



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE
CONCURSO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
BÁSICA Y APLICADA (I+D) 2008/2009**

**BIOURBANISMO
MODELO URBANO BIOCLIMÁTICO**

Propuesta de una ordenanza urbana sustentable para proyectos habitacionales en Chile



**INFORME FINAL INVESTIGACIÓN
JUNIO 2010**

DIRECTOR EQUIPO INVESTIGACIÓN
MANUEL NOVOA TONDA
ARQUITECTO PHD ©

EQUIPO INVESTIGACION
ALBERTO TEXIDO ZLATAR - ARQ. PHD ©
FELIPE FLORES MOLTEDO - ARQ.
FRANCISCO SCHMIDT ARIZTIA - ARQ. MSc
MARCELA CASTILLO WORNER. - ECOLOGA PAISAJISTA

BIOURBANISMO MODELOS URBANOS BIOCLIMÁTICOS

ÍNDICE DE LA INVESTIGACIÓN

ETAPA 0.- RESUMEN / ABSTRACT

ETAPA 1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1.- La materia de investigación
- 1.2.- Urbanismo y Sustentabilidad

ETAPA 2.- HIPÓTESIS

- 2.1.- Definición de la hipótesis, preguntas previas a la investigación

ETAPA 3.- OBJETIVOS

- 3.1 Objetivos generales y específicos

ETAPA 4- METODOLOGÍA

- 4.1.- Aspectos metodológicos de la investigación

ETAPA 5.- ASPECTOS AMBIENTALES

Aspectos Ambientales relacionados con el tema de la Investigación

- 5.1.- Desarrollo urbano sustentable, criterios internacionales
 - 5.1.1.- La visión Europea del diseño urbano sustentable
 - 5.1.2.- Libro Verde del Medio Ambiente Urbano
- 5.2.- Ecología y medio ambiente urbano
 - 5.2.1.- Reestructuración urbana ecológica
 - 5.2.2.- Hacia una Agenda Local 21
- 5.3.- La radiación solar y su relación con el urbanismo
 - 5.3.1.- Relación historia del sol en la ciudad
 - 5.3.2.- El sol en los espacios públicos
- 5.4.- El viento, la vegetación y el agua en el desarrollo de la ciudad
 - 5.4.1.- La relación del viento y el urbanismo
 - 5.4.2.- La vegetación en el urbanismo contemporáneo
 - 5.4.3.- El agua en áreas urbanas
 - 5.4.4.- Definiciones sobre agua y ciudad
- 5.5.- Geografía y morfología urbana
 - 5.5.1.- Forma urbana, latitud y clima

ETAPA 6.- ASPECTOS URBANOS

Aspectos Urbanos relacionados con el tema de la Investigación

6.1.- Formas de crecimiento urbano

6.1.1.- La ciudad Jardín

6.1.2.- Componentes Urbanos

6.2.- Tramas y matrices urbanas

6.3.- Las formas de habitar y la densidad habitacional

6.4.- Fachadas urbanas y sistemas viarios

ETAPA 7.- CASOS DE ESTUDIO /ESTADO DEL ARTE

Estrategias de Urbanismo Sustentable

7.1.- Planeamiento urbano con criterios bioclimáticos

7.2.- Estudio de casos internacionales

7.2.1.- Proyecto Urbano Xeritown, Dubai.

7.2.2.- Proyecto urbano Lyon Confluence, Francia

7.2.3.- Proyecto urbano de Hafencity, Hamburgo, Alemania.

7.2.4.- Proyecto Urbano en Zorrotzaure, Bilbao, España

7.2.5.- Kronsberg, Hannover, Alemania

7.2.6.- Eco Ciudad de Sarriguren, Navarra, España

7.2.7.- Valdespartera, una eco ciudad en Zaragoza, España

7.2.8.- ABU DHABI, Emiratos Árabes

7.2.9.- DONGTAN, Ciudad Sustentable en Shanghái, China

7.2.- Estándares urbanos sustentables: Huella ecológica

7.2.1.- Sistemas de certificación energética

7.2.2.- La huella ecológica

7.3.- Estrategias habitacionales bioclimáticas

7.3.1.- La Ciudad Solar

7.3.2.- Ciudad Solar de Linz-Pichling, Austria

7.3.3.- Hábitat Residencial Sustentable en Chile

ETAPA 8.- MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

Modelaciones energéticas en 4 ciudades de Chile

8.1.- Estrategias urbanas bioclimáticas

- 8.1.1.- Leyes urbanas nacionales / LGUC + OGUC
- 8.1.2.- Visión de Ciudad Sustentable, Bicentenario 2010.
- 8.1.3.- Reglamentación Térmica en Chile
- 8.1.4.- El nuevo concepto del BIPV (Building Integrate Photovoltaics)
- 8.1.5.- Parámetros solares para los modelos urbanos
- 8.1.6.- Recomendaciones generales de diseño

8.2.- Modelaciones energéticas urbanas

- 8.2.1.- Zonas Geográficas para el análisis
- 8.2.2.- Caso de estudio 1. Ciudad de Arica
- 8.2.3.- Caso de estudio 2. Ciudad de Calama
- 8.2.4.- Caso de estudio 3. Ciudad de Santiago
- 8.2.5.- Caso de estudio 4. Ciudad de Alerce, Puerto Montt.
- 8.2.6.- Metodología de análisis urbano energético
- 8.2.7.- Cálculo energético de los modelos urbanos

8.3.- Propuesta de modelos urbanos sustentables

- 8.3.1.- Conclusiones parciales de las modelaciones energéticas
- 8.3.2.- Modelo urbano de alta compacidad
- 8.3.3.- Modelo urbano de media compacidad
- 8.3.4.- Modelo urbano de baja compacidad
- 8.3.5.- Modelaciones eólicas
- 8.3.6.- Conclusiones generales

ETAPA 9.- BIOURBANISMO

Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

9.1.- Desarrollo de una ordenanza bioclimática habitacional para cuatro ciudades de Chile

- 9.1.1.- Ciudad de Arica / Zona Norte Litoral
- 9.1.2.- Ciudad de Calama / Zona Norte Desértica
- 9.1.3.- Ciudad de Santiago / Zona Central interior
- 9.1.4.- Ciudad de Alerce (Puerto Montt) / Zona Sur Litoral

9.2- Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable para cuatro proyectos habitacionales en Chile.

- 9.2.1.- Arica, Proyecto Inmobiliario Punta Norte
- 9.2.2.- Calama, Proyecto de Urbanización Topater
- 9.2.3.- Santiago, Proyecto Ciudad Parque Bicentenario
- 9.2.4.- Puerto Montt, Proyecto urbano en Alerce

ETAPA 10.- CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACION

- 10.1.- Conclusiones generales y específicas
- 10.2.- Proyecciones hacia el futuro

ETAPA 11.- BIBLIOGRAFIA

- 11.1.- Bibliografía de páginas Web consultadas (Weblografía)
- 11.2.- Libros y Revistas consultadas para la investigación
- 11.3.- Exposiciones y Seminarios consultados para la investigación
- 11.4.- Empresas vinculadas con la temática de la investigación

BIOURBANISMO MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

ETAPA 0.- ABSTRACT

The following sustainable urban research aims at determining the urban bioclimatic models in relation with the inhabitants' density and the climate zone where it develops.

This first report considers all the theoretical aspects and the analysis of the most relevant bibliography of the research material. The core of the research is the urbanism, environmental sustainability and energy efficiency. The report concentrates and applies to big scale housing projects of social character. Usually these projects are part of the perimetral growth of big cities in the world.

The outline hypothesis is based in the existence of urban models that make use of the environmental energy resulting in more sustainable and energy efficient houses. Therefore, the aim is to validate this hypothesis by looking at the quality and energy efficiency of the proposed models and urban projects. The focus is to scientifically verify how environmental and urban variables fall in the abovementioned projects and models.

The research is developed in 5 consecutive stages. The first one determines the most important environmental aspects. It focuses on determining the existent criteria and norms in green building. Special attention is put in the European vision, specially in the book "Libro Verde del Medio Ambiente" developed by Spain and in ecological aspects in the frame of "Agenda Local 21". This first phase also includes geographical aspects and its relation with the urban morphology, how the solar energy falls into, wind, vegetation and water planning in the contemporary cities.

In the second phase, the urban aspects are exposed. It also analysis the most common ways that cities grow. This stage also analysis the classification of the Departamento de Urbanismo de la Universidad Politecnica de Cataluña in Spain, fundamental aspects of the Carta de Atenas, elaborated by Le Corbusier and other concepts of Modern City and the Garden City from the two most recent urban models. Additionally a classification of the most common European urban typology is given. The city of Amsterdam is used as a comparison with South American cities. The inhabitant density, the way of living and the urban lines are commented.

In the third stage the urban planning including a bioclimatic criterion is analyzed. Thus, having an integral view of the first two stages. The methodology used includes the analysis of real cases of urban sustainable projects such as: Xeritwon in Dubai, Lyon Confluence in France, Hafencity in Hamburg, Germany and Zorrotzaure in Bilbao, Spain. These projects include urban sustainable renovation strategy resulting in a broader view for the research that concentrates mainly in housing projects.

As concrete bioclimatic housing projects the case of Kronsberg in Hannover, Germany, the eco-city of Sarriguren in Pamplona and Valdespartera in Zaragoza in Spain is analyzed.

The Chilean cases analyzed correspond to, “Bienestar Habitacional, Guia de Diseño para un Habita Residencial Sustentable”, project FONDEF elaborated by the Housing Institute of the Universidad de Chile together with Fundacion Chile. Moreover some concrete examples from new initiatives of green building are taken. Special attention is put in the analysis and simulation of energy demand in model buildings in Ciudad Parque Bicentenario.

The present report considers these first three stages, which result in the conceptual and technical framework that will allow the development of the two final stages. The fourth phase of the research proposes to define the sustainable urban models by analyzing the street systems and its relationship with urban matrix, parcelating and green building. Finally in the fifth phase proposes concrete urban models for four climatic zones in Chile. In particular four big housing projects carried out by the Housing and Urbanism Ministry of Chile.

The main conclusion of this first report is that there is a clear relation between environmental and urban aspects. This is possible to observe in new sustainable projects, which are already positively responding to the housing crisis that we are confronting in this century. The only way to make efficient use of our resources is by integrating the described solar, wind, water and vegetation strategies in urban planning.

BIOURBANISMO

MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

ETAPA 0.- RESUMEN EJECUTIVO/ ABSTRACT

La presente investigación sobre urbanismo sustentable tiene como objetivo central determinar modelos urbanos bioclimáticos, en razón de su densidad habitacional y la zona climática donde se desarrollan.

Este primer informe considera los aspectos teóricos y el análisis de la bibliografía más importante sobre la materia de investigación. El ámbito de investigación será el urbanismo, la sustentabilidad ambiental y la eficiencia energética. Se concentra y aplica en la escala de los grandes proyectos habitacionales de carácter social, que configuran el crecimiento perimetral de muchas ciudades del mundo.

La hipótesis planteada es que existen modelos urbanos que basan su desarrollo en la energía del medio ambiente, generando espacios habitables más sustentables y eficientes en el ámbito de la energía. De esta forma, se busca validar la hipótesis, al comprobar científicamente si existen variables ambientales y urbanas que inciden directamente en la calidad y eficiencia energética de los modelos y proyectos urbanos propuestos.

El desarrollo del proyecto de investigación se divide en cinco (5) etapas consecutivas. En la primera se determinan los aspectos ambientales más importantes, concentrándose en determinar los criterios y normas existentes en materia de sustentabilidad urbana. Se analiza la visión Europea del diseño urbano sustentable, el Libro Verde del Medio Ambiente elaborado en España, y aspectos de ecología urbana en el marco de la Agenda Local 21. En esta primera fase de la investigación también se incluyen los aspectos geográficos y su relación con la morfología urbana, la incidencia de la energía solar en la planificación, el viento, la vegetación y el agua en la ciudad contemporánea.

En la segunda etapa se exponen los aspectos urbanos, analizando las formas más comunes de crecimiento de las ciudades. Se analiza la clasificación del Departamento de Urbanismo de la Universidad Politécnica de Cataluña en España, aspectos fundamentales de la Carta de Atenas elaborada por Le Corbusier, y los conceptos de la ciudad moderna y la ciudad jardín, los dos modelos urbanos más contemporáneos. Además se incluye una clasificación de las tipologías urbano habitacionales más comunes de Europa, ejemplificadas en la ciudad de Ámsterdam, y que son homologables a Sudamérica. Se comenta la relación entre la densidad habitacional, las formas de habitar y sus tramas urbanas.

En la tercera etapa de la presente investigación se analiza el planeamiento urbano con criterios bioclimáticos, obteniendo así una mirada integral entre los aspectos desarrollados en las dos etapas anteriores. La metodología incluye el análisis de casos reales de proyectos urbanos sustentables. Se describe el proyecto de Xeritown en Dubai, el proyecto urbano de Lyon Confluence en Francia, Hafencity en Hamburgo, Alemania, y el proyecto de Zorrotzaure en Bilbao, España. Estos proyectos incluyen estrategias de renovación urbana sustentable, ampliando la mirada de la investigación que se concentra en los proyectos habitacionales.

Como casos concretos de proyectos habitacionales bioclimáticos, se analiza el caso de Kronsberg en Hannover, Alemania, el proyecto de eco ciudad en Sarriguren, Pamplona, y Valdespartera en Zaragoza, ambos casos en España.

Para el análisis de casos en Chile, se investiga el proyecto FONDEF elaborado por el Instituto de la vivienda de la Universidad de Chile, INVI, en conjunto con la Fundación Chile, denominado “Bienestar Habitacional, Guía de Diseño para un Habita Residencial Sustentable”. También como ejemplos concretos de nuevas iniciativas en el marco de la edificación colectiva sustentable, se incorpora el análisis y simulación de la demanda energética de los edificios modelo de la Ciudad Parque Bicentenario, en Santiago de Chile.

El presente informe abarca estas tres primeras etapas, elaborando el marco conceptual y técnico para desarrollar las dos etapas finales. En la cuarta fase de la investigación se propone definir los modelos urbanos sustentables, a través del análisis de los sistemas viarios y su relación con la forma de las matrices urbanas, la parcelación y la edificación sustentable. Por último, se establece una quinta etapa, que elabore una propuesta concreta de modelos urbanos bioclimáticos para cuatro zonas climáticas de Chile, en particular para cuatro grandes proyectos habitacionales que elabora el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU).

La conclusión de este primer informe es que existe una clara relación entre los aspectos ambientales y los urbanos, lo cual se refleja en obras concretas de proyectos urbanos sustentables que a comienzos del siglo 21 empiezan a dar resultados esperanzadores para enfrentar la crisis habitacional que tendremos durante este siglo. La única forma de hacer más eficiente nuestros recursos, será integrar las estrategias solares, de viento, agua y vegetación descritas, con una adecuada planificación urbana.

BIOURBANISMO

MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

ETAPA 1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- La materia de investigación

El crecimiento de las ciudades es uno de los grandes desafíos de la humanidad. Considerando las actuales predicciones demográficas y el aumento en la edad de vida de la población, se aseguran ritmos de crecimiento urbano inimaginables, que requieren de una planificación sustentable.

Las ciudades generan más de un 75% del consumo energético y de las emisiones de CO2 al planeta, sin considerar las industrias que generalmente también están en las ciudades o en su periferia, y que representan el 25% restante. Así, las ciudades son las grandes responsables de las emisiones contaminantes al ambiente y de los consumos humanos sobre el planeta.

La Organización mundial de la salud (OMS), ha escrito serios informes que aseguran que “el calentamiento global del planeta causa 150.000 muertes humanas cada año, debido a variaciones en el nivel del mar que afectan la producción agrícola, a la escasez de precipitaciones y a la evaporación de las reservas de agua potable. El uso de combustibles fósiles para calefacción y ventilación de los edificios es responsable del 50% del calentamiento global, siendo otra de sus principales causas el transporte, con un 25%”¹

¿Pero como planificar ciudades más equilibradas en sus aspectos urbanos y ambientales? Es decir, como hacer que las ciudades consuman menos recursos y sean más habitables?

Si bien existen numerosos estudios que muestran los beneficios de la incorporación de las estrategias de sustentabilidad en la arquitectura y construcción, como el aislamiento térmico de los materiales, las orientaciones y ventilaciones naturales, o la incorporación de colectores solares, a nivel de planificación urbana recién existen algunos proyectos construidos que pueden dar luces de ciertas estrategias a incorporar.

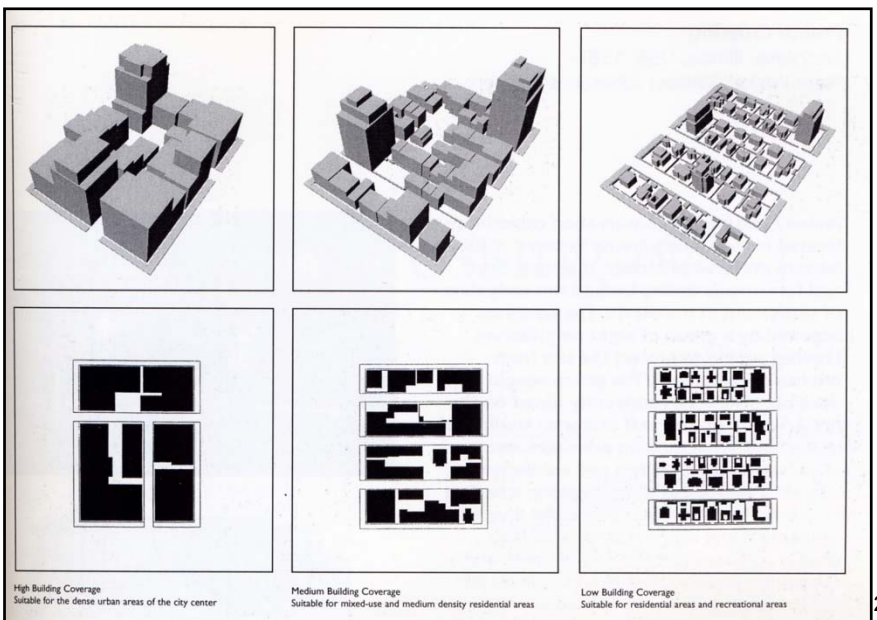
Los ejemplos de eco urbanización de Kronsberg en Hannover, Alemania, muestran relaciones y distancias de soleamiento entre edificios de departamentos y sus espacios públicos, además de la incorporación de sistemas de calefacción colectivos, con grandes métodos de almacenamiento y distribución de los flujos de energía entre otras interesantes estrategias.

¹ Edwards, Brian. *Guía Básica de la sostenibilidad*. Editorial GG, Barcelona 2008. Título original “Rouge guide to sustainability”, Publicado por RIBA, 2005.

También existen conjuntos habitacionales construidos con estrategias de sustentabilidad en Austria (solar city en Viena), Londres (Bed Zed) y ahora algunas iniciativas en España, como Valdespartera en Zaragoza o Sarriguren en Pamplona, entre otros.

Existen publicaciones de manuales y libros que expresan estrategias de sustentabilidad urbana, los cuales incorporan temas tan diversos y complementarios como los ciclos del ecosistema urbano, los recursos naturales disponibles y sus capacidades de carga, la construcción sustentable y sus emisiones, describiendo así diferentes aspectos de la sustentabilidad.

Sin embargo, resulta esencial analizar de forma integral los modos de habitar en la ciudad y su relación con la energía y el medio ambiente. Las formas de crecimiento urbano y las formas de habitar están relacionadas con aspectos de densidad urbana, que determinan la volumetría de las construcciones y las relaciones urbanas entre la edificación y el medio ambiente, las calles y los espacios abiertos, es decir entre el lleno y el vacío urbano.



Este tema resulta estratégico al momento de planificar las ciudades o renovaciones en sectores deteriorados, donde se puede intervenir en el primer acto de transformación sustentable a nivel urbano, el “trazado de la infraestructura”. Es en ese momento donde se puede dirigir en cierta orientación solar un trazado vial o urbanización, el cual tendrá a posteriori la relación de la distribución de los solares o polígonos, y luego en la edificación.

² Análisis de densidad para el nuevo centro urbano de Ho Chi Minh, Vietnam, 1994. Koetter , Kim and Associates .

Este es el tema central de la presente investigación, concentrarse en determinar la relación entre las formas de orientación de la infraestructura urbana, la densidad habitacional y el medio ambiente urbano.

1.2.- Urbanismo y Sustentabilidad

Durante el siglo pasado, y en la actualidad, el crecimiento de muchas ciudades se produce a través de la consolidación de grandes proyectos de vivienda en la periferia de sus centros históricos. Las ciudades se siguen expandiendo a través de un proceso urbano denominado “sprawl”, cuyo sinónimo en castellano sería “desparramo” urbano. Las ciudades siguen transformando sus límites y expandiéndose sin control.

La planificación urbana define hoy dos grandes tendencias para la urbanización: **La ciudad compacta y la ciudad difusa.**

Las ciudades compactas tienen mejores condiciones de habitabilidad, en la medida que tienen menores distancias y costos de transporte, mayor movilidad peatonal, servicios sociales más cercanos, menores costos de energía, entre otros factores.



Como aspectos negativos de la compacidad urbana esta la poca disponibilidad de suelo urbano para expansión y áreas verdes, falta de iluminación natural en algunas disposiciones urbanas, aumento de la isla de calor, etc..

A su vez el modelo difuso de ciudad, asociado a la ciudad jardín y en extensión tiene algunos beneficios urbanos y ambientales que van desde una mayor disponibilidad de suelo urbano, más áreas verdes/m² por habitante, mejor ventilación y soleamiento, etc. Como aspectos negativos destacan las grandes

³ Imagen del Centro de la Ciudad de Santiago de Chile. Google Earth, 2009.

distancias que deben realizarse para transportarse de un lugar a otro, con la consecuente contaminación e ineficiencia energética.

También destaca la pérdida de relaciones sociales básicas como el barrio, debido entre otras razones a la mayor cantidad de autopistas que segregan el territorio.

Así, hoy en día coexisten diferentes escalas y combinaciones de ambos modelos, desarrollándose en las ciudades subcentros históricos y grandes urbanizaciones de diversas densidades y soluciones habitacionales, desde torres en altura a vivienda colectiva aislada y de baja densidad.

¿Bajo este análisis, cual es el equilibrio entre ambos modelos?

Como debiera ser un modelo urbano equilibrado que aproveche las mejores condiciones de ambos extremos de la planificación urbana.



Considerando el desarrollo sustentable como eje fundamental del crecimiento urbano actual, donde convergen los tres aspectos centrales de la sustentabilidad; **la economía, la sociedad y el medio ambiente**, resulta importante analizar como se comportan esos elementos en estos dos tipos de modelos urbanos.

Dada la complejidad de los temas urbanos, la investigación se concentra en la infraestructura urbana⁵ que determina los espacios públicos y su relación con la edificación, sin entrar en un análisis de los aspectos sociales y económicos que determinan las actividades humanas.

⁴ Imagen de Comunas Periféricas de la Ciudad de Santiago de Chile. Google Earth, 2009.

⁵ Infraestructura Urbana Publica: Sistemas viales y espacios públicos abiertos

ETAPA 2.- HIPÓTESIS

2.1.- Definición de la hipótesis, preguntas previas a la investigación

Los grandes avances en la urbanización de la ciudad y su edificación, en el ámbito de la sustentabilidad, se ha producido en los sistemas constructivos y en los nuevos materiales. Esto mejora aspectos como la resistencia térmica y el aislamiento, la durabilidad de los materiales y la implementación de modernos sistemas de climatización y refrigeración.

Sin embargo, las estrategias de diseño urbano que definen la forma de distribuir la edificación para asegurar una adecuada eficiencia energética, aun no se han desarrollado de la misma manera. Es decir todavía se construyen conjuntos de viviendas mal orientadas que no aseguran un mínimo de radiación solar en invierno en su interior. Edificaciones mal ventiladas que incrementan la humedad y la condensación, conjuntos de vivienda colectiva que no incorporan el espacio público en su diseño.

En el mundo aproximadamente cerca del 35% de lo que se construye es vivienda. En Chile, se construyen 100.000 viviendas al año, y el déficit habitacional asegura este ritmo hasta el año 2027⁶. Por otro lado el 35% del gasto energético en Chile, es producto del consumo permanente del sector residencial.

En este sentido, es importante avanzar hacia una investigación que proponga conceptos sobre la forma urbana sustentable, un análisis de **nuevos ordenes urbanos** que incorpore las estrategias de diseño bioclimático en profundidad, “pautas simples en esencia pero capaces de generar configuraciones diversas y complejas desde la optimización y distorsión, a un tiempo, de su propia definición elemental”⁷

Se requiere investigar nuevas formas de habitar en la vivienda colectiva, definiendo y asegurando estándares bioclimáticos para los habitantes de estos conjuntos, que son además los más necesitados de estrategias económicas para la habitabilidad de sus hogares. (Térmica, lumínica, acústica)

⁶ Balance de la Vivienda en Chile

Análisis de la evolución sectorial, estimación de requerimientos habitacionales y proyecciones en el mediano plazo. Cámara Chilena de la Construcción 2006

⁷ Manuel Gausa + Housing, Nuevas alternativas, nuevos sistemas. ACTAR Barcelona 1997

La dificultad para la definición de este tema pasa por la complejidad que existe en ámbitos tan diversos y complementarios como la disponibilidad y forma del suelo urbano, densidad habitacional, alturas y rasantes de construcción, diversidad en sistemas constructivos, climas extremos, aspectos culturales y sociales entre otros.

De esta manera, puede ser complejo investigar y proponer un sistema de habitar sustentable y útil para todos los tipos de desarrollo urbano. Es por esto que se ha delimitado la investigación a la vivienda colectiva y sus aspectos arquitectónicos (forma urbana y orientación), considerando que en sus diversos formatos y con variadas densidades, es la forma más común de habitar.

Este tipo de desarrollo urbano es uno de los máximos desafíos urbanísticos, ya que representa la forma de crecimiento urbano de la mayoría de las ciudades del mundo, con una periferia en crecimiento progresivo a través de distintas formas de habitar colectivo. Para poder entender y profundizar estos temas será necesario investigar las matrices urbanas de las ciudades, principalmente el sistema viario que define la urbanización, la edificación y sus orientaciones.

La opción es estudiar el proyecto habitacional de afuera hacia adentro, entendiendo que no sólo el confort térmico interior y el programa son lo que determina la fisonomía de los edificios, sino que las ganancias energéticas generadas en el espacio exterior también pueden, y deben, ser fundamentales en la composición y construcción de estas matrices urbanas y sus viviendas.

La intención es establecer nuevas tipologías para los proyectos de vivienda colectiva y su espacio público, las cuales estén respaldadas por cálculos bioclimáticos que sustenten científicamente las nuevas propuestas.

En esta línea de investigación, la hipótesis es;

Existen modelos urbanos que basan su desarrollo en la energía del medio ambiente, generando espacios habitables más sustentables y eficientes en el ámbito de la energía.

De esta forma, se propone elaborar una matriz de análisis para poder identificar los indicadores de sustentabilidad para los modelos que se busca determinar. Esta matriz contiene todos los aspectos teóricos que se profundizan en las distintas etapas de la investigación, para aplicarlos en los casos de estudio propuestos en cuatro zonas climáticas de Chile.

ETAPA 3.- OBJETIVOS

3.1.- Objetivos generales y específicos

El objetivo de la investigación es determinar modelos u órdenes urbanos bioclimáticos, en razón de su densidad habitacional y la zona climática donde se desarrollan, en base a los aspectos térmicos, lumínicos y de ventilación.

Para lograr este objetivo se plantea la definición de los aspectos bioclimáticos más relevantes para el análisis científico de la “forma urbana bioclimática” o Biourbanismo.

Uno de los aspectos bioclimáticos más importantes para analizar dentro de esta investigación, es la radiación solar, que incide en la geometría aplicada a los proyectos de arquitectura y urbanismo, lo que se traduce en aspectos térmicos y lumínicos de la vivienda y de su espacio público adyacente.

El segundo orden fundamental será la ventilación, que también es importante para la definición de la forma o el volumen del conjunto, y que tiene relevancia en el aspecto térmico de las viviendas y en el grado de sensación ambiental que se genera en el espacio público.

Se omiten para la presente investigación aspectos importantes de la sustentabilidad urbana, como el ahorro en el uso del agua, la geomorfología, aspectos de reciclaje urbano o la resistencia térmica de los materiales para la edificación entre otros, que son fundamentales para la generación de un urbanismo sustentable integral, pero que inciden poco en la definición de la volumetría de los conjuntos urbanos a investigar.

Como objetivo específico destaca el desarrollo de una ordenanza Bioclimática para cuatro proyectos urbanos reales, que se construirán entre el año 2010 y 2016 en cuatro áreas geográficas del estudio. Actualmente el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) de Chile, está proponiendo estos cuatro proyectos de desarrollo urbano, que requieren de una ordenanza Bioclimática que sustente las licitaciones al sector inmobiliario privado, para asegurar un buen grado de sustentabilidad y eficiencia energética en su construcción.

Este objetivo es importante para la investigación, al tener una aplicación real a proyectos que hoy en día se están construyendo en climas extremos, y que no cuentan con información empírica que oriente sus intervenciones de infraestructura y edificación.

ETAPA 4.- METODOLOGÍA

4.1.- Aspectos metodológicos de la investigación

La metodología de la investigación ciñe al método científico. Primero se identifica un problema u obstáculo, que en este caso es la deficiente información de urbanismo ambiental que existe para la toma de decisiones en la urbanización de los grandes proyectos de vivienda social. Este es el problema a resolver.

Segundo, se busca plantea una hipótesis clara, la cual es que se pueden determinar modelos urbanos que basen su desarrollo en la energía del medio ambiente, generando así espacios habitables más sustentables y eficientes en el ámbito de la energía. La búsqueda de estos modelos se concentra en aspectos urbanos y medio ambientales.

En tercer término, se busca la validación de la información, a través de la experimentación con proyectos urbanos reales, los cuales serán sometidos a los análisis o simulaciones computacionales y físicas, que generen las respuestas a las preguntas planteadas.

De esta forma, se podrá validar la hipótesis, al comprobar científicamente si existen variables ambientales y urbanas que inciden directamente en la calidad y eficiencia energética de los modelos y proyectos urbanos propuestos.

Como estructura de la investigación, se desarrollan 5 Fases:

FASE 1

Aspectos Ambientales relacionados con el tema de la Investigación

FASE 2

Aspectos Urbanos relacionados con el tema de la Investigación

FASE 3

Estrategias de Urbanismo Sustentable

FASE 4

Modelos Urbanos Bioclimáticos

FASE 5

Biourbanismo; Proyectos Urbanos Bioclimáticos

En la primera fase se busca analizar los aspectos más importantes del medio ambiente urbano, analizando el estado del arte en estos temas. Desarrollo urbano sustentable como tema central, para lo cual se busca determinar los conceptos más importantes de la ecología urbana, la sustentabilidad como concepto urbano contemporáneo, y aspectos de la geografía y el clima que sean incidentes en la morfología urbana de las ciudades.

Para la definición de los aspectos ambientales de esta primera etapa se propone identificar conceptos para la radiación solar y su relación con el urbanismo, sobre los aspectos eólicos que inciden en las áreas urbanas, y la relación de la vegetación y el agua a nivel urbano. Estos principios o conceptos serán los que se integran en las fases finales de la investigación en una matriz de interacción, para determinar ciertos indicadores de sustentabilidad urbana.

La segunda fase de la investigación analiza los elementos teóricos y conceptuales más importantes del urbanismo, concentrándose en los aspectos relevantes para la investigación, que tiene relación con las orientaciones de las calles y la edificación, y su relación con los aspectos climáticos y energéticos. Se propone un análisis sistemático de algunos componentes urbanos, como las tramas y matrices que se clasifican en geométricas y orgánicas, las formas de habitar de acuerdo a las densidades habitacionales, y las fachadas urbanas en relación al sistema viario y su orientación solar.

En la tercera fase de la investigación se estudiarán casos reales que integren los aspectos identificados en las dos primeras etapas, para ejemplificar con obras reales las capacidades urbanas y ambientales del desarrollo sustentable en las ciudades. Se estudiarán casos Europeos de renovaciones urbanas, y propuestas de ciudades ecológicas que en la actualidad se están construyendo.

Se propone también analizar la huella ecológica como un indicador concreto de la sustentabilidad, el cual establece una relación entre consumo energético y suelo urbano, de acuerdo a estándares internacionales que habrá que validar.

También se concluye con algunas estrategias urbanas bioclimáticas pasivas, de acuerdo a una investigación realizada en Chile para el Ministerio de Obras Públicas, la cual definió estrategias bioclimáticas concretas para diversas realidades climáticas de nuestro país.

En la cuarta fase de la investigación se propone identificar los indicadores urbanos sustentables, los cuales se clasifican en una matriz de interacción bioclimática entre los aspectos ambientales y los urbanos. Esta etapa tiene a su vez cuatro sub aéreas o capítulos que van desde la definición de los indicadores para la matriz, la definición de orientaciones viales en su estructura urbana, el cálculo aproximado de la huella ecológica para cada situación, y el análisis del soleamiento de las fachadas urbanas.

Esta matriz cruzara de forma sistemática información urbana que va desde las redes de infraestructura (vialidad), los espacios abiertos/públicos, los polígonos, las manzanas y por último la edificación de acuerdo a distintas densidades. Se propone trabajar solo con tres densidades, vivienda baja densidad (aislada y pareada), media densidad (Bloques cuatro pisos), alta densidad (Bloques altos y edificios).

Estos aspectos urbanos se cruzaran con las variables ambientales, que se definirán en la primera etapa de la investigación: Radiación solar, viento, agua, vegetación y geomorfología.

Esta matriz se propone aplicar para diferentes situaciones urbanas, que estarán vinculadas a la zona climática (4 zonas climáticas) y la densidad habitacional propuesta (3 densidades). A esta dificultad se suma la alternativa de la orientación solar, definiendo para el análisis simular la relación bioclimática de los proyectos a norte, a 15°, 30°, 45° grados con respecto al norte geográfico.

De esta forma, proponemos una matriz que pueda ser aplicada para diversas situaciones urbanas y climáticas. Creemos que al analizar los resultados de esta fusión sistemática de información, podremos obtener ciertas nociones de estrategias para proponer un urbanismo más sustentable, al integrar las variables más fundamentales que inciden en la definición de la forma urbana sustentable.

En la quinta fase de la investigación se propone aplicar estos resultados en 4 proyectos de urbanismo que se están realizando en la actualidad en Chile. Se deberá establecer una ordenanza bioclimática para estos casos urbanos, estableciendo patrones o indicadores en las áreas definidas en la matriz, que van desde lo más macro a lo mas particular, la vivienda, en el caso de los elementos urbanos, y en los aspectos bioclimáticos y energéticos vinculados a los temas ambientales.

Esta fase podrá así definir un reglamento básico u ordenanza, que estructure los resultados de la investigación para que no queden solo a nivel teórico y conceptual. Además, se propone finalizar y complementar esto con la propuesta de modelos urbanos bioclimáticos, teorizando con simulaciones energéticas (Software Ecotect y Design Builder) y modelos en tres dimensiones, como debieran ser los conjuntos habitacionales en Chile basados en la energía del medio ambiente.

Para finalizar deberán establecerse conclusiones generales y específicas, así como algunas proyecciones hacia el futuro, en la realidad nacional, y en el contexto internacional.

ETAPA 5.- ASPECTOS AMBIENTALES

Aspectos Ambientales relacionados con el tema de la Investigación

ETAPA 5.- ASPECTOS AMBIENTALES

Aspectos Ambientales relacionados con el tema de la Investigación

5.1.- Desarrollo urbano sustentable, criterios internacionales

5.1.1.- La visión Europea del diseño urbano sustentable

5.1.2.- Libro Verde del Medio Ambiente Urbano

5.2.- Ecología y medio ambiente urbano

5.2.1.- Reestructuración urbana ecológica

5.2.2.- Hacia una Agenda Local 21

5.3.- La radiación solar y su relación con el urbanismo

5.3.1.- Relación historia del sol en la ciudad

5.3.2.- El sol en los espacios públicos

5.4.- El viento, la vegetación y el agua en el desarrollo de la ciudad

5.4.1.- La relación del viento y el urbanismo

5.4.2.- La vegetación en el urbanismo contemporáneo

5.4.3.- El agua en áreas urbanas

5.4.4.- Definiciones sobre agua y ciudad

5.5.- Geografía y morfología urbana

5.5.1.- Forma urbana, latitud y clima

ETAPA 5.- ASPECTOS AMBIENTALES

Aspectos Ambientales relacionados con el tema de la Investigación

5.1.- Desarrollo urbano sustentable, criterios internacionales

Existen múltiples documentos que muestran el proceso de conocimiento que fue consolidando el concepto de sustentabilidad, hoy utilizado a ultranza desde políticos, urbanistas, constructores hasta los habitantes de la ciudad.

El informe desarrollado durante 1987-1988, y coordinado por Gro Harlem Brundtland en el marco de las Naciones Unidas, estableció el "desarrollo sostenible" como aquel que permite "satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas".⁸

El concepto de desarrollo y sustentabilidad va en conjunto con actuaciones económicas, sociales y ambientales, con lo cual la discusión sobre esta triada del desarrollo humano es compleja y contiene variadas miradas.

Si nos concentramos en la sustentabilidad urbana también habrá que definir los aspectos sistémicos de esta. "La ciudad se puede entender como un ecosistema siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo. Contiene una comunidad de organismos vivos, un medio físico que se va transformando fruto de la actividad interna, y un funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información.

Su principal particularidad reside en los grandes recorridos horizontales de los recursos de agua, alimentos, electricidad y combustibles que genera, capaces de explotar otros ecosistemas lejanos y provocar importantes desequilibrios territoriales".⁹

La ciudad crea sus propias condiciones intrínsecas ambientales, lumínicas, de paisaje, geomorfológicos, etc, independientemente de las de su entorno y con sus características particulares propias.

Por lo tanto el concepto general de ecosistema urbano estaría constituido por todos los factores que se enumeran a continuación¹⁰:

Climáticos: temperatura, humedad, y viento.

Físicos: nueva geomorfología territorial.

⁸ Naredo, José Manuel. "Ciudades para un futuro más sostenible". Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenible. [Documentos > La Construcción de la Ciudad Sostenible > http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html](http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html)

⁹ Ibid pg 4

¹⁰ Naredo, José Manuel. "Ciudades para un futuro más sostenible". Sobre el origen, el uso y el contenido del termino sostenible. [Documentos > La Construcción de la Ciudad Sostenible > http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html](http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a004.html)

Lumínicos: consideraciones relativas a la luz.

De equilibrio ambiental: ruidos, vibraciones, etc.

Paisajísticos: con el medio circundante.

Sociales y psicológicos: de relaciones interpersonales urbanas

A principios del siglo XXI, más del 50% de la población mundial vive en ciudades.

Si esto se compara con el comienzo del siglo anterior, solo el 10% de la población vivía en zonas urbanas, pueblos o ciudades. Las previsiones indican que hacia el año 2025, el porcentaje de población urbana podría llegar al 75%.¹¹

Este indicador muestra la urbanidad de la población mundial, con las consecuencias positivas y negativas que esto contiene. Sin embargo este modelo de organización de la vida terrestre es un modelo insostenible, pues produce mayores desechos y gastos energéticos que lo que las ciudades logran absorber.

Las urbes aportan a la contaminación global una proporción cercana al 75%, y utilizan más de un 70% de la energía consumida por la humanidad. En la década de los noventa existían 35 ciudades con más de 5 millones de habitantes, de las cuales 22 eran de países en vías de desarrollo.¹² Hoy las mega ciudades son cada vez más comunes. En China se estima que cada año llegan a las ciudades 1.5 millón de personas desde el campo o las zonas rurales.

De esta forma, el presente siglo tendrá como uno de sus mayores desafíos la planificación de ciudades que crecen de forma vertiginosa, desarrollando macro planes urbanísticos que puedan solventar estas migraciones de habitantes hacia las urbes. El desafío será hacer mas sustentable esta ecuación, que contiene una relación que por si sola es compleja de resolver: más gente, mas automóviles, mas edificación, versus mejores condiciones de habitabilidad urbano ambiental.

Hacia el año 2025 la población urbana del mundo en vías de desarrollo habrá aumentado en 2.000 millones de personas, la mitad de la cual no dispondrá de servicios básicos como agua, electricidad y alcantarillado.¹³

Esto traerá graves consecuencias para la vida humana, dado que la pobreza y miseria urbana es aun más extrema que la generada en zonas rurales. En los barrios urbanos de escasos recursos en infraestructura, la situación es extrema, generando todos los grandes conflictos sociales conocidos, que van desde la delincuencia y la insalubridad física y mental de la población, hasta la grave presión sobre el medio ambiente que esto genera.

¹¹ Ruano, Miguel. *Eco urbanismo, Entornos Urbanos Sustentables*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona 1999

¹² Ibid

¹³ Ibid

Criterios internacionales de desarrollo urbano sustentable

Durante la década de los noventa la Comunidad Europea ha liderado diversos estudios sobre las consideraciones urbanas necesarias para asegurar altos niveles de sustentabilidad social, económica y medio ambiental en las ciudades.

En el año 2004 se entregó el “Reporte final del Grupo de trabajo en Diseño Urbano para la Sustentabilidad”, elaborado por un grupo de expertos en medio ambiente urbano de la Comunidad Europea.¹⁴

Este informe estableció un análisis de las consecuencias de la actual insostenibilidad de las urbes, luego desarrollo una visión del problema, los obstáculos y finaliza con recomendaciones. La metodología aplicada consistió en 4 fases de estudio.

Actualización del “estado del arte” en la materia, a través de las mejores prácticas y obras en diseño urbano sustentable en países de la Comunidad Europea.

Ejemplos de políticas nacionales en buenas prácticas en diseño urbano sustentable

Análisis de los términos y conceptos más utilizados en los casos de estudio de acuerdo a las realidades de cada nación.

Generación y selección específica de recomendaciones para la acción en estas materias en la Comunidad Europea.

Una de las mayores conclusiones de la fase inicial del estudio fue que las ciudades compactas en su forma urbana son más eficientes en la distribución de las actividades humanas, siendo mejor la infraestructura, particularmente el transporte. El argumento para el diseño debe ser la compacidad de la ciudad y sus elementos urbanos. La ciudad europea debe ser compacta y verde al mismo tiempo¹⁵.

También se estima que los ciclos de planificación urbana deben ser más cortos, para lo cual la forma de administrar las políticas urbanas y sus recursos debe realizarse con actuaciones locales, a través de los Municipios o Ayuntamientos, es decir una política basada en la Agenda Local 21.

