temperatura de cada zona a lo largo del día en una fecha determinada basado en los parámetros de confort térmico, que tiene como temperaturas ideales el rango entre los 20°C y 25°C. Las líneas entrecortadas representan la temperatura exterior (azul), radiación directa (amarillo), velocidad del viento (verde) y radiación difusa (línea punteada amarilla), mientras que las líneas solidas representan cada una de las zonas térmicas de la planta.

Cálculos para el 21 de cada mes a lo largo del año.

Gráfico 4.76

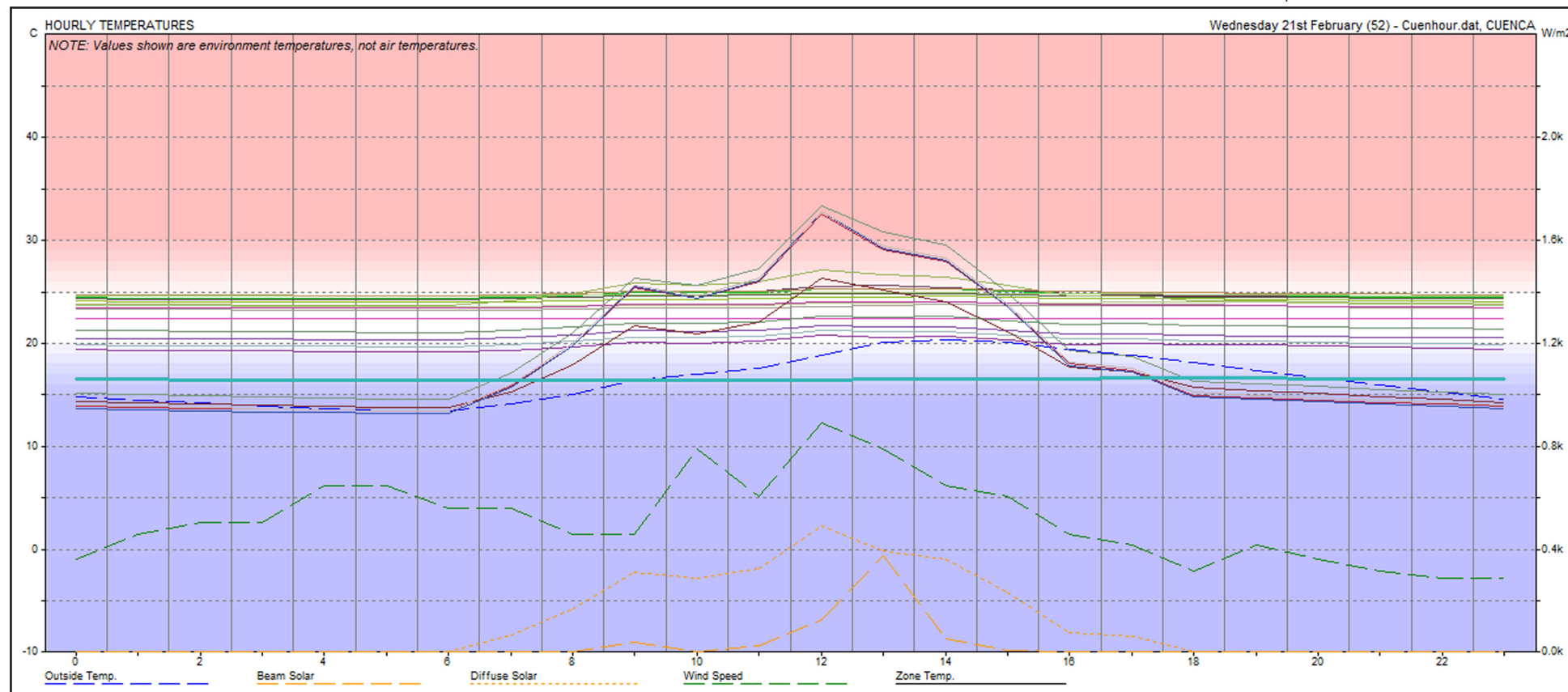
Temperaturas interiores el 21 de Enero



Autor: Andrés Espinoza Sernerá.

Gráfico 4.77

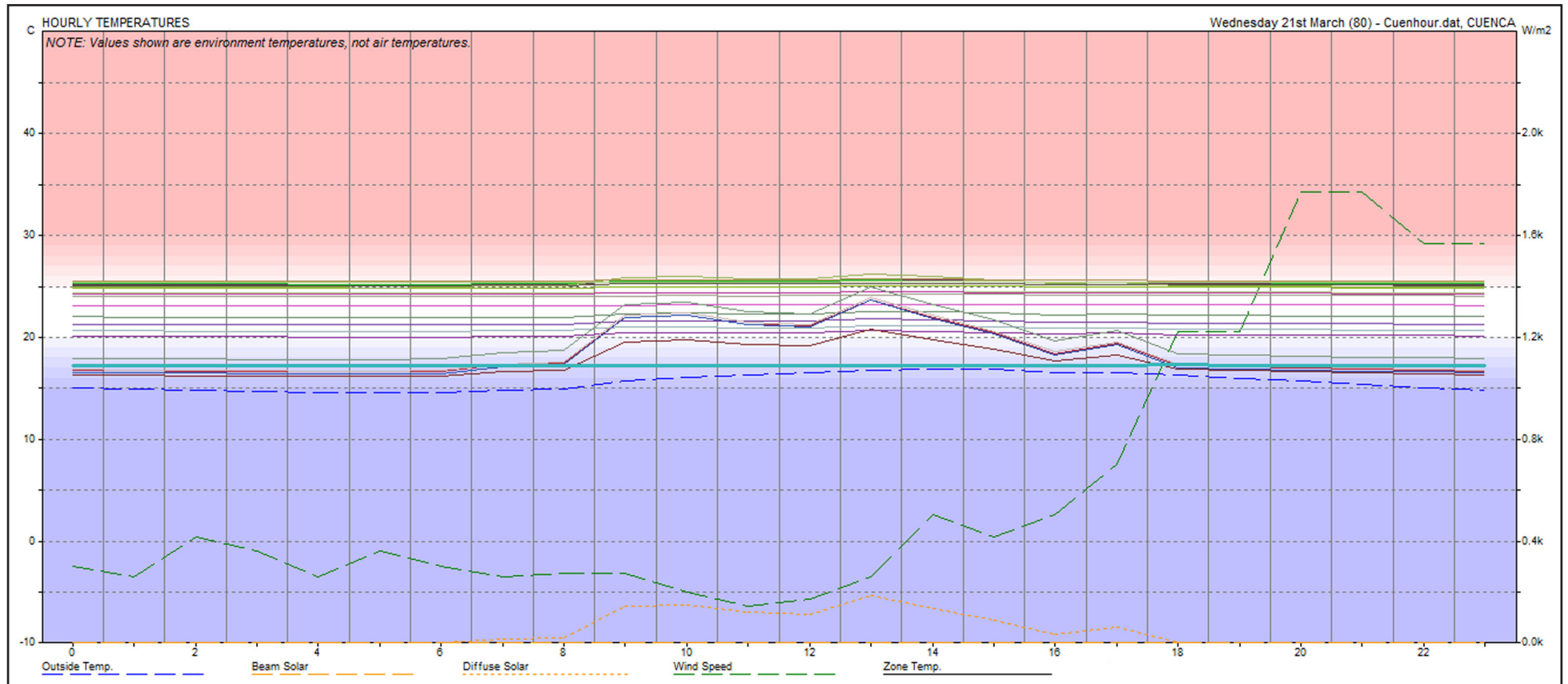
Temperaturas interiores el 21 de Febrero



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.78

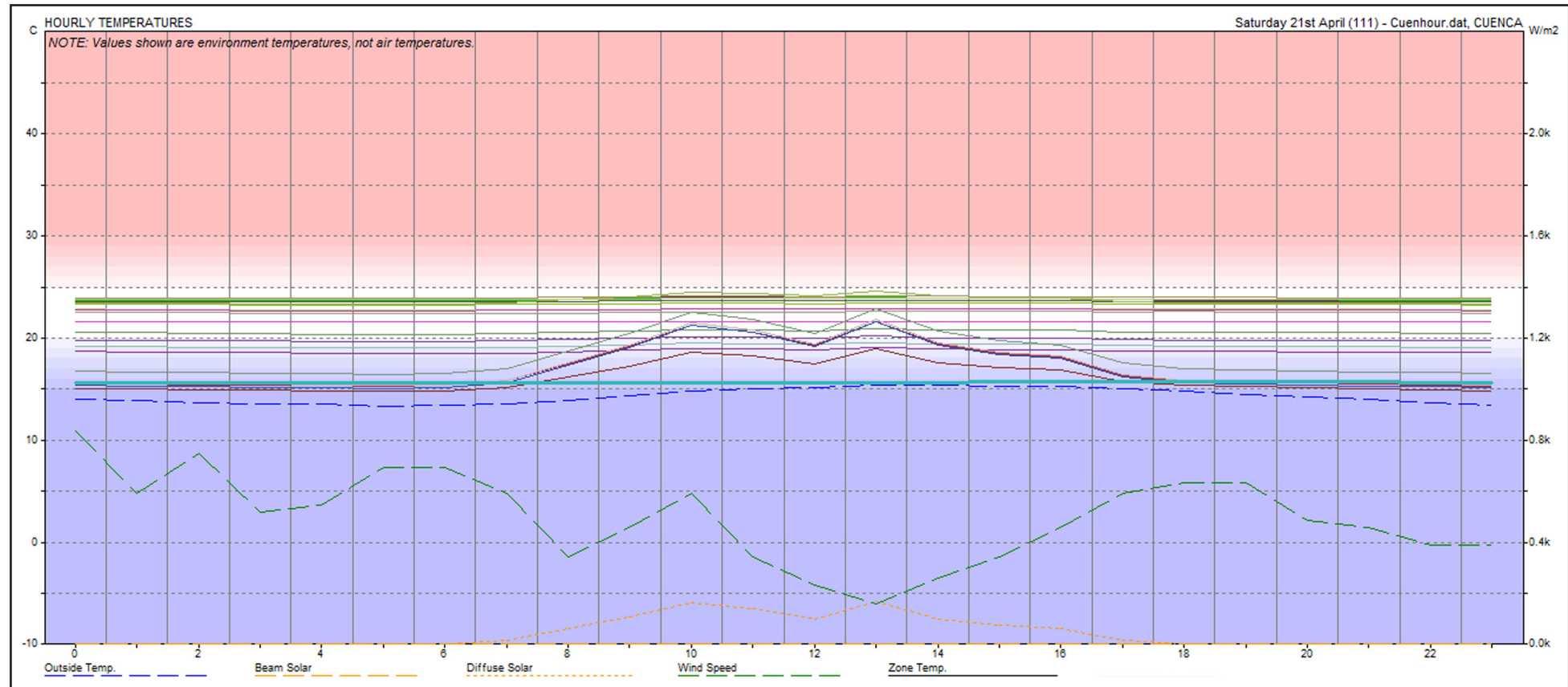
Temperaturas interiores el 21 de Marzo



Autor: Andrés Espinoza Semerá.