La ciudad compacta es visualizada como una adaptación de la ciudad tradicional del siglo 19. Este modelo estaba basado en la agricultura, en las tradicionales calles y plazas públicas, en la mixtura de sus usos, en la alta densidad que genera vitalidad, y en un rango de servicios y transporte público adecuado.

¹⁴ Urban Design for Sustainability, Final Report of the Working Group on Urban Design for Sustainability to the European Union Expert Group on the Urban Environment. 23 January 2004.

¹⁵ Ibid

Estas características fueron identificadas como las necesarias para mejorar la ciudad del siglo 20 en el polémico libro “The Death and Life of Great American Cities”, de Jane Jacobs.

5.1.1.- La visión Europea del diseño urbano sustentable

Basándose en algunos casos urbanos identificados en el estudio de la Comunidad Europea (National Good Practice)¹⁶ para países como España, Finlandia, Austria, Suecia, Alemania, Holanda, Francia, Hungría, y Eslovaquia, se define que el diseño urbano sustentable es un proceso, en el cual los actores nacionales, regionales y locales, instituciones públicas y privadas, deben trabajar en conjunto como socios efectivos y participativos de un objetivo común, integrando las funciones urbanas al medio ambiente.

Interpretando las conclusiones y propuestas del informe, destacan objetivos como:

Crear ciudades bellas, seguras, sanas con espacios para la vida de la gente, para el trabajo, con igualdad social e integración.

Que soporten una economía vibrante, balanceada, equitativa e inclusiva, que promuevan la regeneración urbana.

Tratar la tierra urbana como un recursopreciado y eficiente. Concentrar la descentralización como un patrón de desarrollo regional.
Integración regional de las ciudades.

Maximizar la eficiencia en el movimiento de vehículos, cuidando el medio ambiente y la biodiversidad.

Promover el uso de suelo mixto, maximizando la eficiencia del transporte público con un equilibrio en la estructura poblacional, y vitalizando los espacios públicos. Incluir una densidad suficiente para activar los servicios y el transporte público, minimizando efectos adversos como el ruido y la polución.

Tener una estructura verde para optimizar la ecología de calidad en las aéreas urbanas, incluyendo microclimas, y entregando biodiversidad para los habitantes. Incluir infraestructura de transporte público, para el peatón y los ciclistas, promoviendo la accesibilidad para las comunidades más marginadas y generando soporte para las actividades sociales y culturales.

Incluir viviendas y edificios con bajo consumo energético, con tecnología ambiental, de baja emisión, sistemas de reciclajes, distritos con calentamiento con biomasa u otras formas de energías alternativas sustentables.

¹⁶ Urban Design for Sustainability, Final Report of the Working Group on Urban Design for Sustainability to the European Union Expert Group on the Urban Environment. 23 January 2004.

Respetar el patrimonio cultural de las edificaciones y barrios, como un capital social para las comunidades existentes.

De esta forma se identifican una serie de iniciativas que deben ser consideradas para una planificación urbana sustentable, que asegure un cuidado del medioambiente y del capital humano de una ciudad, sus ciudadanos.

Las medidas van de lo más general a lo particular, de las infraestructuras para el transporte público y el modelo de ciudad adecuado, sus relaciones interregionales, a la tipología edificatoria. Si bien no entra en detalles, los casos descritos en las buenas prácticas de cada país muestran algunas de las estrategias y sus aplicaciones.

Cada proyecto y contexto social y cultural es distinto, lo que sumado a las realidades climáticas de cada país dificultan tener propuestas y acciones más concretas para toda la Comunidad Europea. En cada ciudad se deberá analizar toda esta gama de propuestas, decantando en planes urbanos concretos que promuevan un desarrollo urbano sustentable a lo largo del tiempo, para las presentes y futuras generaciones.

5.1.2.- Libro Verde del Medio Ambiente Urbano

En España se ha realizado un gran esfuerzo en agrupar las diversas actividades que generan conocimiento sobre el medio ambiente a nivel urbano. Foros, publicaciones, investigaciones, exposiciones, etc, han dado vida a numerosas teorías sobre cuáles deben ser los principales objetivos para hacer mas sustentables los hábitat humanos.

Tal vez el mejor ejemplo de esta sistematización de la información y el conocimiento, es el Libro Verde del Medio Ambiente Urbano, realizado por el Ministerio de Medio Ambiente Español. También se está terminando la Estrategia Española de Sostenibilidad Urbana y Local, “enfoque integrado válido tanto para municipios de marcado carácter urbano como para el resto de entidades locales territoriales, abordando los ámbitos del **urbanismo, la movilidad, la edificación, la gestión urbana y la relación campo-ciudad**”¹⁷.

¹⁷ Libro Verde del Medio Ambiente Urbano Tomo I, Marzo 2007. Red de Redes Desarrollo Local 21, Ministerio de Medio Ambiente, España (Realizado en el marco del Convenio de colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental) y la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

Dentro de los objetivos para un urbanismo sustentable e integral, destacan dos conceptos que son claves de entender en toda su dimensión; la sostenibilidad como objetivo urbano y, la información y el conocimiento. Ambos conceptos deben ser un todo, alimentándose uno a otro dentro de un proceso innovador y con visión de futuro.

Estos dos factores estratégicos debieran complementar la información para la generación de modelos urbanos compactos, como la ciudad mediterránea, la cual es compacta y compleja a la vez, eficiente en el ámbito de los recursos naturales y estables en sus aspectos sociales.

De esta forma, si nos detenemos en analizar los aspectos centrales de la teoría de este libro verde Europeo, detectamos que la compacidad urbana, así como la complejidad en sus usos y destinos, la eficiencia en todo su sentido, y el equilibrio o estabilidad de los recursos humanos, son los cuatro factores gravitantes de toda postulación urbana para el siglo 21, que tenga como objetivo central la sustentabilidad ambiental, social y económica.

Los grandes conflictos de las ciudades de hoy en día en general podrían clasificarse, según el Libro Verde del Medio Ambiente Urbano, son los siguientes:

Nuevo ciclo de urbanización acelerada y desregulación legislativa

Simplificación de la organización urbana.

Singularización de los sistemas naturales.

Perturbación del ciclo hídrico.

Impermeabilización y sellado del suelo

Consumo masivo de energía, agua y materiales.

Residuos (líquidos, gaseosos y sólidos

Vinculación de la urbanización al transporte motorizado y la congestión que se va extendiendo por el territorio a medida que avanza la urbanización.

Segregación social

Deterioro del espacio público.

5.2.- Ecología y medio ambiente urbano

La ecología urbana es un concepto central para comprender los temas ambientales vinculados a la ciudad. A comienzo de los años noventa el concepto de ecología comenzó a tener una importancia internacional, potenciada por las comunicaciones a través de la globalización.

Sin duda la Comisión intergubernamental para el cambio climático, reunida en 1996, confirmó que el calentamiento global del planeta debido al aumento de los niveles de dióxido de carbono emitidos a la atmósfera global era una realidad, la cual se produce en gran medida por la combustión para el transporte la industria y la construcción entre otras causas. Esta se debía enfrentar desde todas las disciplinas, y la arquitectura y el urbanismo serian medulares ya que las ciudades son los espacios dónde se concentran estos grandes consumos.

La expresión de arquitectura verde o ecológica no ha sido a lo largo de la historia bien considerada, pues se ha asociado a movimientos hippies o alternativos, que buscan apartarse de los vínculos con la sociedad y la política convencional.

Analizando una “perspectiva ecológica de la arquitectura¹⁸” se puede comprender cuál ha sido parte del proceso de evolución de la arquitectura a lo largo de la historia, y de su relación con la naturaleza o medio ambiente. En un comienzo la gente habitaba en lugares construidos de forma intuitiva, vernácula, con los materiales del lugar, con propiedades y estrategias que buscaban adaptarse, protegerse y aprovechar el entorno natural donde se ubicaban.

En el año 1964 se presentó la influyente exposición “Arquitectura sin arquitectos”, elaborada por Bernard Rudolsky, en el Museum of Modern Art de Nueva York. Se mostraron una serie de construcciones y urbanizaciones típicas de países de África como Nigeria, o en los Alpes en Europa, que daban cuenta del instinto natural de adaptación climática que contemplaban las edificaciones.

Según Rudolsky la historia y teoría de la arquitectura occidental solo se ha preocupado de aquellas construcciones de unas pocas culturas, las cuales están asociadas al poder y la riqueza. “Una antología de edificios construidos por o para los privilegiados, casas para dioses verdaderos y falsos, para príncipes del comercio y príncipes de sangre real, y nunca una palabra sobre las personas más pobres”¹⁹ Según este autor, esta combinación entre poder y riqueza fue la que estableció la diferencia entre arquitectura y la mera construcción.

¹⁸ Lloyd Jones, David, Arquitectura y Entorno, El diseño de la Construcción Bioclimática., Editorial Blume, Barcelona, 2002, pg14

¹⁹ Ibid, pg 14

Hacia una conciencia ecológica del urbanismo, la relación entre arquitectura y medio ambiente es fundamental, compleja y de diversas perspectivas. Para algunos autores la naturaleza o ecología, como guía del proyecto se puede manifestar y fundamentar de distintas maneras. En la reciente publicación “Guía Básica de la Sostenibilidad”²⁰ su autor establece algunas relaciones en el enfoque ecológico que los arquitectos utilizan al aprovechar la naturaleza como fundamento proyectual.

Así, hay autores que buscan aprender de la Naturaleza. El mayor exponente de esta tendencia es Ian McHard²¹, que con su obra “Proyectar con la Naturaleza” buscan utilizar patrones u órdenes ecológicos que sustenten sus propuestas. Establecen analogías entre los edificios y las especies naturales, y entre las ciudades y los hábitats ecológicos. Aprender del medio ambiente fomentando una apreciación sistémica de las relaciones que se producen en la naturaleza, de recursos como la energía, el agua, y los materiales.

Otros autores buscan utilizar los modelos de la naturaleza para informar el proyecto, buscando mimesis o analogías de la naturaleza, para transformarlas en formas, composiciones y configuraciones posibles de utilizar en edificaciones. La torre con forma de pepino Swiss Re en Londres, de Norman Foster, o los pilares del Parque Guell en Barcelona, del arquitecto Antoni Gaudí, son claros ejemplos de mimetismo ecológico aplicado a la arquitectura.

También Santiago Calatrava es un claro ejemplo de aplicación de este concepto, utilizando formas orgánicas de la naturaleza que con ingeniería estructural son capaces de formar grandes edificaciones como puentes, aeropuertos y edificios emblemáticos de la arquitectura contemporánea.

Una tercera forma de aplicar la ecología en la arquitectura, según el libro de Brian Edwards, es haciendo explícita la naturaleza. Esta tendencia aplica elementos naturales evidentes al interior de las construcciones, aplicando materiales orgánicos o grandes invernaderos que sustentan la vegetación. La incorporación de la naturaleza en la arquitectura es una tendencia de todas las épocas, sin embargo hoy en día su incorporación se ha incrementado.

Por último, utilizar la naturaleza como medidor o registro ecológico es una aplicación absolutamente contemporánea, la cual se ha transformado en una necesidad para poder medir o calcular los grados de ecología aplicada a la arquitectura y el urbanismo. Todos los sistemas de análisis medioambiental tienen una base ecológica, aunque debido al calentamiento global, la energía suele ser el aspecto predominante.²²

²⁰ Edwards, Brian. *Guía Básica de la sostenibilidad*. Editorial GG, Barcelona 2008. Título original “*Rouge guide to sustainability*”, Publicado por RIBA, 2005. Pg 15

²¹ McHard, Ian. *Proyectar con la naturaleza*. John Wiley&Sons, inc. 1967. Edición Española Gustavo Gili, Barcelona 2000.

²² Edwards, Brian. O.C. Pg 16

El método de auditoría ambiental, o las certificaciones de eficiencia energética que hoy en día operan en muchos países, tienen su base en la contabilidad ambiental a través de diferentes patrones ecológicos. El método BREEM en Reino Unido, Quantum Auditing en Holanda, o LEED en Estados Unidos son hoy en día los más utilizados. Estos sistemas de medición analizan las construcciones como hábitat naturales, y los califican de acuerdo a pautas ecológicas basadas en la naturaleza.

5.2.1.- Reestructuración urbana ecológica

La necesidad de directrices para elaborar una planificación urbana que pudiera ser compatible con el medio ambiente, llevó al arquitecto, ingeniero e investigador en ecología urbana alemán Ekhart Hahn, a publicar en el año 1994 una propuesta sobre la Reestructuración Urbano Ambiental.

Esta propuesta que se basa en ocho puntos de orientación ecológica. “No es necesario renovar totalmente los criterios teóricos y prácticos para reformar las interacciones entre la sociedad y el medio ambiente. Más bien se deben sistematizar los principios que inspiran una tecnología compatible social y ambientalmente y unas formas de instalación, verificadas por siglos de experiencia. Esta visión es la que se recoge en la terminología de los "ocho puntos". De este modo, se estableció una base para el debate crítico de la reestructuración urbana ecológica.”²³

Así, se estableció sus ocho principios de ecología urbana:

Orientación humano-etológica.

Participación y democratización.

Orientación respecto a los ciclos y las redes

Orientación respecto a la naturaleza y los sentidos

Orientación respecto a la densidad de calidad

Orientación respecto al genius loci

Ecología y economía

Orientación internacional

Otro importante autor contemporáneo que analiza teorías sobre la ecología aplicada a la arquitectura, y en particular a los edificios en altura, es Kean Yeang, que en su libro el Rascacielos ecológico establece una teoría del proyecto ecológico.

Se consolidan afirmaciones conocidas como que la arquitectura ecológica debe reducir los impactos negativos sobre los ecosistemas de la tierra. Como aportes la teoría ecología de Yeang se concentra en establecer un marco de sistemas generales para el proyecto ecológico, basado en la teoría de los ecosistemas, la cual establece nuevas relaciones entre arquitectura y medioambiente.

Agenda Local 21

²³ Hahn, Ekhart “La reestructuración urbana ecológica” Artículo publicado en la revista Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales. Vol II N. 100-101 1994.

Dentro de la “Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles”²⁴, destaca el concepto de Agenda Local 21, que busca llevar a un plano local las actividades urbanas asociadas a la sustentabilidad, para lograr así desde lo más particular o concreto, las distintas iniciativas en materia de urbanismo sustentable.

En el año 1994, dos años después de la cumbre de la tierra desarrollada en Rio de Janeiro, se genera una reunión internacional en torno a los temas ambientales en las ciudades, y se elabora la emblemática Carta de Aalborg²⁵. Esta carta de compromisos fue firmada inicialmente por 80 autoridades locales europeas y 253 representantes de organizaciones internacionales, gobiernos nacionales, centros científicos, asesores y particulares. Las 650 autoridades regionales y locales de 32 países de toda Europa se han comprometido en el camino hacia la sostenibilidad local y en la Campaña mediante la firma de la Carta de Aalborg. La población correspondiente a todos los participantes de la Campaña representa más de 130 millones de ciudadanos europeos.

Con la firma de esta Carta, las ciudades, poblaciones menores y unidades territoriales de Europa se comprometieron a participar en las iniciativas locales del Programa 21 y a desarrollar programas a largo plazo hacia un desarrollo sostenible, a la vez que iniciaron la campaña de ciudades europeas sostenibles²⁶.

Este documento expresa el papel de las ciudades europeas, destacando que las ciudades han sido la base de sus sociedades y estados, el centro de la industria, el artesanado, el comercio, la educación y el gobierno entre otros. Además se describen otros factores como la noción y los principios de la sostenibilidad, y algunas estrategias locales hacia la sostenibilidad, destacando que “ la ciudad es, a la vez, la mayor entidad capaz de abordar inicialmente los numerosos desequilibrios arquitectónicos, sociales, económicos, políticos, ambientales y de recursos naturales que afectan al mundo moderno y la unidad más pequeña en la que los problemas pueden ser debidamente resueltos de manera integrada, holística y sostenible”²⁷.

La sostenibilidad destacada como proceso creativo local en busca del equilibrio, y la resolución de problemas mediante negociaciones abiertas también son dos factores que se enfatizan en la carta.

Un sexto factor fundamental de la carta de Aalborg es la economía urbana hacia la sostenibilidad, donde destacan como factor restrictivo del desarrollo económico el

²⁴ Campaña de ciudades europeas sostenibles, Rue de Trèves/Trierstraat 49-51, Box 3 B - 1040 Bruselas. Esta publicación representa una compilación de documentos clave aprobados en la 1a (Aalborg), 2a (Lisboa) y 3a (Hannover) Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles. 1999. <http://www.sustainable-cities.org/keydocs.html>

²⁵ Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad. Conferencia europea sobre ciudades sostenibles celebrada en Aalborg, Dinamarca, el 27 de mayo de 1994

²⁶ O.C Campaña de ciudades europeas sostenibles. Pg 4

²⁷ Ibid

capital natural de las ciudades, como el aire, el suelo, el agua y los bosques. La propuesta es invertir, por tanto, en este capital, respetando el siguiente orden prioritario:

1. Invertir en la conservación del capital natural existente (reservas de aguas subterráneas, suelo, hábitats de especies raras);
2. Fomentar el crecimiento del capital natural, reduciendo el nivel de explotación actual (por ejemplo, de las energías no renovables);
3. Aliviar la presión sobre las reservas de capital natural creando otras nuevas, como parques de esparcimiento urbano para mitigar la presión ejercida sobre los bosques naturales;
4. Incrementar el rendimiento final de los productos, como edificios de alto rendimiento energético o transportes urbanos respetuosos del medio ambiente.
5. La justicia social y la ocupación del suelo urbano de forma sostenible también aparecen como aspectos relevantes, destacando que los problemas ambientales y la desigualdad económica son el mayor factor de insostenibilidad de las urbes. Destaca además que se deben “aprovechar las oportunidades que ofrecen las concentraciones urbanas más grandes de proporcionar eficaces servicios públicos de transporte y de suministro de energía, manteniendo al mismo tiempo la dimensión humana del desarrollo. Al emprender programas de renovación del centro de las ciudades y al planificar nuevas zonas suburbanas, tratamos de asociar diferentes funciones con el fin de reducir la movilidad”²⁸.
6. También la movilidad urbana, la responsabilidad general de las ciudades sobre el cambio climático mundial, y una prevención sobre la intoxicación de los ecosistemas son aspectos que se describen y que forman parte de los fundamentos de esta carta. Por último, destacan la autogestión a nivel local en el sentido de la administración de sus propios recursos, el protagonismo de los ciudadanos y su participación efectiva en los procesos urbanos, y la generación concreta de instrumentos medibles y efectivos para una gestión urbana orientada hacia la sostenibilidad.

²⁸ Campaña de ciudades europeas sostenibles, Rue de Trèves/Trierstraat 49-51, Box 3 B - 1040 Bruselas. Esta publicación representa una compilación de documentos clave aprobados en la 1a (Aalborg), 2a (Lisboa) y 3a (Hannover) Conferencia Europea de Ciudades Sostenibles. 1999. <http://www.sustainable-cities.org/keydocs.html>

Señala en estas últimas propuestas que se debe “recurrir a una amplia gama de instrumentos para la recogida y el tratamiento de datos ambientales y la planificación ambiental, así como instrumentos reglamentarios, económicos y de comunicación tales como directivas, impuestos y derechos, y a mecanismos de sensibilización, incluida la participación del público.

Trataremos de crear nuevos sistemas de contabilidad ambiental que permitan una gestión de nuestros recursos naturales tan eficaz como la de nuestro recurso artificial, el dinero.

En la presente investigación sobre Biourbanismo se vinculan estos aspectos descritos a los modelos urbanos que se busca determinar. Al analizar los fundamentos de la primera carta fundamental de ciudades sustentables de Europa, cabe destacar como uno de sus objetivos importantes que los “flujos y modelos urbanos, así como los indicadores de sostenibilidad de los sistemas urbanos”²⁹ serán claves para el urbanismo del futuro, siendo la forma de medir y planificar las intervenciones que se vayan proponiendo en los ámbitos urbanos de las distintas ciudades a lo largo del tiempo.

²⁹ O.C Campaña de ciudades europeas sostenibles. Pg. 6

5.2.2.- Hacia una Agenda Local 21

En Octubre del año 1996 se desarrolló la Segunda Conferencia Europea sobre ciudades sostenibles, El Plan de actuación de Lisboa: de la Carta a la acción. En esta conferencia internacional se detalla la preparación de los gobiernos locales para el proceso Local Agenda 21, y se confirma que los principios fundamentales son los expresados en la Carta firmada en la ciudad de Aalborg, en Dinamarca.

En esta reunión internacional se establecieron las bases para las estrategias de participación de la comunidad, uno de los pilares de la Agenda Local 21. Si bien en la conferencia de Rio (1992) ya se pronunciaron algunos de estos principios, en esta reunión ya existía un acuerdo formal por parte de más de 250 autoridades locales, lo cual representa un punto de inflexión en los temas ambientales asociados a las urbes Europeas.

En Febrero del año 2000, en la ciudad de Hannover, 250 líderes municipales de 36 países europeos y regiones vecinas, se reunieron en la Tercera Conferencia Europa sobre Ciudades y Municipios Sostenibles, “para evaluar nuestros progresos en el camino hacia la sostenibilidad de nuestras ciudades y municipios y para llegar a un acuerdo sobre la dirección que deben tomar nuestros esfuerzos en el umbral del Siglo XXI.”³⁰

La importancia de estos hitos de la sustentabilidad urbana como marco de referencia para la Agenda Local de las ciudades es crucial. Con esta tercera cumbre ya no había dudas del potencial teórico y su forma de aplicación sobre el urbanismo sustentable.

De esta forma, se entiende por Agenda Local 21 un proceso de reflexión estratégica dirigida a la acción urbana, desarrollado en un ámbito territorial local, y basado en la integración de dos criterios básicos: la sostenibilidad y la participación ciudadana. Busca por lo tanto mejorar la calidad de vida de sus habitantes, a través de la protección del medio ambiente, la equidad social y el desarrollo económico equilibrado.

³⁰ Ibid Pg. 13

5.3.- La radiación solar y su relación con el urbanismo

La radiación solar es la energía renovable por excelencia. La luz y el calor del sol siempre han sido utilizados como la principal fuente de energía calórica, además del fuego. La energía del viento también proviene del efecto del calor del sol en la tierra, producida por las diferencias de temperaturas y presiones en la atmosfera.

La energía del sol se puede guardar y utilizar de forma inmediata, a través de diferentes técnicas que se han ido perfeccionando a través de las distintas generaciones.



Hoy en día, la energía solar en la arquitectura se utiliza de diversas formas, agrupándolas en general entre estrategias pasivas y activas. Las primeras tienen relación con los elementos constructivos y arquitectónicos del proyecto, que incluye la orientación solar de los recintos habitables, la disposición de ventanas para la ventilación, la forma del edificio, el efecto invernadero, la acumulación directa del sol por elementos vidriados, los protectores solares, entre otros.

³¹ Christian Schittich, *Arquitectura Solar. Estrategias visiones y conceptos*. Editorial Detail, Munich 2003.

Casa de bajo consumo energético en Bregenz (2001) Daniel Sauter. Instalación fotovoltaica integrada, constructiva y formalmente en la fachada.

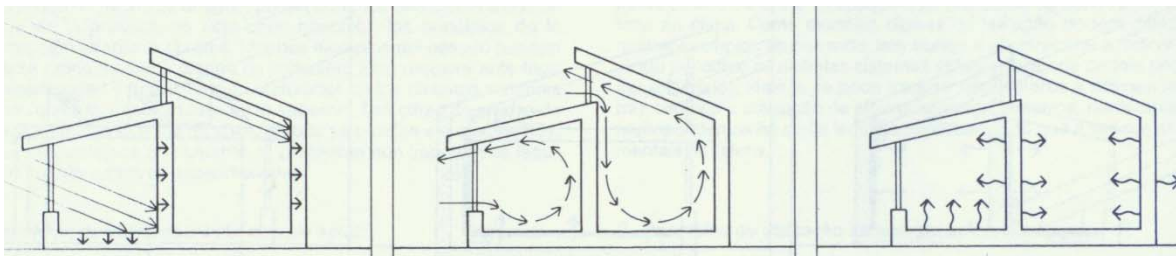
Biblioteca Municipal, Landau (1998), Lamott Architekten. Las lamas de madera delante de la fachada sirven de protección solar.

La utilización pasiva de la energía solar promueve la transformación natural de los potenciales energéticos existentes, procedentes de fuentes naturales de energía, para el calentamiento de los espacios habitables construidos por el hombre. En esta concepción se renuncia a la tecnología mecánica, es decir se proponen solo medidas proyectuales.

Las estrategias solares activas tienen relación con aquellas iniciativas que incorporan elementos mecánicos y se agregan al edificio, algunas veces sobrepuestos y otras incorporadas de forma estratégica que parecen ser parte de una totalidad.

De esta forma, la utilización activa de la energía solar aprovecha la radiación directa del sol, y también el calor contenido en el aire, en el suelo y en el agua, los cuales también indirectamente provienen de la radiación solar. En la utilización activa, la radiación solar se explota a través de colectores solares; el calor del aire, del suelo y del agua a través de bombas de calor.³² Destacan los colectores solares térmicos y fotovoltaicos, para generar agua caliente y electricidad respectivamente.

Las estrategias solares más comunes para poder elaborar una construcción con eficiencia energética, en materia de energía solar, están basadas en tres fenómenos físicos: La radiación, la convección, y la conducción.



Estos fenómenos físicos son utilizados como estrategias para poder climatizar los espacios habitables, a través de una coordinación entre las aberturas vidriadas y los muros opacos, y su orientación solar. Así, para cada zona climática existe una determinada cantidad de radiación, la cual puede ser calculada y aprovechada para climatizar una construcción, sea urbana o rural.

Los comienzos de la arquitectura solar muestran edificios pasivos, donde la principal estrategia era la orientación en base a la geometría solar, disponiendo zonas de acumulación térmica en zonas frías, o protecciones y pequeñas ventanas en zonas cálidas.

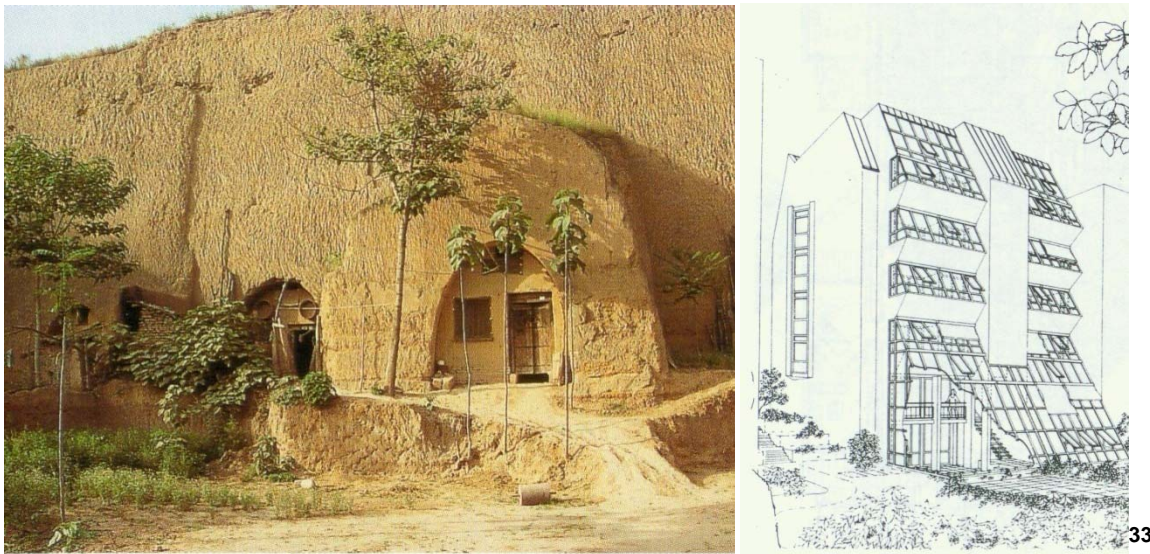
³² Wachberger, Michael y Hedy. Construir con el Sol, Utilización de la energía solar pasiva. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1990

5.3.1.- Relación historia del sol en la ciudad

La arquitectura vernácula, aquella que se desarrolla de forma intuitiva reconociendo los elementos climáticos del entorno, ha dejado notables ejemplos de arquitectura solar.

Desde el siglo XX el mayor desarrollo tecnológico en estas materias se ha dado en las zonas frías, en particular en Alemania. Tal vez por las necesidades de aislación y acumulación de energía solar se ha investigado más que en países con climas cálidos, donde los avances se han concentrado en los colectores solares para el aprovechamiento térmico o eléctrico de la constante radiación del sol.

A través de estos fenómenos se fueron consolidando diferentes formas de arquitectura y construcción, que buscaban incorporar la radiación del sol al interior de los espacios habitables. Estas estrategias pasivas son más elocuentes en la forma arquitectónica, expresando en gestos formales la intención de captar o evitar la radiación solar.



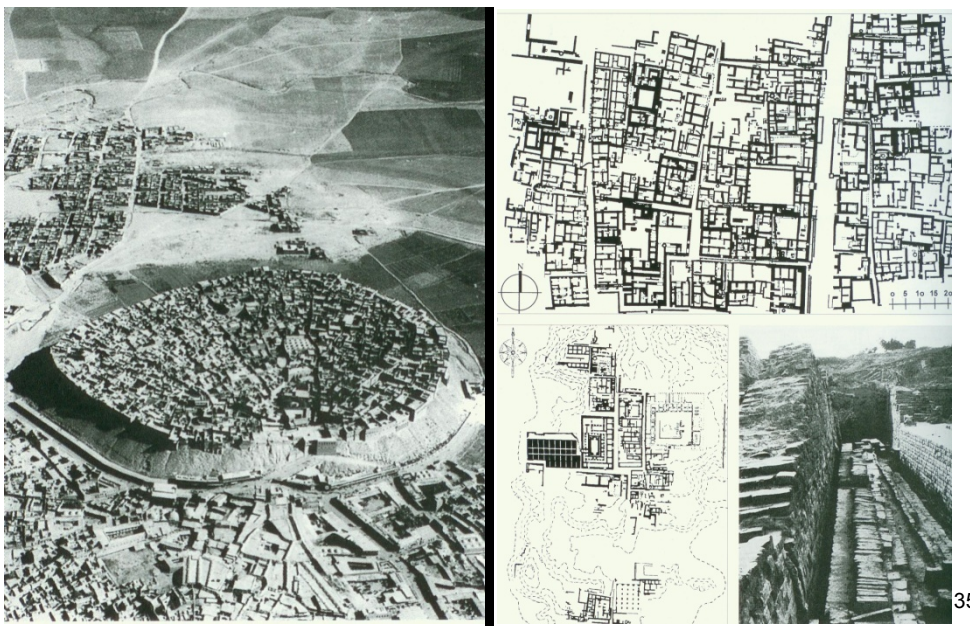
La arquitectura bioclimática es un nuevo nombre que se le ha dado a la “construcción y planificación de acuerdo al clima”³⁴, consideraciones que han tenido muchas culturas a lo largo de la historia. A partir de la era de la industrialización se comenzó a masificar ciertos sistemas constructivos y se perdió esa capacidad de observar y responder con una “arquitectura para el lugar” donde se emplaza cada obra.

³³ Imagen 1. Viviendas enterradas en Shaanki, China. Christian Schittich, *Arquitectura Solar. Estrategias visiones y conceptos*. Editorial Detail, Munich 2003. Imagen 2 Departamentos con invernadero adosado. Wachberger, Michael y Hedy. *Construir con el Sol*. O.C

³⁴ Wachberger, Michael y Hedy. *Construir con el Sol*. O.C

En este sentido, a partir de la arquitectura industrial y posteriormente con la época moderna, se internalizaron conceptos estructurales que permitieron nuevas formas de construir, pero se perdió como concepto esencial de la arquitectura su relación con el lugar y clima donde se desarrolla cada proyecto. Así, hoy en día es común ver edificios similares en zonas geográficas completamente diferentes, incluso culturas antagónicas deben soportar la internalización de una concepción arquitectónica ajena a su entorno.

Esto se traduce en edificaciones mal pensadas, con una baja eficiencia energética y con costos de mantención muy elevados. El mejor ejemplo es la tecnología del vidrio, la cual ha sido símbolo de vanguardia arquitectónica, acristalando grandes superficies en fachadas sin una planificación helio térmica.



A nivel urbano, esta situación es aún más compleja. La planificación de la ciudad con criterios ambientales no ha sido tema de investigación durante los últimos siglos. Si bien hay algunos ejemplos en ciudades antiguas de grandes culturas de la humanidad como los Griegos, Romanos y en América con los Mayas y Aztecas, estas concepciones ambientales asociadas a la tecnología de construir espacios habitables no ha sido transmitida a las generaciones actuales.

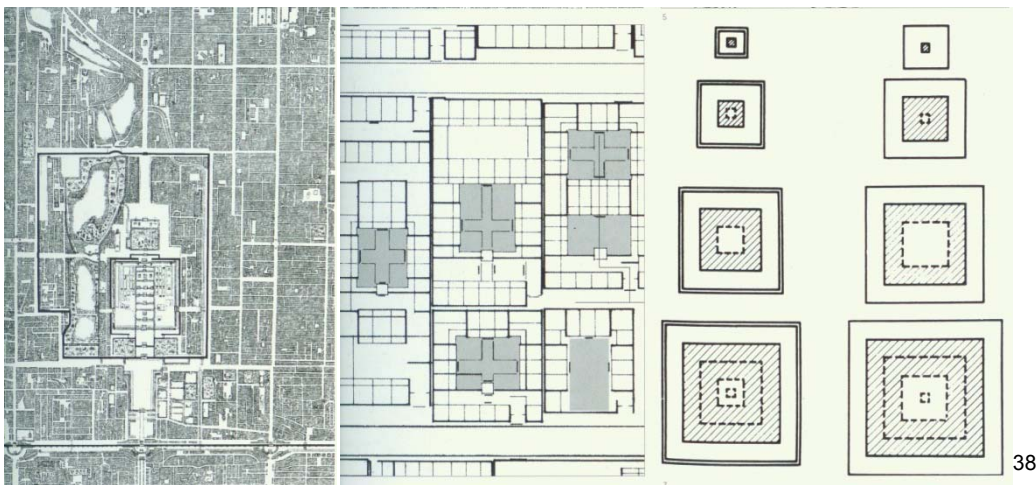
Los primeros ejemplos de urbanismo solar se asocian a procesos agrícolas en zonas rurales, donde los asentamientos humanos comenzaban a desarrollarse.

³⁵ Imagen Izquierda. Ciudad de Arbela, el actual Irbil. Uno de los primeros asentamientos humanos en Mesopotamia, está habitada desde hace 5000 años. Una de las ciudades más antiguas del mundo, un buen ejemplo de urbanismo sustentable.

Imagen Derecha. Ciudad de Mohenjodaro – Daro, valle del Indo.(3000 A.C) Se observa una clara orientación norte sur para un mejor soleamiento. Se estructura un sistema de alcantarillado público.

“El abastecimiento energético asegurado por la agricultura y el comercio era el factor más importante del desarrollo de las primeras ciudades. El sol, el viento y el agua eran los principios directores de la planificación urbana. Son estos comienzos del urbanismo los que podrían ofrecernos puntos de orientación para el mayor reto de nuestro tiempo: el urbanismo social, solar y sostenible.”³⁶

Las ciudades chinas son un buen ejemplo de estructuras urbanas asociadas a la geometría del sol y de las energías naturales. A través de la ciencia milenaria del feng shui y de una concepción pragmática de la organización de las calles y avenidas, se basaban en una cuadrícula ortogonal con una orientación norte sur. Los chinos buscaban el equilibrio y la protección de sus ciudades, con lo cual consultaban oráculos para estudiar la ordenación de la misma.³⁷



Hoy en día el feng shui aún continúa siendo importante para las consideraciones de ubicación, tanto de calles como en la distribución interna de las viviendas.

En la antigua casa patio de China se accede por el sur, todas las habitaciones de una planta tenían acceso al patio interior. El urbanismo tradicional de esta cultura consideraba como una densidad poblacional equilibrada un máximo de cien habitantes por hectárea.³⁹ En la dinastía Chang (1600 – 1027 A.C) se establecieron algunos principios ordenadores de la ciudad para buscar el máximo equilibrio, considerando el cuadrado como la planta ideal tanto para las casas como para las ciudades, las cuales se podían dividir en zonas según los distintos oficios y niveles de la sociedad.

³⁶ Belhing, Sophia y Stefan. *Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 2002. Pg. 79. Título original. *Sol Power. Die Evolution del Solaren Architektur*. Publicación agrupación READ (Renewable Energies in Architecture and Design). Editorial Prestel. Munich 1996.

³⁷ Belhing, Sophia y Stefan. *Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible*. O.C

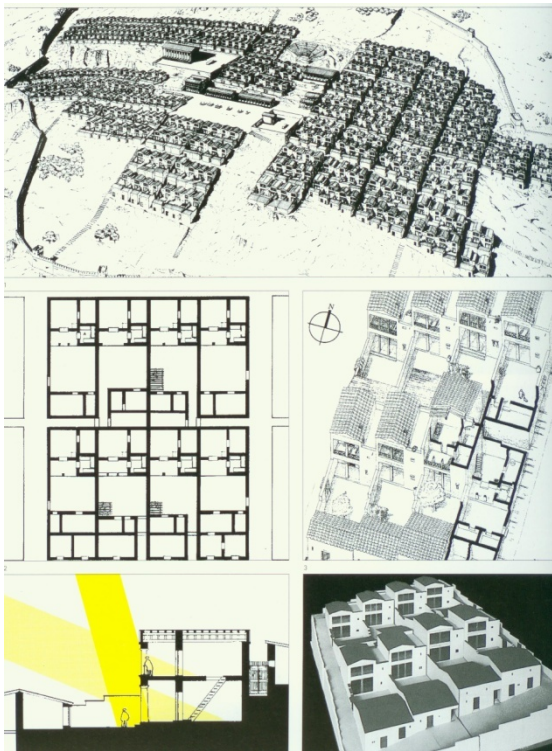
³⁸ Imágenes del urbanismo en China. Pekin y la ciudad prohibida con sus jardines. Casa patio China y su relación con la forma geométrica del cuadrado. Belhing, Sophia y Stefan. *Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible*. O.C

³⁹ Ibid.

En América del norte, en particular en Teotihuacán (100 D.C), se creó una ciudad que fue evolucionando a través de una cuadrícula en damero que finalmente se extendió sobre una superficie de 20 km², constituyendo así una de las metrópolis más importantes de la época pre colombina. La medida del cuadrado base era de 57 metros. Las calles más importantes se disponían paralelas y equidistantes en dirección norte sur.

El urbanismo griego de antes de Cristo es el más evolucionado de la historia, considerando los aspectos ambientales como centro conceptual de la planificación. Se han establecido estrategias que son utilizadas en la actualidad.

“La ciudad en la Antigua Grecia se basaba en los principios de orientación solar y ventilación y representaba la ciudad ideal para una sociedad realmente democrática. A excepción de los edificios públicos, todas las construcciones se realizaban de forma similar y estaban orientadas hacia el sol”.⁴⁰



41

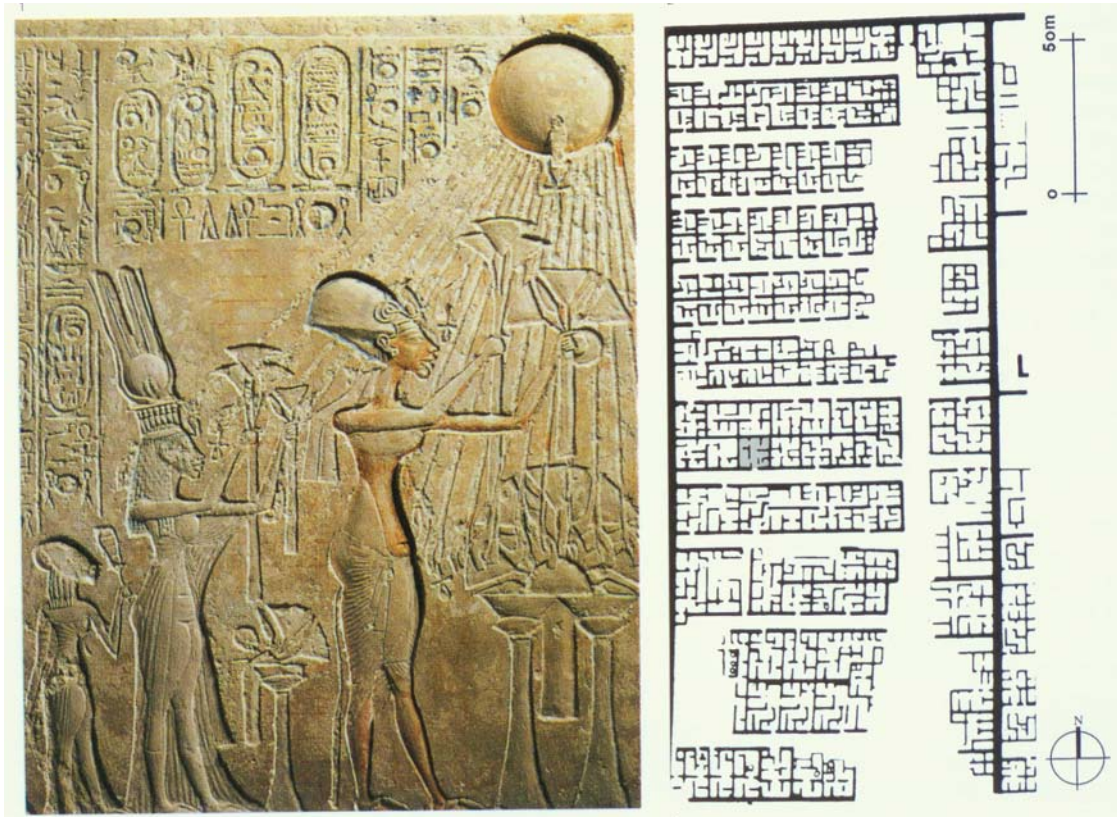
Las viviendas se establecían en bloques de 35 por 90 metros, agrupándose siempre en torno a un patio central que permitía la ventilación natural. Las calles eran muy estrechas en su ancho para aprovechar las sombras laterales durante el día, y así disminuir la recepción de la fuerte radiación solar.

⁴⁰ Belhing, Sophia y Stefan. Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible. O.C Pg. 87

⁴¹ Imágenes de la distribución solar para las calles y avenidas en el urbanismo de la antigua Grecia, y la forma interior de las viviendas y sus estrategias de control climático. Belhing, Sophia y Stefan. Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible. O.C

En otras zonas de fuertes radiaciones y altas temperaturas, como en las culturas cercanas al desierto del Sahara, se pueden destacar ciertas estrategias de urbanismo sustentable. En particular en el antiguo Egipto existía una adoración por el sol que se plasmó desde el arte hasta en la configuración de la ciudad y de la vida de la gente.

Existían los edificios calendario, construcciones de grandes dimensiones que eran complejos astrológicos para la adoración de los dioses, instituciones económicas y religiosas que requerían de la información astrofísica para poderse desarrollar.



42

A nivel urbano las calles al igual que en Grecia también eran estrechas, no así las grandes avenidas que estaban frente a las pirámides. Existían zonas urbanas para la agricultura y producción que eran aéreas de colectores solares. Las viviendas para los obreros que durante siglos construyeron las pirámides se fueron consolidando como ciudades.

En la ciudad de El Lahun se consolidó una configuración urbana de calles estrechas y paralelas al eje norte sur, promoviendo las reglas naturales de planificación solar.

⁴² Imagen de la adoración al Sol. Estructura urbana de El Lahun (1.800 AC), una ciudad para los obreros que construían las pirámides. Belhing, Sophia y Stefan. *Sol Power, La evolución de la arquitectura sostenible*. O.C

A través de este análisis resumido de algunas culturas que utilizaron estrategias solares para definir sus ciudades, se puede establecer que la orientación de las calles y la forma de la edificación son las dos grandes estrategias urbanas. Las avenidas y calles definen la disposición futura de la edificación, la cual podrá a su vez tener nuevas estrategias, como la definición de espacios centrales o patios para la ventilación e iluminación, o las aberturas hacia el recorrido del sol.

5.3.2.- El sol en los espacios públicos

La forma de disponer los espacios públicos y abiertos es el tercer factor de forma urbana, y estará acorde a la disposición de los dos aspectos antes descritos. El orden para la planificación irá de lo macro a lo micro, es decir desde las avenidas y grandes plataformas urbanas a la construcción de la vivienda, teniendo siempre la visión de unidad que caracterizó a estas culturas.



43

Si bien existe todo este conocimiento histórico acumulado, las culturas contemporáneas no aplican esta información en sus planificaciones urbanas. En la actualidad el urbanismo tiene normas y estándares, pero ha perdido esa visión integral que va desde la ubicación de las calles y espacios públicos a la definición de la edificación, de acuerdo a las condiciones climáticas y en especial en su relación con el recorrido del sol.

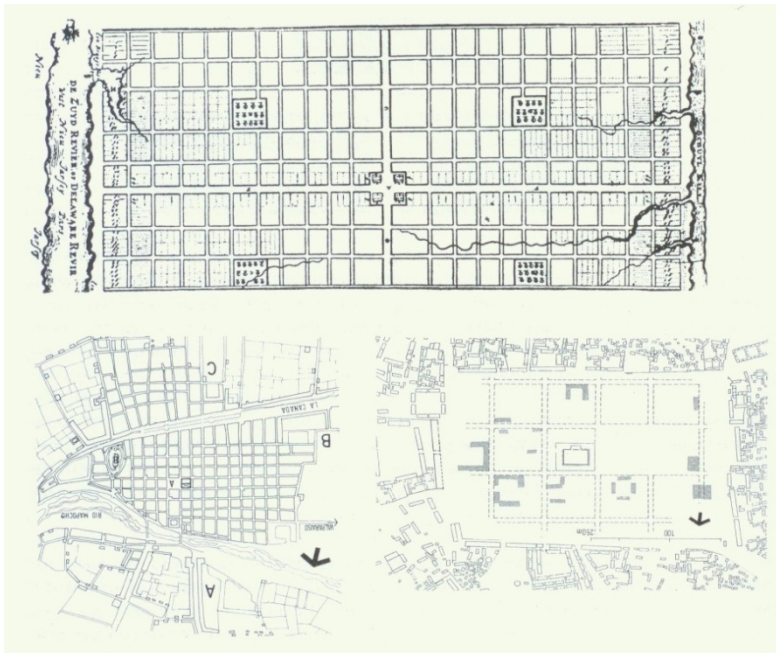
El urbanismo contemporáneo en la mayoría de las ciudades es insostenible, con altos niveles de contaminación y una edificación orientada al azar, sin una planificación heliotérmica. Una de las causas en la mala disposición solar de calles, avenidas y edificios, es el valor del suelo urbano, el cual va en aumento generalmente desde las zonas centrales hacia la periferia, generando

⁴³ Barrio Urbano en Shenzhen, China (2001). Christian Schittich, *Arquitectura Solar. Estrategias visiones y conceptos*. Editorial Detail, Munich 2003. O.C

especulación y poca oportunidad para innovar y aplicar estos conceptos bioclimáticos analizados.

Durante el siglo XIX los ejemplos de urbanismo solar se observan en los grandes ensanches urbanos europeos, planificaciones de extensiones urbanas a partir de cascos o centros históricos de alta densidad. Destaca el ensanche de Barcelona, realizado por Idelfonso Cerda, el cual está girado en 45° respecto del norte para poder obtener una mayor cantidad de radiación en las cuatro fachadas de la urbanización.

En este sentido, el damero de manzanas utilizado en América a ultranza en terrenos vírgenes, cuando fue desarrollado paralelo al eje norte sur, dejó una fachada completa sin acceso a la radiación del sol, lo cual ha sido una dificultad para la sustentabilidad de la edificación en esa orientación.



A finales del siglo XX comienza una conciencia urbana más ecológica, la cual se traduce en ejemplos de urbanizaciones con conceptos de eficiencia energética y reciclaje de aguas entre otras estrategias. Sin embargo estas iniciativas son mínimas, de un bajo impacto en la ciudad común. El mercado y la cultura urbana no tienen asociada esta concepción ambiental.

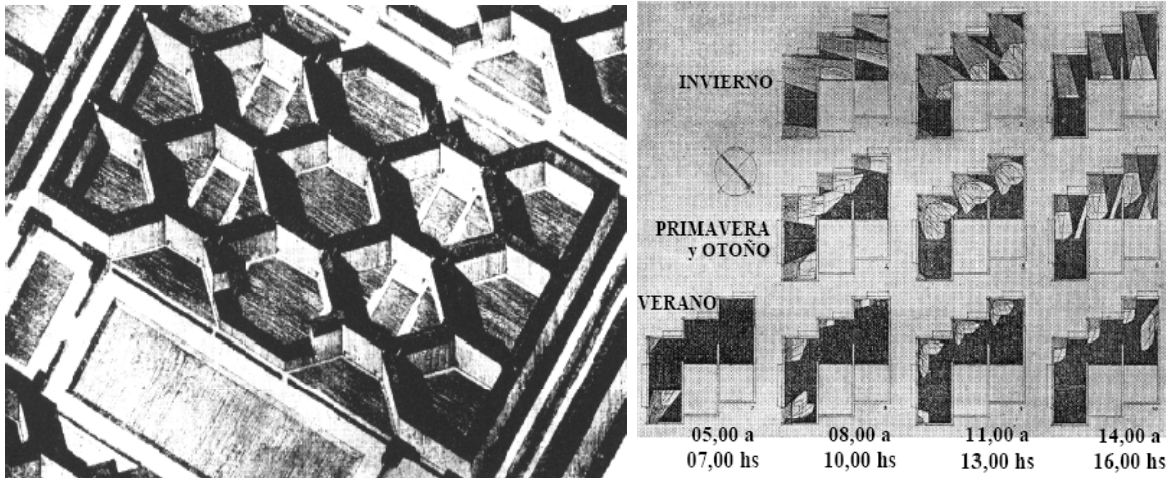
Los planes urbanos y las leyes que dominan la ciudad contemporánea solo protegen ciertas nociones de acceso al sol (derechos solares/ solar rights), pero no la incorporan esta concepción urbana bioclimática, desde su raíz, es decir desde la planificación de redes de infraestructura. Es decir, es una función mínima y no una herramienta de diseño urbano vinculante, potente y determinante del

⁴⁴ Planos de las ciudades de Filadelfia, Santiago de Chile y Huaco Pampa. Higuera, Ester. *Urbanismo Bioclimático*. Editorial Gustavo Gili 2006. Barcelona.

urbanismo contemporáneo. A nivel de investigaciones teórico prácticas que incorporen estos conceptos, destacan los estudios desarrollados por Victor Olgyay y Alexander Klein.

Si bien existe conciencia mundial de que la mejor orientación es la norte sur, adaptándola al hemisferio pertinente a cada proyecto, hay otros factores importantes de analizar y que son fundamentales para el urbanismo sustentable. A mediados del siglo XX existía conciencia de la mejor orientación solar, y se buscaba dar más “luz, aire y sol” a la vivienda y el urbanismo de la época.

Sin embargo son muy pocas las experiencias construidas que vayan más allá de esta concepción urbana, incorporando a su vez la edificación como modelos experimentales para poder acceder a mejores condiciones ambientales, de ventilación e iluminación natural básicamente. El arquitecto alemán Alexander Klein consideró que la posición cambiante del recorrido del sol ameritaba profundizar en nuevas concepciones de tipologías arquitectónicas.

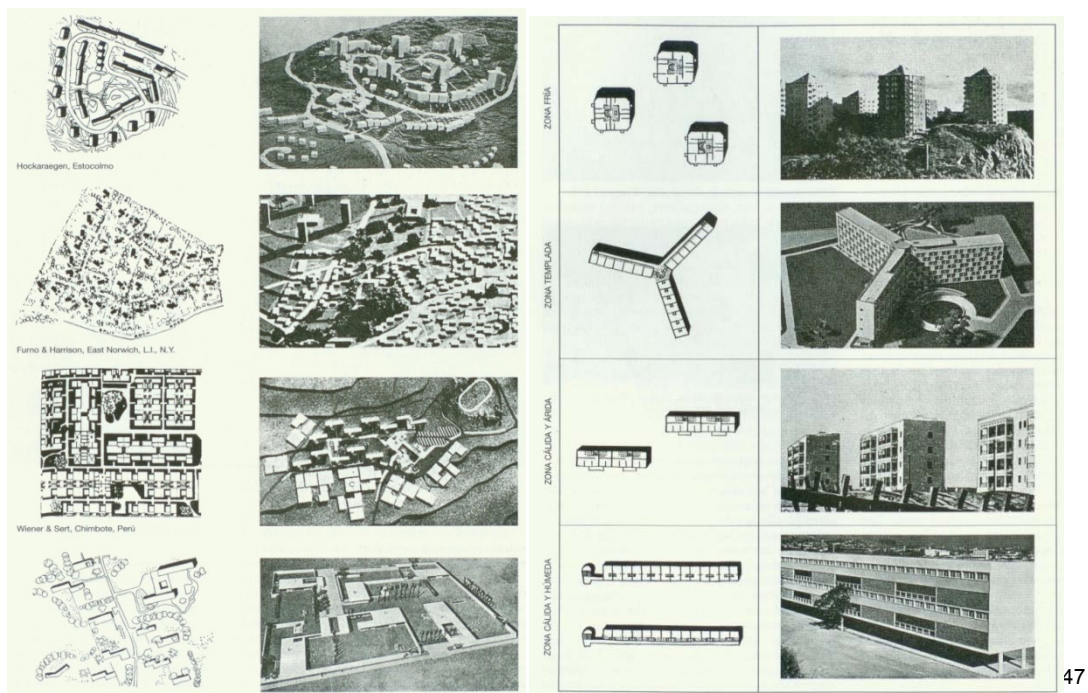


Consideró que la profundidad de los volúmenes construidos debiera bajar de 12 ó 13 metros a un promedio de 8 ó 10 metros, promoviendo así una mejor iluminación y ventilación natural de los recintos habitables “Para hacer que las inversiones se volcaran a estos tipos de construcciones, desarrollo nuevas formas tipológicas que posibilitaban un uso intensivo del terreno pero con iluminación y ventilación natural. Una solución para este problema comprendía una construcción de hileras cruzadas en diagonales, que permitía una gran cantidad de viviendas en un mismo tamaño de terreno”⁴⁵.

⁴⁵ Klein, Alexander. “Pionero de la Arquitectura Bioclimática”. Jacobo, Guillermo José. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 2004. Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el Diseño Ambiental del Hábitat Humano – ITDAH. Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional del Nordeste - FAU-UNNE. Argentina.

Además propuso conjuntos de viviendas organizadas como dientes de sierra para obtener cuatro direcciones diagonales, para que en cada vivienda existiera ventilación e iluminación natural. La tercera propuesta de Klein era una organización de los conjuntos habitacionales en forma de “Y”, donde se podían obtener “grandes densidades de uso del suelo sin disminuir las condiciones higiénicas de vida. Aunque las propuestas se organizaban alrededor de patios cerrados, todas tenían iluminación y ventilación natural directa”⁴⁶

El arquitecto húngaro radicado en EE.UU, Victor Olgay, realizó serios estudios de la planificación de acuerdo al sol o heliotérmica. Este profesional fue el precursor del término de arquitectura bioclimática, fundando sus principios en diversos estudios que se presentan en la histórica publicación del año 1963 en Princeton, “Design with Climate, Bioclimatic approach to architectural regionalism”.



El análisis de la morfología de las estructuras urbanas, desde una mirada climática y biológica fue uno de los grandes aportes de esta publicación. Se establecieron además análisis científicos de cuanta radiación solar presentaban distintas fachadas de una edificación en cuatro zonas climáticas de Estados Unidos, información que será relevante para la propuesta de los modelos de Biourbanismo de la presente investigación.

⁴⁶ Klein, Alexander. “Pionero de la Arquitectura Bioclimática”. Jacobo, Guillermo José. O.C

⁴⁷ Olgay, Victor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1998. Título Original “Design with Climate, Bioclimatic approach to architectural regionalism”. Princeton University Press. 1963

Los efectos regionales en la forma de la trama urbana y la edificación tienen relación con el clima. Olgay sugiere que en zonas frías, las formas urbanas sean más cerradas y compactas con una proporción más cuadrada o plantas con doble exposición solar, ubicándola en eje norte sur. En estas regiones son más favorables las construcciones en altura. “La trama urbana intentará proporcionar protección contra el viento, los edificios se agrupan en grandes unidades, dejando espacios libres entre ellos para aprovechar los efectos beneficiosos del sol. Las viviendas tienden a juntarse para exponer la menor superficie posible y así impedir la pérdida de calor. La estructura urbana es una trama densa”⁴⁸

A su vez en las regiones templadas se da la menor tensión para la dirección específica de una edificación. Este clima es más beneficioso lo que permite mayor libertad en la definición de la forma, aunque se recomiendan orientaciones más alargadas en eje este oeste. La estructura urbana aprovecha esta libertad de trazado urbano.



49

En las regiones cálidas y áridas las formas más macizas son apropiadas, sobre todo las cúbicas donde aumenta su volumen concéntrico. También son favorables construcciones en altura. La edificación y los toldos debieran proporcionar sombras sobre la calle y los espacios públicos. A su vez las viviendas unifamiliares se organizan en patios interiores para generar ventilación natural y sombras, que con la incorporación de pozos y agua aumentan la humedad para bajar las temperaturas. La trama urbana se defenderá del calor formando una estructura urbana densa para proporcionar sombras.

⁴⁸ Olgay, Victor. Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. O.C

⁴⁹ Imagen de propuesta urbana para una región fría. Olgay, Victor. Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas O.C pg 91

Por último propuso que en las regiones cálidas y húmedas las construcciones sean alargadas en sentido este oeste, ya que las edificaciones emplazadas en el eje norte sur reciben un mayor impacto negativo. A nivel de estructura urbana las edificaciones se pueden desarrollar de forma más libre, separando las viviendas para aprovechar el movimiento del aire, e incorporando vegetación para proporcionar sombras. En general el entorno urbano adquiere así una imagen más dispersa sobre el territorio.

Aceptando que para la definición de modelos o tejidos urbanos se deben incorporar las variables políticas, sociales, técnicas y de materiales entre otras, Olgay postuló ciertas estrategias que debieran ser consideradas desde la óptica bioclimática. Postuló que la densidad de la trama urbana varía según las condiciones climáticas, sean estas adversas o favorables.

“En los lugares donde la naturaleza es amable, las formas construidas se comunicarán fluidamente con el ambiente natural e intentarán fusionarse con él, mientras que, bajo influencias adversas, cierran sensiblemente sus superficies e intentan mantener el equilibrio mediante la vida en el interior.”⁵⁰



51

La importancia de la energía solar en la arquitectura y el urbanismo es incalculable, y tiene diferentes énfasis y soluciones. La luz del sol como elemento de vida incorporada a los espacios habitables es vital. La higiene y salud de la población está absolutamente ligada a los niveles de ventilación e iluminación natural de los lugares donde habitan.

⁵⁰ Olgay, Victor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. O.C pg 92

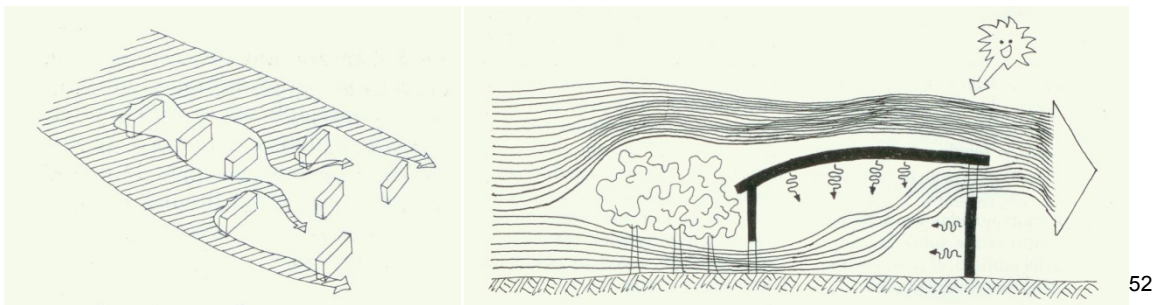
⁵¹ Escuela superior especializada, Kufstein (2000), Henke & Schreieck. Christian Schittich, *Arquitectura Solar. Estrategias visiones y conceptos*. Editorial Detail, Munich 2003. O.C

5.4.- El viento, la vegetación y el agua en el desarrollo de la ciudad

5.4.1.- La relación del viento y el urbanismo

Desde tiempos antiguos, los pueblos han tenido maneras de edificar que respondan a las variables climáticas; es así como los poblados a fin de resguardarse y aprovechar los vientos del lugar, tenían distintas formas. En zonas ampliamente expuestas al viento, las edificaciones pretendían tener la menor exposición posible como también situarse en sitios resguardados, logrando una forma urbana compacta; mientras que en zonas climáticas calurosas, el viento toma gran relevancia ya que permite contrarrestar y disminuir las altas temperaturas y humedades, denotando una forma urbana disgregada o canalizada, la cual permita el flujo de las corrientes frescas.

Dado que en la mayoría de los casos, el clima no responde a una situación polarizada, fría o calurosa, sino más bien intermedia, es necesario hacer un análisis del clima con el fin de lograr una propuesta adecuada a las condiciones propias de cada lugar según las exigencias de confort con eficiencia energética.



Es por eso que al estudiar al viento, se puede definir que la propuesta urbana u arquitectónica debiera favorecerse de los flujos de aire para refrescar durante los períodos de altas temperaturas como también para disminuir la humedad absoluta cuando ésta alcanza valores muy altos. Cabe mencionar también que los movimientos de aire durante el período frío deben evitarse o bloquearse, ya que si no se hacen la temperatura disminuiría considerablemente por debajo de las condiciones de confort.

Por otro lado, la orientación de la propuesta en relación a la dirección de los vientos no es un punto fundamental en edificaciones de poca altura ya que existen distintas medidas que permitiría mejorar el flujo de viento a través de medidas como el uso de barreras protectoras, la disposición de aberturas en las zonas de alta o baja presión y el efecto direccional de elementos de control en las ventanas.

⁵² Serra, Rafael. *Arquitectura y Climas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2000. Colección GG Básicos.

Sin embargo, para las edificaciones altas donde el entorno no tiene mayor efecto en sus plantas superiores, es importante que la dirección de los vientos sea considerada para poder resguardarse o beneficiarse de los movimientos de aire. Por ello, es imperioso realizar un estudio del viento a base de la frecuencia de los vientos en términos de porcentaje de tiempo, la velocidad en km/h, y las características generales tales como brisas cálidas o frescas.

A pesar de orientarse según la dirección del viento, no es posible controlarlo a menos que éste se mueva a nivel del suelo, en donde el uso de barreras protectoras permitiría disminuir hasta cierto punto su velocidad. El elemento protector desvía el flujo de aire hacia arriba, para luego volver nuevamente hacia el suelo, creando una zona cerca de la barrera que permanece calma. El tipo de elemento empleado ejerce un efecto determinante en el comportamiento del aire y su área de resguardo, como se puede ver en el siguiente cuadro.

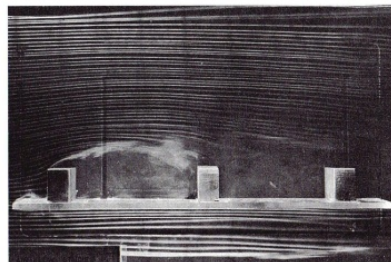
Desde 0,1 H de distancia hasta —			
Objeto	75% reducción	50% reducción	25% reducción
Lámina vertical	13,0 H	15,5 H	21,5 H
Forma triangular	10,5 H	15,0 H	20,5 H
Forma cilíndrica	7,0 H	9,0 H	14,0 H
Barrera vegetal	—	13,5 H	27,0 H

Es así como las barreras vegetales, a partir de vegetación baja o árboles, además de sus cualidades estéticas y su capacidad para proporcionar sombra, su gran beneficio radica en poder disminuir la velocidad del viento como también disminuir la temperatura y aumentar la humedad, producto de la evaporación. Mientras que las barreras sólidas contra el viento producen remolinos en la parte superior, disminuyendo su eficacia.

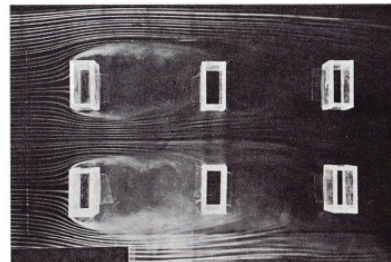
Las barreras protectoras empleadas para agrupaciones residenciales deben situarse a partir de la urbanización o área a proteger. Según aquello, la barrera contra el viento permitirá controlar los vientos durante el período frío, mientras que las corrientes durante el período estival debieran acceder al conjunto habitacional a través del diseño vial. Al mismo tiempo, la forma de organizar las edificaciones permitirá controlar al viento.

De esta manera, las construcciones que se sitúan perpendicularmente a la dirección de los vientos reciben en su fachada de mayor exposición el impacto total de la velocidad; mientras aquellas que se orientan a 45°, la velocidad se reduce un 50%, aunque en algunos cálculos se considera el 66% como valor de corrección.⁵³

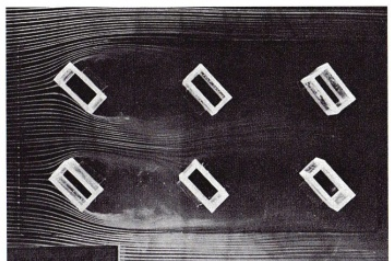
La organización en línea de las edificaciones, separadas entre sí a una distancia igual a siete veces su altura, asegura una ventilación apropiada de cada unidad. Eso sí, el viento suele a dar saltos a lo largo de la agrupación en filas paralelas de construcciones.



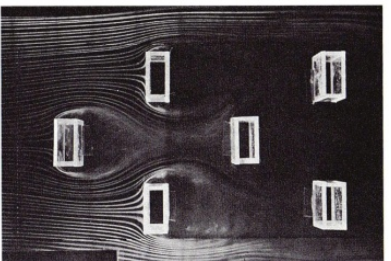
196. Efecto sombra de la incidencia del viento con una ordenación de edificaciones en hilera.



197. Protección del viento con una ordenación lineal de viviendas.



198. Efecto de protección del viento en a partir de la posición de los edificios.



199. Aprovechamiento de las brisas veraniegas.

54

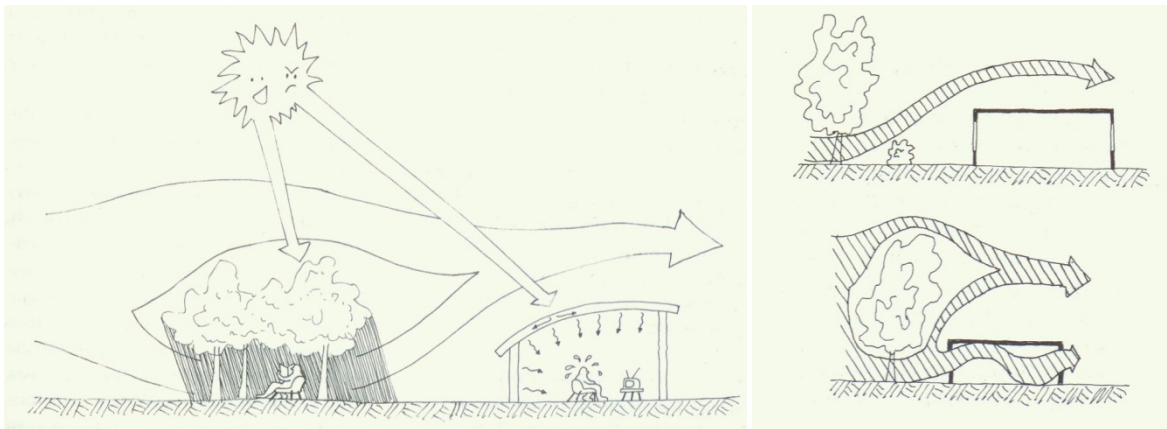
Esta distribución genera una sombra de viento sobre la siguiente unidad, lo cual se suma al movimiento natural del aire a través de los espacios libres. Por otro lado, la organización desigual se beneficia del movimiento en saltos del viento ya que permite direccionar el flujo de aire a las siguientes unidades; en donde la dirección del aire es perpendicular a la tercera corrida de edificaciones.

⁵³ Olgyay, Victor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.* Princeton University Press, 1963.

⁵⁴ Olgyay, Victor. *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.* Princeton University Press, 1963.

La disposición en hilera resguarda a las viviendas de los efectos del viento de invierno, y mientras que la otra organización permite contar con una distribución equitativa de las corrientes de verano. Esto se debe a que generalmente los vientos invernales y los estivales no se originan de la misma dirección, permitiendo dar respuesta a ambas condiciones.

Otro factor preponderante en poder controlar al viento es el entorno ambiental inmediato que rodea a las edificaciones de baja altura, lo cual permite restarle importancia a la orientación de las viviendas. Se entiende por entorno a los elementos de diseño paisajístico tales como árboles, arbustos, muros y cercas; los cuales generan zonas de bajas presiones en las cercanías de las construcciones dependiendo de las aberturas de estos elementos. El diseño de este entorno debe velar por el paso del aire durante los períodos cálidos; dirigiendo e incrementando la velocidad de los vientos favorables hacia la vivienda.



55

Existe en el discurso público un interés por la calidad de los espacios urbanos abiertos y su conocida contribución a la calidad de vida al interior de las ciudades, ya que de lo contrario se intensifica la segregación social y la aislación de los sectores dentro de la ciudad. Esto se relaciona con el ambiente social y físico de la ciudad, el cual afecta directamente al comportamiento de las personas y el uso de los espacios exteriores.⁵⁶

Por ello, se busca definir ciertos parámetros de diseño de los espacios abiertos en un ambiente urbano mediante principios bioclimáticos, en donde se conjuga el entorno físico como los microclimas, confort térmico, visual y acústico, y la morfología urbana con los requerimientos del usuario.

⁵⁵ Serra, Rafael. *Arquitectura y Climas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2000. Colección GG Básicos.

⁵⁶ Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces)

De esta manera, se plantea una serie de pasos de acuerdo a los parámetros que se van a considerar en la etapa de diseño de un espacio abierto, ya sea en intervenciones dentro de la trama urbana o en nuevas áreas de desarrollo dentro de un contexto urbano.

Es así como las siguientes temáticas pretenden asistir en el diseño de las ciudades mediante la asesoría en el diseño de los espacios exteriores, otorgándoles posibilidades de uso, permitiéndoles dar cabida a distintas actividades y que ocurra una interacción social en ellos, lo cual generaría que estos espacios recobren importancia dentro de las ciudades.

Modelos de confort térmico para espacios urbanos abiertos

Consideraciones del viento en espacios urbanos

Evaluación de las condiciones de radiación en espacios urbanos

Morfología urbana

Mapeo y zonificación del confort térmico

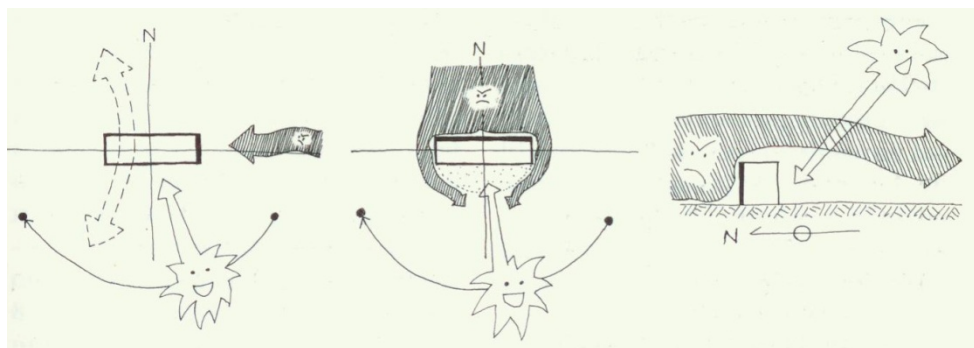
Confort visual en espacios urbanos

Ruido ambiental y confort acústico en espacios urbanos

Principios de diseño y aplicaciones

Consideraciones sociales en el diseño de espacios abiertos

Herramientas de evaluación



57

Sobre el aspecto número dos, consideraciones del viento en espacios urbanos, se requiere comprender primero los conceptos básicos del viento ya que es el factor más influyente en las condiciones del confort pedestre en los espacios exteriores abiertos. Este fenómeno es difícil de predecir y controlar debido a que responde a diferentes condiciones a escala global, regional y local. A nivel global, el viento se genera a partir del movimiento del aire a través de zonas de altas presiones a zonas de bajas presiones; mientras que la velocidad y dirección de éste se determina por las condiciones climáticas influenciadas por la topografía regional y local.

⁵⁷ Serra, Rafael. *Arquitectura y Climas*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2000. Colección GG Básicos.

Por ello, es importante aclarar que puedan existir diferencias substanciales en el viento de una parte de la ciudad a otra o incluso a menor escala, de una parte de un espacio a otro; como también que el viento no es un fenómeno constante ya que puede variar sus condiciones de manera estacionaria o anual.

Los efectos directos del viento a escala pedestre se pueden dividir en dos categorías, mecánicos y térmicos. Los efectos mecánicos se pueden percibir cuando la velocidad sobrepasa los 4-5 m/s-1, pero cuando alcanza 10 m/s-1 al peatón le es desagradable caminar y sobre los 15 m/s-1 existe un riesgo explícito de accidente.

Los efectos térmicos pueden definirse a partir del criterio de confort de los 5 m/s-1, en donde la persona acomodará vestimenta y comportamiento, a la estación. Es necesario precisar que los datos expuestos en la tabla se pueden aplicar a temperaturas del aire sobre 10°C; como también que las condiciones del viento pueden considerarse deseable o no deseable dependiendo del clima.

Por otro lado, la velocidad del viento se ve afectada por la rugosidad (α) de la superficie de la tierra, la cual está definida por la tipología urbana, edificios de baja altura o altos, y si es un terreno urbano o suburbano. Es así como velocidad del viento a 100 metros de altura en un área urbana corresponde a 89% de la velocidad del viento a 10 m de altura en el área rural. Además, la velocidad afectada por la fisonomía del terreno es válida para alturas sobre el área urbana (sobre el skyline) y no donde los obstáculos locales (edificaciones) definen el comportamiento del viento. Por lo mismo, al analizar el comportamiento del viento en los espacios abiertos se debe hacer sobre el skyline y no a la escala peatonal de estos espacios.

A fin de diseñar un espacio abierto es imperioso considerar ciertos aspectos como la zona climática del lugar, el tipo de espacio, y el uso que tendrá el espacio para así poder evaluar el comportamiento del viento que afecta al espacio en cuestión. El diseño de cada espacio debe ser evaluado en forma individual sin estereotipar, ya que cada caso está sujeto a características únicas del lugar; Sin embargo se puede entregar una serie de recomendaciones para tomar en cuenta al momento de diseñar un espacio abierto. Estas recomendaciones son:

Evitar emplazar un espacio urbano cerca de edificios de mayor altura que el promedio del entorno urbano. Ese tipo de construcciones pueden generar un flujo de aire vertical descendiendo por la fachada y una alta velocidad del viento alrededor de las esquinas del edificio. A una mayor altura del edificio, mayor es la velocidad del viento. Esta situación puede producir un ambiente ventoso cerca de la base y en las esquinas del edificio, y una corriente horizontal en sentido a la dirección del viento. Por ello, se recomienda construir con baja altura, y si no se puede, es posible emplear estructuras que permiten desviar la corriente vertical, mientras que el efecto en las esquinas es posible disminuirlo mediante barreras protectoras contra el viento, aunque es difícil de evitar a escala peatonal.

Evitar emplazar un espacio urbano junto a una calle larga y lineal. Este tipo de estructura en donde los edificios canalizan el viento, aumentan su velocidad creando un ambiente inconfortable. Esto ocurre cuando las calles son más largas de 100 – 125 m; lo cual puede empeorar si se crea un embudo en la estructura urbana (efecto Venturi). Se recomienda evitar una relación directa entre la calle y el espacio, hacer las calles más cortas, evitar construir las calles en el sentido del viento predominante, diseñar las calles de forma irregular, y plantar vegetación para aumentar la resistencia al viento.

Evitar las circulaciones entre o bajo los edificios que den a un espacio abierto, ya que también pueden generar embudos, enfatizándose en los casos que se acompañe de edificios altos o calles largas y lineales.

Las dimensiones de los espacios urbanos se pueden diseñar de tal manera que el flujo de viento sea principalmente por encima del espacio y no a través de éste, lo cual generaría condiciones inconfortables en la zona peatonal. Esto se llama "mesh effect". Un factor importante es la relación entre la superficie del espacio urbano y la altura de los edificios perimetrales a este (o de otras estructuras urbanas, como las barreras protectoras de viento), que puede ser expresada como: $A_{Space} / (H_{Boundary})^2 = K$, donde K es una constante que no debe ser superior a 6. Es importante que el ancho de las aberturas hacia el espacio no sea más grande que el 25% del largo del perímetro del espacio."⁵⁸



Figure 2.12: Vegetation as windbreaker.



Figure 2.10: Example of counter measure for downwash - veranda on the base of the high building.

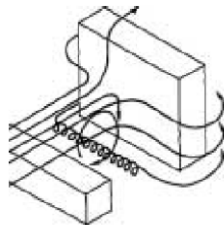


Figure 2.9: Wind pattern around a high and a low building.

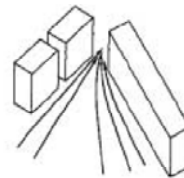


Figure 2.11: A special case of the channel effect - the Venturi effect.

⁵⁸ Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach
RUROS (Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces)

Emplear barreras protectoras para resguardar la zona peatonal en un espacio urbano, de vientos de alta velocidad o de turbulencia, las cuales pueden ser barreras sólidas (edificios, muros, etc.) o estructuras permeables (vegetación, cercas, etc.). Las estructuras sólidas generan una buena área de resguardo cerca a ellas, pero tienden a desarrollar turbulencia y altas velocidades alejado a ella. Las estructuras permeables son más efectivas ya que disminuyen la velocidad del viento sin crear turbulencia.

5.4.2.- La vegetación en el urbanismo contemporáneo

Los principios higienistas del movimiento moderno requerían de espacios destinados a la mejora de las condiciones de salud de la población, a través de adecuados índices de habitabilidad, absorción de aguas lluvias, generación de clorofila; condiciones de iluminación, ventilación y asoleamiento. En los últimos años surgen otros enfoques que replantean el papel que desempeñan esos espacios en las ciudades ampliando el concepto de espacio verde al de espacio libre.

A los tradicionales espacios verdes: espacios libres en los que predominan las áreas plantadas de vegetación como plazas y parques, se incorpora el concepto de espacio público: espacios urbanos, al aire libre, de uso predominantemente peatonal, pensados para el descanso, el paseo, el deporte, el recreo en las horas de ocio.⁵⁹

A los espacios verdes, se suma actualmente con mayor urgencia la tendencia de recuperación y restitución de los numerosos cauces, y cuerpos de aguas urbanas, hasta hace muy poco explotados y utilizados de forma mono funcional casi exclusivamente para usos industriales, portuarios y de desecho. Esta nueva mirada ha vuelto a valorar los recursos cada vez más escasos de los humedales, quebradas, canales, lagunas, ríos y napas subterráneas.

Desde esta visión las funciones que cumplen la vegetación y el agua urbanas son:

FUNCIÓN SOCIAL: la vegetación y el agua a nivel urbano ofrecen espacios destinados a la socialización y encuentro de sus habitantes mediante el paseo, la contemplación, los juegos, el contacto con la naturaleza, indispensables para el desarrollo de los niños y el equilibrio de los adultos.

Salud. Los parques, zonas verdes y cuerpos de agua, otorgan oportunidades para actividades físicas sanas, que permiten la renovación de energías y una repercusión directa sobre la salud mental con beneficios patentes como la menor frecuencia de enfermedades respiratorias, entre otras.

⁵⁹ Peralta, Raquel. *Las ciudades y su espacio público*. Ediciones Universidad de Buenos Aires, 2006.

Empleo. Los parques, áreas verdes, cuerpos y cauces de aguas urbanas requieren de una eficiente administración y mantención. Estos requerimientos precisan de mano de obra y generan en muchos casos, oportunidades de trabajo significativas en las ciudades, mediante empresas estructuradas de tipo recreativo.

Educación. La creciente valoración puesta sobre los cursos y cuerpos de agua y sobre la vegetación urbana a partir de la educación medioambiental va en aumento. Varias ciudades cuentan con jardines botánicos, parques zoológicos, senderos didácticos y centros ambientales, que informan a los visitantes sobre la flora y fauna.

La facilidad de acceso a los árboles y bosques es esencial para la enseñanza escolar y extraescolar. Asimismo se observa esta misma tendencia en el rescate de canales, humedales, riberas, bahías, y cuerpos de agua degradados y abandonados hasta hace poco en los centros de las ciudades.

FUNCIÓN URBANA: la vegetación y las aguas urbanas contribuyen a generar un paisaje urbano, que otorga una imagen de identidad y referencia destacando valorando o reforzando recorridos, áreas, sitios o monumentos singulares de la ciudad.

Estructuración Urbana: la vegetación y las aguas urbanas por su propia condición, contribuyen a ordenar y otorgar una lectura y estructura de la ciudad, a oxigenar la masa edificada, a reducir la luz intensa y la reflexión, a dirigir el tránsito peatonal y complementan o realzan la arquitectura. Estos elementos junto a otros, ponen y dan valor al paisaje urbano y ayudan a comprender su organización.



60

Actividades Recreativas: los parques y cuerpos de agua urbanas promueven las actividades recreativas al aire libre. Los parques, lagunas, bahías, ríos y canales,

⁶⁰ Instancias de socialización. Parc de Montsouris . Paris.

etc, se insertan en sistemas de áreas verdes o espacios libres, y deben estar localizados a una distancia accesible y disponer de los servicios necesarios para su ocupación y goce.

Factor de Valoración y Plusvalía : Se ha comprobado que las propiedades, y los precios de viviendas localizadas frente a Parques, áreas verdes o cuerpos de agua significativos como primera línea de mar por ejemplo, tienden a aumentar y generar plusvalías urbanas por ej 5 % más en Hong Kong (Web, 1998) y 18% más en USA.⁶¹

FUNCIÓN ECOLÓGICA: fotosíntesis en bosques suburbanos. La vegetación urbana juega un rol irremplazable en la ciudad; es hábitat de la fauna y regula el clima urbano: fija el óxido de carbono y el polvo en suspensión, tiene un importante rol en la depuración microbiana y la regulación térmica y puede contribuir a la regulación hídrica, por la acumulación de agua por parte de la vegetación, y el suelo y con la posibilidad de la infiltración a través del sustrato hacia la napa de agua.

Disminución de la contaminación atmosférica: Los árboles reducen la contaminación atmosférica por gases como el NO₂, SO₂, CO, etc. y mejoran la calidad del aire, refrescándolo y limpiándolo. Retienen el material particulado y metales pesados producidos por fuentes móviles o fijas. Un árbol de porte medio provee al ambiente, el oxígeno necesario para diez personas adultas y absorbe 23 kg de dióxido de carbono por año (entre 10 y 20 mg/dm²/hora). Media hectárea de árboles absorbe 4 tn/año.



Uso, reutilización y conservación del agua. La vegetación urbana ayuda a proteger los sistemas de suministro de agua, tratamiento de aguas residuales y evacuación de aguas lluvias. El reciclaje de aguas residuales no solo recarga las napas, sino que reduce la demanda sobre las escasas reservas de agua.

61 (Morales, Micha y Weber, 1983).

Conservación y regeneración de suelos. Los árboles y bosques ayudan a conservar el suelo, impidiendo deslizamientos de terrenos en pendiente, escasa vegetación y fuertes lluvias, El reciclaje de desechos de árboles urbanos reduce la eliminación de basura y proporciona nuevas materias primas

Biodiversidad. Las zonas verdes y humedales suburbanos pueden ser ecosistemas naturales productivos y ofrecer un hábitat importante para la fauna. Mediante redes de zonas verdes se mejora la conservación de la vida y la biodiversidad; los cinturones verdes y las avenidas parques pueden servir como corredores biológicos (UICN, 1994).

Amortiguación térmica: Los espacios verdes urbanos permiten establecer un confort térmico al suavizar la temperatura ambiente. En el verano pueden mantener las ciudades un 15 % más fresca. En áreas rurales las temperaturas pueden variar entre 0,6 y 1,3 °C con respecto a las ciudades más cercanas. Este efecto se conoce como "Isla de Calor" y por lo tanto reducen el consumo de energía.

Reducción de la contaminación sonora: Los árboles producen una reducción significativa de los niveles de ruido en las ciudades. Un cinturón de 30 metros de árboles altos, puede contribuir a reducir los niveles de ruido en un 50%.