Gráfico 4.79

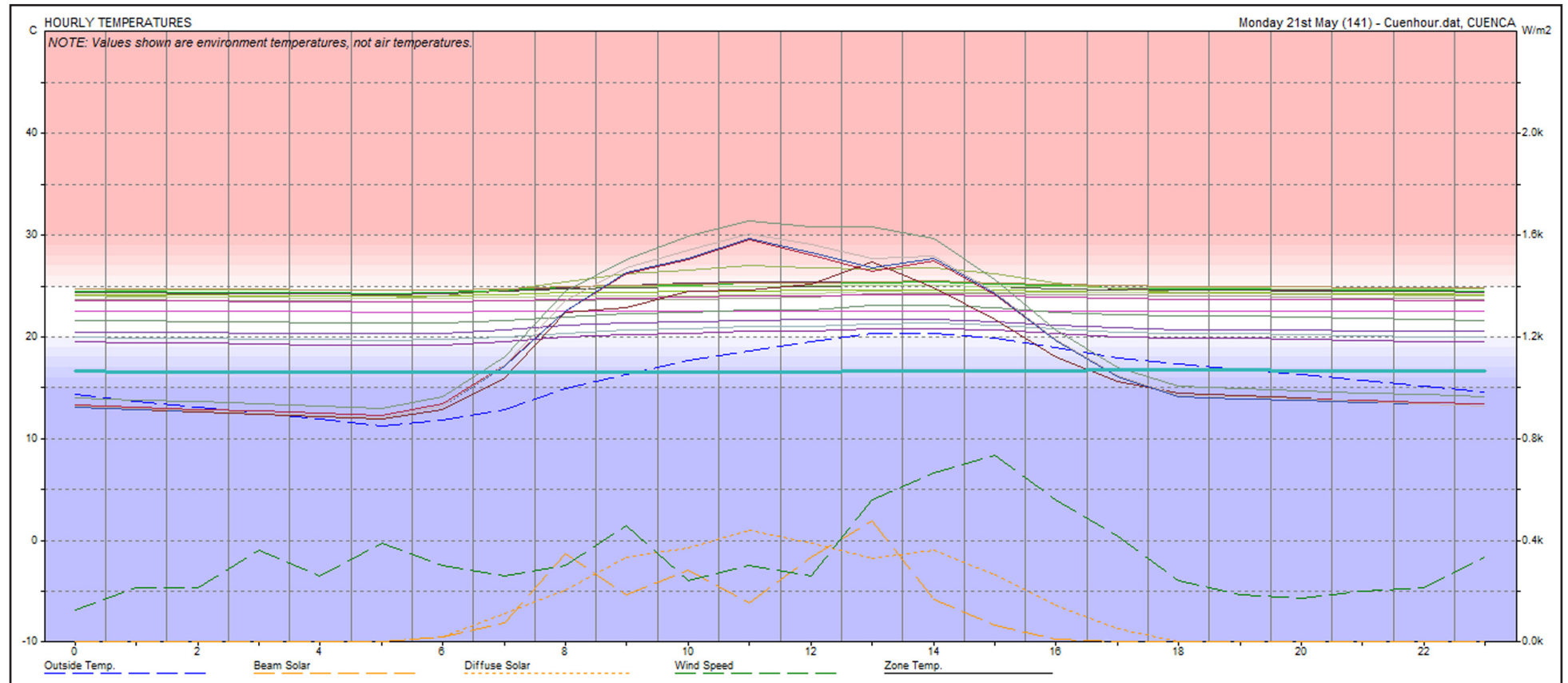
Temperaturas interiores el 21 de Abril



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.80

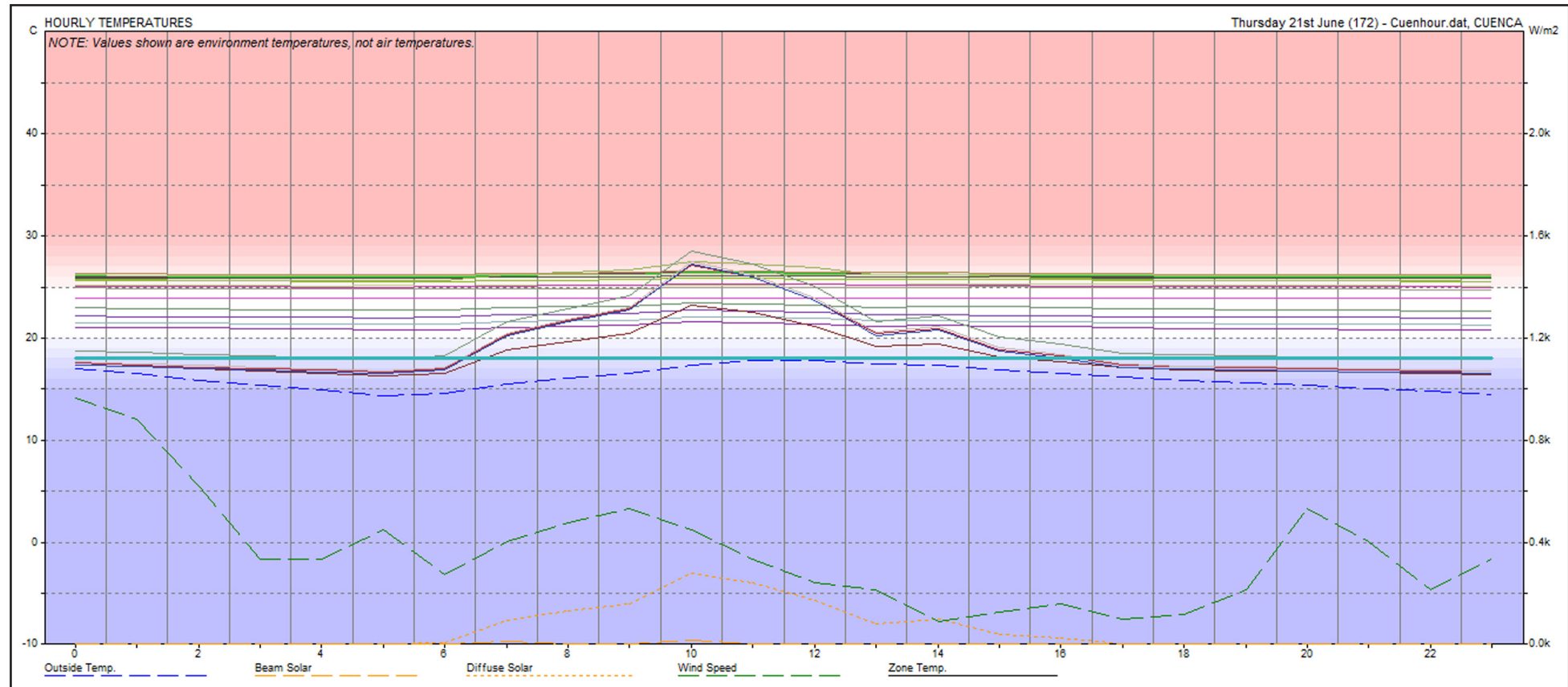
Temperaturas interiores el 21 de Mayo



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.81

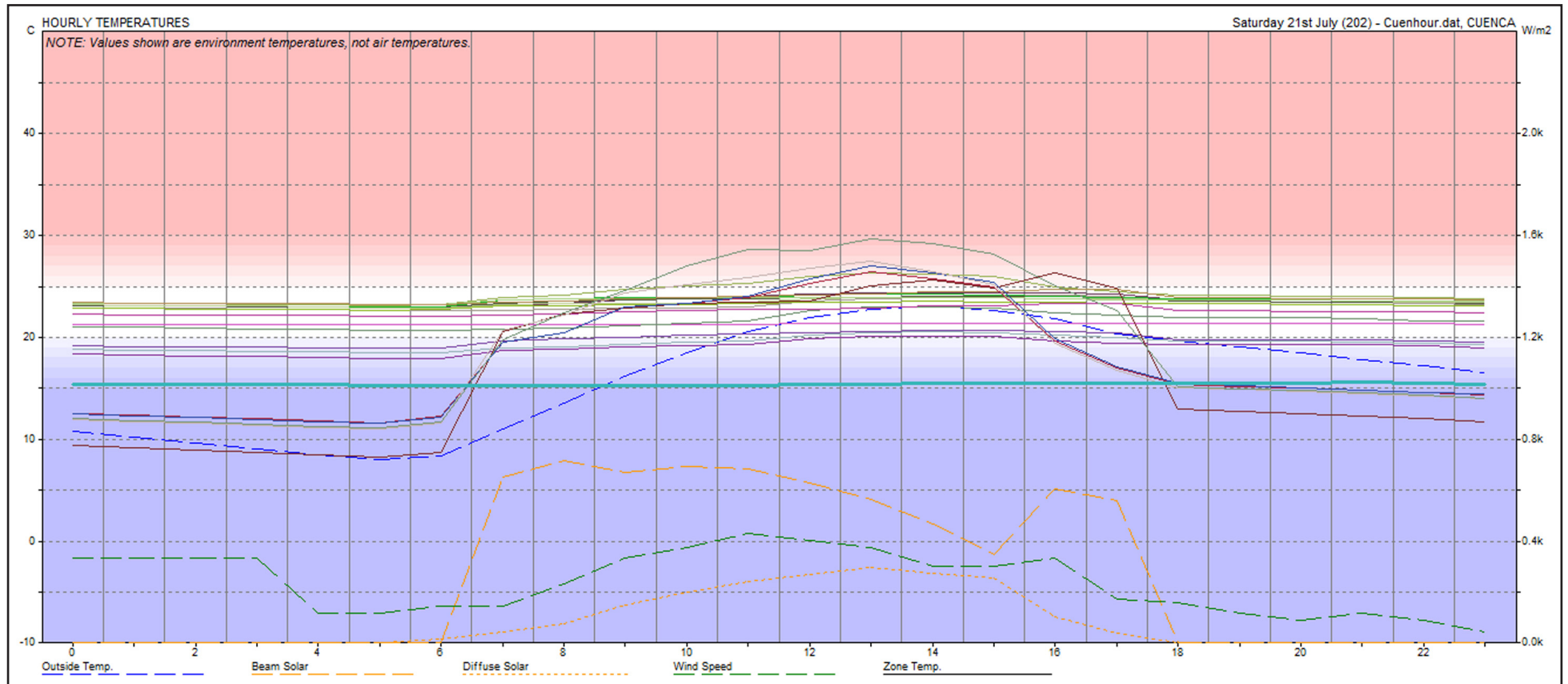
Temperaturas interiores el 21 de Junio



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.82

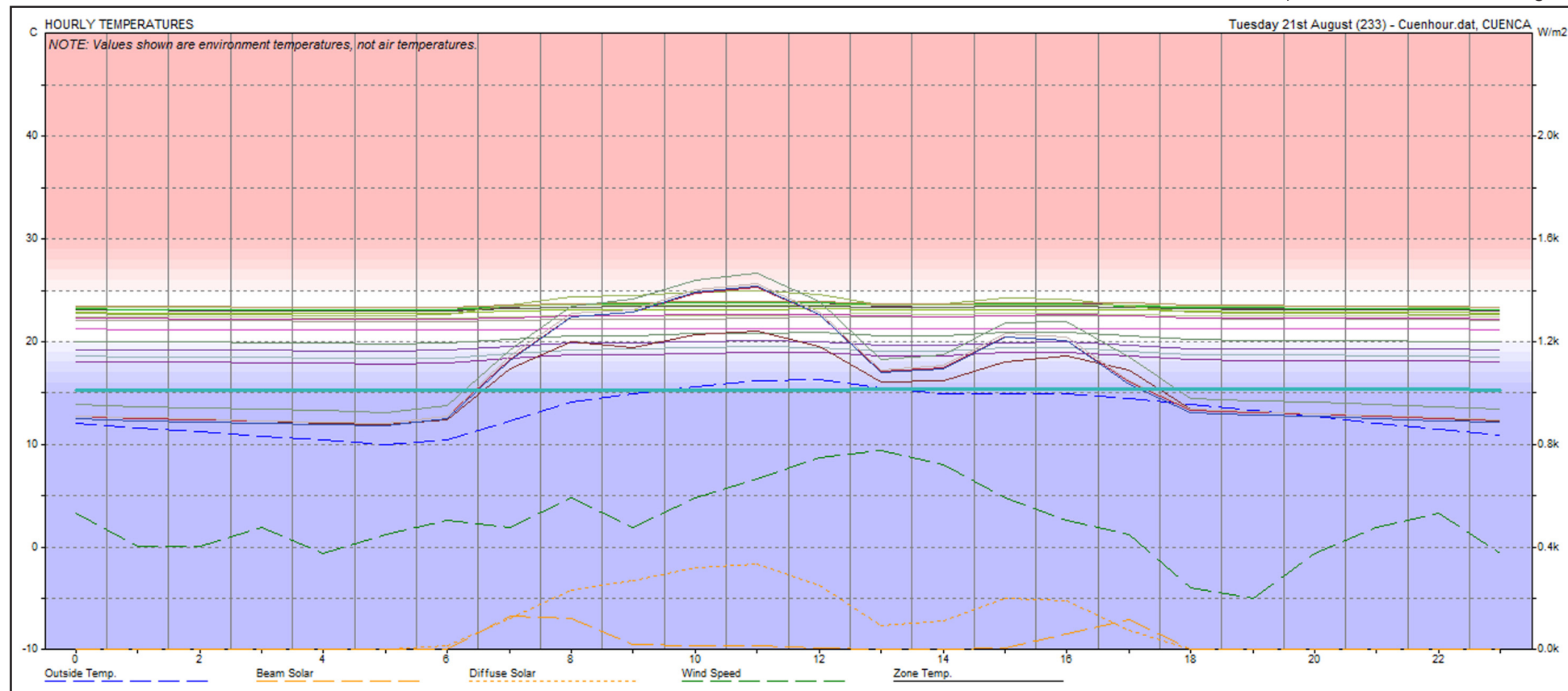
Temperaturas interiores el 21 de Julio



Autor: Andrés Espinoza Smeria.

Gráfico 4.83

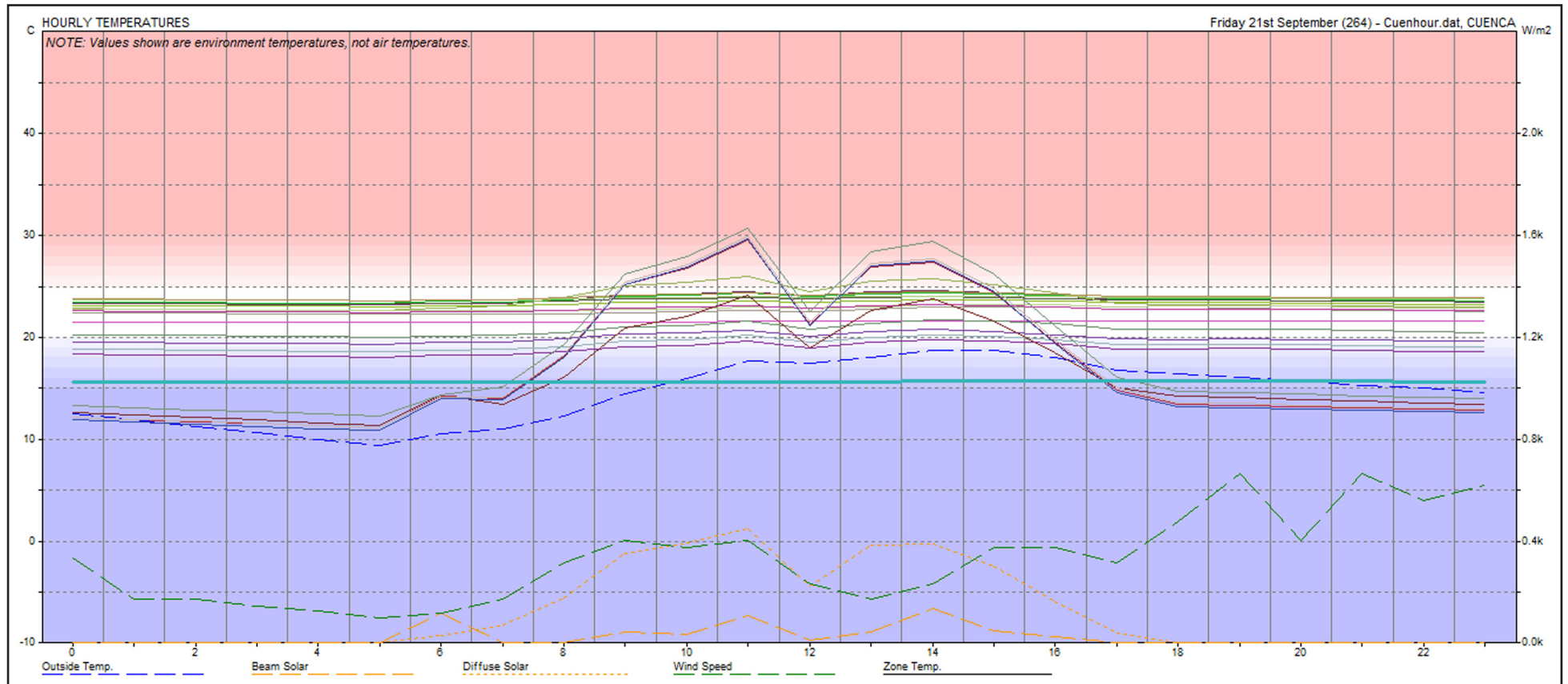
Temperaturas interiores el 21 de Agosto



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.84

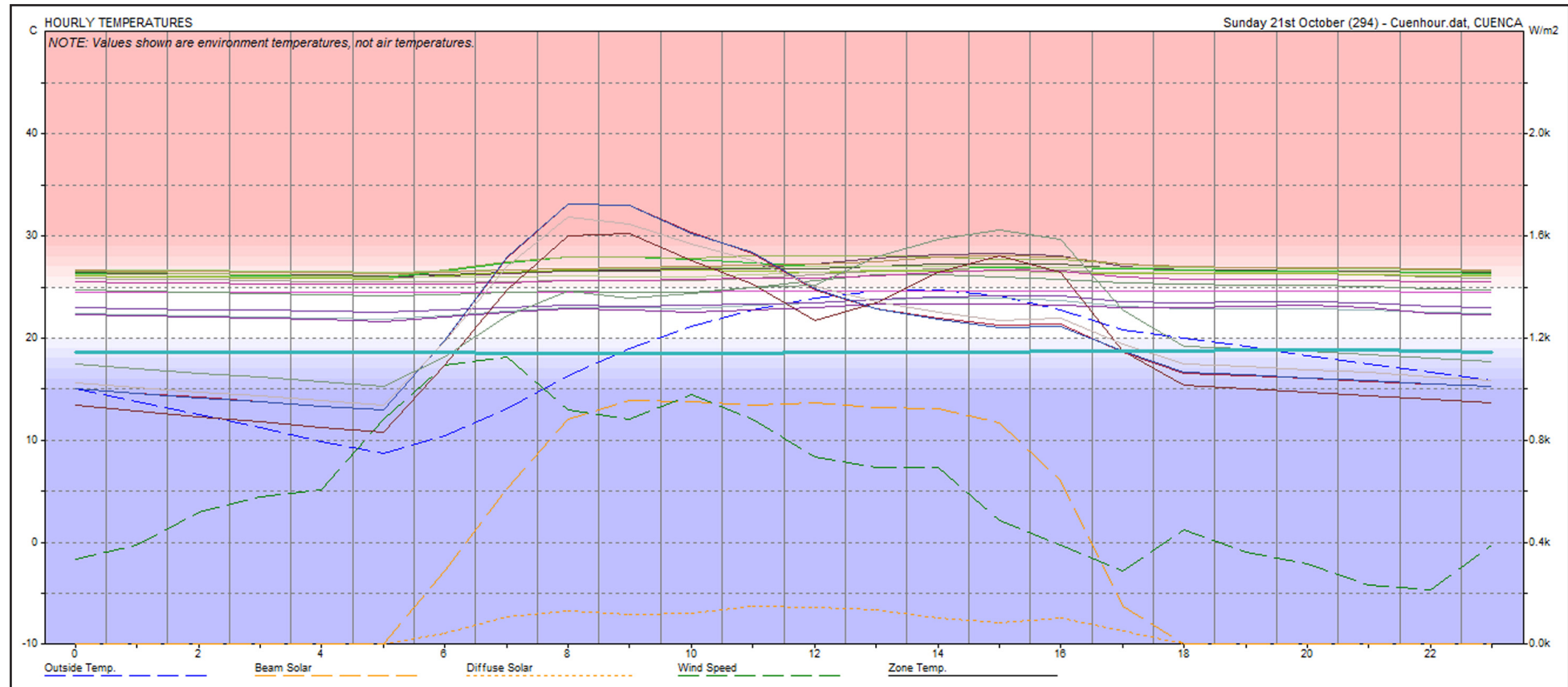
Temperaturas interiores el 21 de Septiembre



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.85

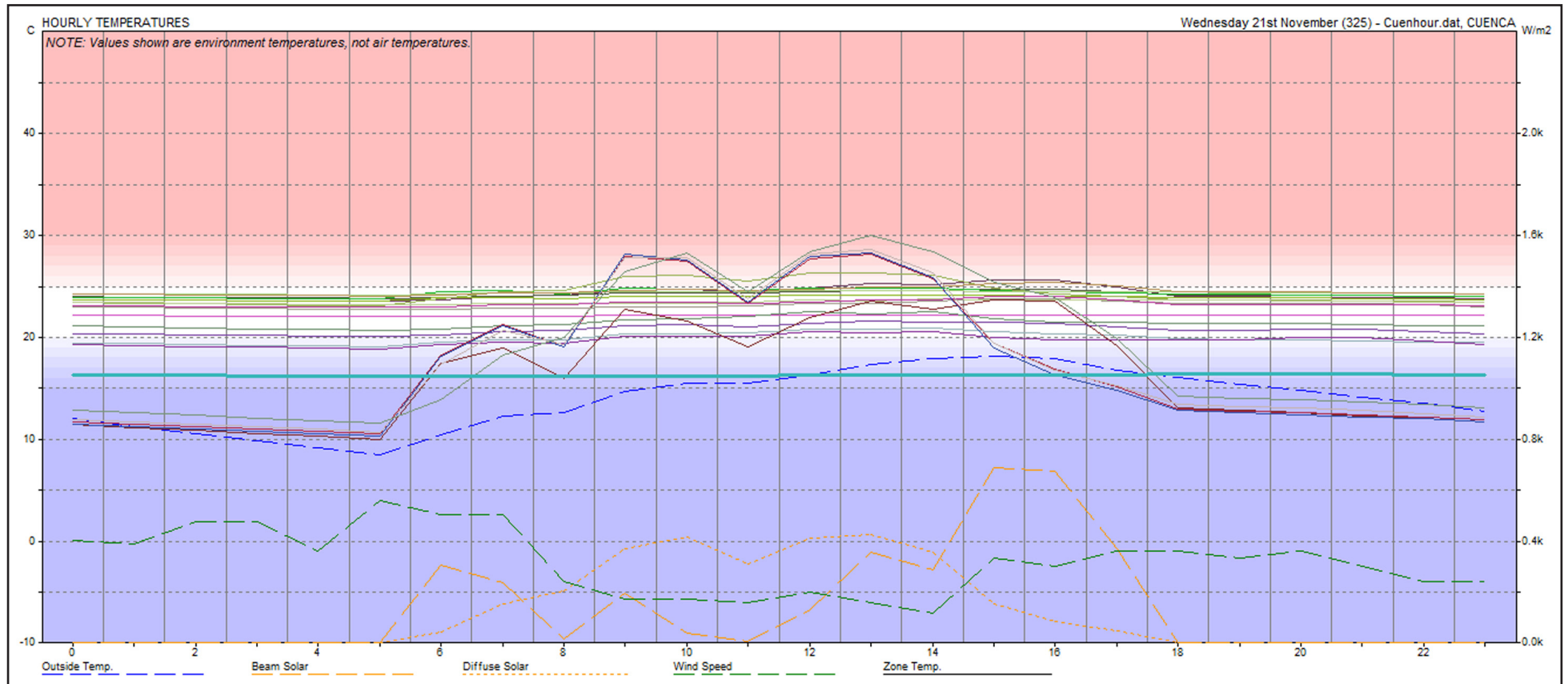
Temperaturas interiores el 21 de Octubre