Valor natural: Los árboles proporcionan elementos naturales y hábitats para la vida silvestre en los alrededores urbanos, lo cual aumenta la calidad de vida de los habitantes. También son protectores de suelos, disminuyendo el riesgo de erosión y los problemas asociados.

5.4.3.- El agua en áreas urbanas

La relación ciudad-agua es un tema que está hoy en la agenda de los proyectos de muchas ciudades debido a que, según como se resuelvan estas complejas relaciones, se pueden ofrecer nuevas posibilidades y oportunidades de desarrollo para sus habitantes.

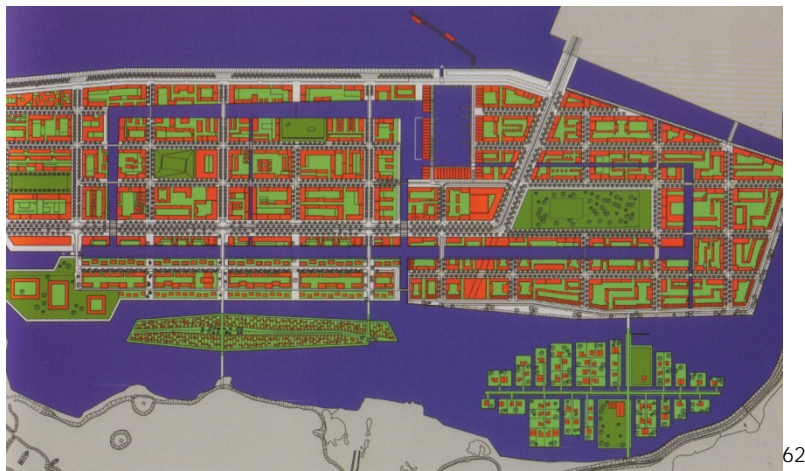
La relación del agua con la ciudad (sea río, canal, lago o frente marítimo) configura unos espacios que están adquiriendo gran importancia en todo el mundo. Este fenómeno está permitiendo una reconsideración de otros elementos fundamentales en el funcionamiento de la ciudad: El transporte público se diversifica, el crecimiento residencial afronta nuevas cotas de sostenibilidad, la actividad económica toma otras formas, se establece mayor continuidad entre los espacios públicos y los naturales.

Por otra parte, la relación entre el agua y la ciudad genera numerosos conflictos y oportunidades, pero es precisamente desde esta tensión donde se generan nuevas oportunidades de creatividad con la que las diversas civilizaciones han construido nuevos espacios de convivencia. En este sentido, la interfaz entre el agua y ciudad, requiere adoptar una visión global e integradora como sistemas complejos sujetos a incertidumbres y comportamientos impredecibles.

El sistema hídrico está conformado por el cauce natural de los cuerpos de agua tales como ríos quebradas, embalses y lagunas, junto con las áreas y los elementos naturales que se requieren para su preservación y protección ambiental.

En la construcción de la ciudad, el medio natural ha sido profundamente transformado y enriquecido para proporcionar al ser humano unas condiciones de vida excepcionales, en las que el agua es factor esencial de su existencia, constituyendo una rica herencia cultural, fundamento de salud y bienestar social.

La buena gestión del agua en las ciudades es una tarea compleja que requiere la gestión integrada de los suministros, del control de la contaminación, del tratamiento de las aguas residuales, de la gestión de los caudales y de la prevención de inundaciones, entre otros, haciendo siempre un uso sostenible de los recursos hídricos.



5.4.4.- Definiciones sobre agua y ciudad

A continuación, se plantean algunas ideas fuerza desde las que abordar el sistema complejo del agua y la ciudad: el concepto de cuenca como unidad de gestión, la confluencia de aspectos económicos y ecológicos, la gestión integral de la fase urbana del ciclo del agua y el tratamiento de los corredores fluviales en el ámbito urbano.

⁶² Imagen de urbanización en Ámsterdam

1. Dimensión territorial: la Cuenca como Unidad de Gestión

Los sistemas hidrológicos que abastecen las ciudades abarcan extensas superficies y ejercen múltiples funciones en el territorio: ecológicas, producción agrícola e industrial, transporte, ocio y deporte... estableciendo interdependencias entre las ciudades de una misma cuenca y el territorio organizado por ellas.

En consecuencia, el cuidado de la fase urbana del ciclo hidrológico se convierte en factor estratégico no sólo de la planificación urbana sino también de la ordenación del territorio.

Como resultado de la dinámica urbana, de las innovaciones tecnológicas y de los diferentes usos y usuarios, la cuenca está sometida a fuertes presiones: incremento de la demanda de agua potable, expansión urbana que impermeabiliza el suelo, ocupación de llanuras aluviales y cauces, impacto de las infraestructuras viarias, transformación de los cauces, producción de desechos vertidos al agua, extracción de áridos para la construcción, presión ciudadana por lugares de ocio y esparcimiento públicos y privados, etc.



El caudal de agua que utilizan muchas ciudades, regiones y países depende de los usuarios de aguas arriba. A la inversa, la cuenca alta puede verse obligada a satisfacer las exigencias de los usuarios de la cuenca baja. Una gestión equitativa y sostenible de los recursos hídricos requiere que las instituciones, lejos de planteamientos sectoriales, abran su espectro y consideren los cambios en aspectos hidrológicos, políticos, socioeconómicos, sociales y culturales. En resumen, la buena gestión de los recursos hídricos no será posible sin tener en cuenta la dinámica de los sistemas naturales y los sistemas humanos y sus interacciones, y sin tener como base la unidad de cuenca.

2. Dimensión ecológica y económica

En las regiones más urbanizadas se está produciendo un incremento exponencial del consumo de recursos hídricos, y en el conjunto de la cuenca los procesos de degradación provocados, entre otros factores, por los vertidos, las extracciones o los encauzamientos inadecuados, alcanzan una intensidad inédita, superior en muchos casos a la capacidad del sistema natural para regenerar las alteraciones.

La concentración de factores económicos fuertemente consumidores de agua (la urbanización creciente, el turismo y la agricultura industrializada, promovidas muchas veces con fines económico-especulativos) provocan el llamado déficit hídrico, incrementado, si cabe, por la baja eficiencia de determinados sistemas de abastecimiento y depuración. Pero el déficit hídrico no es sino un exponente de las profundas disfunciones de un desarrollo insostenible.

Los cambios experimentados en el sistema natural y el sistema cultural, además de satisfacer las necesidades y deseos de los espacios urbanos, están generando unos efectos no deseados en las condiciones del medio (contaminación de las aguas y los cauces, simplificación y desequilibrio de los ecosistemas ribereños,...) que afectan al conjunto de la cuenca, incluidos los propios espacios urbanos. No es de extrañar por tanto, la creciente preocupación ambiental de las sociedades urbanas por el territorio, superando la miope visión de decenios anteriores.

3. Ciclo Natural del Agua Urbana.

Al analizar el ciclo integral del agua en las ciudades no hay que olvidar las modificaciones provocadas por los asentamientos urbanos y la urbanización en el sistema cuenca en general. Las infraestructuras de abastecimiento y la prioridad de uso del consumo humano, la modificación de las condiciones de escorrentía y las repercusiones de las obras de defensa y de los puentes extienden el impacto a cientos de kilómetros, aguas arriba y abajo del cauce, modificando las condiciones de la cuenca.

La escasa concienciación sobre la naturaleza e intensidad de los impactos en el ciclo hidrológico, derivados de las transformaciones urbanas, de la dispersión de competencias administrativas alejan al ciudadano de la correcta comprensión del problema y de la necesaria modificación de su comportamiento respecto al agua. Además de las infraestructuras costosas y sin duda necesarias, es preciso que la sociedad entera tome conciencia de que el agua es un recurso limitado, inconstante y muy vulnerable, y se implique en la gestión. Elementos no estructurales como campañas conducentes al ahorro y control de calidad en el consumo doméstico o beneficios fiscales para las industrias que vierten aguas limpias son absolutamente necesarios para la correcta administración del recurso.

4. Paisajes de agua fluviales: polivalencia de usos y diversidad ecológica

Las riberas urbanas requieren nuevas miradas para descubrir el verdadero significado de estos medios complejos, donde los procesos hídricos y ecológicos se dan cita con factores sociales, económicos y elementos intangibles -simbólicos, estéticos y afectivos- de fuerte significación.

La interfaz agua - ciudad se resuelve de muy diversas maneras en el tiempo y en el espacio en función de acontecimientos históricos (crecidas, avenidas), soluciones técnicas, disponibilidades económicas, consideración social del espacio o sensibilidad por el paisaje.

El miedo a las crecidas e inundaciones y el desarrollo acelerado de las ciudades y sus actividades económicas han convertido, en demasiadas ocasiones, a estos cauces en corredores monofuncionales, comprimidos entre edificaciones y sistemas viales.

El resultado de esta planificación sectorial y sesgada ha producido la degradación hasta extremos críticos de los cauces y riberas en el ámbito urbano, con la consiguiente pérdida de calidad del agua, de los valores urbanísticos, del carácter del paisaje y de la vitalidad de los ecosistemas.

El desarrollo de las funciones económicas basadas en el uso del río se ha traducido, evidentemente, en una creciente presión sobre sus riberas y en la tendencia de una progresiva conquista de estos espacios.

La dictadura de la ciudad sobre el medio natural se ha traducido en el encarcelamiento de los cauces y orillas entre muros de defensas, en la expulsión del río de la ciudad en pérdida del patrimonio natural y su abandono posterior.

El desprecio por los cuerpos de agua insertos en las ciudades se manifiesta de forma muy especial cuando estos se han convertido en cloacas, vectores de contagios, de las que la ciudad se avergüenza.

Hay que promover la polivalencia y aptitud del río y sus riberas para satisfacer el abanico más amplio de gustos y necesidades de los ciudadanos. Asimismo, se requiere una gestión concertada. No puede mantenerse una gestión sectorial, sino adoptar una gestión sistémica en la que sea posible la toma de decisión múltiple y en la que estén presentes todos los agentes implicados.

La recuperación de los espacios de agua en áreas urbanas mejorarán en la medida en que se mantenga la naturalidad del paisaje y se aprovechen las energías del sistema natural, se faciliten la accesibilidad al espacio y la continuidad de los paseos, se procuren la diversidad en la forma y en el tratamiento de los distintos tramos en función de sus características naturales y culturales, y primen la calidad en el diseño y explotación de las infraestructuras.

5.5.- Geografía y morfología urbana

La comprensión de la evolución de la forma urbana y su vínculo con el clima predominante, permiten avanzar en el establecimiento de criterios que son causa morfológica del hábitat construido. Dimensiones, materialidad, espacios privados y públicos, orientaciones, ejes, dimensiones, transparencias, son factores que varían en relación a las condiciones tecnológicas y culturales propias de la comunidad que las erige, facilitando su adaptación y control del entorno, estando directa y fundamentalmente enlazadas con su emplazamiento.

Con tal de facilitar este análisis se pretende explorar sobre diversas agrupaciones vernaculares o proto-urbanas que en su claridad y complejidad iniciales, hacen evidentes las formas y capacidades propias de cada construcción comunitaria en su condición geográfica y climática.

Para la confección de esta sección han sido fundamentales tres textos ilustrativos de diseños de unidades y conjuntos arquitectónicos que surgen de cada contexto: El de Rudofsky, "Arquitectura sin Arquitectos"⁶³, donde se analizan diversos ejemplos de arquitectura vernacular, que en algunos casos permite comprender los efectos del diseño habitable en el total, estableciendo así los orígenes del concepto de ciudad.

El segundo lugar el texto de Serra, Coch y San Martín "Arquitectura y el control de los elementos"⁶⁴, donde a través del análisis de los cuatro elementos fundamentales, fuego, agua, aire y tierra se analizan las estrategias ejemplificadas de cómo el diseño arquitectónico se aprovecha las condiciones del entorno para su adecuado funcionamiento, re vinculando el habitar y la naturaleza.

En tercer término el texto "Cobijo"⁶⁵ de Shelter Publications, donde se recogen y esquematizan una serie de tipologías constructivas de refugios itinerantes y fijos, tradicionales y tecnológicos, que han sido desarrollados en distintas épocas y culturas.

Iniciaremos entonces un análisis de casos, que serán sistematizados en un mapamundi que permite su comparación entre latitudes diversas y/o coincidentes, acompañándose de las imágenes, morfologías y climogramas correspondientes; todo esto con tal de obtener lineamientos de diseño urbano aplicables a los casos de estudio propios de la investigación, en las cuatro latitudes y ciudades de Chile: Arica, Calama, Santiago y Puerto Montt (Alerce).

⁶³ Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

⁶⁴ Serra, R; Coch, H; San Martín, R. Arquitectura y el control de los elementos, Asociación Cultural Saloni, Edi Balmes, 1996.

⁶⁵ Shelter, Primera Edición Española, Blume Ediciones, Madrid, 1979.

Las agrupaciones de China del Este:

Una solución radical que resultó de los refugios habitables está representada por los pueblos y villas subterráneas en China. La suavidad y porosidad de la roca permitió una fácil excavación que dejó a los espacios privados bajo tierra trabajable en su lugar con una mínima pérdida de superficie cultivable y un confort térmico acorde a las condiciones de clima, frío en verano y cálido en invierno. Este formato no sólo fue aplicado a viviendas, sino también a diversos equipamientos y servicios aplicaron similar estrategia.



Loyang, China. Viviendas perforadas en la roca porosa. Fuente: Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.



66

⁶⁶ Propuesta contemporánea reinterpretando los conceptos de la vivienda vernacular China. Ordos 100.

Los conjuntos habitados en Positano (Italia)

La búsqueda de refugio hizo que un pueblo pesquero cercano a Roma se transformara en un elegante resort que no destruyó la arquitectura local y que ha logrado una interesante visión de conjunto, como pueblo de montaña denso y adaptado a la topografía en una clara disposición acorde al recorrido solar.



Positano, Italia. Agrupaciones urbanas adaptadas a la topografía Fuente: Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

Refugios nómades en el desierto

Los conjuntos de tiendas en la pausa de los trayectos en el desierto están al límite de la consideración de “poblado” y arquitectura. La condición nómade equilibró de manera particular condiciones de austeridad y lujo, con tal de lograr los espacios sombríos y resistentes a los vientos.

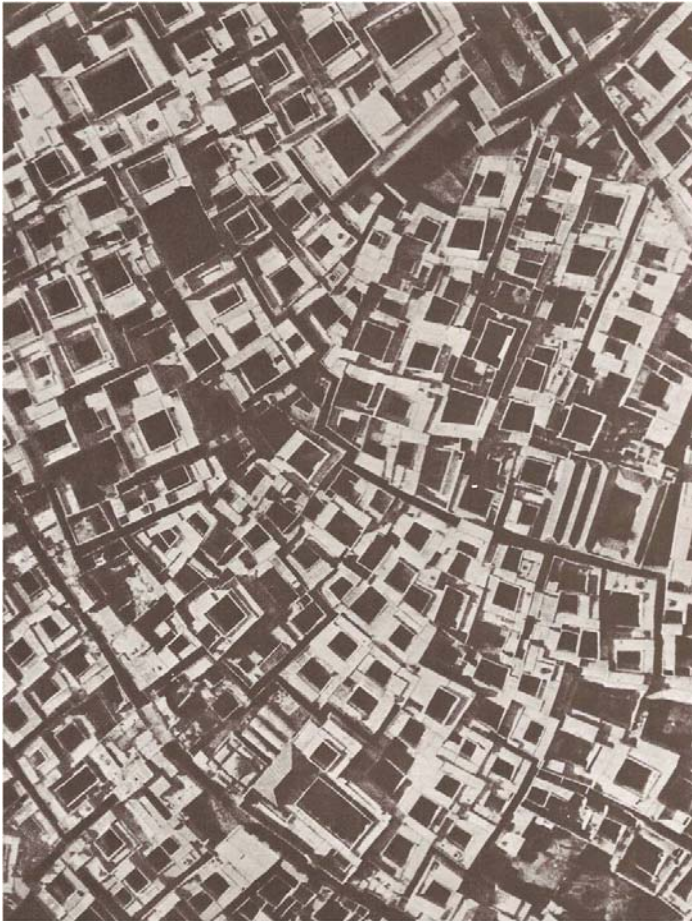


Campamentos itinerantes por el Sahara. Fuente: Rudofsky, B. *Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture*, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

Estructuras urbanas en África

La granulometría y morfología urbana de los pueblos y ciudades expone su condición de habitabilidad. La densidad y las relaciones de llenos y vacíos ponen en evidencia tecnologías que por prueba y error fueron demostrando buenos resultados que finalmente el conjunto adscribe y repite.

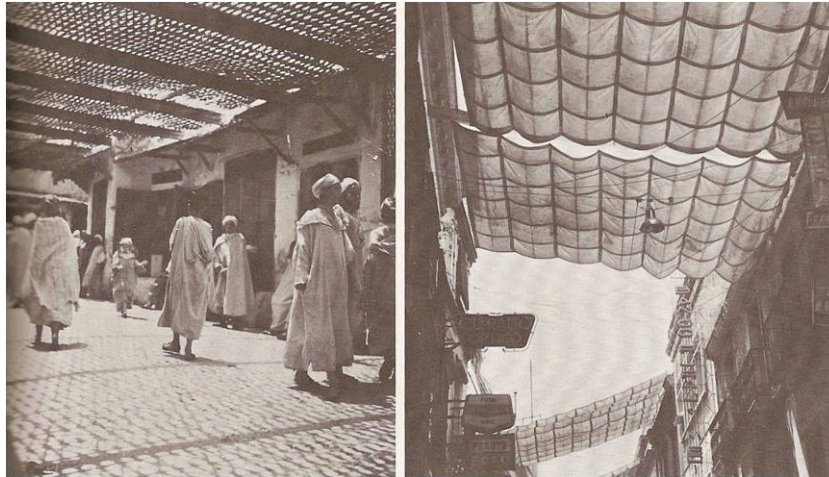
El caso de Zanzíbar y de Marrakech denota una concentración del grupo que aprovecha al conjunto, en el primer caso con una sumatoria de puntos y en el segundo con una geometría relajada de edificación y patios interiores que determinaban cierto equilibrio formal y climático.



Marrakesh, Marruecos. Planta Urbana de la ciudad donde destacan los patios interiores y la aparición repentina de espacios públicos. Fuente: Rudofsky, B. *Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture*, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

Decisiones colectivas en Europa

Los ejemplos de Galerías y calles cubiertas en ciudades europeas y de Africa del Norte demuestran el acuerdo colectivo del conjunto de dotar de sistemas de adaptación climática que van más allá de la arquitectura. Los pórticos en Moravia (Checoslovaquia) y las calles cubiertas de Sevilla y una ciudad árabe al norte de África demuestran que en el conjunto bajo condiciones públicas, se permiten sistemas y diseños capaces de mejorar adaptaciones al sol y la lluvia



Sevilla y Africa del Norte: Calles cubiertas por adaptación climática. Fuente: Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

Agrupaciones elevadas en Portuga

Los graneros y viviendas de Lindoso, dominan donde el cultivo es una tarea de toda la colectividad. Han sido emplazados en una privilegiada ubicación, ventajosa de los vientos (para ventilación) y bajo un factor defensivo absoluto: para facilitar la transferencia de grano desde el Castillo cercano, en caso de invasión.



Graneries, Portugal, Agrupaciones de viviendas aisladas del suelo. Fuente: Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

Ventilación Natural en Pakistán

Pese a que la inventiva constructiva permitió una solución de ventilación natural a cada vivienda, la lectura colectiva de su aplicación resulta en una forma urbana y skyline particular. El distrito de Sind bajo en Pakistán del Oeste utiliza desde hace más de 500 años las brisas con tal de bajar las temperaturas.



Pakistán Oriental, chimeneas de ventilación, . Fuente: Rudofsky, B. Architecture without Architects, a short introduction to non-pedigreed architecture, University of New Mexico Press, Albuquerque, 1999.

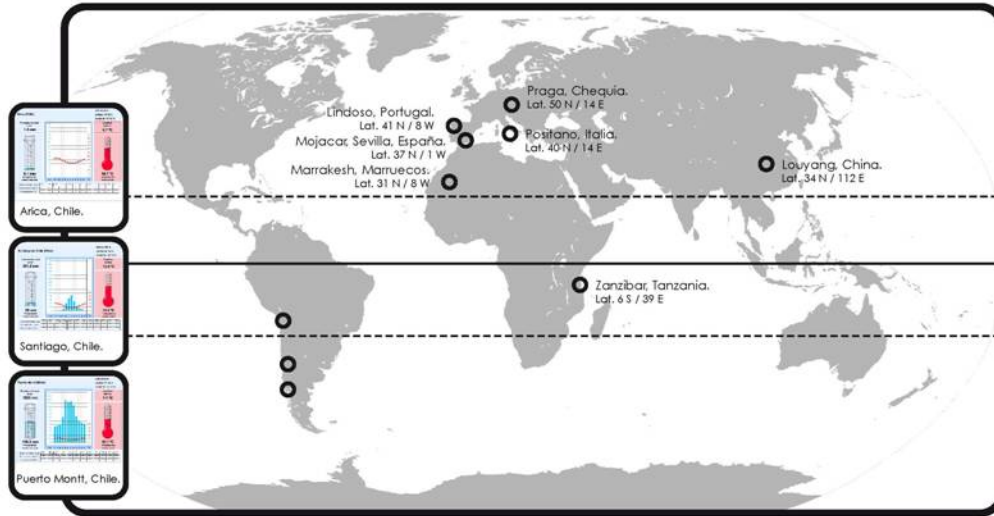
Forma Urbana, Latitud y Clima

Hemos podido observar las diversas manifestaciones formales del diseño urbano en diferentes contextos culturales, tecnológicos y climáticos, los que posteriormente serán sistematizados en cuanto a su potencial pertinencia para Chile, considerando que el estudio pretende establecer su aplicabilidad según cada particular condición.

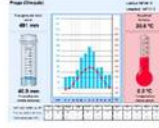
La historia de la Arquitectura permite no solo mirar estos casos del pasado, sino también de otras referencias culturales re-descubiertas, que dan lecciones interesantes de tecnologías de bajo costo o de acuerdos colectivos que facilitaron la convivencia.

Estos lineamientos y herramientas pueden redirigir un diseño urbano que hasta ahora no ha considerado el factor climático como un tema relevante en su generación y que en un escenario de escasez energética puede aportar una parte importante de beneficios indirectos y ahorros directos.

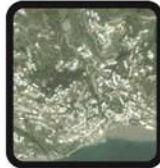
Forma Urbana, Latitud y Clima.



Praga, Chequia.
Lat. 50 N / 14 E



Lindoso, Portugal.
Lat. 41 N / 8 W



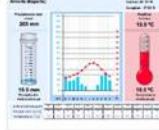
Positano, Italia.
Lat. 40 N / 14 E



Sevilla, España.
Lat. 37 N / 6 W



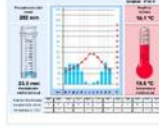
Mojacar, Almería, España.
Lat. 37 N / 1 W



Louyang, China.
Lat. 34 N / 112 E



Marrakesh, Marruecos.
Lat. 31 N / 8 W



Zanzibar, Tanzania.
Lat. 6 S / 39 E



⁶⁷ Primeros análisis de comparación urbano - ambiental de la Investigación en Biourbanismo, en base a la densidad y forma urbana, latitud y clima. Elaboración Propia.

ETAPA 6.- ASPECTOS URBANOS

Aspectos Urbanos relacionados con el tema de la Investigación

6.1.- Formas de crecimiento urbano

6.1.1.- La ciudad Jardín

6.1.2.- Componentes Urbanos

6.2.- Tramas y matrices urbanas

6.3.- Las formas de habitar y la densidad habitacional

6.4.- Fachadas urbanas y sistemas viarios

ETAPA 6.- ASPECTOS URBANOS

Aspectos Urbanos relacionados con el tema de la Investigación

6.1.- Formas de crecimiento urbano

A comienzos del siglo XX destaca una corriente urbana que promueve reformular algunos paradigmas del urbanismo, que tenía en los aspectos sociales su centro teórico conceptual. La preocupación por la mejora de lo más básico de una ciudad, el “housing”, es decir ofrecer vivienda económica, procurando buenos niveles de servicios y espacios públicos para el desarrollo social, e intentar asegurar la calidad higiénica de la vivienda independientemente de los estratos sociales.

Del mismo modo emerge la propuesta urbana eficiente de parte de los urbanistas alemanes, un “enfoque decididamente técnico, formulado desde el exterior de la arquitectura y atento a los problemas de higiene, circulación y economía productiva”⁶⁸ Proponía una nueva mirada a la rigidez de los ensanches urbanos europeos, dando inicio a la técnica de “zoning” para el tratamiento de la urbanización.

También a comienzos del siglo XX estarían los utopistas e higienistas, que apoyaban la creación de nuevos modelos urbanos, fuera de la Garden City o la ciudad lineal. La expresión de ciudad jardín iniciada por Ebenezer Howard será la que mas desarrollo tendrá, y se enfrentara critica y técnicamente a la ciudad moderna que comenzaba a tomar fuerza en el planeamiento urbano internacional.

El tema central será “el racionalismo del Movimiento Moderno y sus alternativas de tipo organicista”⁶⁹.

Durante los años 20, el periodo entre guerras, se produjeron en Alemania intervenciones urbanas importantes e innovadoras. Era un “proceso racionalizador de la vivienda y del barrio, que trasladaba la concepción de industrialización y producción en serie tanto a la construcción como a la composición estética”.⁷⁰

El sentido de todas estas intervenciones urbanas era la vivienda mínima, y así fue reflejado en el CIAM de 1929, donde el debate se centro en este aspecto urbano habitacional.

Según la Carta de Atenas⁷¹, elaborada en los congresos de arquitectura moderna, los CIAM, el urbanismo podría definirse como: La ordenación de los lugares y de los locales diversos que deben abrigar el desarrollo de la vida material, sentimental y espiritual en todas sus manifestaciones, individuales o colectivas.

⁶⁸ Ordeig Corsini, José María. *Diseño Urbano y Pensamiento contemporáneo*. Editorial Monsa, Barcelona. 2004

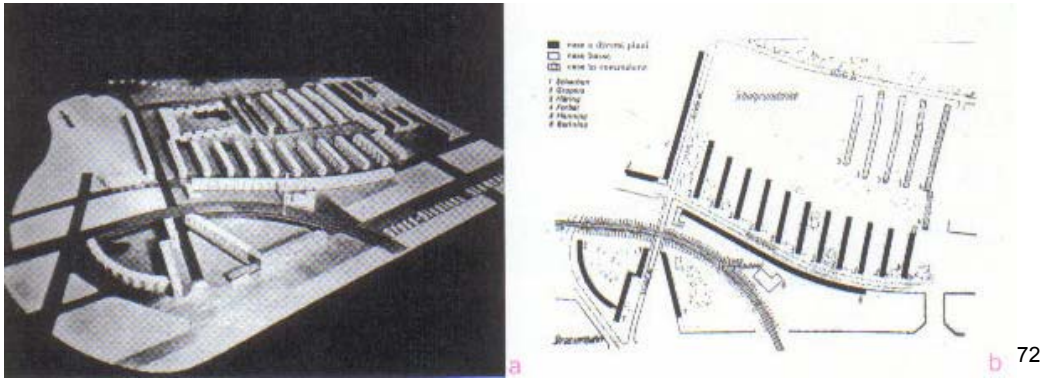
⁶⁹ Paneral phillipe, Castex Jean, Depaule Jean Charles, *Formas Urbanas, de la manzana al bloque*. Barcelona 1986.

⁷⁰ Ordeig Corsini, O.C. Pg. 26

⁷¹ La Carta de Atenas es un manifiesto urbanístico redactado en el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) publicado en 1942 por Le Corbusier

Las funciones fundamentales del urbanismo son:
1.- Habitar, 2.- Trabajar, 3.- Recrearse. 4.- Circular

Con este enfoque, los objetivos del urbanismo serán:
A.- la ocupación del suelo, B.- la organización de la circulación, C.- La legislación



Estas funciones del urbanismo siguen hoy en día presentes, y fueron determinadas en un momento de la historia donde comenzaban los grandes problemas urbanos. Durante el IV Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM) publicado en 1942 por Le Corbusier, el manifiesto responde al estado de situación y las malas condiciones que presentan las ciudades a comienzos del siglo XX : segregación, contaminación, promiscuidad, insalubridad, etc en una época marcada y precedida por el período de entre guerras y los efectos de la revolución industrial en Europa.

La Carta de Atenas apuesta por una separación funcional de los lugares de residencia, ocio, trabajo y circulación poniendo en entredicho el carácter y la densidad de la ciudad tradicional. En este tratado se propone la colocación de los edificios en amplias zonas verdes poco densas. Estos preceptos tuvieron una gran influencia en el desarrollo de las ciudades europeas tras la Segunda Guerra Mundial.

Las conclusiones fundamentales en el ámbito de la vivienda fueron:

La vivienda debe tener primacía sobre el resto de usos. En la situación de la residencia se buscará la higiene. La relación vivienda/superficie la determinan las características del terreno en función del soleamiento.

⁷² Imagen del proyecto urbano en Colonia Siemensstadt, Berlín, Alemania. Arquitectos; Walter Gropius, Hans Scharoun

Se debe prohibir la disposición de viviendas a lo largo de vías de comunicación. La solución son las viviendas en altura situadas a una distancia entre ellas que permite la construcción de grandes superficies verdes (tapiz verde).



73

La carta de Atenas centra su teoría en 3 elementos clave:

El protagonismo de La Vivienda como la Maquina de Habitar

La circulación como motor de desarrollo a partir de la división en 4 funciones de la vida urbana. El suelo como gran escenario: espacio libre o verde urbano.

En este sentido, existen diferentes formas de crecimiento urbano, y las ciudades podrían clasificarse desde varias perspectivas. Su estructura vial y peatonal, su zonificación de usos de suelo, su tipología de viviendas y espacios públicos, etc.

También será importante considerar la época de fundación de la ciudad. Así, existen ciudades históricas que generalmente tienen un trazado más orgánico que responde a las condiciones topográficas de su entorno. Luego están las ciudades de la época colonial en occidente, que tienen una estructura más geométrica que responde a la implantación de una trama o ensanche urbano.

Para la presente investigación será importante analizar la ciudad contemporánea, y concentrarse en los aspectos fundamentales que condicionan la estructura urbana; La vialidad, la vivienda y los espacios públicos.

Investigando ciertos patrones del urbanismo contemporáneo, destaca una frase que identifica el aspecto central de toda consideración urbana al momento de iniciar un proceso de transformación de un territorio y su medio ambiente;

“Toda la cuestión está en medir el tiempo con el espacio. Como en el baile, en que se describen anillos y distancias en el espacio como formas por las que representamos un ritmo, los pasos del tiempo musical, en la concepción urbanística hay que atreverse también a medir el tiempo sobre el espacio”⁷⁴

⁷³ Imagen del Plan Voisin, Paris, Francia. Arquitecto; Le Corbusier

⁷⁴ de Solá Morales i Rubió, Manuel. *Las formas de crecimiento Urbano*. Editorial UPC, Barcelona, España 1997. (Artículo original publicado en Lotus internacional, 51, 1986, “Spazio, tempo e città”)



El urbanismo tiene participantes que tienen distintos ritmos, lo cual hace compleja la implementación de un plan de crecimiento para la ciudad, en el tiempo, proyectado según los objetivos determinados para cada situación. En el desarrollo de la ciudad se producen distancias o discontinuidades, vacíos, espacios públicos abiertos y cerrados, solares y monumentos, que describen la secuencia de un proceso en el tiempo materializado con formas estáticas y permanentes.

El tiempo y el espacio. ¿Cómo relacionar ambas cualidades de un proceso urbanístico en un determinado territorio. Cómo planificar el crecimiento urbano incorporando estas variables? Si se analizan solo los modelos urbanos o las tipologías edificatorias, la variable tiempo o proceso temporal queda fuera.

El proyecto urbanístico busca dar forma a un proceso físico, arquitectónico e ingenieril, que combina suelo, edificación e infraestructura. “La construcción de la ciudad es parcelación, urbanización y edificación.”⁷⁶ Estos tres actos fundamentales del urbanismo se encadenan en distintos ritmos de tiempos en el espacio, dando origen a la diversidad de situaciones urbanas.

De esta forma es destacable que no son los reglamentos ni las zonificaciones, estándares u otros sistemas de ordenación urbana los que definen el proyecto urbanístico. Proyectar las formas de crecimiento urbano debe configurar un ritmo de tiempos que combine suelo urbano, infraestructura y edificación.

Al iniciar un proceso urbano, la elección y agrupación de solares resulta fundamental, la imagen del área se confía al trazado viario que es el que resumirá y expresará la organización del suelo. Ahí se realiza un “acto primario de implantación, que es a la vez de parcelación y de urbanización”⁷⁷

⁷⁵ Imagen de la Teorización de la ciudad del futuro. Ciudad Vertical. Lubwig Hilberseimer

⁷⁶ de Solá Morales i Rubió, Manuel, O.C. pg 20

⁷⁷ de Solá Morales i Rubió, Manuel, O.C. pg 20

“Así la fuerza figurativa del proyecto se sitúa en el momento del proceso donde las decisiones están más concentradas, en el momento inicial y mas permanente: en el trazado”⁷⁸.

De esta forma, existirá un trazado urbano bioclimático.

¿Se podrá proyectar en el espacio terrestre un ritmo de crecimiento de acuerdo a la geometría del sol y del viento?

La imagen y la forma de la ciudad deben al trazado original su composición urbana, construida a distintos ritmos según los actores urbanos, y consolidando a través de la edificación su representación real en el territorio.

Así, “nos interesa proyectar con el trazado, pues, por ser en todo caso resumen cierto y colectivo de la forma, construida o construible de la ciudad. Nos interesa como instrumento de proyecto, capaz de jugar con el tiempo futuro de las distintas construcciones, sin mover su forma fijada de una vez por todas. Nos interesa igualmente, para intervenir en la ciudad ya hecha, como referencia entre lo estable y lo móvil, entre lo infraestructural y lo volumétrico, entre el tiempo y el espacio”⁷⁹

En los congresos del CIAM, se decide estudiar las ciudades y clasificarlas según las formas de suelo y las formas de edificación, separando esta función entre espacio y tiempo. Se analiza la ciudad en sus funciones de conjunto. Así, el proyecto urbanístico queda separado entre leyes y volumetrías abstractas, que no necesariamente van a un ritmo coordinado de desarrollo sobre un determinado territorio.

Al clasificar las tipologías estructurales del crecimiento urbano, destacan algunas situaciones interesantes de analizar. Los procesos de crecimiento urbano serán entendidos como operaciones materiales que van construyendo la ciudad, acorde a las 3 fases del urbanismo antes descritas: Parcelación, urbanización y edificación.

⁷⁸ Ibid

⁷⁹ Ibid

Según el Departamento de Urbanismo de la ETSAB de la Universidad Politécnica de Cataluña (Manuel de Solá- Morales i Rubio), esta clasificación de los procesos de construcción de la ciudad son:

P = Parcelación, transformación de suelo rustico/rural en urbano

U= Urbanización, operación de construcción de los elementos físicos colectivos de la ciudad

E= Edificación, construcción de la edificación

De esta forma, la tipología estructural como secuencia de las operaciones:

Procesos reconocidos por el planeamiento:

1.- Ensanche	= P + U+ E
2.- Crecimiento Suburbano	= U + P + E
3.- Polígono	= PUE
4.- Ciudad Jardín	= UP + E

Procesos no reconocidos por el planeamiento

5.- Barraca	= E
6.- invasión/Toma de terreno	= P
7.- Procesos marginales de urbanización	= P + E

Además cabe destacar las propuestas que fijan su visión en aspectos orgánicos o biológicos. Formas orgánicas de crecimiento urbano

En general se podría distinguir entre dos modelos fundamentales. “En el modelo dentrítico-fractal, existiría una predominancia de una anisotropía externa (vías de comunicación preexistentes, accidentes topográficos, etc.), con acciones internas, cohesivas y repulsivas combinadas que generarían estos crecimientos ramificados en el medio invadido”⁸⁰.

En el modelo gota de aceite o de agua, la isotropía sería externa (medio invadido uniforme, llano y sin características diferenciales notables), con unas fuerzas de cohesión internas (viscosidad) más o menos fuertes, que permitirían en los casos de baja viscosidad (agua) la dispersión de gotas más allá de las fronteras de la mancha principal.

“Los casos reales son siempre una combinación, más o menos compleja, de los dos modelos, según predominen unas u otras de las fuerzas que generan y según los gradientes entre los tejidos de dichas fuerzas, que son los que determinarán en última instancia la velocidad del crecimiento”.⁸¹

⁸⁰ Serra Florensa, Rafael. “Ciudades vivas” Contribution to SAIE Core Exhibition , Bologna 2001

⁸¹ Ibid

6.1.1.- La ciudad Jardín

La ciudad jardín es aquella que incorpora la naturaleza y los espacios abiertos a los modos de habitar de la población, para lo cual establece bajos niveles de edificación.

El modelo de ciudad jardín sería definido por Ebenezer Howard como; "Una ciudad jardín es un centro urbano diseñado para una vida saludable y de trabajo, tendrá un tamaño que haga posible una vida social a plenitud, no debe ser muy grande, su crecimiento será controlado y habrá un límite de población. Estará rodeada por un cinturón vegetal y comunidades rurales en proporción de 3 a 1 respecto a la superficie urbanizada. El conjunto, especialmente el suelo, será de propiedad pública, o deberá ser poseído en forma asociada por la comunidad, con el fin de evitar la especulación con terrenos."⁸²



83

En Bélgica se crearon a partir de 1922 las ciudades Le Logis y Floréal en las proximidades de Bruselas. En España, Arturo Soria propone en 1894 un proyecto de ciudad lineal próximo al modelo urbano de la ciudad-jardín, que lleva a cabo en Madrid.

En Francia, el primer ejemplo de ciudad-jardín lo realiza en 1909 en Draveil (Essonnes) el arquitecto alsaciano Jean Walter, al que seguirán las creaciones de ciudades-jardín de Le Plessis-Robinson y de Châtenay-Malabry (Hauts-de-Seine). Después de la II Guerra Mundial se abandona este modelo en favor de los principios funcionales de la Carta de Atenas (1933) de los CIAM (Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna).

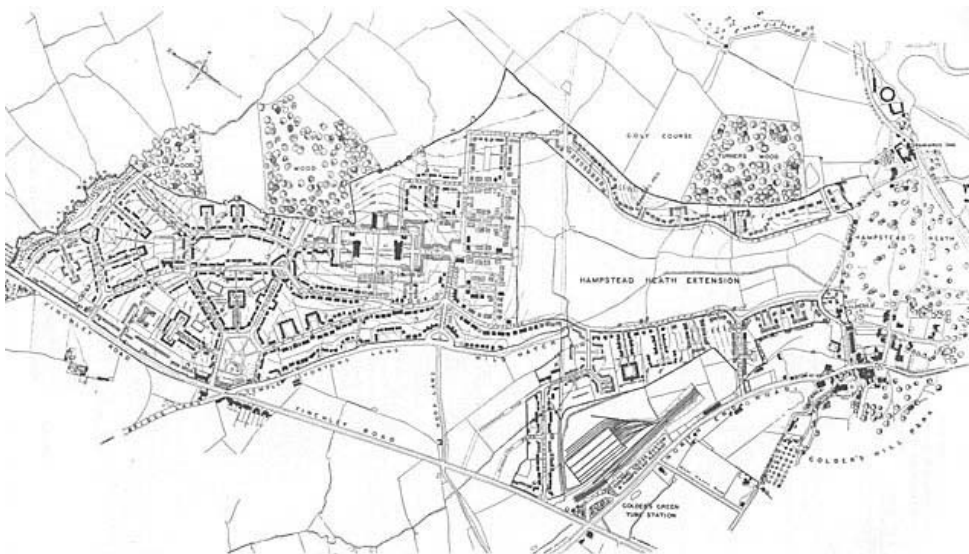
La moda de las ciudades-jardín surgió a partir de dos ideas fundamentales de finales del siglo XIX: por una parte, una cierta utopía política que intenta crear una comunidad independiente concebida como grupos de casas unifamiliares que superen el antagonismo entre ciudad y campo, y por otra parte, el problema del alojamiento de los obreros como consecuencia de una creciente industrialización.

⁸² Howard, Ebenezer. Ciudades Jardín del Mañana. 1902

⁸³ Esquemas de calles y manzanas. Hampstead Garden City. / Inglaterra.

La idea de la ciudad-jardín aparece en la obra de Ebenezer Howard (1850-1928), *Tomorrow: a Peaceful Path to Social Reform* (Mañana, un camino pacífico hacia la reforma social), publicada en 1898, en la que preconiza la creación de ciudades de 30.000 habitantes económica y espacialmente independientes.

Howard propone un esquema de ciudad concéntrica edificada alrededor de un parque central y dividido en seis sectores de actividad. En 1903, después de haber reunido los fondos necesarios y creados la Garden City Association, Howard encarga la realización de la primera experiencia de ciudad-jardín en Letchworth (Hertfordshire) a Raymond Unwin y Barry Parker. El modelo de Howard se extiende rápidamente por el continente y por Estados Unidos. Después de la II Guerra Mundial se abandona este modelo en favor de los principios funcionales de la Carta de Atenas (1933) de los CIAM (Congresos Internacionales de Arquitectura Moderna).



La Ciudad Jardín de Howard es un área edificable de 400 hectáreas, con lugar para albergar a 30.000 habitantes en una superficie rodeada por 2.000 hectáreas verdes. Es decir que el centro habitado era de 1/5 de la superficie total. Las viviendas, edificios, compañías y campo estaban vinculadas por la articulación de calles rectas con otras sinuosas propias de las características geográficas.

Representa una unidad autosuficiente ya que posee actividad industrial y terreno agrícola proporcionado al número de habitantes que residen en ella. La propiedad está vinculada a una sociedad anónima sin fines de lucro.

6.1.2.- Componentes Urbanos

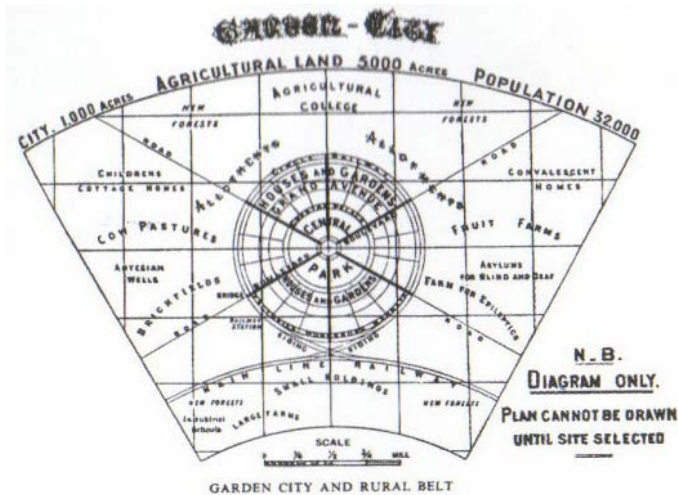
⁸⁴ Imagen. Hampstead Garden City. Inglaterra

La Jerarquización del trazado Vial.

El Modelo de ciudad jardín no está tanto en la construcción de la vivienda como en la agrupación o conjuntos de vivienda que construyen el paisaje colectivo público de la calle. Las calles se ordenan y jerarquizan según las condiciones que ofrece el lugar: vías de borde, calles paseos, avenidas de acceso, calles regulares y pasajes o cul de sac, que van estableciendo una graduación desde lo más público hacia lo privado de la vivienda.

La Subdivisión predial.

La estructura de subdivisión predial se organiza en unidades o racimos que se desarrolla en operaciones de tamaño medio entre 3 y 5 hectáreas, y sitios de tamaño medio de entre 300 y 600 mts. Se privilegia la construcción de la calle al ubicar la vivienda sobre el frente predial con un antejardín variable entre 6 y 10 mts. Hacia atrás se deja un gran patio que puede ser jardín, patio, o cultivo dependiendo las modalidades de ocupación y lugar. También existen en algunos casos calles de servicio o servidumbres de paso.



85

La Densidad Propuesta.

Estas operaciones se realizan sobre paños de terrenos de entre 3 – 5 has, mediante diferentes tipos de estructuras de distribución de casas: la tipología del Close, las casa en hileras variables en uno o ambos costados de la calle, y las manzanas con unidades aisladas. Por su carácter unitario loteo y construcción simultáneos, estas operaciones permiten generar densidades de entre 300 – 400 hab / ha.

La Estructura de Manzanas.

⁸⁵ E. Howard. Esquema de un diagrama de Ciudad Jardín en Inglaterra.

El rango de parcelaciones utilizadas, entre 3 y 5 hectáreas establece una escala y extensión que permiten establecer y recuperar perspectivas, plazas y remates, a partir de la manzana como unidad de desarrollo pero siempre irregular: hay manzanas rectangulares, irregular curvas trapezoidales, triangulares, etc pero con un orden jerárquico a partir de la importancia de sus calles y plazas.

La Calle como protagonista.

La calle como preocupación de diseño adopta y desarrolla calles de trazados anchos, rectos, curvos, diagonales, e irregulares a partir del trazado lineal pero irregular de las manzanas que se adaptan a la topografía del terreno etc. mediante una escala y jerarquía de perfiles. Los perfiles de las calles interactúan estrechamente con el modelo edificado generando perspectivas, transparencias y campos visuales determinados, pero acotados: lugares de sombra, lugares de encuentro, lugares de intercambio, lugares de acceso, lugares de servicio.

La Plantación de las calles.

La calle es el principal protagonista de la ciudad jardín y las plantaciones de árboles en bandejones centrales, Plazas y plazuelas de barrio, parterres laterales de ancho considerable de distintas escalas y medidas son su bien público más perdurable. Las especies utilizadas variaran de acuerdo a las diferentes especies y clima del lugar.

La Agrupación de Viviendas.

La alineación y el retranqueo de los conjuntos de casas son algunos de los mecanismos de diseño utilizados en la ordenación sobre los terrenos, que opera simultáneamente sobre 3 elementos: la calle, el predio y la casa. De este modo se establece una variación tanto de la tipología de casa utilizada, mediante avances y retranqueos sobre la calle o elevando la altura de los techos, como del rango y jerarquía de la calle, al establecer mayores antejardines que virtualmente ensanchan el perfil de la calle, generando calles largas, remates, y closes.

La Escala y Gestión Unitaria

El proceso de Parcelación y Construcción se realizan en un solo momento y bajo una sola gestión unitaria, y simultánea. Loteo, diseño y construcción y asignación. Esta situación, le otorga carácter imagen escala y cierta homogeneidad propia y reconocible a los conjuntos de ciudad jardín.

La diversidad tipológica.

La vivienda presenta múltiples variaciones en su agrupación y conformación urbana a partir de un prototipo de casa: aislada, pareada, en hileras de a 5, 6 u 8 unidades o bien en conjuntos cerrados cuya máxima expresión es la tipología del close.

De esta forma, la ciudad jardín destaca en general por el Suelo y el Verde como mediador entre Ciudad y Paisaje. El Modelo de Ciudad Jardín no se impone sobre el paisaje, sino que se adapta o se mimetiza con el, por su propia condición de Ciudad – Jardín, respetando cotas, trazados, y pre existencias. Sus componentes principales son : la subdivisión predial, el espacio de la calle, la alineación regular, la adopción de una tipología, la agrupación de unidades, y las plantaciones.

En el Modelo de Ciudad – Jardín, la óptica y Propuesta Urbana es aplicada, se realiza y construye desde la práctica bajo una sola mano simultáneamente en unidades medianas autosuficientes y con gran factibilidad debido en parte a su escala, de paños de mediano tamaño.

Esta situación que permite integrar bajo un solo gesto e intervención, el total y las partes componentes y sus escalas concurrentes, marca el éxito de ocupación desarrollo y apropiación del modelo de ciudad – jardín.

Esta propuesta o Modelo Urbano en su época resulta muy atractiva, porque permite romper con la regularidad, serialidad y monotonía de los ensanches de la época o con la rigidez del modelo de damero español en América Latina, mediante la innovación de proponer una integración con la naturaleza.

El Suelo.

La graduación entre las instancias de lo público a lo privado se realiza a través del suelo como un gran mediador entre diferentes escalas.

El suelo se constituye como el gran protagonista estableciendo secuencias de distinto orden espesor y magnitud a partir de la densidad de sus componentes en su construcción como: casa, espacios intermedios, porches, bow windows, terrazas, balcones, berandas, cobertizos, aleros, parrones, antejardín, rejas, tipos de vegetación, muros de cierre, setos vivos, puertas de acceso, parterres públicos, veredas, acequias de riego, plantaciones de árboles, arbustos, postacion eléctrica, luminarias, mobiliario urbano, soleras, canalización de aguas lluvias, paraderos de Transporte Público, zarpas, calzadas, bandejones centrales, arboles, plazas, plazuelas, etc.⁸⁶

El Verde.

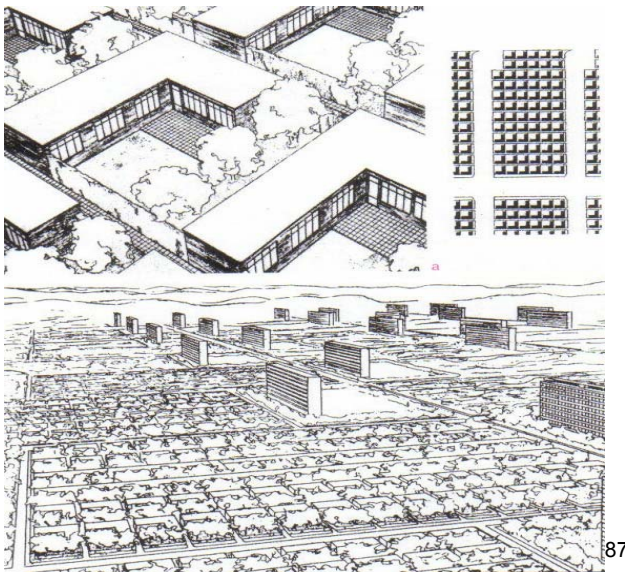
Asimismo la construcción y jerarquización explícita de una escala de elementos verdes, resultan ser el gran protagonista como soporte mediador entre las diferentes escalas urbanas que se funden en una sola cobertura a través de una jerarquía de espacios y elementos verdes que contempla entre otros : prados, parterres, bandejones, plantas, arboledas, arbustos, cierros verdes, jardines, antejardines, patios, huertos, plazas y parques.

Esta secuencia de elementos verdes establecida tanto a nivel normativo, por ejemplo para las calles y vías parque, como de diseño para los jardines, antejardines y agrupaciones de casas, como de condiciones propias de los terrenos de localización, campos o bosques, van estructurando la construcción de la imagen verde de Ciudad - Jardín.

⁸⁶ Palmer, Montserrat. La Comuna de Providencia y la Ciudad Jardín. Ediciones PUC, Santiago, 1984.

El modelo de ciudad Moderna

La arquitectura y el urbanismo modernos buscaron contradecir las maneras tradicionales de construir casas y ciudades. Esta actitud que rechazaba las formas relacionadas con la ciudad tradicional también se reflejaba en la destrucción de los centros históricos. La nueva forma destruía la manzana, la calle corredor e, incluso, la plaza. Las nuevas tipologías eran las torres, los conjuntos residenciales y los bloques; se abandonaba la mezcla funcional y social de la ciudad, para estructurarla en zonas (zoning), de modo que se rompía con la integración recíproca de los varios elementos que constituían la estructura urbana. Los nuevos modelos de la organización del espacio urbano abandonaban así las formas y la configuración morfológica de la ciudad tradicional.



Después de Primera Guerra Mundial, hubo la necesidad de construir viviendas de bajo coste, mediante producción estandarizada. A diferencia de la ciudad tradicional, los edificios se concebían solos, como una composición en maqueta, donde las piezas pueden ser movidas como en un juego. Así, la forma urbana podía obedecer a las consideraciones de la vivienda sin observar la composición de los espacios urbanos.

Las nuevas tipologías residenciales se ubicaban en la parcela según parámetros de higiene, insolación, ventilación y accesos, lo que hacía que los edificios no se inscribieran en una estructura de manzana y tuvieran su propia autonomía. Las calles dejaron de formar parte de las relaciones físico-espaciales de la ciudad, para ser únicamente ejes de circulación y de servicios. La ubicación de los edificios buscaba las mejores condiciones para la vivienda y no su posición en la manzana.

⁸⁷ Imagen de la "Ciudad Extendida". Ludwid Hilberseimer.

La ciudad moderna era, por lo tanto, diferente de la ciudad tradicional, donde las construcciones residenciales quedaban determinadas por su ubicación en la parcela. En la ciudad moderna, la construcción determinaba la forma urbana. El espacio entre las construcciones se convertía así en un simple espacio residual, área entre las edificaciones, y dejaba de ser objeto del diseño urbano.

Sin embargo, la calidad arquitectónica de los diversos edificios aislados o contiguos no podía, por sí mismo, dotar de forma al ambiente urbano. Incluso un conjunto con calidad arquitectónica, si no estaba integrado a un contexto, emergía desarticulado y desprovisto de su verdadero significado.



Para Le Corbusier, la revolución urbanística ofrecía la posibilidad de establecer condiciones para una revolución en el arte de la vivienda, donde las casas debían prescindir de las calles (el concepto de la alineación de la calle desaparecía), rechazar el patio, y agrupar, en altura y extensión, un número útil de alojamientos, de modo que la localización concentrada liberara una cantidad considerable de suelo. También proponía la separación entre vías para coches y las dedicadas a peatones.

Éstas debían quedar libres. Para no obstaculizarlas los edificios debían apoyarse sobre pilares (pilotis). La ciudad se convertía así en un parque, con el suelo libre para uso de los peatones.

La morfología urbana no se puede reducir tan sólo a una forma sencilla, ni a la descripción de los elementos urbanos y su disposición en el espacio: centro, barrio, calles, manzanas, vivienda, etc. Debe entender la distribución de los grupos sociales y de las funciones de la ciudad. No basta con

⁸⁸ Imagen, La ruptura de la calle. Av. General Velasquez Villa Portales Santiago Chile.

leer la iconografía y la cartografía de una ciudad para entender los conceptos que la constituyen, o el propósito del proyecto de una ciudad ideal.

No basta reconocer las formas urbanas, clasificarlas y fecharlas. Hace falta entender, históricamente, los procesos de transformación de la forma, buscando su articulación con los de la sociedad urbana. Por detrás de los objetos urbanos y su disposición en el espacio debe buscarse la acción de la sociedad que la construye, la utiliza e interpreta las relaciones, y los cambios de estas relaciones.

(Roncayolo, 1988, 65)

La morfología urbana acostumbra a ver la ciudad como hecho arquitectónico, es decir, considera que la construcción urbana del espacio pasa necesariamente por la arquitectura. La forma urbana corresponde a los medios físicos construidos como arquitectura, constituida por un sistema de objetos arquitectónicos ligados por relaciones espaciales. La arquitectura sería, en consecuencia, la llave, correcta y global, de interpretación de la ciudad como estructura espacial. (Lamas, 1992, 41).



La simetría condiciona la distribución funcional del programa y de las masas construidas, constituyendo una composición equilibrada en relación con uno o más ejes. La subordinación de la composición urbana a los efectos escénicos y a la perspectiva, más que un elemento técnico de representación espacial, forma parte de la propia concepción del diseño urbano. A pesar de la integración y de la subordinación de las construcciones a un conjunto urbanístico proyectado como un todo, cada edificación puede mantener su individualidad.

En el Barroco un punto focal puede transformarse, para el planeamiento urbano, en un potente elemento ordenador del caos. La geometría da claridad y orienta.

El plan se identifica con su naturaleza geométrica, y la introducción de elementos nuevos puede perjudicar su simetría, en consecuencia se imponen reglamentos administrativos severos para preservarla.

Los elementos principales de la urbanística barroca son la simetría en relación a uno o más ejes, el cerramiento de perspectivas, y los edificios aislados integrados en una unidad, generando un panorama arquitectónico coherente. Su uso se hace de tres maneras: la calle principal rectilínea, el trazado reticular de barrios y los recintos especiales cerrados. La calle y su trazado son elementos de extrema importancia.

Ésta tiene una trayectoria regular que, además de dar acceso a los edificios, es eje de perspectiva, unión y línea de valorización entre los elementos urbanos. La calle no es solamente una ruta funcional, se convierte en una trayectoria visual, ornamental, adecuada para los carruajes, y un organizador de efectos escénicos y estéticos.

La Zonificación de Funciones. El esquema adoptado de división de las actividades urbanas en zonas o áreas funcionales y homogéneas, para trabajar, para circular, para vivir, y para recrearse, es el principio rector del urbanismo moderno, que busca la máxima eficiencia de la ciudad como máquina para vivir.

El Suelo Libre. Este planteamiento declara que los edificios flotan o se posan sobre el suelo, resulta ser el más revolucionario de todos en la medida que borra las preexistencias propiamente urbanas: el régimen de propiedad, de funcionamiento y de accesibilidad propio de la ciudad. Se plantea la propiedad colectiva del suelo, como un suelo "libre", generando los mayores trastornos posteriores, en términos de funcionalidad, apropiación, operación, administración, mantención, etc

La Creación de Macro manzanas

Las grandes dimensiones de los programas habitacionales de 5.000 - 10.000 personas exigen como unidad de intervención grandes paños de terreno. Se adopta la creación de macro manzanas de 200 y 400 mts de extensión, que permitan abordar la magnitud del problema. Esta situación genera grandes distancias, de actividad mono funcional vivienda, de difícil apropiación, funcionamiento, cohesión y mantención por las comunidades involucradas, las empresas de servicios, y por los municipios correspondientes.

Las áreas verdes

Bajo el concepto del suelo libre, se establecen manchas o áreas verdes, en función de la localización de los bloques de viviendas. Las escalas y unidades tipológicas conocidas como Parques, plazas, paseos, u otros, se suplantán por “áreas verdes” sin medida, posición, jerarquía ni control, solamente obedeciendo a los principios generales de la zonificación de bloques.

La Separación del tráfico.

Las grandes distancias generadas por las macro manzanas, requerían también grandes soluciones: la separación entre áreas para vehículos y áreas específicas para peatones, si bien puede funcionar para ciertos contextos, - como centros urbanos – también incidió fuertemente en una ciudad para el automóvil. Esta concepción se utilizó masivamente en la construcción de las Ciudades Nuevas realizadas en París en la década de los 70, en las cuales se establecía la separación de flujos, por una placa o losa peatonal y debajo las redes y vías de servicios.

La Ruptura de la Calle.

Las calles se transforman en vías, diseñadas solamente con los criterios de flujos y velocidad de diseño por los ingenieros de transporte. Ya no se piensa más la calle como tejido urbano, como componente de la arquitectura, ni como espacio de intercambio, ni de encuentro social.

La Forma Abiertas.

Las nuevas tecnologías permiten plantear soluciones de gran tamaño: edificios de gran extensión y de formas abiertas y flexibles como cintas sobre el territorio, con miles de viviendas. Muchos de estos bloques gigantescos, o no se construyeron o terminan siendo invivibles y hoy día se demuelen.

La Separación entre Edificios.

El planteamiento de la escala e inserción urbana solamente desde la óptica de la vivienda como máquina para vivir, genera grandes paños de terreno de separación entre bloques de gran altura y extensión, de suelo libre, de aire, de luz, de asoleamiento y aireación. Pero también de muy difícil apropiación, funcionamiento, cohesión y mantención, por parte de los habitantes, que han terminado cerrando y privatizando estos espacios intermedios “ libres”.

La Conquista de la Altura

El desafío de otorgar vivienda en cantidad, masivamente permite desarrollar nuevas concepciones y nuevas tecnologías de estructura de pilotes, moldajes deslizantes, casas duplex, calles y patios aéreos, etc y cumplir con los postulados de más aire, sol, ventilación, luz para la vivienda.

El Edificio como Ciudad

El planteamiento de la máquina para vivir, concentra todos sus esfuerzos en la unidad de habitación, en sí misma. La incorporación de la calle al edificio, de programas externos a la vivienda como patios, centros de recreación, juegos y jardines infantiles, etc. Se olvida del suelo y su relación con el entorno.

La Gestión Fragmentaria.

El proceso de Parcelación y Construcción se realizan en un solo momento y bajo una sola gestión unitaria, y simultánea. Loteo, diseño y construcción y asignación. Esta situación, le otorga carácter imagen escala y cierta homogeneidad propia y reconocible a los conjuntos del Movimiento Moderno.

La Gran Escala como Nuevo Paisaje.



Desde la aplicación de los bloques de l'unité de Marseille, pasando por los planes urbanos de Rio de Janeiro, Buenos Aires, y Argel, con las intervenciones de edificios - ciudad, hasta la realización y construcción de Brasilia, se puede leer la misma concepción de inserción de las nuevas formas en el paisaje. De alguna manera la construcción de los bloques seriados de Brasilia y su estrecha relación con el vacío construido con sus espacios intermedios son una construcción de un Nuevo Paisaje, de una nueva escala, basado en la Gran Escala.

Por una parte está el anhelo - declarado por Le Corbusier - a partir de los conceptos de la higiene y de la salud pública, de romper con la ciudad tradicional, encerrada, sin aire, luz, ventilación ni espacio, promiscua, saturada e ineficiente.

Por otra parte está la práctica del desarrollo y proyecto de Vivienda o de las nuevas formas de habitar, centradas en sí mismas. Se realiza una búsqueda rigurosa y extrema para incorporar estos elementos - aire, luz, ventilación, espacio, a la nueva vivienda: habilitación de departamentos Duplex, con terrazas, la incorporación de la calle elevada y elementos públicos a las unidades de habitación, los elementos de ventilación, los parasoles o brisse soleil, la incorporación de elementos de recreación al interior de las unidades en patios verticales y azoteas, la elevación del Bloque sobre pilotes, etc.

De allí viene en parte la adopción de los esquemas de la Gran Escala, que se imponen sobre el paisaje, como un dato, sin mayor referencia ni consideración a las pre - existencias de trazados

cotas, masas verdes, o construcciones de valor, graficados y construidos después en los proyectos de supermanzanas, que superan la medida tradicional de 100 x 100, la construcción de los superblocs, de mas de 200 mts de extensión, las nuevas alturas posibles con las nuevas tecnologías, y las consecuencias conocidas de la división del tráfico cubiertas por las supercarreteras.

La construcción de un Nuevo Paisaje, se verifica sobretodo en la adopción de la Gran Escala de las obras y proyectos urbanos, formulados por Le Corbusier y sus seguidores del Movimiento Moderno: gran escala de las intervenciones, grandes paños de desarrollo, grandes problemas a solucionar, grandes cantidades de gente, grandes densidades a cubrir, grandes soluciones de transporte, grandes espacios abiertos o libres, grandes distancias para desplazarse, etc.

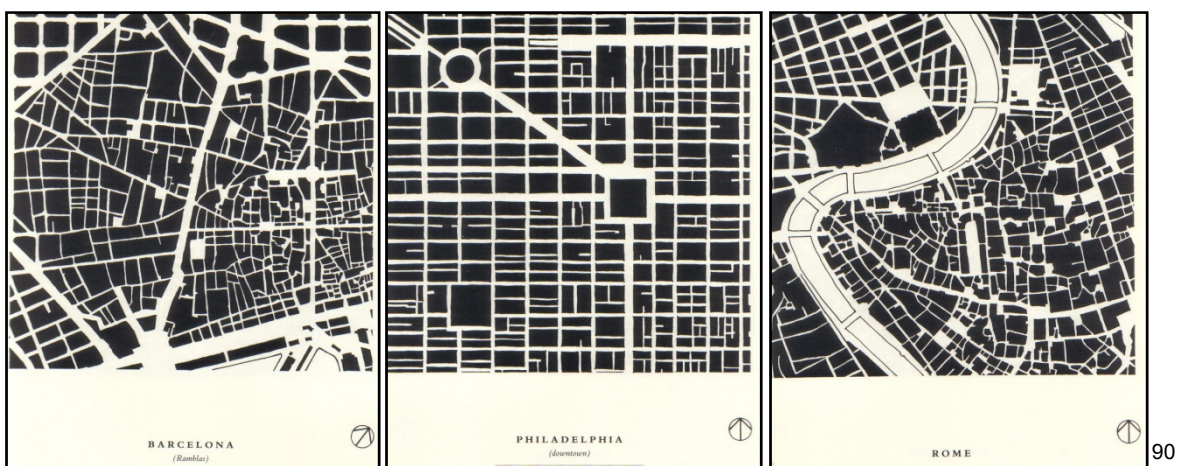
Esta adopción de la Gran Escala adquiere su fundamento y escenario en un momento propicio y especial, con las obras de reconstrucción de post guerra en Europa, y los cambios sociales de los años 60 en A latina, alimentados por las migraciones campo – ciudad. El Nuevo Paisaje, la Gran Escala, se construye con los objetos puestos libremente sobre el paisaje, que en primera instancia rompen con la altura pre existente, con las dimensiones y escala de los tejidos urbanos, a través de los bloques de vivienda en todas sus versiones. Esto derivara mas tarde en la multiplicación de la tipología edificatoria de torre y placa.

Como contraparte también derivaron desde esta Gran Escala, algunos de los principales problemas urbanos de hoy, también de Gran Escala como: la congestión vehicular, la contaminación, la pérdida de espacios verdes, la falta de arraigo, la pérdida de identidad, etc.

6.2.- Tramas y matrices urbanas

Para analizar las tramas o matrices urbanas más comunes, lo cual pueda determinar ciertas conclusiones útiles para la aplicación de conceptos ambientales de los modelos que se busca determinar, se clasifican las tramas urbanas en orgánicas y geométricas.

Esta clasificación coincide con la propuesta de la urbanista Ester Higuera, que en su libro *Urbanismo Bioclimático*⁸⁹, define que las ciudades en general a lo largo de la historia se han desarrollado de estas dos formas. Si bien existen muchas combinaciones lo cual dificulta una clasificación, en general estos extremos de tipologías urbanas definen la vialidad estructurante, los espacios públicos y la edificación. Con estas dos composiciones, surgen ciudades más geométricas y ortogonales, y otras orgánicas con una variedad de perspectivas que es difícil predecir, la cual se adapta a la topografía del lugar donde se emplaza.



Estas composiciones urbanas tienen características muy distintas. En las ciudades con una geometría **orgánica**, se expresa una tendencia a formas que se asimilan a la naturaleza, sobre todo a elementos con formas vegetales. Sin embargo esto no significa que no haya un orden, ya que “existen jerarquías de estructuras, simetrías axiales, formas circulares u ovaladas como elementos dominantes de la composición”⁹¹

Estas estructuras urbanas tienen formas singulares que las caracterizan, que en general se desarrollaron adaptándose a las condiciones topográficas de su entorno, como ríos, cerros y bosques entre otros elementos de la naturaleza.

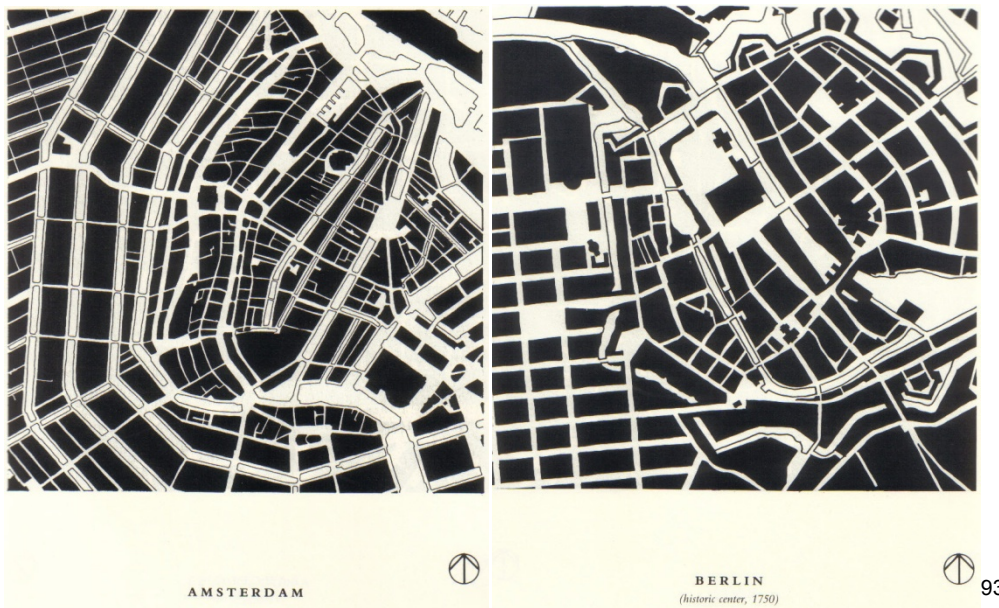
⁸⁹ Higuera, Ester. *Urbanismo Bioclimático*. Editorial Gustavo Gili 2006. Barcelona.

⁹⁰ Tramas urbanas históricas. Planta de las ciudades de Barcelona, Philadelphia y Roma

⁹¹ Higuera, Ester. OC. Pg. 25

Los primeros asentamientos humanos tenían una organización orgánica, (Avebury, Ggantija, Stonehenge, entre otras), en las ciudades sumerias (Ur, Korsabad, Erbil), en las ciudades de la edad de bronce (Hattusa, Micenas, Knosos), en las medievales árabes, cristianas, o hispanomusulmanas como Madrid, Córdoba, Granada, Burgos y Vitoria entre otras.⁹²

En las ciudades orgánicas en general las calles siguen las curvas de los niveles topográficos, son sinuosas y estrechas. Las manzanas o parcelaciones que se generan son de formas trapezoidales, de variadas dimensiones. Es frecuente que en estas disposiciones se de alta densidad con altura medio alta, con pocos espacios públicos y aéreas verdes en las zonas perimetrales.



Ciudades históricas como Amsterdam o Berlín, de claro crecimiento orgánico en sus centros históricos, ejemplifican la tendencia de la ciudad orgánica, con una estructura urbana poco jerarquizada, de escasos espacios públicos a excepción de los centros políticos o religiosos. Existe poca presencia de vegetación, y en las calles se desarrolla un carácter de sorpresa y una visión seriada en las perspectivas.

“El metabolismo arquitectónico cambiaba constantemente la apariencia del paisaje urbano, que era mantenido por el esqueleto más rígido de las murallas y las calles”⁹⁴.

⁹² Higuera, Ester. OC. Pg. 26

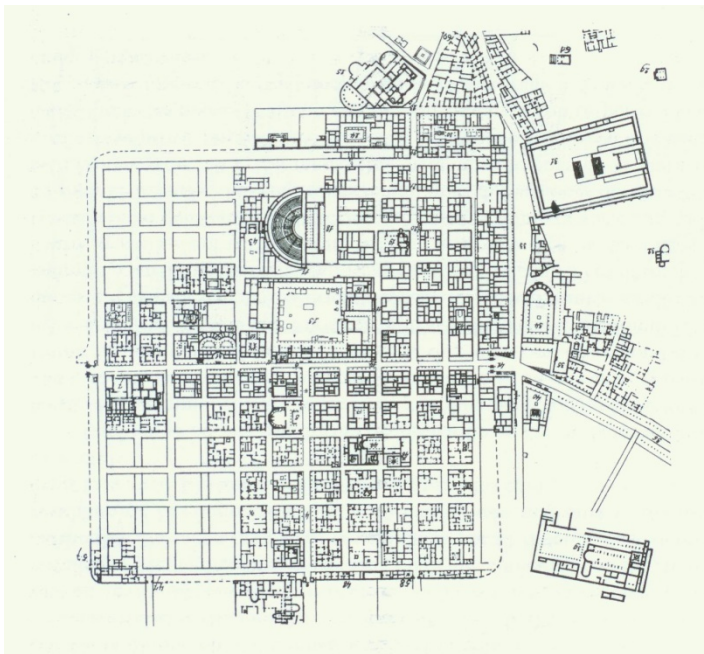
⁹³ Tramas urbanas históricas de las ciudades de Ámsterdam y Berlín.

⁹⁴ Mumford, Lewis. *La cultura de las ciudades*, Editorial Emecé, Buenos Aires. 1968. Título original, *The Culture of Cities*, ca, 1938.

En estas ciudades aparece una zona más orgánica en los espacios residenciales, y un tanto más geométrica en las zonas de poder.⁹⁵ La densificación de las manzanas produce un aumento de la altura en la edificación, que hace imposible disponer de buenas condiciones de soleamiento y ventilación.

Desde la óptica bioclimática, estas configuraciones orgánicas de las urbes no considera los aspectos solares, en su estructura viaria, solo se adapta a la topografía del terreno. Se orienta a cualquier eje cardinal.

La ciudad con un trazado **Geométrico**, se caracteriza por una geometría rectilínea, ajena a cualquier trazado natural, que conforma vías jerarquizadas con manzanas y parcelas de forma geométrica (cuadradas, rectangulares, semicirculares, etc) La presencia del orden geométrico aparece en las ciudades egipcias, griegas (Delfos, Mileto, rodas, Pergamo, Olinto o Priene), y sobre todo en las romanas (Pompeya, Timgad, Tarragona, Zaragoza, Merida entre otras).⁹⁶



97

También se identifican en las culturas precolombinas, como las Mayas, Aztecas e Incas. Luego aparecen en las fundaciones de ciudades hispanoamericanas, como Lima, Santiago de Chile, Buenos Aires, y en Norte América con ciudades como Filadelfia y Manhattam entre otras. Además se identifica este orden geométrico en ciudades fortificadas, renacentistas y barrocas (Versalles, Bruselas, Washington), y en ciudades neoclásicas (Viena, San Petersburgo, Bath). Por último destaca la trama orgánica en los ensanches Europeos, como el desarrollado por Idelfonso Cerda para Barcelona.

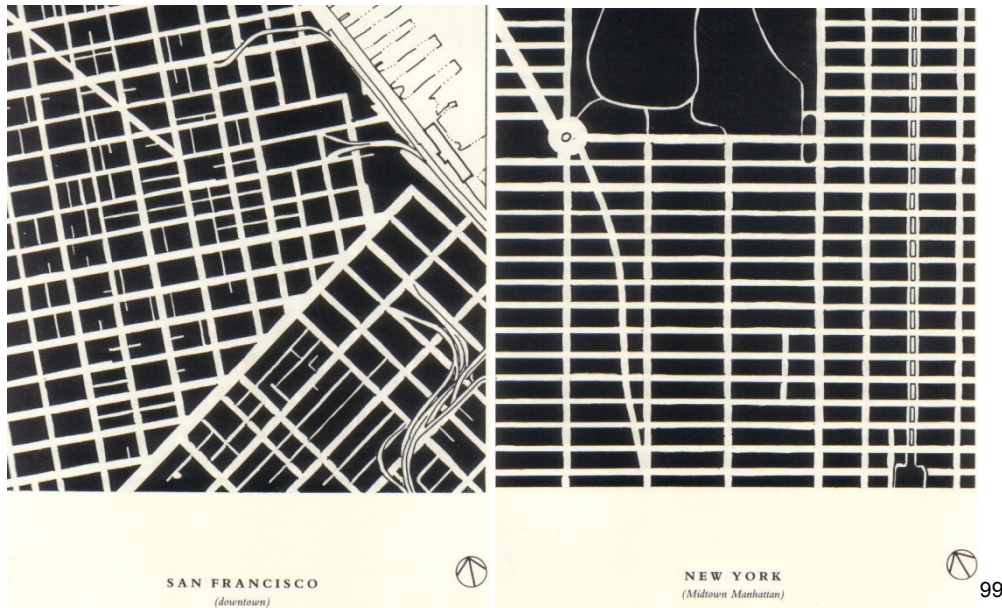
⁹⁵ Higuera, Ester. OC. Pg. 28

⁹⁶ Ibid.

⁹⁷ Imagen en Planta de la ciudad histórica de Timgad.

En las urbes geométricas el trazado de la retícula generalmente es rectangular, sobre un territorio plano y de poca pendiente. Cuando existen accidentes geomorfológicos, los ignoran, convirtiéndolos en un nuevo orden sobre el territorio.

En la mayoría de estas ciudades la estructura urbana viaria se encuentra jerarquizada con un viario principal de mayor sección y otras calles secundarias y locales⁹⁸ Contiene importantes espacio públicos, con frecuentes plazas configuradas sobre la misma estructura principal del asentamiento. Además hay otros espacios públicos de menor jerarquía subordinados al espacio central.



En general la retícula se orienta según los cuatro ejes cardinales, norte, sur, este y oeste, dando edificaciones con el 25% de las fachadas a cada orientación. A veces no se considera el clima y latitud, tema clave para ver el acceso de energía en cada fachada de la edificación. Pocas ciudades se orientan con la retícula girada al sur este (en hemisferio norte), como recomendaba Olgyay para el clima templado. El factor de orientación para muchas ciudades estaba relacionado a aspectos místicos y religiosos del movimiento del sol.¹⁰⁰

En Delfos, (templo Griego, santuario de Apolo, en 400 ac.) se aprecia el principio de empatía con el lugar, el *genius locci*, una arquitectura integrada con el espacio natural, a través de perspectivas visuales en los accesos. El paradigma de la ciudad geométrica fue Mileto, cuyo trazado incluso llegó a conocerse como trazado hipodámico, por su artífice Hipodamos de Mileto. Se planteó una cuadrícula con manzanas de 30 x 53 metros, con un total de 400 unidades para unos 10.000 habitantes.¹⁰¹

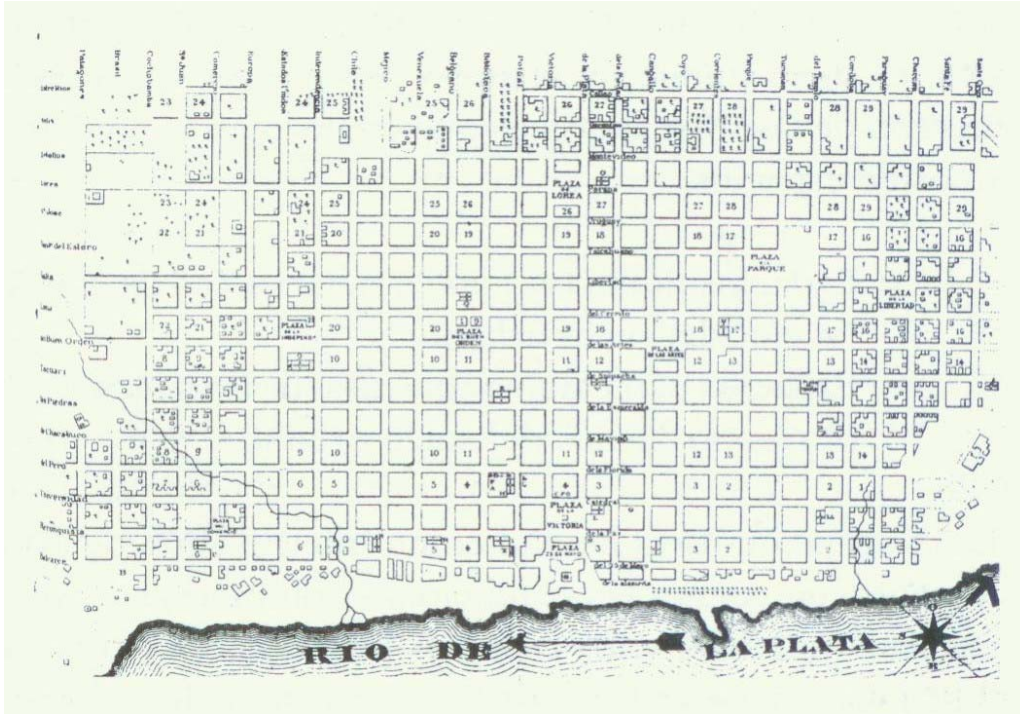
⁹⁸ Higuera, Ester. OC. Pg. 31

⁹⁹ Tramas urbanas históricas de las ciudades de San Francisco y Nueva York

¹⁰⁰ Higuera, Ester. OC. Pg. 32

¹⁰¹ Ibid.

En nuestra realidad latino americana, se produjo una fundación sistemática de nuevas ciudades en la época de la colonia española en América, con una retícula cuadrada simple, en claro contraste de las estructuras geométricas de la ciudad medieval cristiana de la misma época. Su simplicidad de trazado y la facilidad en el reparto y crecimiento fueron tal vez los argumentos principales para su generalización desde las latitudes más calurosas a las más frías.¹⁰²



103

Para la presente investigación, el énfasis de esta comparación entre la ciudad orgánica y la geométrica radica en determinar la diferencia que existe en el trazado urbano a nivel de orientaciones de la vialidad, la cual tendrá directa relación en la posterior parcelación y luego con la edificación. Escapa al ámbito de la investigación la relación de estas soluciones urbanas con todos los otros factores de la ciudad, que van desde las relaciones sociales, aspectos del transporte o la configuración de los espacios públicos, ya que existen demasiadas variables que habría que incluir.

En este sentido, concentrándonos en la distribución heliotérmica de la estructura de la infraestructura urbana (vialidad principal y secundaria), no existen ejemplos de ciudades contemporáneas que hayan planificado su distribución urbana acorde a una planificación bioclimática integral, es decir considerando todos los aspectos que definimos en la primera etapa de este trabajo. Tal vez ciudad de la Plata, en Argentina, podría ser un buen ejemplo a estudiar, el cual tiene estrategias de orientación de su trama similares al Eixample de Barcelona (45° norte).

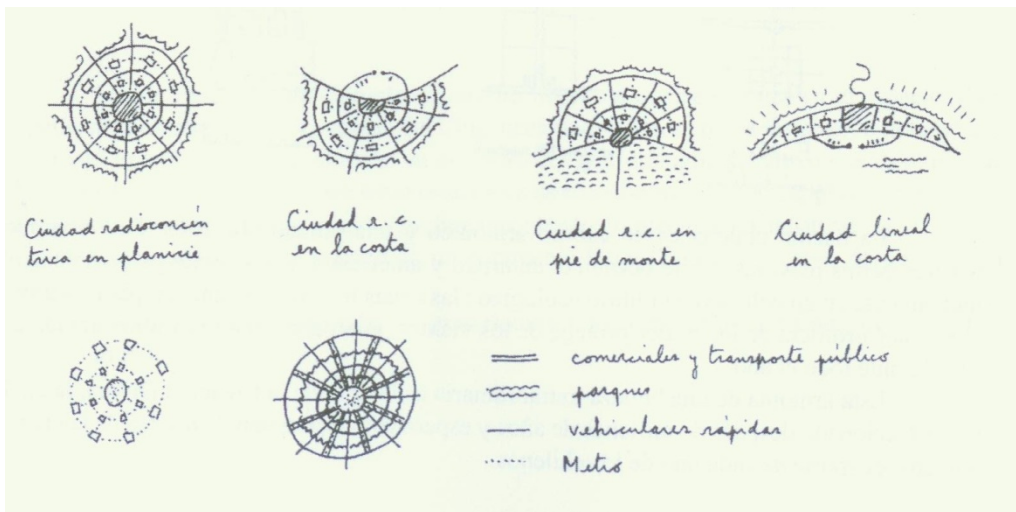
¹⁰² Higuera, Ester. OC. Pg. 32

¹⁰³ Imagen en Planta de la ciudad de Buenos Aires

En las ciudades de Chile, las tramas urbanas a lo largo de la historia han ido variando, pero todas tienen su origen en un primer trazado ortogonal, el cual luego se va ampliando de forma concéntrica a través de redes viales que consolidan nuevos barrios de conjuntos habitacionales o zonas industriales.

Dado que el territorio de Chile es complejo, hay ciudades en la costa que son lineales, otras en valles transversales que tienen formas orgánicas entre sus quebradas, y en los valles centrales las ciudades en general son más extensas.

El arquitecto y urbanista Raúl Irarrázaval¹⁰⁴ grafico de gran manera en esquemas la situación de algunas ciudades de Chile. Como referentes urbanos, analizó el orden espacial de Roma de las ciudades Mediterráneas, el orden de las Leyes de Indias en América, y el orden de los incas en los Andes. Para la ciudad de Santiago los antecedentes de los planes de Vicuña Mackenna, de Brunner y el Plan Intercomunal de Santiago de 1960.



105

Definió que en términos generales la ciudad tiene un orden radio concéntrico lineal a escala mayor, y un orden rectangular a escala menor. La ciudad tiene una red de centros sociales, una red de vías diferenciadas, un perfil ordenado y una gradación de espacios desde el centro, la comuna o sector hasta el hogar familiar.