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.86

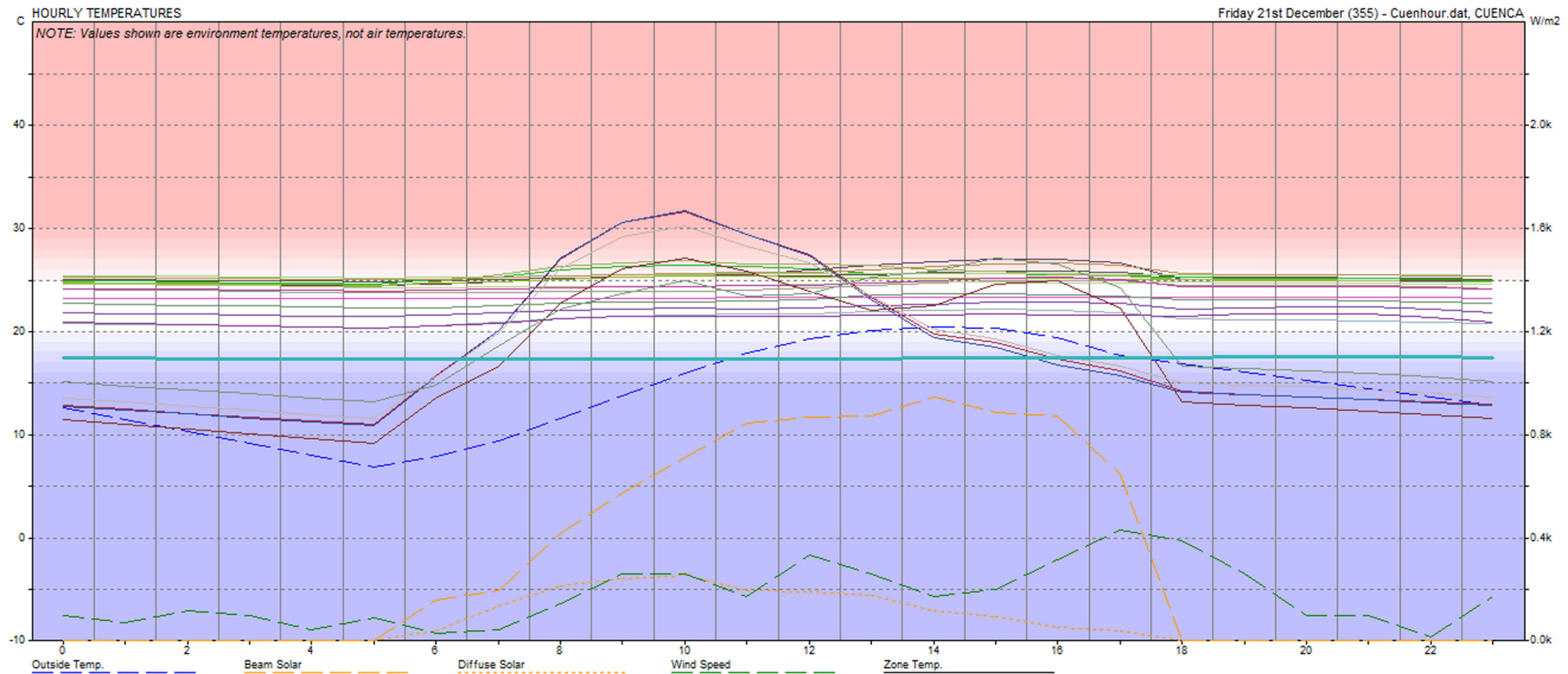
Temperaturas interiores el 21 de Noviembre



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Gráfico 4.87

Temperaturas interiores el 21 de Diciembre



Autor: Andrés Espinoza Semeria.

Como se puede apreciar, las temperaturas de las diferentes zonas térmicas interiores habitables están uniformes durante el día y en promedio en el rango de los 20°C y 25°C a lo largo del año, a excepción de la zona de ductos (línea de color cian) que no es una zona habitable y terrazas, que son las líneas que tienen picos de temperaturas durante el día debido a que están a la intemperie.

En Octubre que es el mes en que tiene las temperaturas interiores más altas, la temperatura máxima dentro de una zona térmica es de 27°C y en los meses más fríos, Julio y Agosto, la temperatura mínima dentro de una zona térmica es de 17°C, por lo que se puede concluir

que con las temperaturas promedio dentro de los espacios habitables de la vivienda se ha cumplido con el objetivo de subir la temperatura en el interior de los espacios, lo que demuestra también que el uso de los materiales y aislamiento ha sido correcto.

En las zonas que se alcanza más de 25°C en los meses calientes se puede utilizar la ventilación natural para moderar la temperatura y establecerla dentro de los parámetros óptimos.



2. Iluminación. (Ecotect)

En el análisis de iluminación vale la pena revisar algunas normas en cuanto a proporción del espacio, forma y orientación de las ventanas y niveles de confort de iluminación para poder establecer un marco de análisis.

Proporción con el espacio.

Según el documento "Guía técnica para el aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios" del Comité Español de Iluminación, la relación entre la superficie de la ventana y las superficies interiores del local (paredes, techos y suelos) tiene la siguiente clasificación:

- Muy bajo acristalamiento: menor del 1%
- Acristalamiento bajo: 1-4%
- Acristalamiento medio: 4-10%
- Acristalamiento alto: 10-25%
- Muy alto acristalamiento: mayor al 25%

En donde un muy elevado acristalamiento puede producir problemas de control térmico y deslumbramientos y un nivel muy bajo de acristalamiento puede resultar en una iluminación deficiente.

Forma.

Como forma de las ventanas se establece primeramente una relación entre la altura y el ancho de manera que resultan:

- Ventana horizontal: coeficiente de forma $\frac{1}{2}$
- Ventana vertical: coeficiente de forma 2
- Ventana intermedia: coeficiente de forma $\frac{1}{2} - 2$

Con ventanas horizontales la iluminación del interior es una banda paralela a la pared de la ventana, que produce poca diferencia en la distribución de la luz a lo largo del día, con poco deslumbramiento. La dimensión horizontal relativamente grande permite una vista panorámica.

Con ventanas verticales la iluminación del interior es una banda perpendicular a la pared de la ventana, produciendo así una distribución luminosa muy variable a lo largo del día. Esta forma de ventana ofrece mejor iluminación en las zonas más alejadas de ella; sin embargo hay un mayor deslumbramiento. Las vistas exteriores son limitadas horizontalmente pero pueden contener una mayor profundidad de campo, combinando el fondo y las vistas a media y gran distancia.

La iluminación natural en un espacio interior será eficaz hasta una distancia equivalente al doble de la altura de la ventana medida desde el piso en condiciones de cielo claro y a una distancia equivalente a 1.5 veces la altura de la ventana en condiciones de cielo nublado.

Orientación.

Esta recomendación depende básicamente de la ubicación geográfica. En nuestra latitud las ventanas orientadas al norte y sur proporcionan niveles de iluminación medios y constantes durante el día con ganancias de energía también de término medio.

Las ventanas orientadas al este y oeste proporcionan niveles luminosos elevados pero variables a lo largo del día con ganancias térmicas elevadas.

Niveles de Confort.

Como se explicó en el Capítulo 2 en el punto de Confort visual, se exponen nuevamente los niveles lumínicos recomendados según el espacio. (Cuadro 4.10)

Aplicación.

En el proyecto se han utilizado ventanas de coeficiente vertical e intermedio, de acuerdo al espacio que se necesita iluminar, pero siempre con la justificación de que sean ventanas altas para introducir



NIVELES DE ILUMINACION			
ESPACIO	NIVEL MINIMO	NIVEL RECOMENDADO	NIVEL OPTIMO
Dormitorio	100 lux	150 lux	200 lux
Cuarto de Baño	100 lux	150 lux	200 lux
Sala	200 lux	300 lux	500 lux
Comedor	200 lux	300 lux	500 lux
Estudio	300 lux	500 lux	750 lux
Cocina	100 lux	150 lux	200 lux
Lavandería	100 lux	150 lux	200 lux
Vestíbulo	100 lux	150 lux	200 lux
Escalera	100 lux	150 lux	200 lux
Zona de circulación de pasillos	50 lux	100 lux	150 lux

Cuadro 4.10

Fuente: http://www.rimaluz.com/niv_vivienda.html

Los análisis se hicieron con una fuente de luz en un día con cielo parcialmente despejado (19000 lux en el Ecuador) y en un día con cielo cubierto (5000 lux) que representa el peor de los casos de iluminación natural.

luz lo máximo que sea posible. Al contar con una mayoría de espacios de profundidad no mayor a 4.00m y ventanas de 2.40m de altura, se tendrán espacios bien iluminados que permiten tener más conexión y menos barreras con el paisaje exterior.

La orientación de las fachadas permite tener sol por las mañanas y por la tarde dado que no se tiene netamente una fachada sur o norte sino más bien dos que dan al este y una al oeste, lo que mejora las condiciones de iluminación dentro de los espacios.

Según estas consideraciones las dimensiones de las ventanas de la mayoría de ambientes están en los parámetros de acristalamiento medio, a excepción de los ambientes con terraza que por razones de diseño se optó por dar grandes superficies de acristalamiento, las cuales que por dicha razón tienen dispositivos de protección solar para disminuir los deslumbramientos y la ganancia excesiva de sol.

Para analizar los niveles de iluminación dentro de los espacios se utilizó el programa Ecotect, en el cual al igual que en el caso del análisis de temperatura, se tiene que definir los materiales que se utilizan en llenos y vanos con sus características y propiedades para dar un resultado más exacto.



Gráfico 4.88

Niveles de iluminación a 19000 lux. Planta Tipo

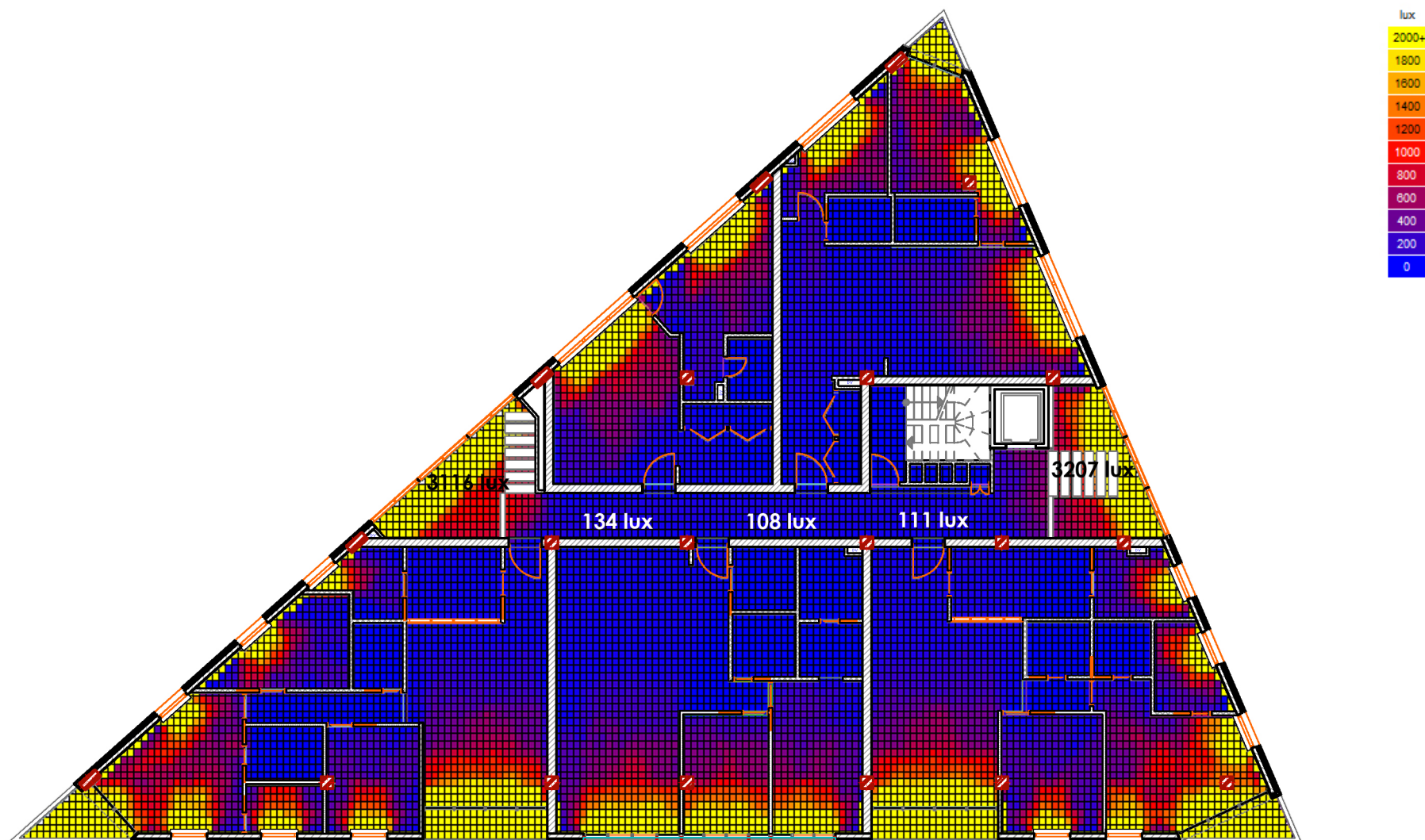




Gráfico 4.89

Niveles de iluminación a 5000 lux. Planta Tipo

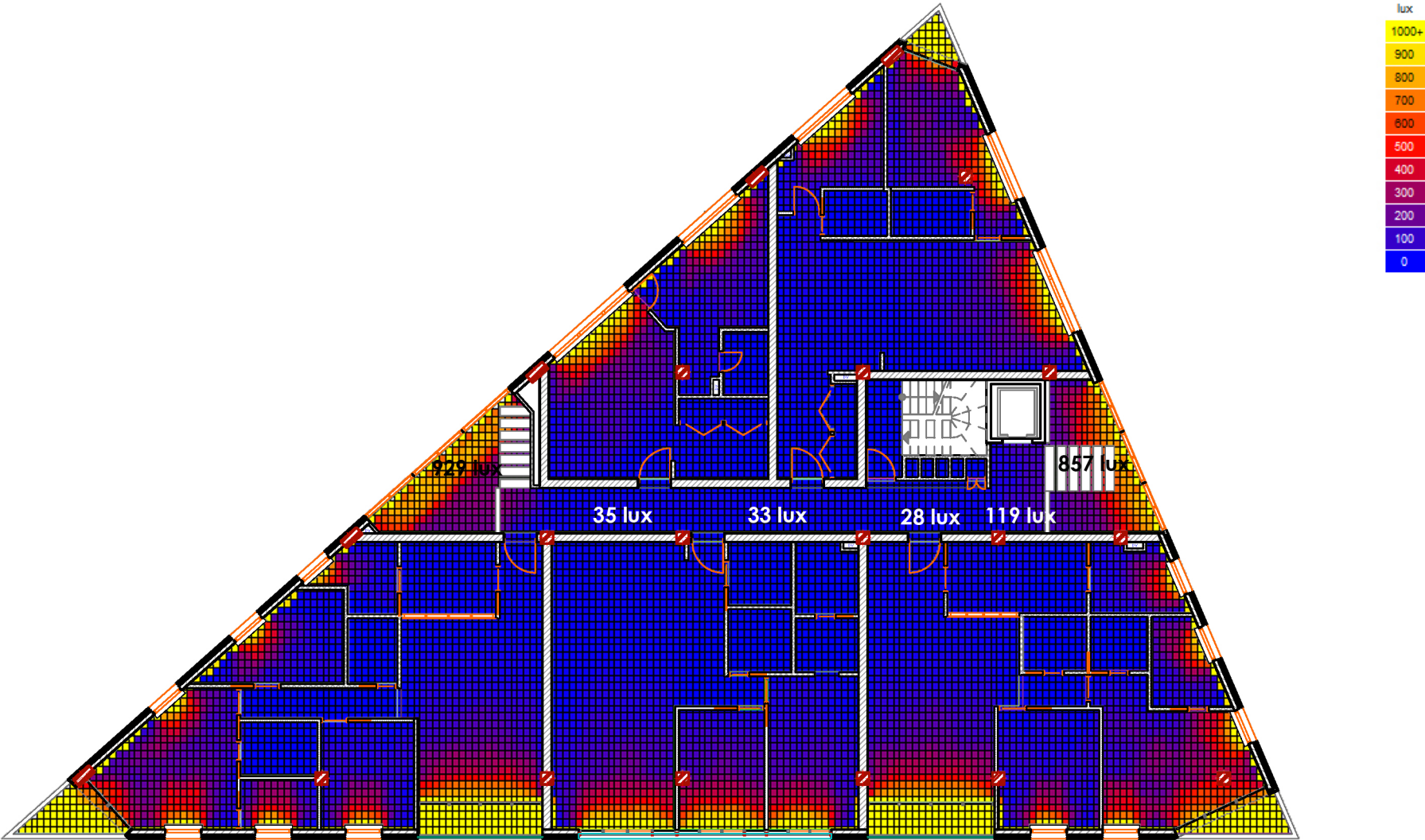




Gráfico 4.90

Niveles de iluminación a 19000 lux. Departamento 1

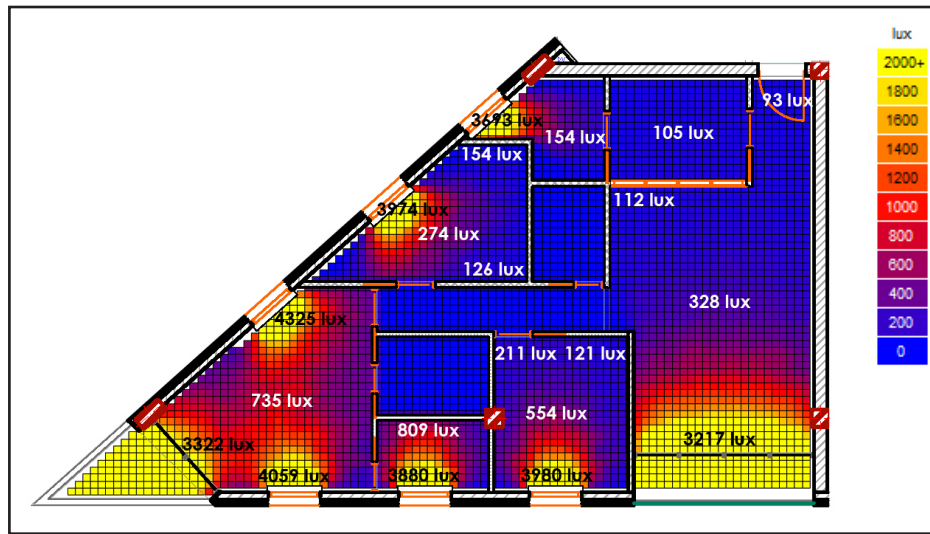


Gráfico 4.92

Niveles de iluminación a 19000 lux. Departamento 2

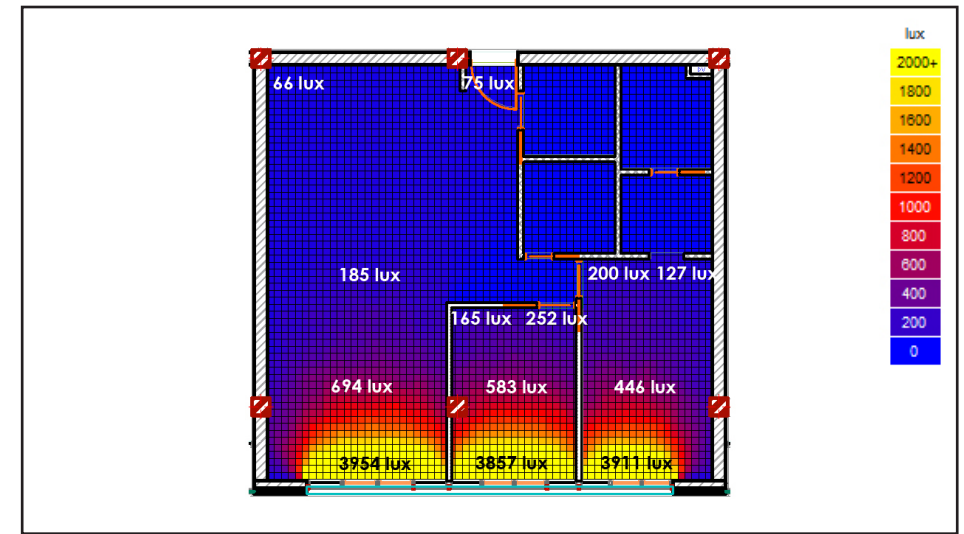


Gráfico 4.91

Niveles de iluminación a 5000 lux. Departamento 1

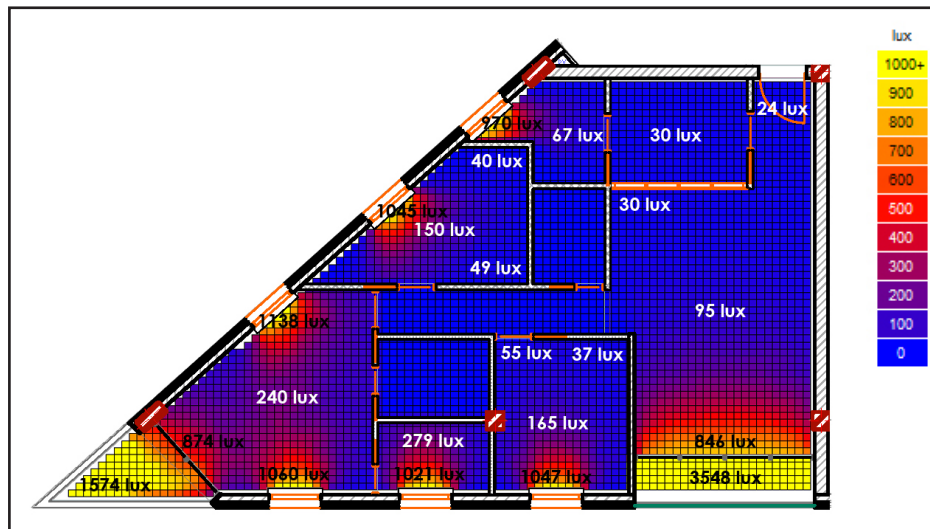


Gráfico 4.93

Niveles de iluminación a 5000 lux. Departamento 2

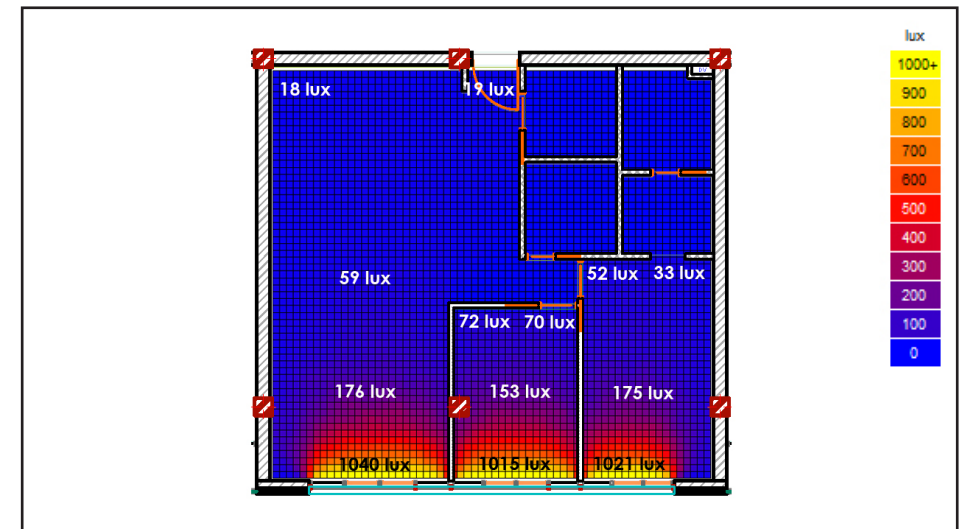




Gráfico 4.94 Niveles de iluminación a 19000 lux. Departamento 3

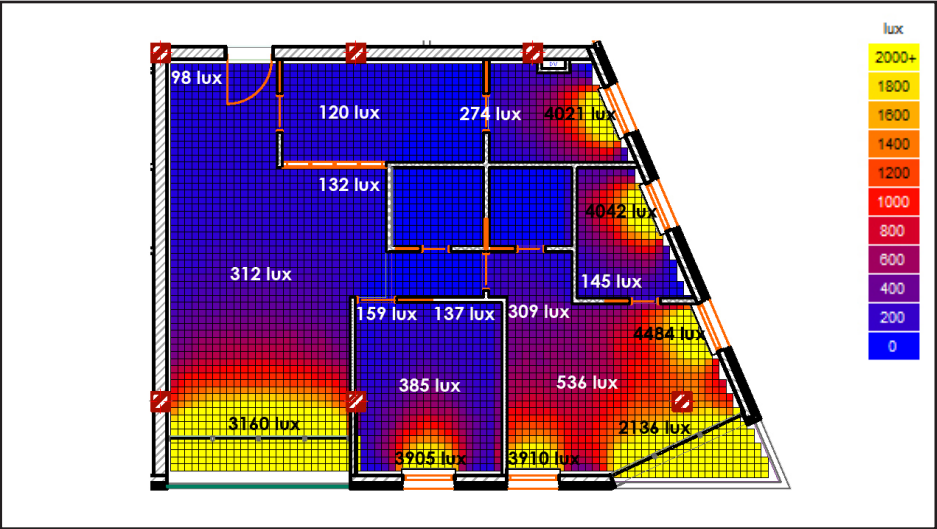


Gráfico 4.96 Niveles de iluminación a 19000 lux. Departamento 4

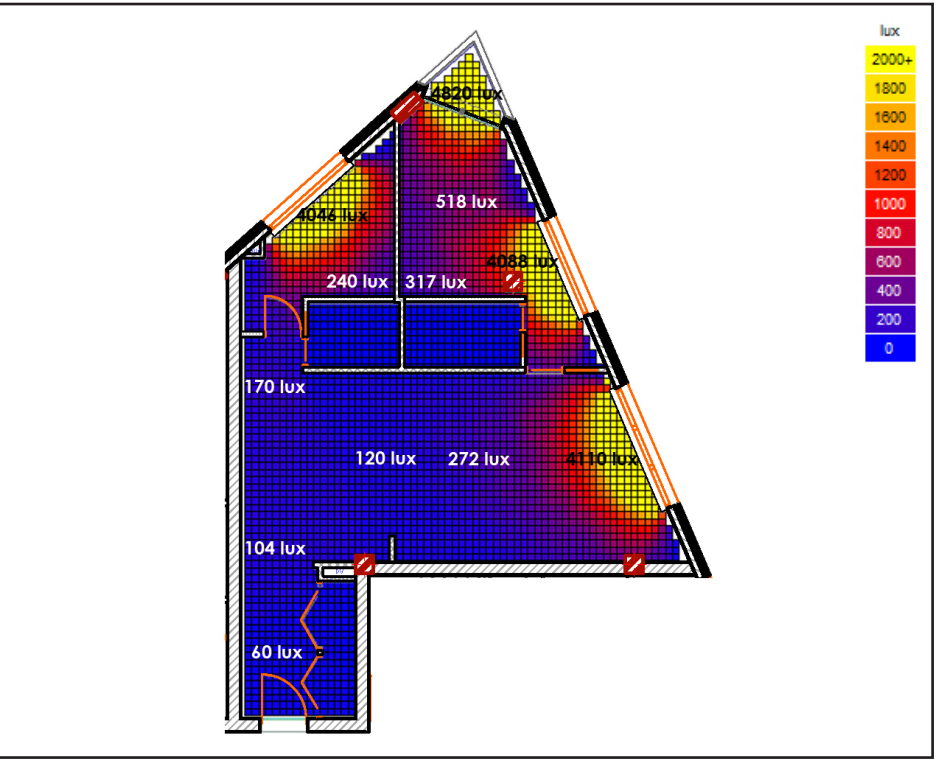


Gráfico 4.95 Niveles de iluminación a 5000 lux. Departamento 3

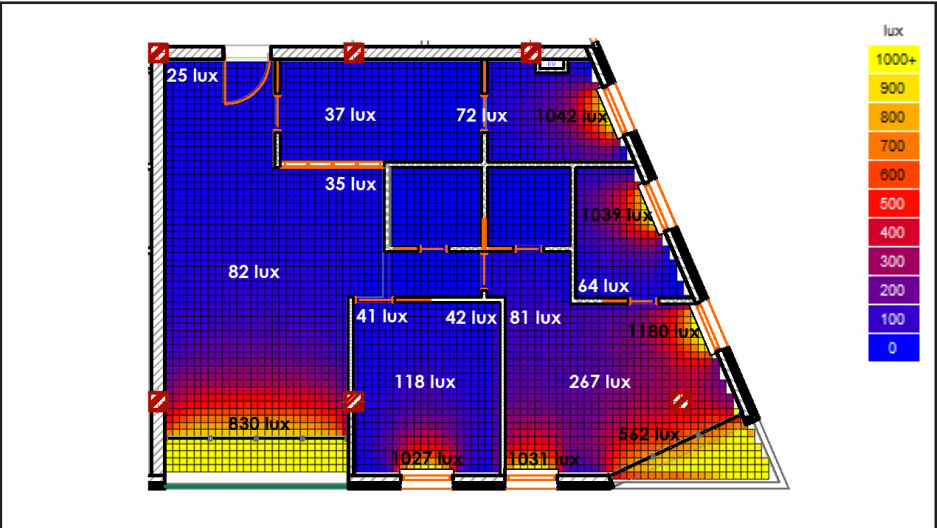




Gráfico 4.97

Niveles de iluminación a 5000 lux. Departamento 4

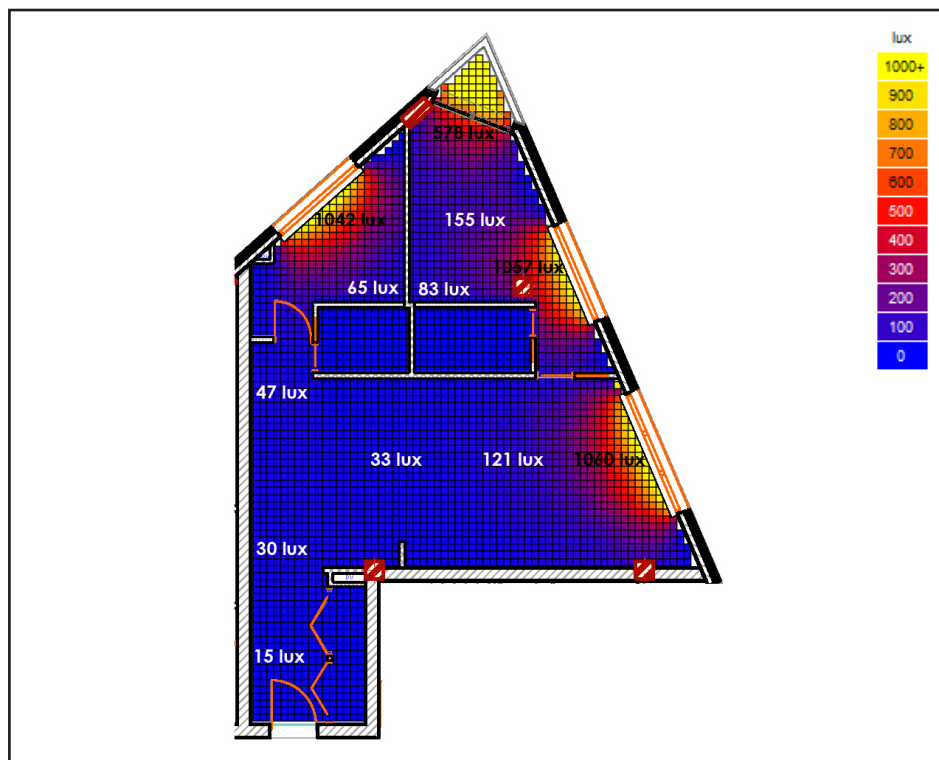


Gráfico 4.98

Niveles de iluminación a 19000 lux. Departamento 5