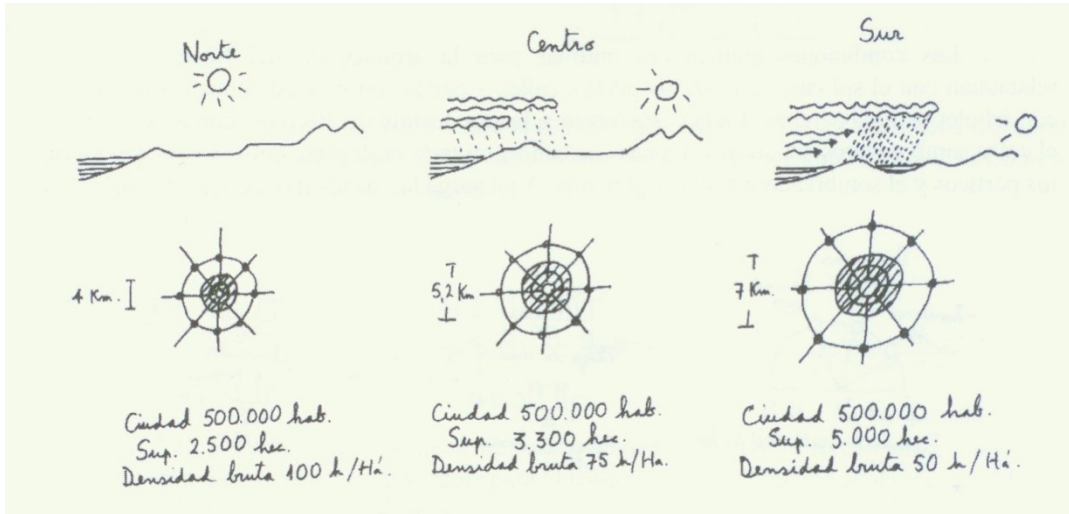
El objeto de esta gradación es la de poder humanizar la vida de la ciudad y el campo, lo definió como un traspaso de uno a otro, fortaleciendo además la vida social en torno a plazas y espacios comunes. En el campo también tendría un orden radio concéntrico a escala mayor, gracias a las nuevas técnicas de riego. Los pueblos, conjuntos y casa rurales tienen en general un orden rectangular, que es más simple de materializar¹⁰⁶

¹⁰⁴ Irarrázaval Covarrubias, Raúl. Arquitecto y Académico de la Universidad Católica de Chile. Textos e imágenes del libro *Hacer Ciudad*, del Centro Chileno de Urbanismo, 2004.

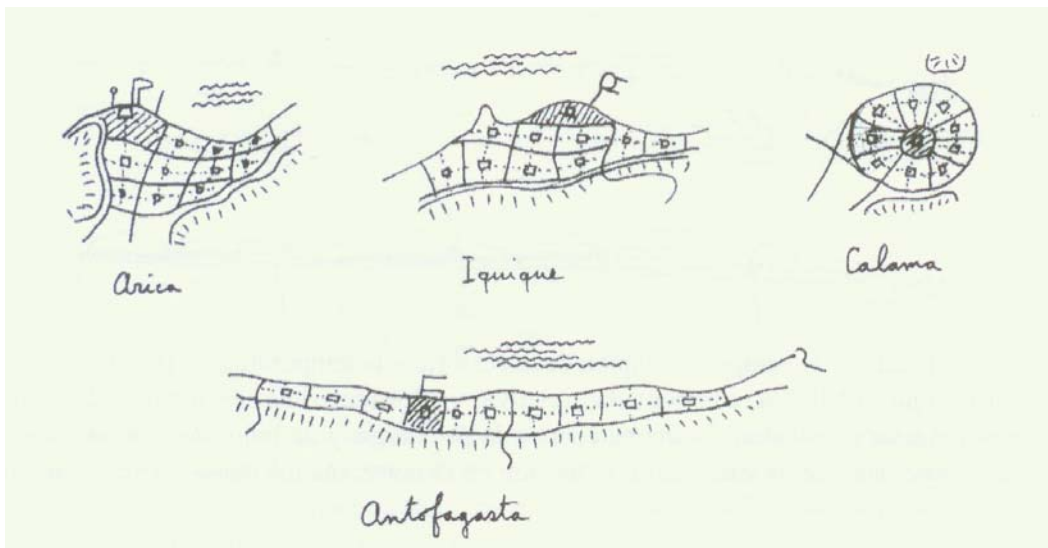
¹⁰⁵ Esquemas de organización urbana. Irarrázaval Covarrubias, Raúl. O.C

¹⁰⁶ Irarrázaval Covarrubias, Raúl. *Hacer Ciudad*. O.C

El análisis urbano y su relación con el extenso clima de Chile, llevo a este profesional a esquematizar la diversidad de situaciones urbanas de las principales ciudades. Definió que la densidad promedio baja a medida que las ciudades tienen más lluvia y menos acceso a sol.



En el norte de Chile una ciudad promedio de 500.000 habitantes tendría una densidad de 100 hab/ha, el doble que en una ciudad del sur del país con la misma población. Esto haría que las ciudades fueran más extensas en el sur, y más densas en el norte. Este análisis tiene coherencia con lo analizado en el capítulo 5.3, y los conceptos ya expuestos hace años por Victor Olgay.

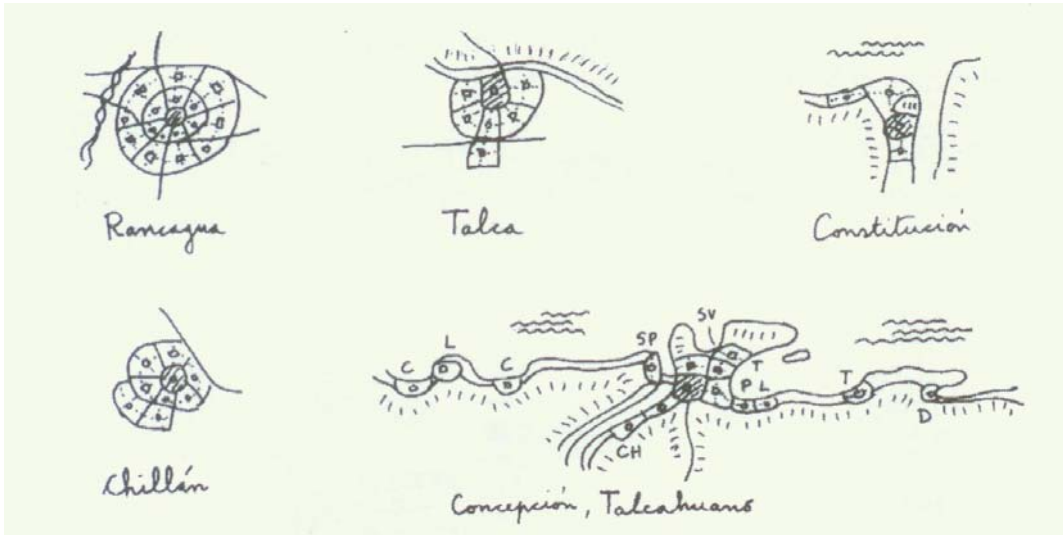


107

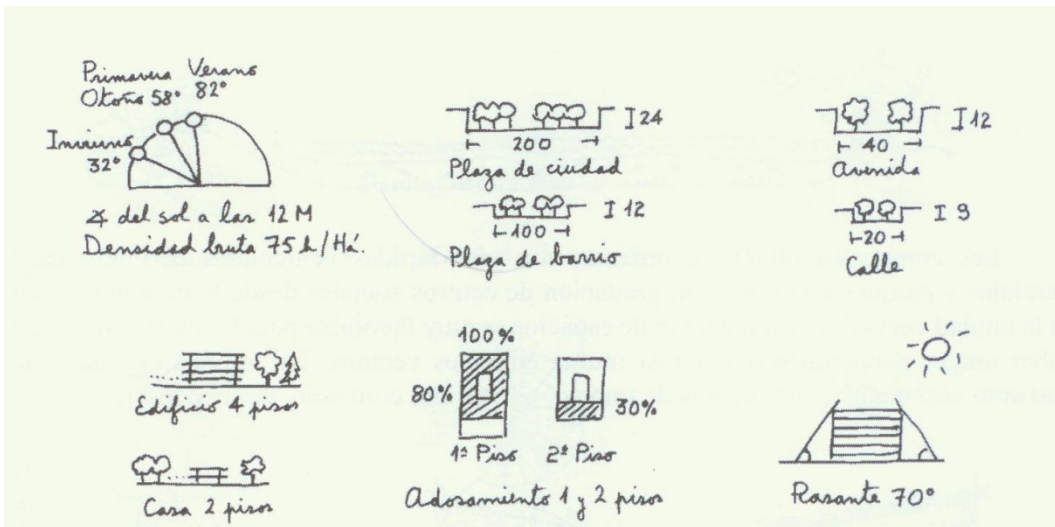
Las ciudades del norte costero se configuran lineales, entre el océano pacifico y los acantilados del desierto de Atacama. Copiapó y Calama en tanto serian concéntricas, debido a su condición de mediterraneidad.

¹⁰⁷ Irarrázaval Covarrubias, Raúl. *Hacer Ciudad*. O.C

En el centro del País la ciudades de Santiago y Rancagua también serian de forma semicirculares, desde un centro ortogonal pasarían a consolidarse con radios concéntricos que muestran una imagen más orgánica de su crecimiento.



En el sur del país las ciudades son mas dispersas y extensas, consolidándose desde un centro urbano geométrico, plaza de armas, hacia los valles o ríos que convergen en cada situación geográfica particular. El análisis de las condiciones climáticas incluye a veces el acceso al sol, para climatizar de forma pasiva las viviendas. Existe una proporción variable en avenidas principales y calles secundarias, así como en la forma de ocupar el suelo en las distintas parcelas.

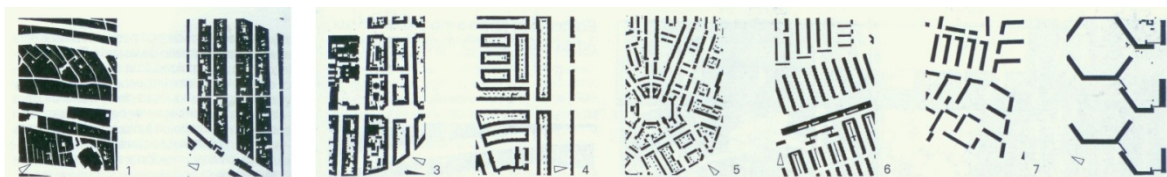


108

¹⁰⁸ Irarrázaval Covarrubias, Raúl. *Hacer Ciudad*. O.C

6.3.- Las formas de habitar y la densidad habitacional

Para bajar la escala de análisis del estudio, y concentrarnos en la definición de estructuras urbanas residenciales, analizaremos el caso particular de la ciudad de Ámsterdam, la cual contiene a lo largo de su historia muchos de los modelos urbanos habitacionales que son utilizados hoy en día, y que son centrales para la presente investigación.



109

La imagen de la evolución tipológica de los modelos habitacionales de Ámsterdam, refleja una relación con los modelos históricos de crecimiento analizados en los capítulos anteriores. En la primera época de la ciudad, el modelo era orgánico, adosándose a los canales y la geografía del terreno. Con el paso del tiempo, ya a comienzos del siglo 20, la geometría representa los conceptos que traía el movimiento moderno, reflejándose en los modelos residenciales de toda la periferia de la capital Holandesa.

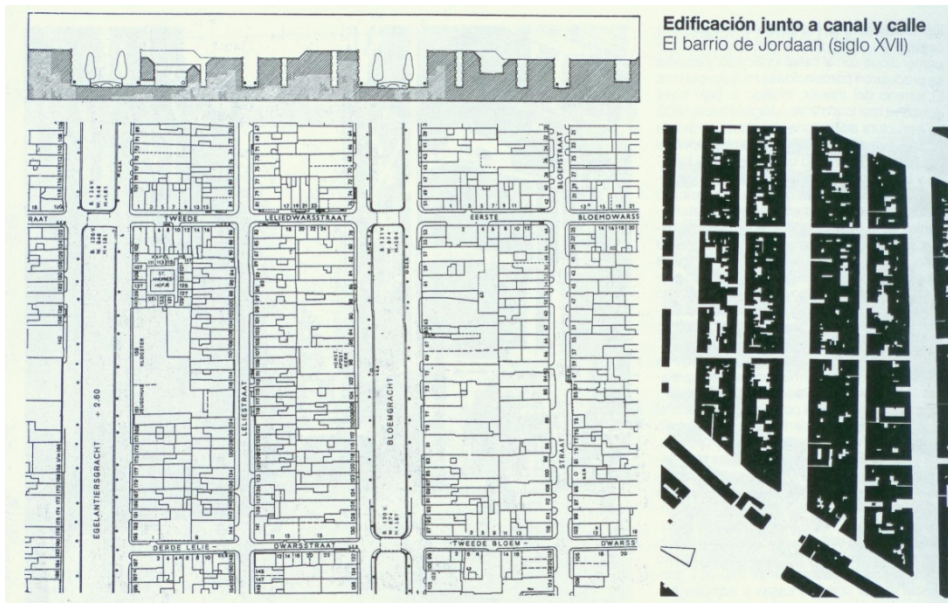
En el siglo 13 (1270) los primeros asentamientos de la ciudad a orillas del río Amstel, se desarrollaban paralelo al río y sus diques.



¹⁰⁹ Estructuras residenciales a través de la historia. El ejemplo de Ámsterdam. Kirshenmann, Jorg. *Vivienda y Espacio Público. Rehabilitación urbana y crecimiento de la ciudad*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1985.

La estructura urbana histórica de esa época se creó como una transformación de casas aisladas de gran tamaño cerca de los canales, a viviendas pareadas de menores dimensiones, las cuales tenían grandes patios traseros. Los espacios exteriores eran ampliaciones necesarias de la casa, “la vida cotidiana se exteriorizaba públicamente en sus interrelaciones y manifestaciones sociales, y se cristalizaba en los espacios urbanos de las calles”.¹¹⁰

En el siglo XVII la ciudad ya tenía más de 200.000 habitantes, y se edificaron todos los perímetros de los canales, con vivienda continua, la cual se caracteriza por tener pocos metros de frente, y una profundidad bastante mayor.



En particular, el barrio de Jordaan se caracteriza por tener en planta baja un uso mixto. Las casas, generalmente de cuatro plantas de altura tienen pequeños anexos laterales, edificando traseros o cobertizos para la lluvia que no dejan en los interiores de las manzanas espacio libre, lo cual dificulta la iluminación natural y la ventilación.

Luego vinieron las edificaciones de casas de inquilinos en calles principales y secundarias, caracterizadas en el Barrio de Oostepark, a finales del siglo XIX. En esta época se realizó el ensanche urbano de la ciudad, con una cuadrícula más ortogonal, es decir con un modelo geométrico de crecimiento de la ciudad, y no orgánico como había sido en los siglos anteriores al adosarse a los canales que se desarrollaban en la ciudad.

¹¹⁰ . Kirshenmann, Jorg. Vivienda y Espacio Público. Rehabilitación urbana y crecimiento de la ciudad. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1985.

Se construyeron viviendas económicas en edificios de hasta 6 niveles, continuando con la tipología de fachada continua. Estas viviendas a menudo se orientaban hacia la calle o el patio solamente, sin una planificación bioclimática que ayudara al ingreso del sol, elemento vital en esa latitud y con ese clima en particular. En general se presentaba una alta densidad de viviendas por hectárea.

Las calles principales y secundarias formaban la trama de acceso a los edificios de cuatro a seis plantas, ordenadas por parcelas, generando edificaciones cerradas de exterior de manzana. “Las profundidades de manzana varían y estas están edificadas tanto más en el interior, cuanto más céntricas”.¹¹¹



112

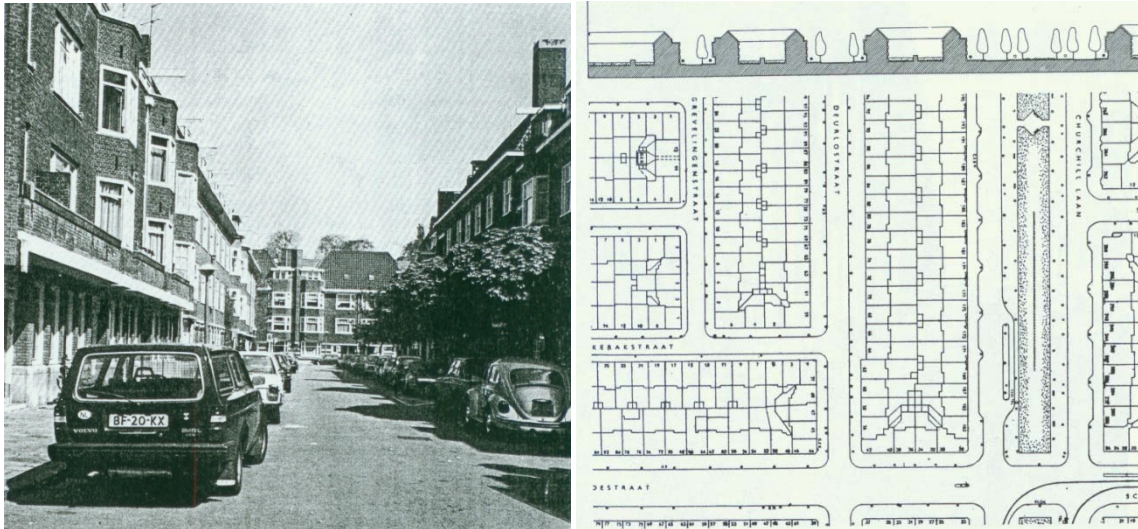
Después del trazado de las calles, el urbanismo pasó a ser igual que en el barrio de Jordaan, es decir tarea de los promotores privados. Sobre los solares de 6 metros de ancho promedio se construían casas plurifamiliares de 12 a 15 metros de profundidad. Todas las viviendas tenían acceso desde las calles, por lo cual no había viviendas al interior de las manzanas. No existía una planificación con respecto al recorrido solar, y tampoco mayores concepciones técnicas para la ventilación natural de las viviendas.

Hoy en día este barrio es para los obreros, y se ha convertido en distrito para habitantes de escasos recursos. Se configuran viviendas en la parte alta de los edificios, y pequeños negocios y comercios en las planta baja, lo cual ha traído serios problemas con el estacionamientos de vehículos. Predomina el concepto de espacio público en la calle, y espacio privado para los habitantes en los departamentos, y en algunas zonas interiores de las manzanas, concepto muy utilizado en todos los densos ensanches europeos.

¹¹¹ Kirshenmann, Jorg. Vivienda y Espacio Público. Rehabilitación urbana y crecimiento de la ciudad. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1985.

¹¹² Imágenes de Ámsterdam.

En pleno siglo XX, la planificación urbana configura grandes avenidas que se complementan con proyectos inmobiliarios de gran tamaño, a modo de pequeños ensanches. El barrio Rivieren de 1920 configura barrios cerrados que son parte de una concepción urbanística global. Como regla general, las calles en el interior de un cuadrado no desembocan en una calle principal. Mueren frente a manzanas transversales y forman por tanto espacios viarios limitados.



113

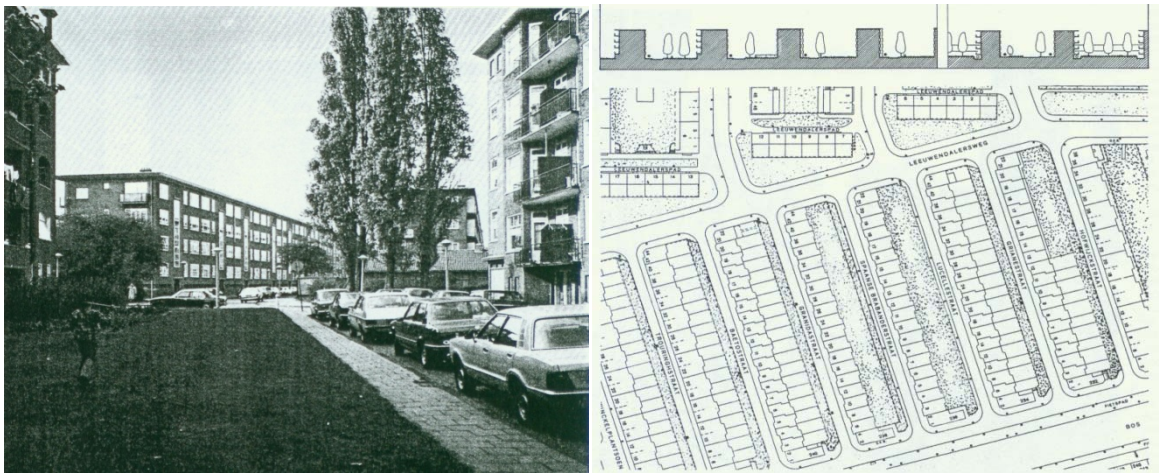
Si bien los barrios contienen una nueva mirada urbana, con calles y plazas públicas de diversas proporciones, tampoco había una concepción sustentable para la orientación de las viviendas, y la subdivisión obedecía a una homogénea subdivisión de los predios. La forma de habitar era con viviendas pareadas de menor altura que en épocas anteriores, pero continuaba la fachada continua lo que dificultaba el acceso a luz natural.

A pesar de la homogeneidad de la manzana, la calle estaba marcada por variedad de elementos arquitectónicos de la fachada de la vivienda, con puertas rehundidas, miradores en plantas altas, formas particulares de cubiertas y aleros para la lluvia, lo cual se complementaba con las anchas aceras de árboles, y espacio suficiente para aparcar automóviles en ambos sentidos de la calle. En cada casa había dos viviendas, una baja con jardín privado, y una alta con balcón hacia la zona interior.

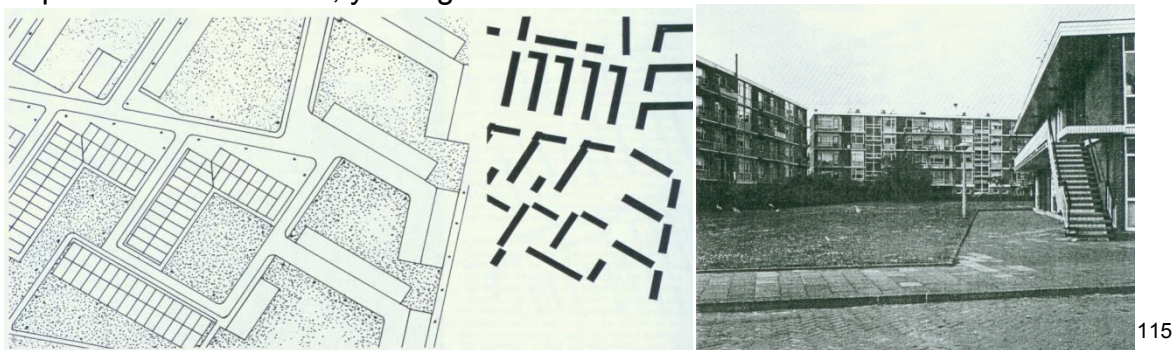
¹¹³ Imágenes del barrio Rivieren, Ámsterdam

En la época de 1930 ya la configuración de los conjuntos habitacionales contenía las primeras concepciones de la arquitectura moderna, analizados en el capítulo 6.1. Los espacios libres entre los grandes conjuntos de viviendas comienzan a dar mejores condiciones de habitabilidad, pero comienzan otros problemas urbanos asociados a los espacios residuales generados en torno a edificios de gran escala.

El Bloque residencial de cuatro plantas demostraba en esa época ser el tipo de edificación más económico para viviendas tipificadas. “La construcción con este criterio económico hizo que la edificación residencial perdiera la planta baja, y con ella la zona más importante que da carácter al espacio de la calle”.¹¹⁴



En los años 50 los principios del CIAM ya estaban arraigados en la nueva propuesta de urbanismo, considerando como principio fundamental la disponibilidad del suelo, y la regulación del tráfico como un medio.

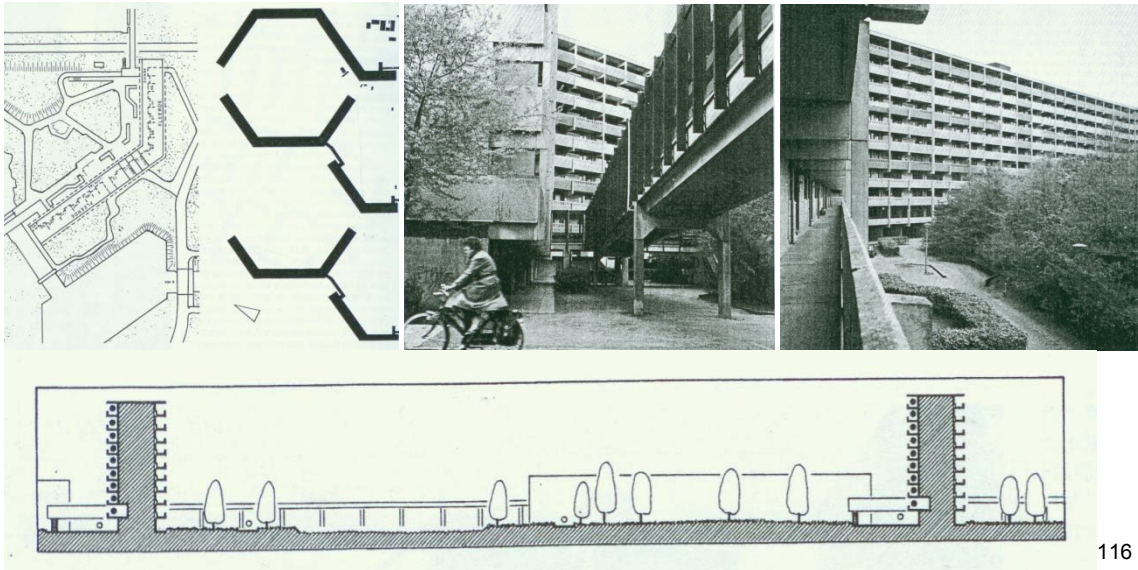


De esta forma, a lo largo de los siglos la concepción urbana cambio radicalmente, pasando de una propuesta de urbanismo denso y compacto, a una propuesta urbana más extensa, difusa, a base de proyectos habitacionales en grandes

¹¹⁴ Kirshenmann, Jorg. Vivienda y Espacio Público. Rehabilitación urbana y crecimiento de la ciudad. O.C

¹¹⁵ Imágenes de barrios históricos de Ámsterdam. Geuzenveld, año 1950.

superficies de territorio, las cuales se sustentaban teórica y técnicamente en los principios del movimiento moderno.



116

En los años 70 en Ámsterdam se construyeron viviendas tipo Drive in, en macrolotes, que tenían una fusión entre vivienda y garaje de automóviles. En el barrio de Bijlmermeer se construyeron grupos de bloques de viviendas de diez plantas con forma de aspas molino alrededor de un garaje central. La macroestructura seguía una línea de hexágonos, que generaba diversas orientaciones para las viviendas. No había un estudio acabado de los aspectos bioclimáticos.

¹¹⁶ Viviendas "Drive in" en macro estructuras, Bijlmermeer. Ámsterdam 1970.



¹¹⁷ Proyecto Habitacional en Ámsterdam, año 2004

Formas de habitar; Definición de soluciones arquitectónicas por densidad habitacional

La forma más común de habitar en Europa en general, es a través de estos modelos de edificación.

Formalizaciones

Modelos de formalizaciones de habitar urbano.

Índice de clasificación de los proyectos según la forma adoptada.

M1 = Casas, Aisladas o pareadas
(Houses)

M2 = Bloques, Alineados en L o U
(Blocks)

M3 = Manzanas o Cuadras Urbanas, cerradas o abiertas
(City Blocks)

M4 = Edificios en altura, aislados o en conjuntos
(High Rise Building)

El número de viviendas que ocupa un recuadro de terreno de 100 metros por 100 metros, suele variar en las ciudades europeas de 25 a 100. Una urbanización con parcelas de 1000 m² tendría 10 viv/hectárea. La densidad media de Los Ángeles es 15, y lo recomendable para que exista transporte público (autobús) es 25.

Las nuevas directrices para el planeamiento en Inglaterra, según el PPG3 (pg 42), estipulan que 30 viv/hectárea debiera ser el mínimo para los nuevos asentamientos. La densidad media de Londres es 42, y para que exista servicio de tranvía se requiere 60.

La densidad media de los centros urbanos Europeos es de 93 viviendas por hectárea. El desarrollo del Singapur de los años setenta estaba en 250, y el actual de la región de Kowloon en China, en 1250 viviendas por hectárea.

El concepto de Densidad

La densidad define el número de personas que ocupan un área de terreno y puede expresarse mediante la relación entre el número de viviendas, estancias habitables, o personas por hectárea.¹¹⁸

¹¹⁸ Density book., Nueva vivienda colectiva. A + T Ediciones. 2007

Viviendas por hectárea

En los planes urbanos se calcula por densidad residencial bruta. Refleja el número de viviendas totales en un área extensa, que incluye el sistema de viales, espacios públicos, equipamientos y otros usos relacionados. La densidad residencial bruta es variable dependiendo de la extensión del suelo no residencial incluido.

La densidad residencial neta se refiere al área de cada parcela definida por los viales perimetrales. Incluye el área estricta ocupada por los servicios y otros usos anexos a las viviendas, como pequeños espacios libres, locales de uso comunitario y usos comerciales de oficinas en el interior de la parcela.

La densidad residencial neta es un valor que define de forma más ajustada la ocupación y permite una comparación más precisa entre las distintas propuestas urbanas.

Categorías de Densidad Habitacional

-50 viv/hectárea

Desarrollo urbano de baja densidad, asociado con formas de vida suburbana. Los planes holandeses del programa Vinex representan bien esta proporción. No llegan a 40 viv por hectáreas y el uso predominante es 95% residencial.

50 – 100 viv/hectárea

Zonas urbanas de baja densidad, mezcla de usos que caracterizan las actividades urbanas.

100 – 200 viv/hectárea

Zonas urbanas de densidad media, áreas urbanas consolidadas con bloques independientes y generosos espacios libres. También existen con actuaciones sobre tejido histórico.

200 – 300 viv/hectárea

Zonas urbanas de densidad alta. La centralidad exige densidad. No solo en centros urbanos consolidados, sino que nuevos nodos que surgen en torno a las infraestructuras del transporte.

+ 300 viv/hectárea

Zonas urbanas de densidad elevada. Nueva forma de abordar la verticalidad de la vivienda, con edificios y torres.

Densidad Habitacional

Otras definiciones de densidad.

“Restringir la preocupación por la densidad al número de viviendas por hectáreas es un reduccionismo que perjudica cualquier análisis, no es la densidad física el parámetro más importante en la vida de la ciudad sostenible, sino la densidad de las actividades que genera el entorno construido”.

“La vivienda colectiva sigue siendo el principal elemento de la ciudad compacta, por eso nos referimos a proyectos de vivienda como elementos arquitectónicos principales, pero la densidad urbana compone también equipamientos, oficinas de oficinas, comercios, y otros nodos en los que se produce el encuentro y la relación entre los ciudadanos”¹¹⁹

Análisis en Terreno

En la segunda etapa de esta investigación se definirán las forma más comunes de habitar en Chile, pues a diferencia de los modelos Europeos, existe la vivienda social aislada o pareada, dentro de un concepto de baja densidad. Estos estudios serán aplicados en los modelos de las cuatro zonas climáticas elegidas. Ver propuesta capítulo 9.1.

¹¹⁹ D Book, Density Data Diagrams Dwellings. Fernández, Mozas, Arpas. A+ T Ediciones, España 2007.

6.4.- Fachadas urbanas y sistemas viarios

A modo de complementar la mirada de la sustentabilidad urbana en el trazado de la ciudad, se presentan un conjunto de recomendaciones para condicionar el planeamiento urbanístico desde la perspectiva energética.

La selección de estas recomendaciones se ha realizado con el fin de llegar a incluir la eficiencia energética, junto con aquellas consideraciones que conduzcan a una verdadera estructuración ambiental del territorio.



120

Para la inclusión de las medidas a considerar a lo largo del planeamiento se toma como base, o hilo conductor, lo que sería un procedimiento genérico de planeamiento urbanístico: desde la consideración del lugar hasta el proyecto de urbanización. Con esta aproximación se han estructurado las recomendaciones en los siguientes grandes capítulos:¹²¹

1. Modelos y usos urbanos: análisis del lugar
2. Distribución de las zonas edificables y los espacios libres
3. Trazado de viales, forma y tamaño del lugar
4. Parcelación
5. El sistema viario: estudio de tráfico
6. Las redes de servicios
7. Posición de la edificación y separaciones entre edificios
8. Forma del edificio
9. La urbanización, la vegetación urbana y las zonas verdes

Para cada una de estos capítulos se establece inicialmente el objetivo a perseguir y posteriormente se enumeran y describen las medidas que pueden acercarnos a dicho objetivo.

¹²⁰ Guía del Planeamiento Urbanístico Energéticamente Eficiente. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2000

¹²¹ Ibid.

En lo referente a los sistemas viarios, el trazado de calles y parcelas se realiza en relación con la topografía y condicionantes del lugar pero sin que comprometa la mejor orientación de los edificios, con el objetivo de reducir las necesidades energéticas futuras de la edificación tanto en invierno como en verano.

Medidas:

Trazado de calles y captación y control solar: La orientación sur de la edificación, en el hemisferio norte, es la que mejor comportamiento energético consigue en invierno y en verano, por cuanto los aportes por radiación son máximos en invierno mínimos en verano.

A ello se le suma la facilidad por conseguir la protección solar mediante pequeños aleros en orientación sur (se considera fachada sur, en términos de eficiencia energética desde -30° sur a $+30^\circ$).

En la orientación de viales N-S la solución, energéticamente eficiente, pasaría por tipologías de edificación no convencionales, lo cual no es siempre posible (ver conclusiones Proyecto HIADES del Institut Cerdà). Las superficies con mayor captación solar en invierno son las fachadas Sur, con mucha diferencia respecto a otras orientaciones de fachada.

Las superficies con mayor captación en verano son las cubiertas, seguidas de las fachadas Este y Oeste, como puede comprobarse en la siguiente tabla.

LAT 40° N	Orientación de los cerramientos					
	Horizontal	Sur	SE/SO	E/o	NE/NO	Norte
Enero	7,20	16,63	11,97	5,18	1,29	1,20
Febrero	11,14	16,59	13,11	7,29	2,29	1,65
Marzo	15,59	14,12	13,44	9,80	4,30	2,28
Abril	19,63	9,97	12,23	11,37	6,67	3,12
Mayo	22,10	7,26	10,89	11,96	8,29	4,14
Junio	22,87	6,34	10,27	12,24	9,12	4,93
Julio	21,91	7,08	10,68	11,86	8,37	4,30
Agosto	19,28	9,61	11,86	11,12	6,69	3,28
Septiembre	15,06	13,71	12,91	9,38	4,24	2,36
Octubre	10,91	15,97	12,59	7,08	2,30	1,69
Noviembre	7,20	16,28	11,74	5,14	1,34	1,24
Diciembre	5,75	15,12	11,26	4,38	1,05	1,00

Estos serian los valores relativos de ganancias solares disponibles a través de un vidrio sencillo orientado según se indica ("Architecture solar passive pour la region mediterranéenne", CENTRE COMMUN DE RECHERCHE, COMMISSION EUROPÉENNE, Bruxelles 1995). En blanco se muestra la orientación vertical que recibe mayores ganancias solares.

Trazado de calles y control del viento:

Si el trazado de calles y la posición de la edificación tiene en consideración el mantener los flujos naturales de aire frío, durante el día y la noche, en función de la orientación del valle, la situación del mar, etc., asegurar aún así la correcta ventilación natural en verano.

Evitando alinear las vías con las direcciones predominantes, rompiendo la regularidad de las alineaciones, evitando los edificios singularmente altos, etc. se pueden controlar regímenes de vientos nocivos.

Trazado de viales y control de la contaminación acústica:

La posición de la edificación también repercute en el control de la contaminación acústica. Este factor está íntimamente ligado, además de a las inmediatas consideraciones de confort, a que se utilice la ventilación natural como mecanismo de refrigeración pasivo.



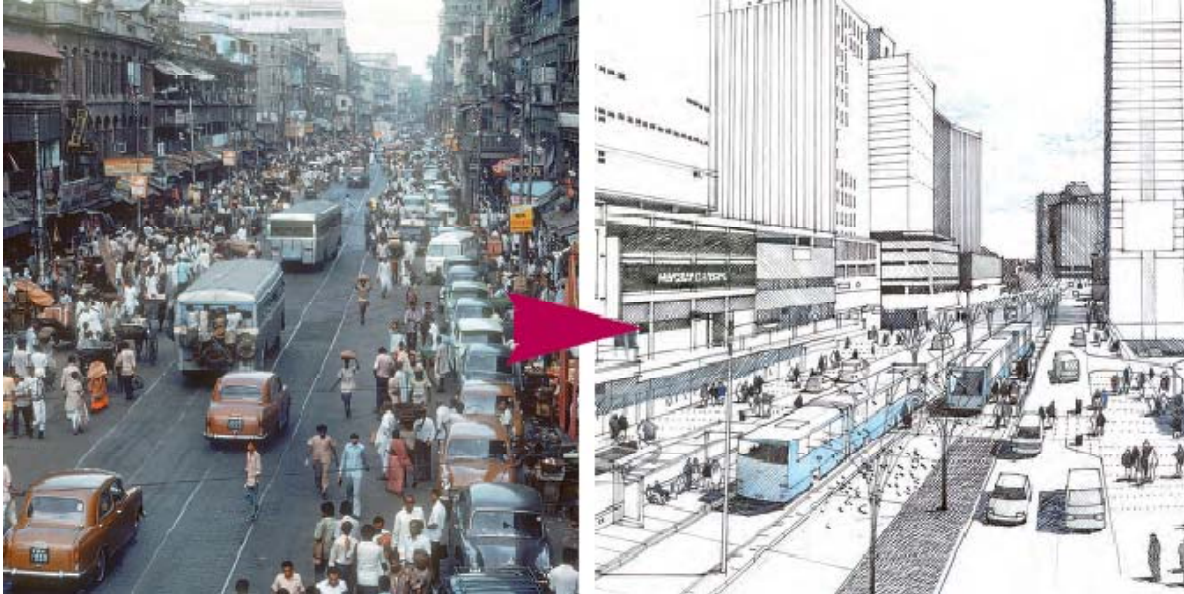
Tener en cuenta las obstrucciones solares generadas por la edificación al fijar la anchura de las calles y la posición de dicha edificación respecto a la alineación de vial. El plano de sombras es la herramienta que permite la verificación de esta premisa. La orientación de las calles Este-Oeste es la que mayores sombras proporciona en verano.

Sobre el estudio del tráfico vial.

El planeamiento debe tener por objetivo la política de transporte para la reducción de emisiones de CO₂ y de la contaminación acústica: fomentar los desplazamientos a pie o en transporte público. Hay que concebir del sistema viario para una moderación del tránsito que favorezca la circulación del transporte público y las bicicletas, con dotaciones suficientes y atractivas de vías específicas seguras o separadas de las del tráfico rodado.¹²²

¹²² Guía del Planeamiento Urbanístico Energéticamente Eficiente. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2000

En general los aspectos más importantes para una adecuada distribución bioclimática de los sistemas viarios y sus fachadas, será la orientación solar y sus ángulos de incidencia, la relación altura/ancho de calles, para lo cual habrá que aplicar trigonometría al Urbanismo.



123

La modernización de las redes de transporte es vital para la sustentabilidad ambiental de la ciudad. El planeamiento debe incluir la jerarquización de viales basándose en las distintas áreas ambientales previstas. La jerarquización de viales debe tener una traducción en el diseño concreto de los mismos. Este diseño debe garantizar su función en las previsiones de tráfico realizadas e incluir las dimensiones y el arbolado necesarios para matizar los efectos acústicos de la circulación.

La relación entre la forma y orientación de disponer los sistemas viarios, con los conjuntos habitacionales en base a determinadas densidades, genera distintas soluciones de fachadas urbanas, con mayor o menor grado de eficiencia energética. Este factor será estudiado en las siguientes etapas, concentrándose en los proyectos habitacionales que serán abordados en cuatro zonas climáticas de Chile.

123 Imagen de la renovación de una avenida en India. Sida Manual for Support to Environmentally Sustainable Urban Development in Developing Countries The Sustainable City Approach

ETAPA 7.- CASOS DE ESTUDIO

Estrategias de Urbanismo Sustentable

7.1.- Planeamiento urbano con criterios bioclimáticos

7.2.- Estudio de casos internacionales

7.2.1.- Proyecto Urbano Xeritown, Dubai.

7.2.2.- Proyecto urbano Lyon Confluence, Francia

7.2.3.- Proyecto urbano de Hafencity, Hamburgo, Alemania.

7.2.4.- Proyecto Urbano en Zorrotzaure, Bilbao, España

7.2.5.- Kronsberg, Hannover, Alemania

7.2.6.- Eco Ciudad de Sarriguren, Navarra, España

7.2.7.- Valdespartera, una eco ciudad en Zaragoza, España

7.2.8.- ABU DHABI, Emiratos Árabes

7.2.9.- DONGTAN, Ciudad Sustentable en Shanghái, China

7.2.- Estándares urbanos sustentables: Huella ecológica

7.2.1.- Sistemas de certificación energética

7.2.2.- La huella ecológica

7.3.- Estrategias habitacionales bioclimáticas

7.3.1.- La Ciudad Solar

7.3.2.- Ciudad Solar de Linz-Pichling, Austria

7.3.3.- Hábitat Residencial Sustentable en Chile

ETAPA 7.- CASOS DE ESTUDIO

Estrategias de urbanismo sustentable

7.1.- Planeamiento urbano con criterios de sustentabilidad

Analizando una posible relación entre los aspectos ambientales y los aspectos urbanos de las ciudades, se podría determinar los grados de sustentabilidad de una situación urbana. De esta manera, habrá que relacionar y estudiar los factores naturales o del medio ambiente y los factores construidos por el hombre, es decir los aspectos urbanos.

Para la presente investigación, como ya se explico en la primera fase, se determinarán como factores decisivos del diseño urbano sustentable los aspectos que determinan en mayor media la forma urbana bioclimática, que a nuestro juicio son el sol y el viento. En segunda instancia nos concentraremos en el paisajismo, que incluye la vegetación y la tierra, y el agua como objeto arquitectónico, todos elementos que inciden en la calidad ambiental de los espacios urbanos. Estos últimos inciden menos en la edificación de los volúmenes construidos.

En este sentido, se omiten por ahora aspectos relevantes como los ciclos del agua subterránea e intersticial, las aguas residuales, los residuos sólidos, y el transporte entre otros factores. La geomorfología, es decir las características del territorio, tampoco serán analizadas, dado que para cada planificación habría que ver sus características particulares, sobre todo los niveles de pendiente. A modo de simplificar la investigación, se trabajara con superficies teóricas planas, y los casos a elegir para los análisis en general tendrán este tipo de situaciones geomorfológicas.