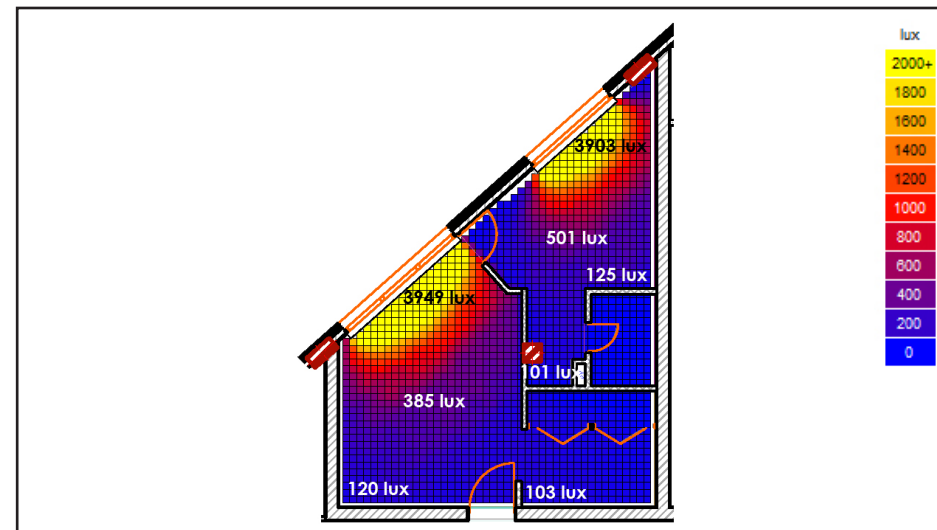
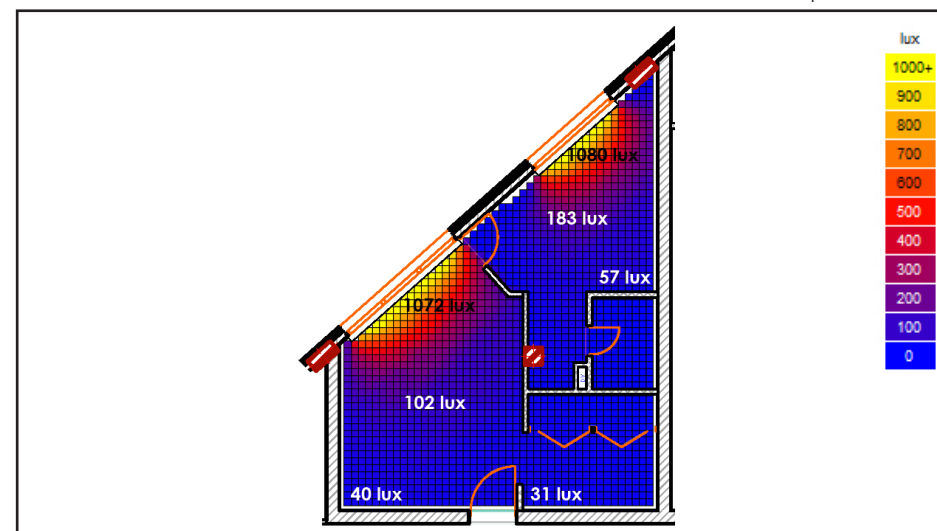


Gráfico 4.99

Niveles de iluminación a 5000 lux. Departamento 5



Cuadro 4.11 Análisis de iluminación en ambientes interiores

Departamento	Zona	Día semi despejado (19000 lux)			Día cubierto (5000 lux)		
		min	rec	opt	min	rec	opt
1	Descanso	x	x	x	x	x	0
	Social	x	x	0	x	0	0
	Servicio	x	x	0	x	0	0
2	Descanso	x	x	x	x	x	0
	Social	x	x	0	x	0	0
	Servicio	0	0	0	0	0	0
3	Descanso	x	x	x	x	0	0
	Social	x	x	0	x	0	0
	Servicio	x	x	0	x	0	0
4	Descanso	x	x	x	x	x	0
	Social	x	x	0	x	0	0
	Servicio	x	x	0	x	0	0
5	Descanso	x	x	x	x	x	0
	Social	x	x	0	x	0	0
	Servicio	x	0	0	0	0	0
Pasillo y vestíbulo		x	x	0	x	0	0
RESULTADO		15/16	14/16	5/16	14/16	4/16	0/16

El cuadro anterior nos demuestra que en condiciones de poca iluminación como es un día cubierto o nublado, se tiene un resultado que satisface los requerimientos mínimos en todas las zonas de descanso y social; el hecho de que dos zonas de servicio no satisfacen estos requerimientos mínimos se debe a que se encuentran en departamentos que solo tienen un frente de iluminación y se ha dado prioridad de iluminar otras zonas antes que la zona de servicio.