Como casos de estudio está el proyecto de Xeritown en Dubai, el proyecto urbano de Lyon Confluence en Francia, Hafencity en Hamburgo, Alemania, y el proyecto de Zorrotzaure en Bilbao, España. Estos proyectos incluyen estrategias de renovación urbana sustentable, ampliando la mirada de la investigación que se concentra en los proyectos habitacionales. Como casos concretos de proyectos habitacionales bioclimáticos, se analiza el caso de Kronsberg en Hannover, Alemania, el proyecto de eco ciudad en Sarriguren, Pamplona, y Valdespartera en Zaragoza, ambos casos en España.

Para el análisis de casos en Chile, se investiga el proyecto FONDEF “Bienestar Habitacional, Guía de Diseño para un Habita Residencial Sustentable”, y la Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social, elaborada por la . Comisión Nacional de Energía de Chile, y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

ESTUDIO DE CASOS INTERNACIONALES

7.2.1.- Proyecto Urbano Xeritown, Dubai.

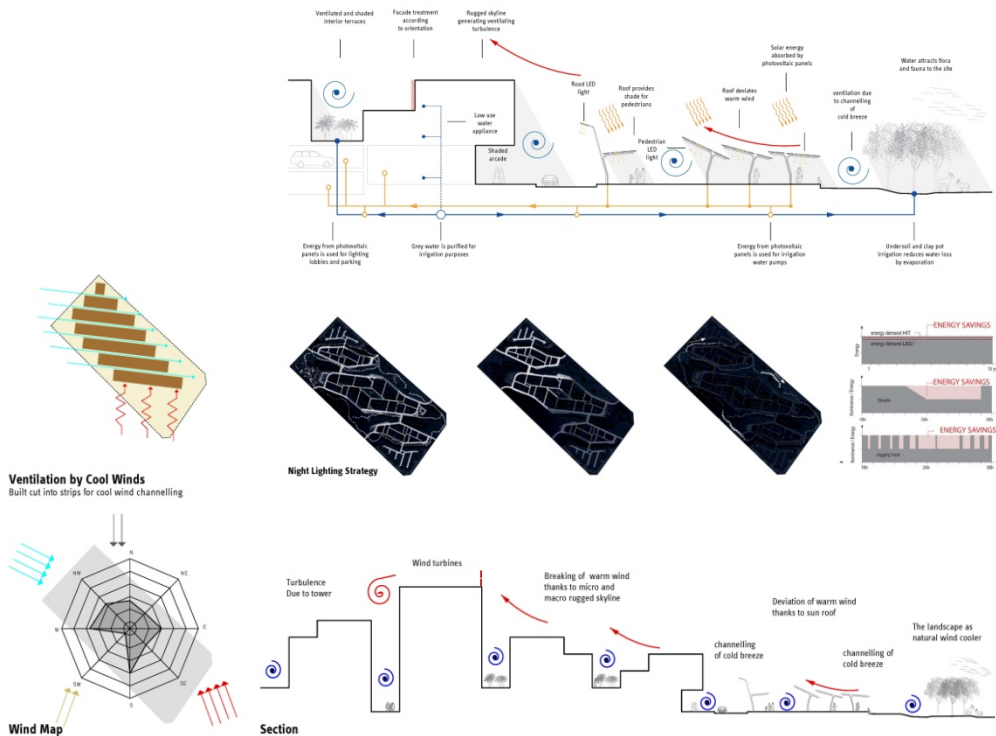
Proyecto	:	Xeritown
Ubicación	:	Dubai, Emiratos Árabes Unidos
Distrito	:	Dubailand
Uso	:	Mixto
Superficie terreno	:	590.000 m ²
Superficie construida	:	486.000 m ²
Superficie aéreas verdes	:	265.450 m ²

Autores:
SMAQ – architecture urbanism research (Berlin)
X-Architects (Dubai)
Johannes Grothaus + Partners Landscape Architects (Potsdam/Dubai)
Reflexion (Zurich)
Buro Happold (London/Dubai)

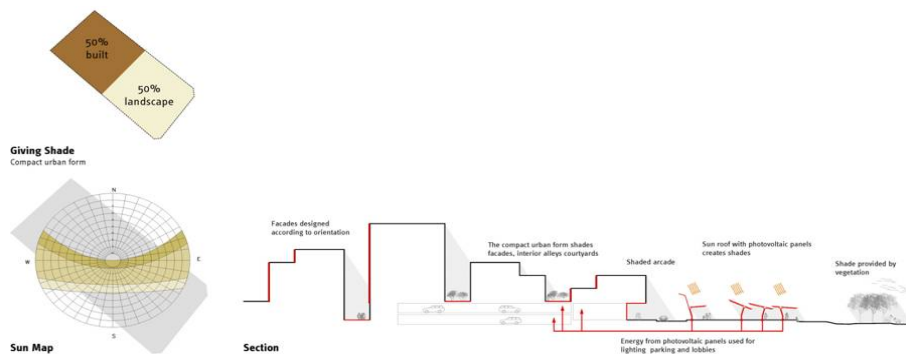


1.- Sol: Un trabajo activo y pasivo para poder lidiar con el sol del lugar, y a fin de proporcionar sombra; la trama urbana se diseño a partir de islas compactas con patios interiores rodeadas de áreas verdes. El paseo perimetral a las islas, cuenta con una galería protegida al costado de las edificaciones, y una cubierta de paneles fotovoltaicos hacia el otro costado; mientras que la vegetación da sombra en las áreas verdes.

2.- Viento: La trama urbana compacta se orienta en dirección de los vientos predominantes. El aire frío del mar se canaliza entre las islas y a través del corte longitudinal de la trama urbana; mientras que, el aire caliente del desierto es desviado por encima del proyecto. La ventilación natural se apoya en un skyline disperejo, el cual divide las corrientes de aire en una escala de viviendas y torres. El uso de turbinas eólicas integradas a las torres permite apoyar la red local de energía.



3.- Agua // Biodiversidad: El diseño de las islas está pensado para preservar los focos de humedad existentes, mientras que las áreas verdes se crearon en zonas áridas. Aprovechar los residuos de los asentamientos urbanos como las aguas grises para incentivar la proliferación de flora y fauna en zonas de atracción; y el uso de irrigación subterránea o a través de maceteros de arcillas para así evitar la evaporación, permiten tener un mejor uso del agua disponible.





4.- Energía y Espacios públicos: El límite entre la trama urbana y el paisaje es un aspecto importante ya que arquitectura, infraestructura y paisaje interactúan, coincidiendo con un aumento de la actividad pedestre. El peatón puede caminar bajo la galería mirando las tiendas, o pasear a lo largo del paseo observando el paisaje.

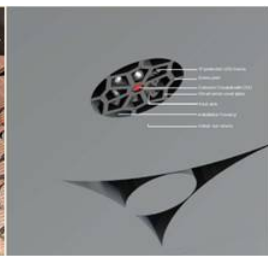
El paseo contempla una cubierta de paneles fotovoltaicos que produce electricidad de bajo voltaje, a utilizarse en la iluminación de los estacionamientos y para las bombas de agua, evitan la necesidad de baterías. La estructura de la cubierta integra la iluminación LED de las calles.



Cubierta e iluminación integrada



Paneles fotovoltaicos



Iluminación LED pedestre

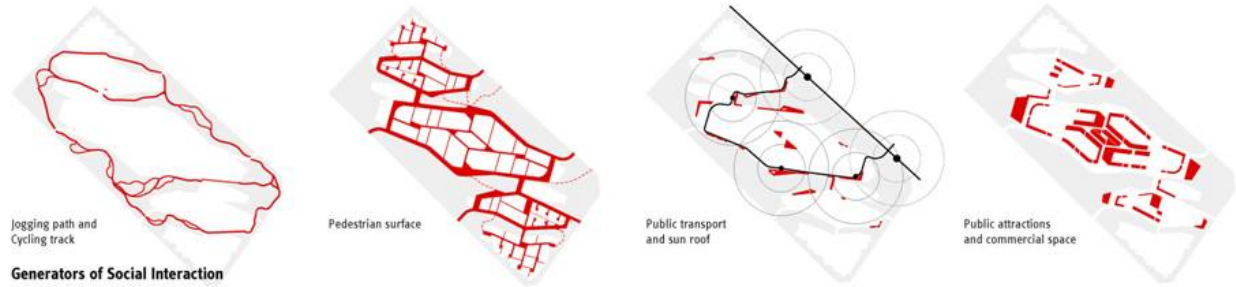


Iluminación LED calles

5.- Vida Social // Comunitaria:

El diseño busca darle importancia a la escala pedestre; por ello, se desarrollan varias zonas peatonales y buenos accesos y distribución del transporte público, atracciones públicas, espacios de comercio y recintos para albergar público de distinto género y edades distribuidos a lo largo del terreno.

Los distintos espacios públicos se encuentran a través de la escala de la manzana, vecindario, isla y distrito proveyendo diferentes condiciones de vida y niveles de Interacción.



6.- Habitabilidad como repuesta al entorno:

Se busca que el diseño arquitectónico responda a los principios establecidos como también cree un ambiente confortable para la interacción social; logrando que las edificaciones respondan al clima en todas sus escalas (fachada, vivienda y manzana).

Además se pretende que las circulaciones como los espacios peatonales beneficien al habitante, visualmente de la proximidad del paisaje.



7.2.2.- Proyecto urbano Lyon Confluence, Francia

Programa: Oficinas, cultura, comercio, vivienda parques y espacios públicos

Superficie: 150 has

Fecha de Inicio: 1987

Inversión Estimada: mil millones de euros.

Fecha de término: 2015.

Localización: Al Sur del Centro, en la confluencia de los ríos Saona y Ródano, sobre antiguas Áreas Industriales y de Transporte.

Distribución: 100 hectáreas de terrenos firmes y 50 de aguas.

Empleo: 22.000 puestos de trabajos.

Población estimada: 25.000 habitantes



Lyon es la segunda ciudad de Francia, Capital de la Región de Rhône-Alpes, con una población de 2.6 millones de habts. Al ubicarse sobre el principal eje Norte-Sur europeo, Lyon se conecta con 112 metrópolis europeas a través de la

plataforma intermodal de Lyon-Satolas, que concentra el TGV, Aeropuerto, y conexiones viales. El Proyecto Lyon Confluence es una ampliación del Centro de Lyon, sobre antiguos terrenos de infraestructuras, hasta hace poco abandonados. Se busca la creación de un nuevo barrio al sur del casco histórico que concentre servicios, empleos e Instituciones, para dotar a la ciudad de un nuevo foco de cultura, ocio y sostenibilidad, aunado con viviendas y comercio.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Prever el crecimiento del Centro y reforzar su influencia- Desarrollar una oferta atractiva e innovadora de esparcimiento urbano. Valorizar los cauces fluviales como gran paisaje urbano. Reconversión de sitios industriales y logísticos abandonados. Dar solución a la barrera de Infraestructuras de Transporte.

Cronología

1995-1998: Propuesta Lyon Confluence, y Exposiciones sobre el proyecto.

1999-2000: Primeras demoliciones y creación de una sociedad económica para el desarrollo de Lyon Confluence.

Saneamiento de las riberas de los ríos

2003-2006: Primeras construcciones

Relación con otros proyectos

Lyon Confluence se integra en la estructura de la aglomeración del Grand Lyon mediante autovías que la circunvalan y la unen con Marsella y París. Dispone de estación de tren que posibilita la unión directa con la zona de Part-Dieu y Gerland. Y mediante vías de diferentes secciones se incorpora a toda la ciudad.

EL PROYECTO

El Proyecto se basa en la recuperación de los terrenos abandonados y contaminados y la valorización de los ríos. Un centro de recreo – la Plaza del Agua -reunirá en particular las actividades de ocio, restaurantes, y cultura.

Se regenera la orilla del río y se construye un parque, un museo, un hotel a escala regional, una piscina pública, un colegio con pistas deportivas, un estadio, viviendas y oficinas. infraestructuras como una autovía y una estación de tren.



Lyon Confluence. Master Plan. Ampliación del Centro y Plaza del Agua.



Lyon Confluence. Recuperación de riveras y Paseos sobre el agua.

Lyon Confluence / Estructura de accesibilidad y distribución de Espacios públicos .
 Plan Maestro Junio 2008



© Depaule/PAD/Asylum .

Lyon Confluence . Imagen Objetivo y Plaza del Agua

ELEMENTOS DE BIOURBANISMO

Un Modelo de Proyecto Urbano Sustentable.

Lyon Confluence es un Modelo de Gestión Urbana Sustentable a través de los siguientes puntos :

Integración urbana al soporte medio ambiente fluvial agua y verde

Mix social con 23 % de Vivienda Social, y de tercera edad. Certificación de Alta Calidad Medioambiental para construcciones y Espacios públicos.

Implementación de movilidad sustentable, tecnologías blandas. Programa de Remediación de suelos y aguas contaminados. Optimización energética de Viviendas y Oficinas a través de concepción bioclimática de edificios, en aislación , ventilación, etc

Reducción en 40% de necesidades de energía en relación a estándares actuales, Necesidades de energía cubiertas en 80% mediante aplicación de energías renovables, control de biomasa, orientación, energía solar, tejados verdes, y sistemas de ventilación pasiva, etc.

Lyon Confluence prolonga el centro de Lyon hasta el extremo de la península de Confluence, con importantes proyectos que siguen estrictos criterios de calidad ambiental urbanística, arquitectónica, medioambiental y paisajística. Está previsto dotar a este barrio, activo y animado, de diversidad económica y social. El programa europeo Concerto-Renaissance del Gran Lyon incluye un conjunto de tres bloques de viviendas, situados en el centro de la zona Lyon Confluence: los bloques A, B y C.

De aquí a 2009/2010, se construirán 620 viviendas, 14.000 m² de oficinas y 4.300 m² destinados a comercios y actividades a pie de inmueble en el interior de los 3 bloques. El proyecto prevé la llegada de unos 1.400 nuevos residentes y la creación de 800 empleos en las oficinas, comercios, etc.

Se busca que el abanico y mix de tipos de viviendas y estratos ofrecido sea amplio y equilibrado: de nivel alto: 44 % de las viviendas; estándar y de alquiler intermedio: 33 % y de vivienda social: 23 %.

Para la construcción de este proyecto, incluido en el programa Concerto y que se beneficia de fondos de la Comisión Europea y de la Dirección General de Energía y Transportes (DG TREN), se han seleccionado tres equipos de promotores y arquitectos.



Para las viviendas:

Calefacción: menos de 60kWh/m²/año (media nacional: 110 kWh/m²/año, lo que equivale a una disminución de un 50 %).

Agua caliente sanitarios: menos de 25 kWh/m²/año (media nacional: 40kWh/m²/año, lo que equivale a una disminución de un 37 %).

Electricidad por vivienda: menos de 25kWh/m²/año (media nacional: 50 kWh/m²/año, lo que equivale a una disminución de un 50%)

Para las oficinas:

Calefacción: menos de 40 kWh/m²/año.

Agua caliente sanitarios: menos de 5 kWh/m²/año.

Otros usos eléctricos: menos de 35 kWh/m²/año.

Climatización: menos de 10 kWh/m²/año

Para las viviendas:

80 % del consumo de calefacción y de agua caliente de los sanitarios de las partes privadas, 50 % del consumo de electricidad de las partes colectivas.

Para las oficinas:

80% del consumo de calefacción,

30% del consumo de electricidad para la climatización.

Confort de verano: temperatura ambiente mantenida por debajo de los 28°C, salvo durante 40 días al año.





Muestra de la nueva Arquitectura bajo principios bioclimáticos y de eficiencia energética: interiores de edificios verdes, zócalos y primeros pisos de uso público, dobles cubiertas de aireación y sombra, pieles protectoras.

7.2.3.- Proyecto urbano de Hafencity, Hamburgo, Alemania.

Programa: Oficinas, cultura, comercio, vivienda parques y espacios públicos

Superficie: 155 has .

Fecha de Inicio: 1998.

Inversión Estimada: cinco mil millones de euros.

Fecha de término: 2025.

Localización: Centro Urbano colindante con antigua Área Portuaria.

Tiene tres mil metros de este a oeste y mil metros de norte a sur, lo que implica que el centro crecerá en 40%.

Distribución: 100 hectáreas de terrenos firmes y 55 de aguas.

Empleo: 40.000 puestos de trabajos.

Población estimada: 12.000 habitantes



La ciudad sobre el agua.
Ilustración vista aérea. Máster Plan Hafencity. Hamburgo.

Hamburgo es el segundo puerto de Europa. El área del puerto fue el corazón económico de la ciudad, y representa el futuro de Hamburgo. El proyecto recupera esta céntrica zona que, a la vez, es una ampliación del centro histórico, para el uso habitacional.

Hafen City es un proyecto urbano de gran escala y único, a partir de la colaboración ejemplar entre el gobierno, inversionistas, arquitectos y urbanistas por medio de concursos abiertos que buscan conceptos innovadores para transporte, vivienda y equipamiento urbano.

Se construirán 1,8 millones de metros cuadrados que darán vida a 5.500 departamentos residenciales y oficinas.

Infraestructuras: 10 kms de paseos costeros, una línea de metro con 2 estaciones museos, una filarmónica y sectores abiertos

Distancias: Ayuntamiento 800m, Estación central 1,1km. Aeropuerto 9,5 km.
Conexiones: 2 estaciones de tren nuevas con enlace a otras líneas de metro

OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Nuevo Valor para el Centro Urbano

La idea de proyectar una nueva imagen para Hamburgo comenzó a gestarse a fines de los años ochenta, luego de un foro sobre construcción que tuvo lugar en la ciudad. El plan regulador de Hafén City, fue elaborado en 2003 e incorpora los terrenos desafectados y deteriorados de este sector que fue la zona de descarga y almacenamiento de la ciudad.



Un estudio del Instituto Alemán de Urbanismo mostró una clara tendencia de las familias germanas a volver a vivir en el centro urbano. Actualmente, en el centro de Hamburgo sólo el 10 % de la infraestructura disponible es residencial.

La Hafén city destinará aproximadamente un tercio de su construcción total a viviendas, entre las que destacan las destinadas a los adultos mayores, departamentos especialmente diseñados, con botones de emergencia y servicios especiales.

Gestión Urbana compartida. En 1998 se fundó Hafén City GmbH, una sociedad de responsabilidad limitada, encargada de coordinar el proyecto, de llevar a cabo la planificación, de trabajar en conjunto con las instituciones públicas de la ciudad, seducir a los inversionistas, negociar con las inmobiliarias, evaluar los proyectos y vender los terrenos.

Modelo de Ciudad. La propuesta de Hafen city apunta a construir la nueva imagen de la ciudad, a partir de la recuperación y reformulación de este trozo de ciudad. El foco de la gestión ha sido el desarrollo de un modelo urbano sustentable desde el punto de vista social, ambiental, urbano, y energético, que sirva como modelo para otras ciudades. Parte de las estrategias urbanas se han centrado en elegir los mejores proyectos, considerando que el concepto básico es lograr un espacio diverso e integral en medio de la ciudad.

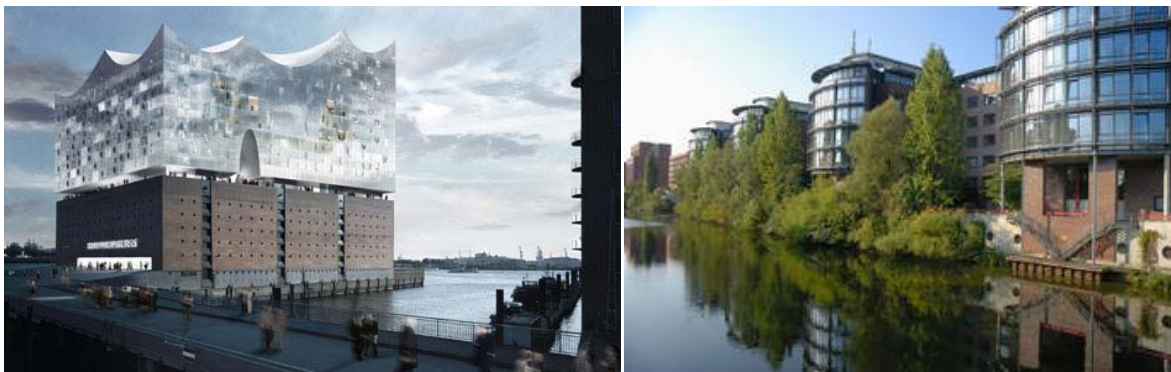


Muestra de edificios compactos blocks y unidades abiertas. Hafen city.

ELEMENTOS DE URBANISMO BIOCLIMATICO.

Región Modelo de Desarrollo Sustentable.

La ciudad se encuentra en la vanguardia en los temas de investigación y desarrollo de elementos y conceptos de innovación bioclimáticos y su aplicación concreta en nuevos proyectos a partir de la gestión desarrollada en Hafen city. Es así que actualmente se ha implementado una política en que todos los edificios públicos de la ciudad son abastecidos con electricidad ecológica.



Edificios Emblemáticos. La Filarmónica de Hamburgo sobre el agua . Herzog De Meuron.

También en el desarrollo urbano se han aprobado nuevas normas para una construcción eficiente como en Hafen City y en proyectos de saneamiento de vertidos industriales, de aguas contaminadas y sitios industriales desafectados. Un programa de movilización integrada entre diferentes modos de transporte se impone para la eficiencia en los desplazamientos urbanos, y de la Región Metropolitana.

Innovativos programas de fomento para contratistas, propietarios de casas y empresas municipales, así como también programas de educación en escuelas ponen en alto relieve la fama de región modelo de protección ambiental.



Recuperación de los Docklands. Hafen City.

La conquista del agua. Terrazas de Magallanes. HafenCity (Foto: Elbe&Flut)

Desde ahora Hamburgo se constituye como el centro internacional líder en investigación climática reconocido por la iniciativa de excelencia nacional. Ya está prevista además la localización en Hafencity, de un Centro de Investigación Solar. Diverso institutos de investigación de la Región metropolitana estudian interdisciplinariamente el cambio climático mundial y desarrollan programas Innovativos para actuar en sentido contrario, mediante ejemplos de aplicación en varios desarrollos urbanos tanto en Hamburgo, como en Hanover, etc

Las nuevas concepciones y diseños de las construcciones localizados en Hafen City incorporan varios elementos de diseño bioclimático tales como mecanismos de ahorro de agua, materiales de construcción libres de halógeno, tejados de paneles solares, sistemas geotérmicos de calefacción, ventanales que optimizan la luz y mejoran el aislamiento térmico, etc

7.2.4.- Proyecto Urbano en Zorrotzaure, Bilbao, España

Bilbao, capital del país vasco es una ciudad comercial, a orillas del río Nervión. Es la segunda área más industrializada de España, y su área metropolitana cuenta con un poco más de 1.000.000 de habitantes distribuido en varias comunas a lo largo de 15 kms sobre el río Nervión. Toda la ribera del río, donde se localiza la península de Zorrotzaure, se encuentra en un proceso de profunda reconversión de sus equipamientos e infraestructuras, de ciudad portuaria e industrial, hacia una ciudad de servicios y urbe cultural.



Programa: Oficinas, cultura, comercio, vivienda parques y espacios públicos

Superficie: 100 has aprox 67 has de tierra firme y 33 has de agua.

Fecha de Inicio: 2007

Inversión Estimada: mil millones de euros.

Fecha de término: 2025.

Localización: reconversión de antigua Área Industrial y Portuaria.

Empleo: 40.000 puestos de trabajos.

Población estimada: 5.000 habitantes

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El ámbito urbanístico de Zorrotzaurre ocupa una superficie de 673.560 m², de los que algo más de la mitad pertenecen a entidades públicas (Gobierno Vasco, Autoridad Portuaria de Bilbao y Ayuntamiento de Bilbao), repartiéndose el resto entre diversos propietarios privados (industrias y viviendas).

En la historia más reciente de Zorrotzaurre se vivió una era de pujanza industrial que se potencia a mediados de los años sesenta con el inicio de las obras de apertura del canal de Deusto.

En este escenario se consolidaron diversas actividades industriales, fundamentalmente aquellas relacionadas con la actividad portuaria de ambos lados del canal, así como otros usos productivos que fueron estableciéndose en la antigua Ribera de Deusto ocupando suelos de segunda línea. La crisis económica de los años 70 afectó la actividad industrial así como el deterioro del nivel de vida de la zona.

Ubicación de Zorrotzaurre en el Bilbao Metropolitano.



Situación actual Península de Zorrotzaurre. Ría de Bilbao

Dentro del contexto de Bilbao como ciudad de servicios, Zorrotzaurre se conforma como una pieza clave de esta transformación. A lo largo de tres kilómetros, Zorrotzaurre, rodeada de la Ría y el Canal de Deusto, se convertirá en parte integral de la vida de la ciudad.

El Plan para **Zorrotzaurre** busca recuperar la antigua vitalidad e integración, para Bilbao dentro de la red social y económica europea.

La Comisión Gestora de Zorrotzaurre aprobó el 2007, el Máster Plan elaborado por Zaha Hadid que establece los siguientes lineamientos:

Apertura del Canal de Deusto, que transforma la península de Zorrotzaurre en una isla y garantiza así la no inundabilidad de la zona.

Nuevos puentes hacia Deusto y nueva conexión del tranvía con el Ensanche.

Usos de suelo residencial y terciario, de acuerdo con el concepto de una zona “para vivir y trabajar” : 5.680 viviendas y 25% de la superficie para uso terciario.

Instalación de un parque tecnológico urbano, en la “isla del conocimiento”.



Propuesta de Imagen Objetivo. Master Plan de Zorrotzaurre / Zaha Hadid

La curva de la Ría condiciona de forma sutil la malla urbana de Bilbao. La alineación resultante de los edificios genera un terreno texturado, que da cabida tanto a edificios históricos y a nuevas inversiones, a través de una ribera pública generosa.

El “skyline” de Zorrotzaurre presenta un perfil irregular con generosos vacíos. El volumen construido es más bajo en el Distrito Central para reflejar el Parque de Sarriko al otro lado del canal. El recorrido del “skyline” se eleva suavemente hacia los extremos de la península.

Se definen tres distritos (Sur, Centro y Norte) que se diferencian por sus usos y densidad de edificación, y se configuran además dos nuevos espacios urbanos en la confluencia de Deusto y San Ignacio con el agua. En el Distrito Sur, Zorrotzaurre se presta a una intensificación urbana natural. A un paso, cruzando la Ría, del Ensanche y Abandoibarra, y convenientemente situado en medio de centros académicos, de medicina, de negocios e ingeniería, resulta ideal como zona para el desarrollo de la economía del conocimiento.

La edificación será aquí más intensiva que en los otros dos distritos, integrando la ribera histórica con una sugerente mezcla de oficinas y edificios residenciales. Patios y pasos públicos crearán un entorno complejo pero poroso que enlaza lo nuevo con lo viejo. El espacio terciario se divide entre el Parque Tecnológico Sur (66.500 m²) y el edificio destinado a la sede central de la Bilbao Bizkaia Kutxa (25.000 m²).

El Distrito Central es el reflejo de la naturaleza abierta del Parque de Sarriko al otro lado del canal y utiliza la fuerza del paisaje para establecer una coherencia fuerte entre edificios históricos de carácter muy diverso. Este distrito se plantea como un centro para las artes, los deportes y las ciencias medioambientales, conectado por un “puente verde” al Parque de Sarriko y la universidad.



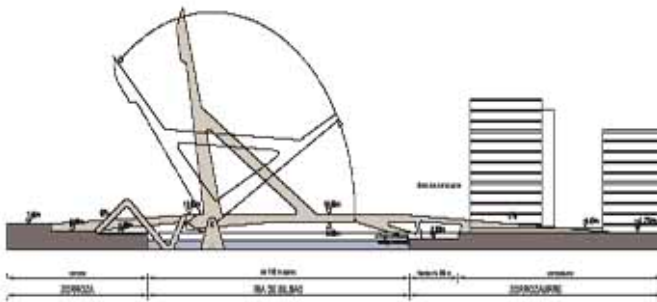
En el Distrito Norte, Zorrotzaurre establecerá un nodo urbano concentrado dentro del desarrollo a largo plazo de la Ría, con una secuencia de nuevos puentes que crean un enlace urbano esencial entre San Ignacio y Zorrotza. Concebido principalmente como un barrio residencial, se unirá con San Ignacio para crear una masa crítica para apoyar la regeneración de pequeños negocios y una reserva para el Parque Tecnológico. Los distritos Central y Norte se definen por su integración con el agua, por medio de embarcaderos locales para barcos pequeños, paseos de madera sobre el agua y bares junto a la ribera para promocionar una tranquila cultura de ocio en la orilla del canal.

MOVILIDAD Y ACCESIBILIDAD

Zorrotzaurre se integrará con ambos márgenes del Nervión mediante una secuencia de puentes: dos puentes que comunicarán la isla con Deusto; otros cuatro la unirán con San Ignacio y Sarriko, y un puente sobre la ría enlazará Zorrotzaurre y Zorroza.

El diseño vial disuadirá las altas velocidades lo que, unido a su condición de isla, hará que apenas pasen por Zorrotzaurre los tráficos de paso, pero creando unos enlaces eficaces para cruzar la Ría y conectar con los barrios del entorno.

La carretera existente en la ribera se transformará en una calle de prioridad peatonal y una red de carriles para bicicletas favorecerá un planteamiento de movilidad sostenible.

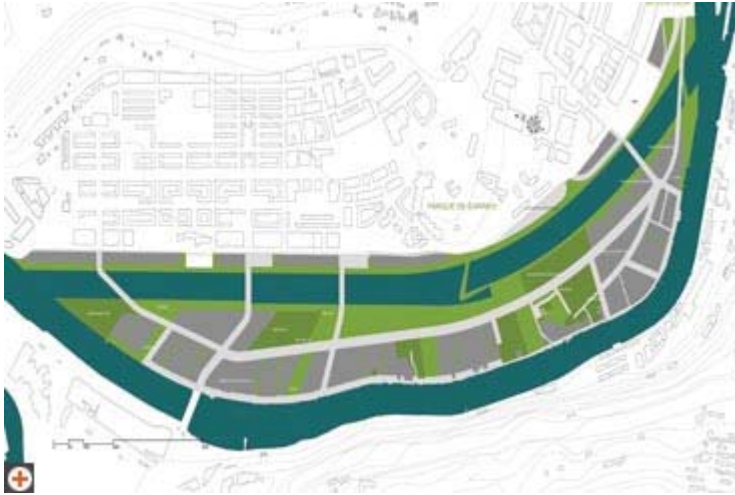


Extensión de la red del tranvía a lo largo de Zorrotzaurre, que conectará a los barrios situados aguas abajo con el centro de Bilbao. La conexión del tranvía con el Ensanche se realizará a través de un nuevo puente paralelo al de Euskalduna.

Los puentes, el tranvía, las calles y la estrategia de aparcamiento reflejan el compromiso de urbanismo sustentable para Zorrotzaurre, Bilbao y su metrópoli. Su integración plena en estas diferentes escalas garantiza que será un activo importante para ambas.

LA RED DE ESPACIOS PUBLICOS

La red de Espacios Públicos define tres ejes -dos a lo largo de las márgenes de la ría y una avenida central que incluye la línea del tranvía- atravesados por calles locales y paseos peatonales.



Sistema de Vialidad, conectividad y Espacios Públicos. Master Plan de Zorrotzaurre / Zaha Hadid

Los espacios libres se concentran en torno al Canal, donde se disponen grandes paseos en ambas orillas y se crea un parque lineal en la zona central de la isla de 40.000 m².

Esta red se complementa con áreas verdes en los extremos de la isla, y cuatro corredores que cortan transversalmente la isla y configuran una estructura a modo de “espina”, lo que da como resultado una robusta estructura espacial.



Distrito Central. Relacion entre pre- existencias a conservar, Espacios Públicos y espacios construidos. Master Plan de Zorrotzaurre / Zaha Hadid.

Esquema de vivienda sobre la Ría, buscando la mejor orientación solar, de espacios públicos y de vientos.

ELEMENTOS DE BIOURBANISMO

Porosidad de la Edificación.

Prioridad al tránsito peatonal.

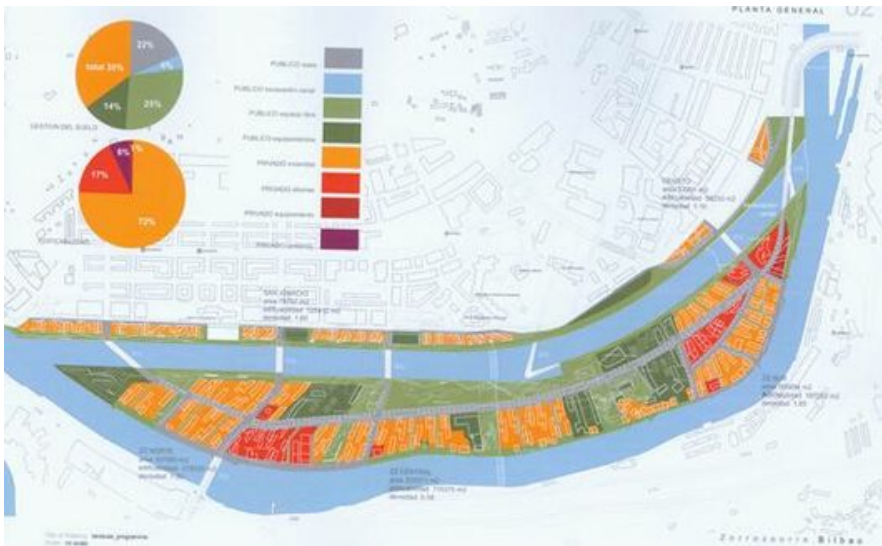
Cuidadoso diseño de las calles, zonas de traffic calming.

Este énfasis en la ciudad para pasear da una especial importancia a la diversidad de materiales, con una variedad de materiales duros y blandos que definen distintos micro entornos a través de la isla.

CONJUNTOS DE EDIFICACION ABIERTA

Los conjuntos de edificios urbanos se orientan de forma abierta hacia el agua, ofreciendo la luz del sol, vistas y una rica red de paseos públicos que integran la diversidad medioambiental y de ocio de la isla.

Zorrotzaurre ofrece una tipología urbana nueva y diferenciada del Ensanche. El centro de Bilbao siempre ha ofrecido a sus residentes un entorno maravilloso para el paseo para enlazar los diferentes puntos de nuestra “vida interior”. Hoy la actividad de las personas a lo largo de los paseos de ribera sugiere una nueva era. Las edificaciones abiertas de Zorrotzaurre buscan lograr ese equilibrio promoviendo una fácil accesibilidad entre una diversidad ordenada de espacios colectivos y públicos. El plan pone énfasis en el papel que estos diversos espacios van a jugar enlazando activamente las viviendas, las oficinas y los parques de ribera.



ARTICULACION DE 3 DIMENSIONES

En el corazón del Plan de Zorrotzaurre, un elegante sistema de edificios permite la integración del “skyline” y el terreno colectivo. Estos edificios son como un grupo de “baldosas”, cada una de más de 1.000 m², y permiten que la formación del terreno responda a la curva de la Ría, la trama de calles y el cambio constante en la orientación de los edificios desde aguas arriba hacia aguas abajo.

Los nuevos barrios junto a la valorización de los cuerpos de agua son un modelo de sostenibilidad urbana y social para otras ciudades. Estas iniciativas crean barrios agradables y vitales, donde la diversidad y el diseño peatonal se entrelazan con el paisaje urbano. Así, los centros urbanos de estas ciudades, se vuelven más atractivos, dinámicos y sustentables en la medida que se van consolidando estos nuevos barrios

Otro elemento de sustentabilidad urbana es la opción por Alta Densidad. Los conjuntos de Vivienda de alta densidad resultan más rentables energéticamente que opciones de menor densidad, al concentrar, sistematizar e implementar innovaciones de mediana escala en los sistemas de servicios comunes, posibles de solventar.

Redes de Servicios Integrados. Los sistemas de calefacción formulados por distrito, o unidades autosuficientes, han demostrado ser un sistema energético rentable para calefacción. La implementación de redes de fibra óptica, disponible para todas las unidades, aumenta la posibilidad de trabajar en o desde la casa.

Adaptación Energética de Edificios. Las nuevas normativas y los nuevos diseños estimulan y promueven la adopción e integración de equipos energéticos eficaces y todo lo necesario para el reciclaje en las viviendas, se incorporan a las normativas urbanísticas y a los reglamentos de construcción y poco a poco a los nuevos proyectos.

Innovación Tecnológica. La aplicación de estos nuevos conceptos de biourbanismo, o urbanismo sustentable permite lograr hasta ahora importantes economías de escala mediante una optimización energética de viviendas y oficinas a través de un diseño de concepción bioclimática de los edificios, y sus componentes principales en aislación, ventilación, calefacción. Etc. Esta situación ha permitido una importante reducción en los % de necesidades de energía en relación con los estándares actuales, para viviendas y oficinas.

Necesidades de energía cubiertas en 80% mediante aplicación de energías renovables, control de biomasa, orientación de fachadas, captación de energía solar, implementación de tejados verdes, y sistemas de ventilación pasiva, etc.

Innovación Arquitectónica. A su vez cada uno de estos componentes a partir de su propia concepción y tecnología de punta, son fuente de nuevas formulaciones arquitectónicas que inciden en un mejor resultado y Standard de calidad de los proyectos y del conjunto urbano total: cubiertas y pieles de edificios, Falta ver en algunos años mas como operará el total del proyecto urbano en la medida que se vayan entregando al uso social cada una de estas etapas.

7.2.5.- Kronsberg, Hannover, Alemania

Este proyecto tuvo su origen en el déficit de viviendas en la ciudad de Hannover a principios de los años 90 que, junto con la inercia de la futura sede de la Exposición Mundial Hannover 2000, bajo el lema Humanidad -Naturaleza- Tecnología, sirvió de impulso a la iniciativa del proyecto.

Para ello, el Municipio inicialmente en el año 1992, propuso un concurso de ideas para la planificación urbanística. La propuesta urbana ha buscado comprender el funcionamiento del barrio como un todo, entendiendo que la interrelación con el entorno es tan importante como el espectro social, que constituirá la comunidad del barrio, dentro de lo que se denomina la sostenibilidad social.



124

Es importante el concepto de sostenibilidad entendida como un concepto holístico, que considera no sólo los valores materiales y cuantificables, sino también los valores intangibles.

El proyecto de este barrio tiene diferentes escalas de trabajo, desde la voluntad objetiva del Municipio, de actuar como gestor en la propuesta de un barrio ecológico y sostenible en Hannover, hasta las soluciones meramente técnicas de

¹²⁴ Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

colocación de placas de captación solar para producción de agua caliente e infraestructura sanitaria, para todo el barrio.

Como factor determinante, el ayuntamiento creó una agencia de comunicación y educación ambiental, el KUKA. Esta organización fue vital, para difundir el valor y las iniciativas a desarrollar en el futuro proyecto de barrio, de manera que junto con la información, los habitantes de Hannover, lo percibieran como un reto positivo y colectivo.

El barrio tiene una superficie de 1200 hectáreas para 6000 viviendas, con diferentes tipologías y se encuentra en la periferia de la ciudad de Hannover.



125

El proyecto nace vinculado a la Exposición Universal de 2000, que tomaba como uno de sus temas el ahorro energético. El Ayuntamiento de Hannover se planteó extender esa filosofía a los terrenos de los que era propietario junto al recinto de la Expo y que iba a destinar a uso residencial. El nuevo desarrollo debía aportar un plus un nuevo valor añadido.

Por eso, el Ayuntamiento tomó la decisión de sacar adelante un programa urbanizador modelo en todos los sentidos: desde el planeamiento vial hasta la gestión del transporte público y las basuras, el consumo de energía y agua o el control de la edificación.

Uno de los aspectos más interesantes de Kronsberg es que el desarrollo de estas políticas medioambientales ha sido compatible con la realización del proyecto en cinco años y de una manera perfectamente compatible con las necesidades del mercado.

Las 6.000 personas que ya residen en Kronsberg, tanto en viviendas sociales

¹²⁵ Vista aérea de Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

como privadas, pueden demostrar que su barrio no sólo es una utopía. En los próximos años, el distrito crecerá hasta los 15.000 habitantes.¹²⁶

Estrategias de sostenibilidad social

El Ayuntamiento de Hannover ha intentado reproducir la complejidad de las diferentes franjas de edad y perfil sociocultural que pueda tener un barrio, en la propia ciudad, mediante el fomento y la adaptación de ciertas tipologías de vivienda a los diferentes perfiles familiares y socioculturales: de renta baja, familias monoparentales, jóvenes, ancianos, minorías culturales, personas sin empleo, emigrantes (de origen musulmán, eslavo), familias convencionales.

Alemania es una sociedad multicultural, con la complejidad de la situación correspondiente. Desde hace ya bastante tiempo la administración es consciente de proponer iniciativas que favorezcan una mayor cohesión social. Por ejemplo, el conjunto de viviendas proyectado desde los parámetros de programa de la cultura musulmana.



127

Hay un porcentaje elevado de viviendas cuyo alquiler está subsidiado para poder conseguir esta situación. (Un conocimiento del sistema de protección social alemán permite entender mejor esta situación). Un régimen de propiedad, combinando un 1/3 en alquiler protegido, 1/3 en régimen de mercado libre y un 1/3 en régimen de protección social.

Es ahora cuando tras la ocupación de sus habitantes permanentes, se puede valorar más objetivamente los resultados obtenidos, junto con el nivel de

¹²⁶ Ibid.

¹²⁷ Áreas comerciales en zonas habitacionales. Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

satisfacción que genera el pertenecer a una comunidad de estas características y, sobre todo, su evolución en el tiempo.

Estrategia territorial y de paisaje.

El barrio se encuentra en una zona periférica respecto al centro de la ciudad, rodeada de un paisaje natural de llanura de la campiña de la región. En relación al entorno la propuesta urbanística fue la de un asentamiento que respetara las condiciones naturales de la zona. Se trazaron las vías y volúmenes de la edificación, respetando los vientos preexistentes y que desde la llanura de Hannover ayudan a limpiar la atmósfera de la ciudad.

Se contempló la gestión respetuosa y eficiente del agua, su aprovechamiento; favoreciendo la filtración natural del agua de lluvia al sistema freático local, creando sistemas de escorrentía natural del terreno, mediante tratamiento de pavimentos drenantes, canales de conducción natural del agua de lluvia, a pequeños estanques de jardines comunitarios o su reconducción mediante bombas a las cotas de terreno más altas.



128

Aprovechamiento, en el mismo lugar, de las tierras de excavación generadas durante la obra, para no tener que generar un residuo, transporte y emisiones extras al medio ambiente. Las tierras generadas durante la urbanización y construcción de la edificación, se utilizan para trabajar un tratamiento paisajístico del barrio y su entorno y la recreación de biotopos propios de la zona.