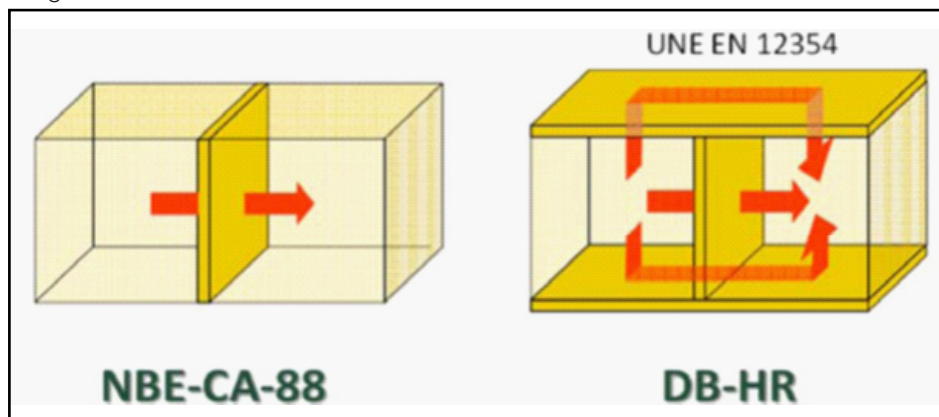
En los días con cielo semi despejado se puede apreciar que hay niveles de luz que sobrepasan los parámetros recomendados, en este caso para evitar el exceso de luz y deslumbramientos se debe utilizar sistemas de control solar como son los sistemas de persianas enrollables, para los cuales se ha tenido el cuidado de dejar el espacio de instalación en la parte superior de cada ventana. (Ver detalle en secciones constructivas)

3. Acústica. (Pladur HR)

El análisis acústico se hizo tomando una hoja de cálculo Pladur HR, que funciona bajo las normas del C.T.E. (Código Técnico de la Edificación de España), en la cual se analiza el DB-HR “Protección frente al ruido” que considera al edificio acabado como un producto y por ello se exigen las prestaciones acústicas al edificio en su conjunto y no a cada uno de sus elementos constructivos como en la normativa anterior NBE-CA-88. En el nuevo planteamiento normativo, se deja de hablar de aislamiento entre particiones para hablar de aislamiento entre recintos, pues se tienen en cuenta las transmisiones indirectas o por flancos.

Imagen 4.3

Análisis acústico



Fuente: Documento de ayuda Pladur HR

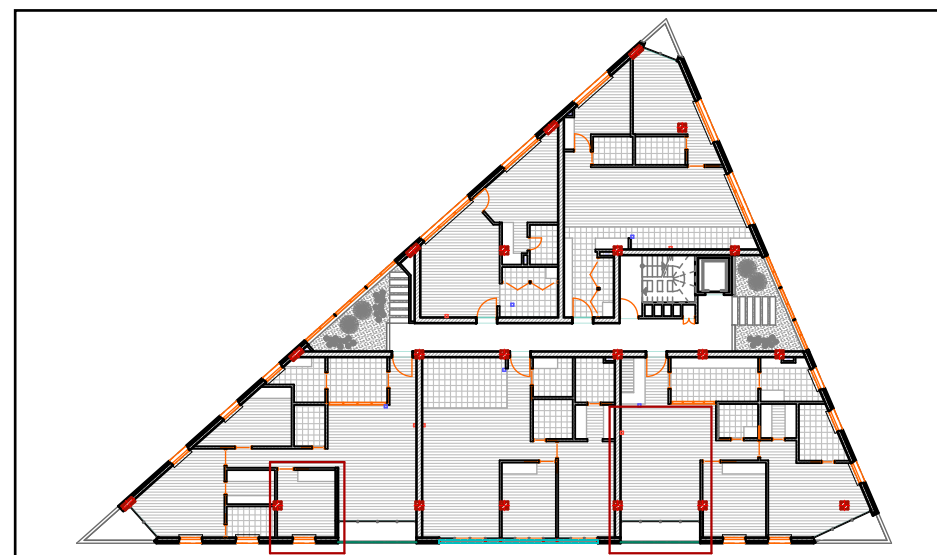
El documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

El aislamiento que se va a calcular es el aislamiento acústico frente a ruido aéreo y se toma como fuente sonora al ruido aéreo producido por el tráfico de automóviles con un nivel sonoro equivalente día L_d de 55dB, que es el límite del confort acústico para lugares residenciales.

Para el análisis se tomaron dos ambientes tipo del proyecto que son un ambiente con fachada a la calle y un ambiente con terraza.

Gráfico 4.100

Ambientes de cálculo de aislamiento acústico



Para el cálculo es necesario determinar la forma de la fachada, en este caso una fachada plana y una con terraza. Para la fachada con terraza es necesario establecer un coeficiente tabular que proviene de la altura de la línea de mira entre la fuente sonora y la fachada.

A continuación se determinan las características constructivas de los muros y vanos, pisos y techos, y las juntas en las aristas fachada – suelo, fachada – techo y las aristas de fachada – pared, con lo cual se analiza el comportamiento del recinto en conjunto como se dijo anteriormente.

Los resultados fueron satisfactorios como se pueden ver en las hojas de cálculo que se muestran a continuación.

Cuadro 4.12

Cálculo de aislamiento acústico en ambiente de fachada a la calle



CTE
Código Técnico de la Edificación

Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)		Alto l_2 (m)		Superficie S_f (m ²)	
3,35		3,7		12,395	

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Forma de la fachada	α_w	n_{20}	ΔL_{25}	REF	Revestimiento Interior	$\Delta R_{e,A}$
F6.1.b	RE + LP 115 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)	254,0	48,0	FF 1	Plano de Fachada	0	0	0	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S_v (m ²)	Ventana	$R_{e,A}$	C_v	Transmisión Aérea Directa I $D_{n,e1,A}$	S_0 (m ²)	$D_{n,e1,A}$ (dB)	Transmisión Aérea Directa II $D_{n,e2,A}$	S_0 (m ²)	$D_{n,e2,A}$ (dB)	Transmisión Aérea Indirecta $D_{n,e3,A}$	S_0 (m ²)	$D_{n,e3,A}$ (dB)
V.29	2,88	Ventana sencilla 6-(6...16)-6	32	-4			0		11,05	-0,4336228		0	

L_e (dBA)	Tipo de Ruido	$D_{20,n1,T,Ar}$	Requisito CTE
55	Automóviles	31	30 CUMPLE

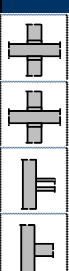
Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Volumen V_r (m ³)
Residencial y sanitario Dormitorios	26,05

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{e,A}$	l_1 (m)
Elemento F1 (Suelo)	Fo.L.7	L_Capa compresion 200 mm	362,0	55,0	S.1.1	AC + M 50 + AR PE 5	2
Elemento F2 (Techo)	Fo.L.7	L_Capa compresion 200 mm	362,0	55,0	T.1.a	YL 15 + C [100-300]	5
Elemento F3 (Pared)	P28.a	YL 15 + AT MW 48 + YL 15	26,0	43,0	TR.0.0	-	15
Elemento F4 (Pared)	P03.b	Enl 15 + LHD 115 + Enl 15 (valores medios)	156,0	42,0	TR.0.0	-	15

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K_{ef}	K_{ed}	K_{or}	
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	C 0.3	Unión flexible en + de elementos homogéneos (orientación 2)	11,9	20,0	11,9
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	C 0.3	Unión flexible en + de elementos homogéneos (orientación 2)	11,9	20,0	11,9
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	T 0.5	Unión en T de elemento de entramado autoportante y elemento homogéneo	19,9	-5,4	19,9
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	6,0	3,0	6,0

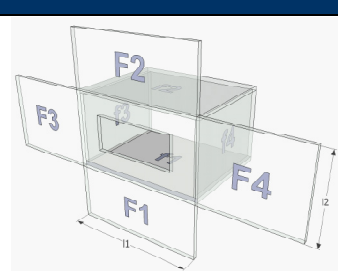


Vista en sección

Vista en sección

Vista en planta

Vista en planta





MINISTERIO DE VIVIENDA

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008

Cuadro 4.13

Cálculo de aislamiento acústico en ambiente de fachada con terraza



CTE
Código Técnico de Edificación

Documento Básico HR Protección frente al ruido



Cálculo de Aislamiento Acústico a ruido aéreo en fachadas

Datos de Entrada

Sección de Fachada Directa

Ancho l_1 (m)	4,15	Alto l_2 (m)	3,7	Superficie S_f (m ²)	15,355
-----------------	------	----------------	-----	------------------------------------	--------

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Forma de la fachada	α_w	h_{im}	ΔL_{f2}	REF	Revestimiento Interior	$\Delta R_{e,A}$
F6.1.b	RE + LP 115 + AT + LH 70 + Enl 15 (valores medios)	254,0	48,0	FF 7	Balconada B	0,8	3	3	R.0.0	Sin Revestimiento	0

REF	S_v (m ²)	Ventana	$R_{v,A}$	C_{tr}	Transmisión Aérea Directa I $D_{n,e1,A}$	S_d (m ²)	$D_{n,e1,A}$ (dB)	(aireadores con tratamiento acústico...)
V.13	9,96	Ventana sencilla 6-(6...16)-6	27	-2	Transmisión Aérea Directa II $D_{n,e2,A}$	0	0	(aireadores sin tratamiento acústico)
					Transmisión Aérea Indirecta $D_{n,e3,A}$	0	0	(techos suspendidos, conductos, pasillos)

L_d (dBA)	Tipo de Ruido	$D_{2n,nT,Ar}$	Requisito CTE
55	Automóviles	31	30 CUMPLE

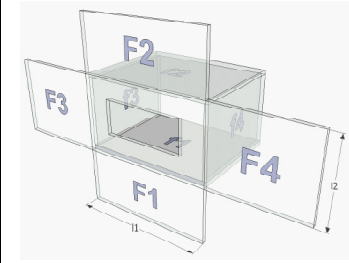
Recinto Receptor

Tipo de Recinto	Residencial y sanitario Estancias	Volumen V_r (m ³)	65,54
-----------------	-----------------------------------	---------------------------------	-------

REF	Elemento Estructural Básico	m' (kg/m ²)	$R_{e,A}$	REF	Revestimiento	$\Delta R_{e,A}$	l_{r1} (m)
Elemento f1 (Suelo)	Fo.L.7	L_Capa compresion 200 mm	362,0	55,0	S.1.1	AC + M 50 + AR PE 5	2
Elemento f2 (Techo)	Fo.L.7	L_Capa compresion 200 mm	362,0	55,0	T.1.a	YL 15 + C [100-300]	5
Elemento f3 (Pared)	P04.b	Enl 15 + LP 115 + Enl 15 (valores medios)	161,0	44,0	TR.0.0	-	15
Elemento f4 (Pared)	P05.b	Enl 15 + LP 240 + Enl 15 (valores medios)	50,0	50,0	TR.0.0	-	15

Uniones de los Elementos Constructivos

REF	Elemento Estructural Básico	K_{ef}	K_{fd}	K_{of}	Vista en sección	
Arista 1 (Unión Fachada-Suelo)	C 0.3	Unión flexible en + de elementos homogéneos (orientación 2)	11,9	20,0	11,9	Vista en sección
Arista 2 (Unión Fachada-Techo)	C 0.3	Unión flexible en + de elementos homogéneos (orientación 2)	11,9	20,0	11,9	Vista en sección
Arista 3 (Unión Fachada-Pared)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	5,9	3,1	5,9	Vista en planta
Arista 4 (Unión Fachada-Pared)	T 0.1	Unión rígida en T de elementos homogéneos	8,5	-1,4	8,5	Vista en planta





MINISTERIO DE VIVIENDA

Esta herramienta facilita la aplicación del método de cálculo de la opción general del DB HR Protección frente al ruido, del CTE.

Febrero 2008



4. Auto-Evaluación LEED Viviendas.

Tras analizar el proyecto crédito a crédito en la herramienta de calificación LEED en los campos de:

- Innovación en el Proceso de Diseño
- Ubicación y Nexos
- Sitio Sustentable
- Eficiencia de Agua
- Atmosfera y Energía
- Materiales y Recursos
- Calidad del medio ambiente interior
- Educacion y Conciencia

Se ha obtenido un resultado de LEED Gold, con lo cual se muestra que el proceso de diseño y construcción, la elección del sitio y materiales, el planteamiento de sistemas hidrosanitarios y electricos, y el factor de conciencia social propuestos en el edificio han sido satisfactorios como bioclimáticos y sustentables.

[ABOUT](#)
[LEED](#)
[GLOSSARY](#)

[Start a Project](#)

[Help](#)

[Andres's account](#)
[My Projects](#)
[Sign out](#)

Edificio de vivienda bio-sustentable

[Overview](#)
[Project Parameters](#)
[QuickScore Results](#)

ID
LL
SS
WE
EA
MR
EQ
AE

	PRE-REQUISITES	POINT FLOOR	POSSIBLE POINTS	YES	MAYBE	NO
Innovation in Design Process (ID)	✓ Met	0	11	11	0	0
Location and Linkages (LL)	NA	0	10	10	0	0
Sustainable Sites (SS)	✓ Met	5	25	15	0	6
Water Efficiency (WE)	NA	3	15	13	0	5
Energy and Atmosphere (EA)	✓ Met	0	38	10	0	28
Materials and Resources (MR)	✓ Met	2	16	10.5	0	5.5
Indoor Environmental Quality (EQ)	Not Met	6	21	6	0	15
Awareness and Education (AE)	✓ Met	0	3	2	0	1

PROJECT PROGRESS

Project Progress will reach 100% once every credit is scored. Quick Scored credits must be confirmed.

SELF-SCORED ACHIEVEMENT

CERTIFIED SILVER GOLD PLATINUM

POINTS (77.5) MAYBES (0)

OVERALL PRE-REQUISITES: ✓ Met

OVERALL POINT FLOORS: ✓ Met



RENDERS

Gráfico 4.101

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.102

Perspectiva Exterior





Gráfico 4.103

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.104

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.105

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.106

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.107

Perspectiva Exterior



Gráfico 4.108

Lobby de Entrada



Gráfico 4.110

Zona Social Departamento Duplex



Gráfico 4.109

Zona Social Departamento 4



Gráfico 4.111

Cocina - Zona Social Departamento 2





Gráfico 4.112

Terraza



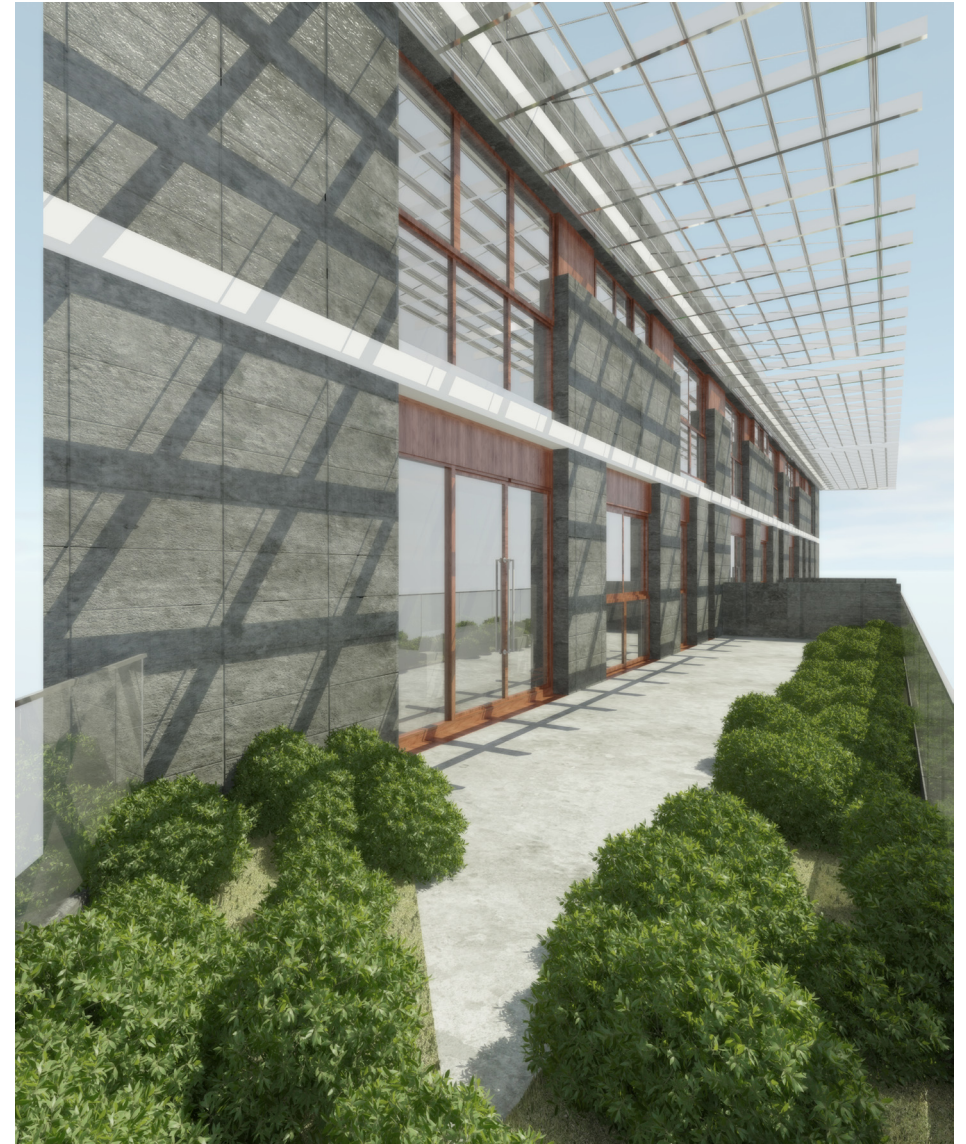
Gráfico 4.113

Lobby de Entrada



Gráfico 4.114

Terraza Duplex





**Bibliografía:****Libros:**

Bauer, Michael, Peter Musle y Michael Schwarz. *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*. Berlin, Springer –Verlag, 2010.

Chaves, Carlos y Byron Pinos. *Aplicación de Principios Bioclimáticos para el Diseño Urbano-Arquitectónico*. Cuenca, Noviembre de 1987. (Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca).

Mazria, Edward. *El libro de la energía solar pasiva*. México, Ediciones G. Gilli, 1983.

Sassi, Paola. *Strategies for Sustainable Architecture*. Oxon, Reino Unido. Taylor & Francis, 2006.

Un Vitrubio Ecológico. Principios y Práctica del Proyecto Arquitectónico Sostenible. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 2007.

Cordero, Ximena y Vanessa Guillen, *Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la Ciudad de Cuenca*. Cuenca, 2012. (Biblioteca de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de Cuenca).

Publicaciones:

Fuentes, Víctor Armando. "Estrategias de diseño bioclimático". *Arquitectura Bioclimática*. Pdf

Fuentes, Víctor Armando. "Metodología de diseño". *Arquitectura Bioclimática*. Pdf

Comité Español de Iluminación, *Guía Técnica para el Aprovechamiento de la Luz Natural en la Iluminación de Edificios* (Madrid), (2005).

Machado, María, Celina Brito y Javier Neila. "La Cubierta Ecológica como Material de Construcción". *Informes de la Construcción*, 52 (mayo - junio 2000).

Corporación para la Investigación Energética. *Atlas Solar del Ecuador con Fines de Generación Energética* (Quito), (Agosto 2008).

Guía Técnica de Iluminación Eficiente - Sector Residencial y Terciario. Pdf

Catálogo de Puentes Térmicos YTONG. Pdf. Marzo 2011.

"Cuadro comparativo de fuentes luminosas". *Tectónica, Energía II* (Madrid), 31. Septiembre 2007: 36-37.

Internet:

"Aplicaciones eficientes". Internet. <http://www.savewateramerica.com/index.htm> Acceso: Abril del 2013.





Conclusión

Solo existe un tipo de arquitectura, que es la arquitectura de calidad. El enfoque sustentable de la arquitectura es necesario en estos días, el medio ambiente necesita de la conciencia y ejecución de práctica responsable en cada intervención arquitectónica y urbanística, para contribuir uno a uno en el alivio de presión al medio ambiente por parte de la contaminación y el incorrecto uso de los recursos y energías.

Con fin de conseguir esta intervención sustentable es muy necesario el trabajo inter-disciplinario. Con el paso de los años cada profesión se ha ido especializando más a fondo con el fin de obtener mayor eficiencia en la práctica profesional. La participación individual en la realización de un trabajo es cosa del pasado. En la actualidad, para llegar al proyecto sustentable es necesario el dialogo entre profesionales de las diferentes áreas que componen una edificación, diseño arquitectónico, diseño estructural, estudio de suelos, diseño eléctrico, diseño hidrosanitario, entre otros, de modo que se pueda llegar a la mayor eficiencia posible en el funcionamiento de la edificación.

Para la intervención arquitectónica es muy necesario conocer el clima y el contexto, pues estos factores debidamente estudiados nos darán las directrices correctas para la formulación del proyecto.

Analizando el clima en ciudad de Cuenca, esta tiene un clima templado muy favorable que no exige demasiada intervención en cuestiones de aislamiento, a diferencia de climas muy calientes o muy fríos, donde es necesario tomar medidas más drásticas ya sea para calefacción o enfriamiento. Pero aun así, después de conocer el promedio de temperaturas interiores de varias viviendas adosadas y aisladas, este no cumple con los parámetros óptimos de confort térmico al tener temperaturas menores a los 20°C, que es el límite inferior, por lo que como una conclusión muy importante es necesario proceder a calentar los espacios interiores de la vivienda.

Para ello es necesario conocer que la orientación correcta para soleamiento de las edificaciones es en sentido Este – Oeste (eje largo

Norte – Sur), para que las superficies verticales puedan recibir radiación directa por la mañana y por la tarde y así adquirir calor, para luego transmitirlo hacia el interior. Cuando no se puede orientar la edificación en la dirección más favorable, es necesario estudiar el soleamiento de las fachadas para abrir los vanos en la dirección que más radiación reciba durante el año, y así evitar pérdidas de calor a través de superficies abiertas no aprovechadas correctamente.

En nuestro medio pienso que es primordial escoger materiales locales, que tienen las ventajas de fomentar la cultura propia, tener poca energía incorporada, minimizar las distancias de transporte, tener buen comportamiento térmico y dar fuentes de trabajo a mucha gente en su proceso de producción.

Previo a escoger los materiales a utilizarse en el proyecto, es necesario conocer las propiedades físicas de cada uno de ellos y saber la energía incorporada que tienen, para que en el caso de tener que escoger materiales que no sean locales, poder equilibrar entre las bondades físicas y el costo para el medio ambiente en cada uno de ellos, llegando así a una elección correcta de los mismos. También es necesario utilizar una modulación de superficies así como utilizar procesos constructivos que sean lo más eficientes que sea posible de manera que disminuyan los recortes y desperdicios durante la construcción.

Como se dijo anteriormente, la eficiencia en el funcionamiento de la edificación sustentable es muy importante, y el diseño eléctrico y sanitario son factores de mucha consideración en este funcionamiento. En el aspecto de iluminación artificial se tiene que hacer un estudio detallado para la elección de las fuentes luminosas que se van a utilizar, siempre en un equilibrio entre costo y efectividad, junto con los sistemas de iluminación, que tienen que contribuir a que el uso de la iluminación artificial sea únicamente de acuerdo a las necesidades de esta, evitando el derroche y contribuyendo al ahorro energético y económico.

En lo sanitario es muy importante un diseño que contribuya al ahorro del



agua y energía, junto con el uso de aplicaciones eficientes, que como se vio en el estudio de esta área, el ahorro de agua que representa el uso de este tipo de aplicaciones es bastante grande.

Es importante considerar las ventajas de la recolección y reutilización de agua lluvia. Se aporta al ahorro de agua potable en usos que no es obligatoriamente necesaria y se alivia la presión en los sistemas de alcantarillado. Las superficies impermeables deben evitarse en los proyectos arquitectónicos para permitir la absorción del agua lluvia en la tierra y permitir la reposición de los sistemas acuíferos naturales.

En lo que respecta a energía, en nuestro país esta es muy barata debido al subsidio, por ello el uso de energía renovable a través de sistemas fotovoltaicos tiene poca viabilidad económica, debido al alto precio del sistema, pero tiene mucha viabilidad medioambiental al contribuir a dejar la dependencia en la energía basada en combustibles fósiles. Con el paso del tiempo esta tecnología irá alcanzando mayor desarrollo y los precios serán más bajos, con lo que aumentará la factibilidad en el uso de este tipo de energía renovable.

Otro factor importante en las edificaciones sustentables es el contribuir a la formación de sociedades más unidas, fomentar la inter-relación entre las personas, dotando al proyecto arquitectónico de lugares públicos que propicien el encuentro y el dialogo entre los usuarios.

Y finalmente, es recomendable el uso de softwares que permitan evaluar el comportamiento de la edificación en función del confort del usuario, que son el confort térmico, lumínico y acústico, de manera que al llegar a la propuesta final, se tengan resultados que aseguran la satisfacción en el uso de la edificación.