¹²⁸Espacios públicos en zonas habitacionales. Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

A nivel paisajístico la totalidad de los 100.000 desplazamientos de camiones para gestionar los residuos y movimientos de tierras de la totalidad del barrio, se utilizaron estos materiales para la formación de dos pequeñas colinas, rematadas por vegetación, que constituyen lugares de referencia, en la identidad paisajística del área, a las que conducen trazados peatonales de la red viaria peatonal.

El barrio se encuentra en una zona periférica respecto al centro de la ciudad, rodeada de un paisaje natural de llanura de la campiña de la región. En relación al entorno la propuesta urbanística fue la de un asentamiento que respetara las condiciones naturales de la zona. Se trazaron las vías y volúmenes de la edificación, respetando los vientos preexistentes y que desde la llanura de Hannover ayudan a limpiar la atmósfera de la ciudad.

Se contempló la gestión respetuosa y eficiente del agua, su aprovechamiento; favoreciendo la filtración natural del agua de lluvia al sistema freático local, creando sistemas de escorrentia natural del terreno, mediante tratamiento de pavimentos drenantes, canales de conducción natural del agua de lluvia, a pequeños estanques de jardines comunitarios o su reconducción mediante bombas a las cotas de terreno más altas.



Estrategias de movilidad sostenible y proyecto de urbanización

Se vincula la movilidad obligada al transporte público, con la prolongación de una línea de tranvía que vincula el barrio, en 20 minutos, al centro de la ciudad y a su red de tranvías y autobuses. Se propone una red de movilidad interna que separa y restringe el tráfico rodado y favorece la movilidad peatonal y el uso de carriles para bicicletas, codificando los circuitos, mediante un tratamiento diferenciado de pavimentos.

Estrategias locales para la producción de energías renovables

Se propone un sistema centralizado de producción de agua caliente sanitaria y para calefacción, mediante placas de captación solar, distribuidas en diferentes edificios, y la construcción de grandes depósitos comunitarios para su almacenamiento, cuyo gran volumen, se incorpora al lugar recibiendo un tratamiento paisajístico.

Subsidiado por la UE este depósito de 2.750 m³, se nutre de 1.350 m² de captadores solares, repartidos entre diferentes tipos de edificios y una red eficiente de intercambiadores de calor, son los responsables de la generación de agua caliente que, almacenada en este depósito, suministra agua precalentada desde la primavera hasta el mes de diciembre a una parte importante del barrio.

El concepto de la internalización de todos los costes medioambientales, en el coste a pagar, de la energía producida localmente, es un concepto que tiene como resultado que el coste de la energía no sea más económico respecto al coste de la energía producida por medios no sostenibles, y que externaliza los costes medioambientales que su producción origina (residuos, producción de CO₂ ...).

Por otra parte el menor gasto en acondicionamiento térmico, que supone una vivienda energéticamente eficiente, tiene su contrapunto en una inversión mayor inicial, en concepto de uso de tecnologías de ahorro energético, que se cuantificó en una media aproximada de 300 €/ m² construido.



129

El coste de las energías renovables, comparativamente al coste de las producidas por medios convencionales en el mercado, no es más barato. Pero si la energía producida por medios convencionales, internalizara los costes medioambientales que origina su producción en el medioambiente, esta sería con total seguridad, muchísimo más cara.

Los profesionales y representantes de la Administración Pública para los que Sibart celebra reuniones e incluso viajes hasta Hanóver, ya saben lo factible que puede ser trabajar con los estándares de Kronsberg.

¹²⁹ Sistemas de acumulación de energía. Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

Lo más interesante ha sido la implantación de una manera de hacer las cosas en grandes proyectos, consiguiendo generar economías de escala y haciendo que no sea tan caro trabajar con criterios de calidad medioambiental altos.

Planeamiento y Diseño Urbano.

La propuesta ganadora, planteó una trama rectangular con diferentes jerarquías, que tiene en cuenta la topografía, el desnivel natural del terreno y los vientos. Esta propuesta, plantea el uso de manzanas rectangulares de diferentes proporciones, el tratamiento de los espacios semiprivados del interior de las manzanas, así como la incorporación de los diferentes equipamientos del barrio, de una manera flexible, de modo que resulte autosuficiente en relación a los equipamientos básicos de guarderías, escuelas, centro cívico, ludoteca, centro religioso y una pequeña zona comercial y de recreo.

Esta formulación le otorga una independencia básica al barrio, impidiendo que se convierta meramente en una ciudad dormitorio.



130

De acuerdo con los criterios de ahorro energético, el plan director de Kronsberg plantea que el área urbanizable neta del distrito ocupara 44 de las 70 hectáreas; el sistema vial ocupará 19,2 hectáreas; y el sistema de espacios públicos, áreas verdes y de ocio, 6,8 hectáreas. Los usos comerciales están concentrados en uno de los tres barrios que forman el distrito. La densidad residencial supera ligeramente las 200 viviendas por hectárea.

¹³⁰ Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

Edificación

Al ser el propietario de los terrenos, el Ayuntamiento de Hannover pudo imponer a los promotores condiciones extra de excelencia medioambiental (referidos tanto a la construcción como al funcionamiento de los edificios) en el concurso para la concesión de las parcelas. Los arquitectos y las constructoras con proyectos en el distrito recibieron asesoramiento acerca de las mejores opciones al respecto.

La tipología: basada en la orientación del edificio y las diferentes dependencias en función de la actividad diurna y nocturna, favoreciendo la orientación de las dependencias de mayor actividad social y diurna al sur. Tratamiento de las aberturas y elementos intermedios de protección y semiexteriores, como terrazas, cerramientos exteriores, pérgolas, etc.

La creación de espacios de transición tipo invernadero, entre el interior y el exterior con un acondicionamiento térmico, que crea condiciones de confort térmico, para su utilización sobre todo durante épocas de baja temperatura. Las propuestas varían dependiendo de la tipología y el proyecto: el bloque, las palazzinas, plurifamiliar, de apartamentos, el conjunto de viviendas adosadas.



131

Las propuestas de los proyectos y sus prioridades no son homogéneas, haciendo unas más énfasis en la utilización de ciertos materiales o tecnologías de bajo impacto ambiental, como la madera, otras en acondicionamiento térmico mediante la circulación por convección del aire caliente.

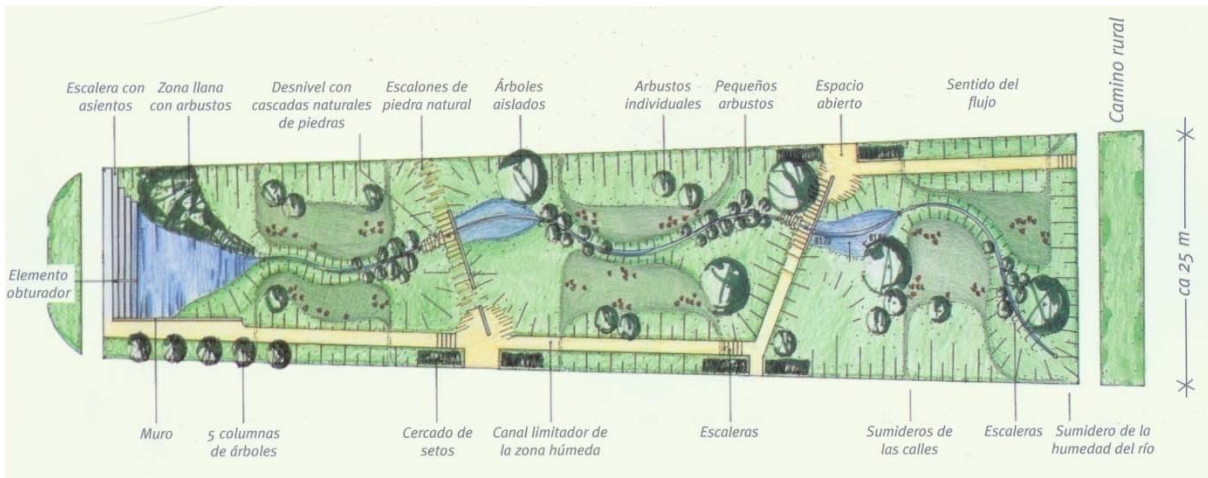
Analizar con detalle los diferentes proyectos arquitectónicos, daría lugar a otro artículo completo, y es por ellos que sólo he esbozado un poco aquellos puntos o estrategias a nivel general, que caracterizan las propuestas.

¹³¹ Kronsberg. Manual de Diseño, La Ciudad Sostenible. IDAE. Instituto para la diversificación y ahorro de energía. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Año 2002

Entre algunas de las iniciativas generadas, una vez concluido el proyecto ha concluido, se ha intentado crear sinergias a través del marco y soporte de programas de ayuda europeos como el SIBART, para difundir y promover este tipo de proyectos en otras ciudades europeas, a la vez que se audita y monitoriza en sus resultados.

Energía y basura.

Para limitar el consumo de energía se ha establecido un sistema de calefacción centralizada para todo el barrio que aprovecha el calor residual para calentar el agua. Se ha aprobado un programa de ayudas para la compra de electrodomésticos que reducen el consumo y se ha dispuesto un sistema de drenaje y reciclado del agua. Para reducir en un 60% la emisión de dióxido de carbono, se segregan escombros y basuras.



Transporte.

Una línea de tranvía recorre el barrio y lo comunica con el centro de Hannover en 17 minutos. El planteamiento es que nadie deba recorrer más de 600 metros para llegar a una parada. Una línea de autobuses completa la red, mientras que la circulación de automóviles privados cuenta con todo tipo de restricciones. Además, existe una densa red de caminos peatonales y de bicicletas.

Proyección.

La Dirección de Energía y Transportes de la Comisión Europea pretenden que Kronsberg sea el ejemplo de urbanismo sostenible que guíe a todas las ciudades europeas en sus futuros desarrollos.

Para extender su ejemplo, la UE ha puesto en marcha el programa Sibart; una iniciativa que trata de difundir la realidad de las ciudades planeadas bajo criterios

de sostenibilidad y, por tanto, capaces de ahorrar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todas las fases del urbanismo tomando a Kronsberg como referencia.

Además de la UE, en el proyecto Sibart participan una serie de actores, empresas y profesionales comprometidos con el urbanismo sostenible, que proclaman la palabra del distrito alemán por Europa.

7.2.6.- Eco Ciudad de Sarriguren, Navarra, España

La eco ciudad de Sarriguren es un ambicioso proyecto de desarrollo urbanístico que se elabora desde el Gobierno Regional de Navarra, y pretende ser un ejemplo de ciudad del siglo 21.

La ciudad se plantea como un ente biológico, el cual integra armónicamente todos los elementos urbanos, “como son los corredores ecológicos, el respeto por los núcleos tradicionales de población existente, la captación de distintos estratos sociales de residencia, los espacios dedicados a las actividades económicas, variedad de tipologías arquitectónicas, y los elementos clásicos que componen los espacios urbanos; plazas, bulevares, calles, hitos, puertas de la ciudad. Propone espacios de encuentro y atracción junto a zonas de transición con el medio rural, sistemas avanzados de tratamiento del agua, y orienta sus edificios de forma idónea para permitir el desarrollo de arquitecturas bioclimáticas”¹³²



¹³² Marcotegui Ros, Javier. Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra. Eco Ciudad de Sarriguren. Aprendiendo de la Naturaleza. 2001.

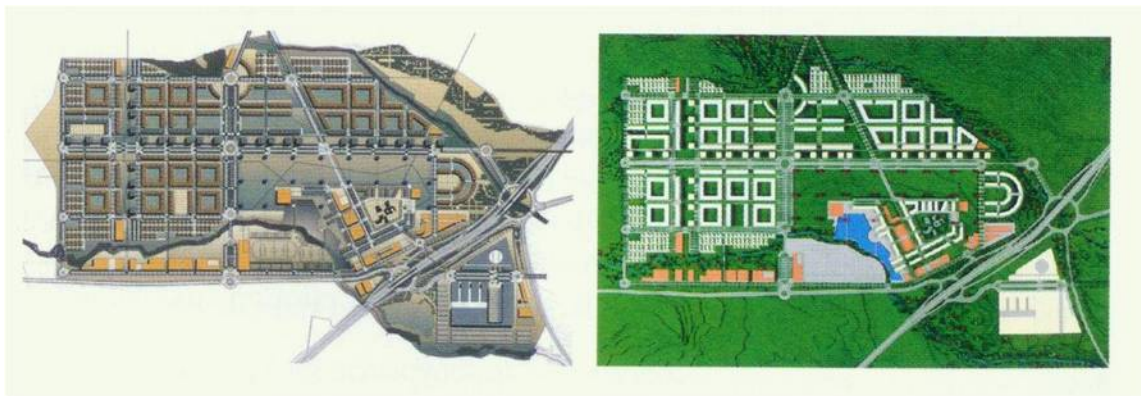
El problema de la vivienda es creciente en esta zona de Europa, los jóvenes no tienen alternativas para acceder a una vivienda digna, y el continuo aumento de los precios de las viviendas genera que este tema sea central dentro de las políticas gubernamentales.

En esta línea actúa la Eco ciudad, al planificar una oferta habitacional amplia y diversa, de vivienda asequible y de calidad, dirigida a todos los colectivos sociales, incrementando así las posibilidades reales de acceso a la vivienda. El proyecto genera un desarrollo urbano en las proximidades de Pamplona de aproximadamente 4.200 viviendas.

VPO, Vivienda de Protección Oficial: 2.452 Viviendas (58,22 %)

VPT, Vivienda de Precio Tasado: 1.434 Viviendas (34,05%)

VLPL, Vivienda Libre de Precio Limitado: 325 Viviendas (7,73%)



El proyecto de eco ciudad de Sarriguren se apoya en los principios de la arquitectura y el urbanismo bioclimático. Como temas centrales contiene bases para una planificación con;

Ahorro energético

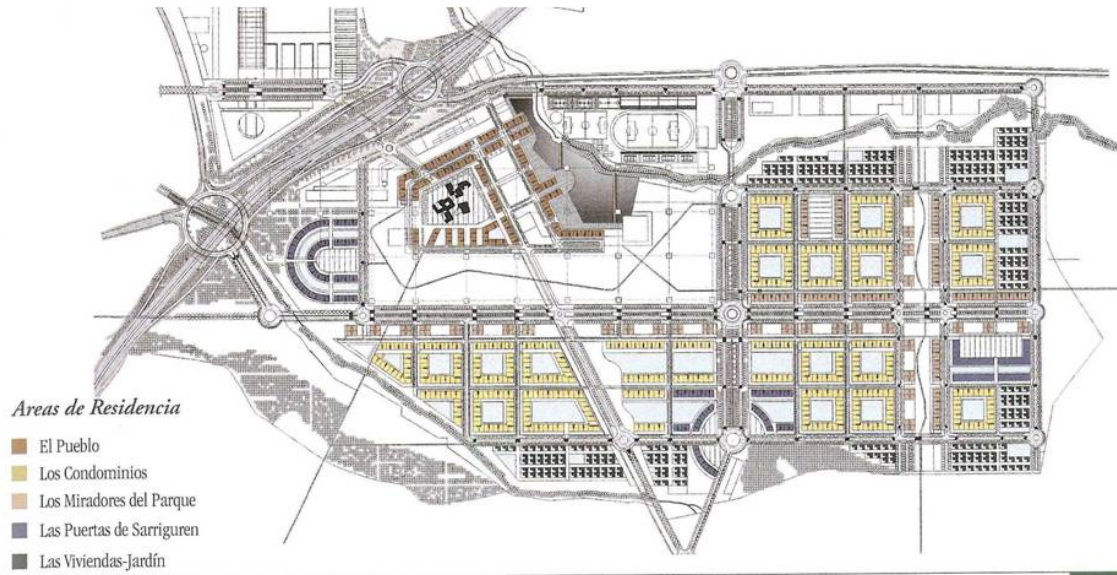
Integración de energías renovables

Aplicación de los principios de la denominada construcción sana.

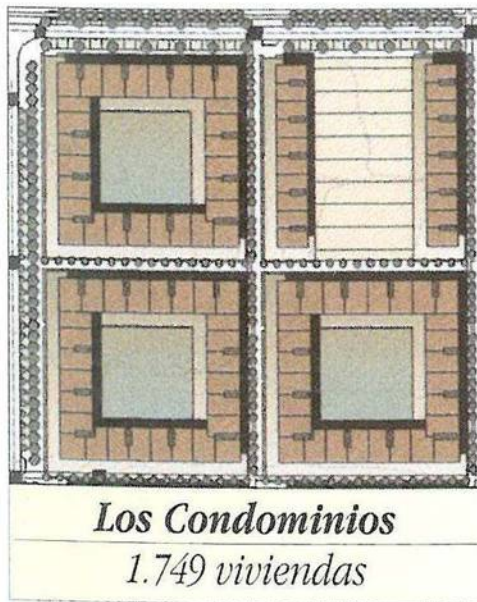
Esta arquitectura bioclimática pretende el “sostenimiento de una lógica, dirigida hacia la adecuación y utilización positiva de las condiciones ambientales, mantenidas durante el proceso del proyecto, la obra y la vida del edificio y la utilización de sus habitantes”.¹³³

¹³³ Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra. Eco Ciudad de Sarriguren. Aprendiendo de la Naturaleza. 2001.

Con esta filosofía se ha diseñado esta ciudad sustentable, la cual en el futuro debe inspirar el conjunto de los proyectos arquitectónicos que se desarrollan. Se busca un equilibrio entre las áreas residenciales, las actividades económicas, equipamientos y espacios públicos, con infraestructuras de gran calidad y sensibles con el medio ambiente.



El Máster Plan busca crear conceptos de habitabilidad, configurando distintas alternativas para las formas de habitar. En general se repiten las tipologías edificatorias analizadas en los capítulos anteriores.



134

¹³⁴ Consejero de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra. Eco Ciudad de Sarriguren. Aprendiendo de la Naturaleza. 2001.

En la actualidad la ciudad se encuentra en pleno proceso de construcción. Las campañas de adjudicación de viviendas se han realizado a tarves de la empresa de vivienda de Navarra. Hasta la fecha se han presentado 10.345 solicitudes para un total de 2.068 viviendas, lo cual demuestra el éxito de la gestión.



135

¹³⁵ Imágenes del proceso de construcción de la Eco Ciudad de Sarriguren. Hacia una arquitectura sostenible 2. Jura de Gobierno del Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.

7.2.7.- Valdespartera, una eco ciudad en Zaragoza

La Eco ciudad Valdespartera de Zaragoza es otro gran proyecto urbano sustentable en construcción en España, pues se trata de una actuación urbanística basada íntegramente en la sostenibilidad medioambiental y el aprovechamiento bioclimático, que además ha recibido el reconocimiento internacional del Hábitat de Naciones Unidas.

Ubicada al sur de la ciudad la urbanización ocupa 243 Ha, de las cuales 60 se destinan a sistemas generales de la ciudad y 183 Ha a la construcción de 9.687 viviendas, el 97% de ellas de protección pública. Después de cinco años desde que empezó a gestarse el proyecto, 5.500 viviendas se encuentran en construcción.



Desde la concepción del proyecto hasta su gestión en todas sus fases, Valdespartera responde a los criterios de sostenibilidad, tanto desde el punto de vista social, (coste accesible, urbanismo integrador, equipamientos lúdicos, deportivos y culturales, etc.) como desde el planeamiento urbanístico, el diseño arquitectónico y las técnicas y materiales constructivas.

136 <http://www.valdespartera.es/index.aspx>

Así, la ordenación urbanística se apoya en factores tales como: la orientación de los edificios para favorecer la captación solar; la colocación de pantallas frente a los vientos dominantes; la creación de microclimas mediante superficies vegetales, la disposición de vegetación de especies autóctonas caducifolias y el ahorro del agua, tanto en edificios como en zonas de uso común.

En cuanto al diseño arquitectónico de los edificios, éste sigue criterios bioclimáticos, con el uso de cubiertas planas para la colocación de paneles solares, el diferente tratamiento de fachadas según su orientación y utilización de materiales sostenibles y con elevado poder de aislamiento.



137

La urbanización dispone de sistema de recogida neumática de basuras y las instalaciones energéticas utilizan gas natural como fuente. Asimismo, todos los equipamientos y dispositivos, tanto de la iluminación como de la grifería de las viviendas son de consumo reducido y ahorradores de recursos.

137 <http://www.valdespartera.es/index.aspx>

7.2.8.- ABU DHABI, Emiratos Árabes

Abu Dhabi, el mayor de los Emiratos Árabes y uno de los mayores productores de petróleo del mundo, planea invertir 15.000 millones de dólares en la primera fase de una iniciativa para desarrollar energía verde y construir la planta eléctrica de hidrógeno más grande del mundo. En el futuro podrá albergar a 50.000 personas. Nadie vivirá a más de 200 metros del transporte público.



La inversión formará parte de la Iniciativa Masdar, una empresa creada para desarrollar energía limpia y sostenible, según ha anunciado el Príncipe Mohammed bin Zayed al-Nahayn en la Cumbre para la Energía del Futuro celebrada en el Emirato. No detalló, sin embargo, ninguna fecha concreta.

"Me gustaría remarcar el compromiso del Gobierno de Abu Dhabi hacia la Iniciativa Masdar anunciando una inversión inicial de 15.000 millones de dólares", señaló. "El próximo mes se pondrá en marcha la ciudad Masdar, la primera ciudad libre de carbono del mundo".¹³⁸

¹³⁸ Al Jaber, ejecutivo de Masdar (o Compañía de Energía Futura del Abu Dhabi).

El dinero irá a parar a infraestructuras, proyectos de energía renovable como una planta solar, y mano de obra, todo ello para colocar a Abu Dhabi como el líder en el mercado de la energía limpia, dijo el sultán Al Jaber, ejecutivo de Masdar (o Compañía de Energía Futura del Abu Dhabi).

El proyecto incluye planes para empezar a construir una ciudad con emisiones de carbono cero y residuos cero de hasta 15.000 residentes en el desierto en el primer cuarto de este año. "Lograr una ciudad de carbono cero es factible", aseguró Jaber.



A largo plazo, el proyecto albergará a 50.000 personas. La ciudad está siendo diseñada por el estudio del arquitecto británico Norman Foster.

"Se trata de un proyecto extremadamente ambicioso", explicó Gerard Evender, socio superior del gabinete de arquitectura de Foster en Londres, que ha contado con un equipo al cargo del diseño durante nueve meses. "Nos invitaron a diseñar una ciudad de carbono cero. Para este lugar adusto, necesitamos retroceder en la historia y fijarnos en cómo se adaptaban los antiguos emplazamientos a sus entornos".

Los edificios se apiñarán como en una 'kashba', y el sistema de refrigeración procederá de torres eólicas que recogerán las brisas del desierto y expulsarán el aire caliente. Ningún edificio superará las cinco plantas de altura; y la ciudad estará orientada de noreste a suroeste para obtener un equilibrio óptimo de luz solar y sombra.

Se parecerá a numerosas ciudades construidas en la época de los carruajes de caballos. La mayoría de las carreteras tendrán sólo tres metros de ancho y 70 de largo, para conseguir desarrollar un microclima que mantenga el aire en movimiento; los techos permitirán que entre el aire y protegerán el interior del fuerte sol en verano.

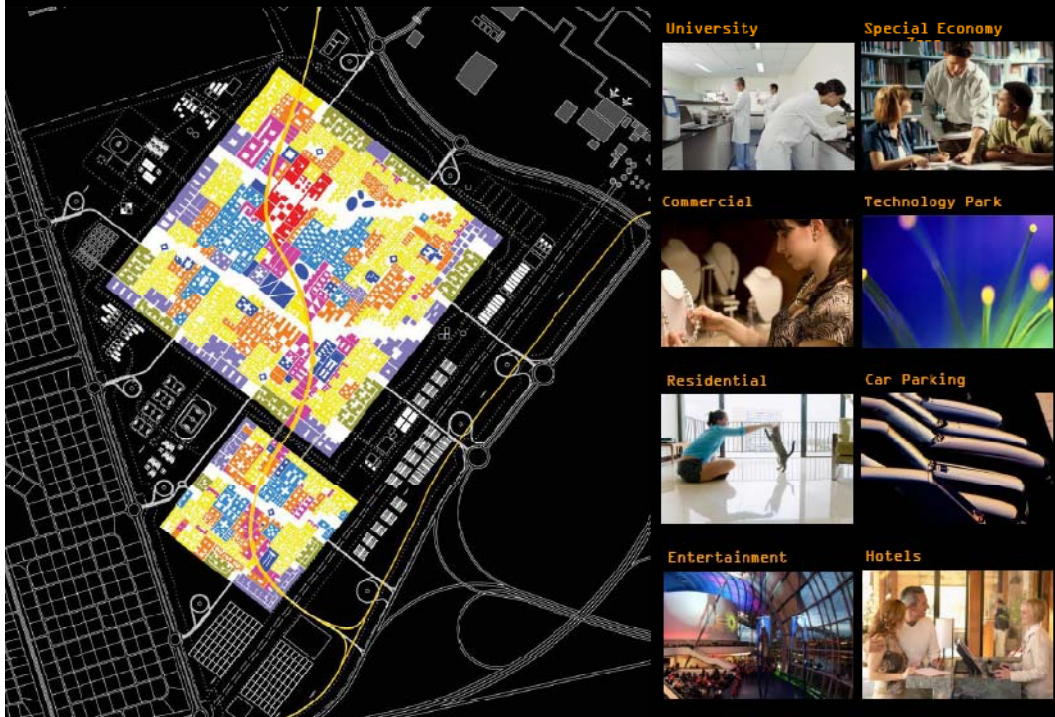
Nadie se encontrará a una distancia superior a los 200 metros del transporte público, y las calles darán a plazas con columnatas y fuentes.

"De ninguna forma intentamos imponer una arquitectura estándar internacional en Masdar. Nos esforzamos por conseguir un equilibrio de luz y calor", explicó Evenden. "Esta zona padece únicamente tres meses de calor extremo, y el resto del año es bastante húmeda".

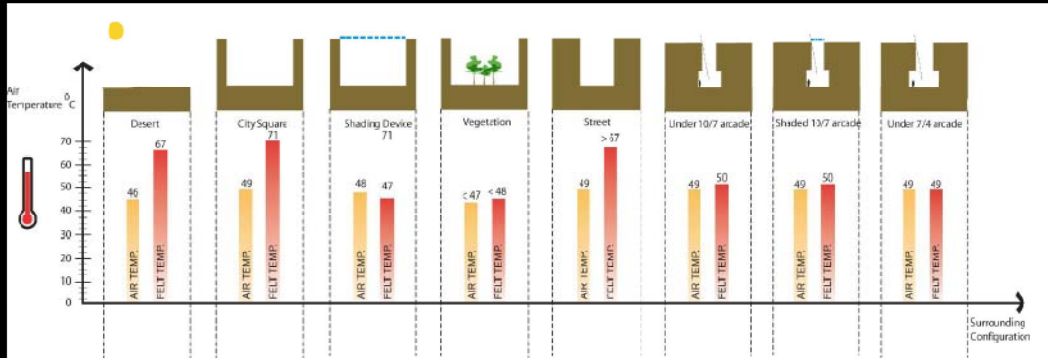
El sueño de todo arquitecto es construir una nueva ciudad, y el equipo de Foster explica que empezaron de cero. La idea se redujo a la cantidad de energía necesaria para su construcción y para vivir en dicha ciudad, dejando después que la energía solar se encargase del resto.

"Comenzaremos con una inmensa estación de energía solar que proporcione la energía suficiente para construir la ciudad. Cerca del 80% del espacio de los tejados se utilizará para generar esta energía, y dado que esperamos que la tecnología mejore según la vayamos construyendo, esperamos poder eliminar posteriormente la planta de energía solar. Digamos que tomaríamos prestada la energía del exterior, pero estamos intentando demostrar que será posible generarla toda dentro de los confines del emplazamiento", explicó Evenden.

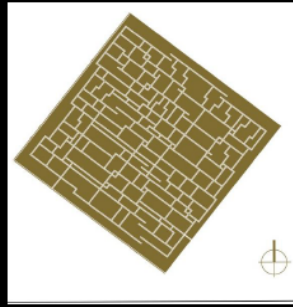
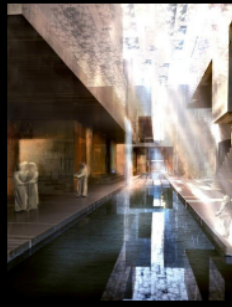
Masdar: City Build up:



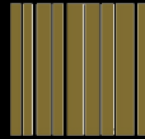
Masdar: Liveable Cities



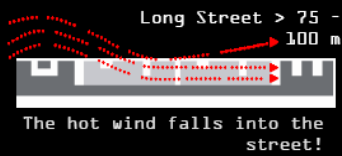
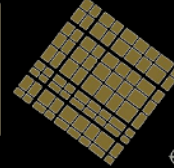
Masdar: Designing with Climate



East - West
maximum
Exposure



North -
South
Natural
Shading



Masdar: Mobility – PRT



7.2.9.- DONGTAN, Ciudad Sustentable en Shanghái, China

El contexto en China es categórico, una nación con un boom industrial insólito y con serios problemas de emisiones de CO2. La calidad de vida se ve seriamente amenazada por los altos índices de contaminación de sus ciudades industrializadas. Lo que propone el proyecto de Dongtan, es que los esfuerzos no estén en la forma de los edificios, sino precisamente en las variables que hagan que esta forma sea eficiente en términos energéticos.¹³⁹

El proyecto sin duda se presentaba bastante arriesgado, con un Cliente que representa dos facetas. Por un lado, buscando una imagen fresca y moderna, por otro lado una manera de sociabilizar y llevar adelante políticas públicas amparadas en el régimen de Beijing. Esto hace dudar sobre el real compromiso en llevar adelante cambios importantes. Pese a lo anterior, Dongtan se presentaba como una gran oportunidad de demostrar no solo a China, sino también al mundo, que el crecimiento puede ser de una manera distinta



Proponiendo una nueva ciudad

La primera gran decisión fue cambiar la idea original, desde un Condominio de escasa población, hacia una Ciudad densa. El problema era pensar, cuanto más grande debía ser esta ciudad. El modelo de densidad que estaban buscando, luego de extensos estudios, se acercaba a los 50 hab por acre, algo así como 125 hab/há, similar a ciudades como Copenhagen y Estocolmo. En esta densidad es posible encontrar un equilibrio entre población y uso eficiente de los recursos, modelo que se alejaba para ciudades de 120 hab por acre como Singapore o 300 hab por acre como Hong Kong.

¹³⁹ Plataforma Arquitectura. Web .Artículo marzo 2008

Luego debían definir qué altura tendría esta nueva ciudad, la cual estuvo dada por la calidad de los suelos de Dongtan, permitiendo construir edificios de 8 pisos evitando gastos excesivos en refuerzos de cimientos en las fundaciones. Luego se realizó una cabida posible de población en estos edificios y el número superaba en 10 veces la propuesta original, llegando a 500 mil habitantes en su máxima cabida, dejando al mismo tiempo un 65% del suelo libre, donde la ciudad crecería a lo largo del sistema de transporte público.

Por la condición de borde costero, junto con problemas de niveles y crecidas del mar, una consultora previa había planteado ubicar la ciudad alejada del agua, pero se propuso reevaluar a la luz de proyectos que aprovecharan la condición de waterfront, manejando las crecidas con un sistema de ríos, canales, lagunas y lagos, con áreas de drenaje para eventos de inundaciones.



Dongtan. En 2010 tendría 50 mil habitantes. En 2050, 500 mil.

Benditas Cáscaras de Arroz

Luego vino la necesidad de poner un motor energético que fuera la base del desarrollo de la ciudad. Se propuso de la idea que trabajando de manera correcta es posible transformar la basura en kilowatts, los gastos de energía en calor, y los viajes y traslados en rutas caminables en vez de manejables. Para esto comenzaron a trabajar en un “modelo de recursos integrados”. Un sistema de trabajo de múltiples variables que van relacionando las fuentes y los productos, un sistema de prueba y error, que buscaba conectar todas las variables para crear un círculo virtuoso.

El Plan energético que desarrollaron consistía en generar una planta de quema de desechos, que se traduciría en una turbina de vapor de generación eléctrica. La pregunta era entonces qué quemar? Para esto pensaron en el Miscanthus, una especie de hierba plumosa que brota rápido y se quema limpiamente. El problema del Miscanthus es que con éste se sacrificaría gran parte del suelo para uno solo uso. Luego repesaron la fuente y dieron con las cascaras de arroz.

China produce montañas de cascaras de arroz y los campesinos no hacen otra cosa que traducirla en desechos. De esta manera, trabajando las cascaras de arroz Dongtan podría usar sus propios desechos para iluminar la ciudad.

Para ubicar la planta de tratamiento se decidió localizarla al centro de la ciudad, para así capturar el calor y canalizarlo a la toda la ciudad. Con un buen aislamiento y un diseño inteligente la planta podía climatizar cada uno de los edificios de Dongtan pudiendo obtener un 80% de la eficiencia en el proceso de conversión energética. Entre Biomasa, campos de energía eólica, pequeñas pero numerosas contribuciones de células fotovoltaicas y pequeñas turbinas de viento, la ciudad podría obtener el 60% de su energía renovable de aquí al 2010, y un 100% en 20 años.¹⁴⁰



Hoy el plan energético de Dongtan se ha enriquecido enormemente, aumentando y mejorando las tecnologías de optimización energética. Con esto Dongtan se aleja cada vez más del modelo actual de ciudad, enfocándose más bien en la creación de un ecosistema, un closed loop. Es una isla verde que demuestra que es posible desligar el desarrollo económico de los impactos medioambientales”.¹⁴¹

¹⁴⁰ Plataforma Arquitectura. Web .Articulo marzo 2008

¹⁴¹ Ibid.

Es valorable como se piensa y planea desde un principio la ciudad como un soporte de todas las actividades humanas, y no como el resultante lógico de éstas. Por otro lado, esta ciudad crea un precedente importante en el sustento y financiamiento de proyectos de este tipo, al proponer que las disminuciones del consumo energético y de las emisiones de CO2 pueden transarse en el mercado del carbón y de esta forma financiar proyectos importantes para la sustentabilidad de la ciudad.



Dongtan propone un diseño de su infraestructura física que comparado con un proyecto convencional es capaz de reducir las emisiones de CO2. Después de un proceso de evaluación, un comité de UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), le otorga CERs (Certified Emmissions Reduction) a Dongtan por un monto equivalente a esta reducción.

Los CERs son equivalentes a acciones, y pueden ser transados en cualquier bolsa o mercado financiero del mundo; los compradores son proyectos o países que no pueden –o no quieren– cumplir con las reducciones de emisiones de CO2 acordadas en el protocolo de Kyoto.

Una ciudad de 500.000 habitantes como esta, puede reducir emisiones de CO2 equivalentes a US\$ 22 millones al año. Esto en un período de 25 años se convierte en aproximadamente US\$ 500 millones –valor presente–. Estos nuevos recursos serán utilizados para financiar los costos incurridos en la ciudad para obtener mejores estándares en edificios, plantas generadoras de energía, plazas, parques, infraestructura de transporte público y caminos.¹⁴²



Dongtan será un laboratorio para utilizar este mecanismo por primera vez a escala urbana; desde nuestra perspectiva, las infraestructuras físicas sustentables, que tomen ventaja de estas nuevas reglas del juego, son las que definirán nuestras ciudades del siglo XXI.”¹⁴³

¹⁴² Plataforma Arquitectura. Web .Articulo marzo 2008

¹⁴³ Ibid.

7.2.- ESTANDARES URBANOS BIOCLIMATICOS

7.2.1.- Sistemas de certificación energética

Conceptos LEED y BREAM

El Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) (Directivas en Energía y Diseño Ambiental), es un sistema estadounidense de estandarización de construcciones ecológicas desarrollado por el US Green Building Council.

LEED es un conjunto de normas sobre la utilización de energías alternativas en edificios de mediana y alta complejidad. Se basa en la calidad medioambiental interior, la eficiencia energética, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible del sitio y la selección de materiales. Existen cuatro niveles de certificación: certificado, plata, oro y platino. Fue desarrollado por el US Green Building Council.¹⁴⁴

Los criterios de evaluación incluyen:

- Calidad Medioambiental Interior
- Eficiencia energética
- Eficiencia del consumo de agua
- Desarrollo Sostenible del Sitio
- Selección de Materiales

Criterios de la certificación

Este desarrollo va inevitablemente a desembocar en el desarrollo de nuevas tecnologías que van a permitir alcanzar los criterios de la certificación mucho más fácilmente y sobrepasarlos con el fin de volver el edificio aún más ecológico. Estos criterios creados por el USGBC, tienen por objeto directamente respetar la buena práctica de las 3 R.

- reducción de los desechos y de los recursos utilizados
- reutilización de los materiales
- reciclaje de los materiales.

LEED para Urbanizaciones

LEED-ND: Para Urbanizaciones integra los principios de: crecimiento inteligente, urbanismo y Sostenibilidad en el medio construido en el primer estándar para el proyecto y construcción de urbanizaciones. Mientras que otros sistemas de certificación LEED se centran de forma fundamental en prácticas de construcción sostenible, con solo algunos pocos créditos que tratan la selección de la parcela,

¹⁴⁴ LEED. Wikipedia.org. Descripción del sistema Estadounidense de certificación energética de la construcción. http://es.wikipedia.org/wiki/Leadership_in_Energy_and_Environmental_Design"

LEED-ND hace el énfasis en aspectos del crecimiento inteligente, proyecto y desarrollo de urbanizaciones mientras que todavía incorpora una selección de las prácticas más importantes de la Sostenibilidad en el medio construido. Está guiado por los 10 principios del crecimiento inteligente que incluyen; **compacidad**, proximidad al transporte público, mezcla de tipos de usos, mezcla de tipos de edificios, elementos que favorecen el uso de peatones y bicicletas. Es un incentivo, una señal definida para proyectar y construir mejor urbanizaciones y edificios.

LEED-ND lanza el Programa Piloto en el Otoño del 2006.¹⁴⁵

Building Council´ para fomentar el desarrollo de edificaciones basadas en criterios sostenibles y de alta eficiencia. Se creó con la idea de establecer una guía reconocida de diseño de edificios “verdes”, otorgando un valor añadido al edificio y estimulando la competencia en el desarrollo de edificios sostenibles. LEED se caracteriza por proporcionar una evaluación de la sostenibilidad basada en el consenso de los diferentes agentes que participan en el proyecto de la edificación, valorando su impacto en cinco áreas.

Aplicabilidad a otros contextos.

Hoy en día no existe un marco estándar de evaluación de la calidad medioambiental de los edificios, LEED, que se refiere a normativa americana ASHRAE, ANSI, ASTM, ha sido utilizado en otros países y aunque se ha contextualizado LEED no deja de referirse a los marcos normativos norteamericanos.

En Alemania, el organismo encargado de certificar la sustentabilidad urbanas es el German Sustainable Building Council (DGNB Geusche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen e.V.)

En Inglaterra es el BREAM

¿QUE ES BREAM?

En el Reino Unido el organismo BRE (Building Research Establishment) desarrolló a principios de los 90 la herramienta de evaluación de la sostenibilidad en proyectos de construcción BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method). Desde entonces, BREEAM ha sido un sistema de evaluación ampliamente reconocido, tanto en el Reino Unido como a nivel Internacional, a la hora de especificar, monitorizar y verificar el comportamiento medioambiental de un edificio en relación a una amplia gama de criterios medioambientales de una manera transparente. Numerosas regiones, municipios y organismos han adoptado esta metodología como directrices e incentivos de construcción sostenible en sus promociones dentro del ámbito de la construcción.

¹⁴⁵ <http://www.spaingbc.org/leed/leed-nd.html>

El uso de asesores externos independientes del equipo de proyecto le confiere una gran credibilidad técnica y transparencia. Conjuntamente, indicar que las diferentes versiones de BREEAM se actualizan regularmente para garantizar que representan las mejores prácticas disponibles en cada momento.



7.2.2.- La huella ecológica

La huella ecológica es un indicador ambiental de carácter integrador del impacto que ejerce una cierta comunidad humana – país, región o ciudad - sobre su entorno, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados para el mantenimiento del modelo de producción y consumo de la comunidad.

La huella ecológica se expresa como la superficie necesaria para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas áreas.

Este indicador es definido según sus propios autores (William Rees y Mathis Wackernagel) como:

“El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para

asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área”

La filosofía del cálculo de la huella ecológica tiene en cuenta los siguientes aspectos:

Para producir cualquier producto, independientemente del tipo de tecnología utilizada, necesitamos un flujo de materiales y energía, producidos en última instancia por sistemas ecológicos. Necesitamos sistemas ecológicos para reabsorber los residuos generados durante el proceso de producción y el uso de los productos finales. Ocupamos espacio con infraestructuras, viviendas equipamientos, etc. reduciendo, así las superficie de ecosistemas productivos.

Otros conceptos de la Huella Ecológica

1.- Comparación entre el consumo de recursos naturales con la capacidad productiva biológica de la naturaleza. La huella ecológica de un país es el área total requerida para producir el alimento y las fibras que ese país consume, sostener su consumo energético y recibir su infraestructura.

Hoy día la huella ecológica se puede entender como la suma de estas áreas, no importa donde se encuentren en la planta (wwf, 2006).

Este indicador es de interés para los arquitectos en tanto traduce las necesidades de energía y otros recursos, la absorción de desechos y otras funciones esenciales en una medida de superficie del suelo productivo necesario para proveer tales funciones.

En Chile, la huella ecológica en tierra es de cerca de 2,2 hectáreas. Es decir, cada chileno consume los recursos que producen 2,4 hectáreas, al tiempo que tiene 4,4 hectáreas de tierra ecológicamente productiva disponible por persona, tres veces más que lo que dispone per cápita en todo el mundo. El promedio de la huella ecológica de Santiago es de 2,6 hectáreas por persona, el resulta ser más bajo que la medida de la huella ecológica de Chile. Así, la huella ecológica total de la ciudad es 10 veces más amplia que el área metropolitana –incluyendo las reservas ecológicas metropolitanas ó 195 veces más grande que el espacio consolidado de la ciudad (Wackernagel, 1998)

Fuente: Acondicionamientos. arquitectura y técnica / Renato D`alecon Castrillón / Ediciones ARQ, Escuela de Arquitectura, Pontificia Universidad Católica de Chile / Santiago de Chile, Noviembre de 2008.

2.- En algunas ocasiones los resultados son alarmantes, pues para mantener el ritmo de vida y de consumo que llevamos, necesitaríamos dos y hasta tres planetas iguales al único que tenemos.

(...) Claramente estamos sobre utilizando los recursos de nuestro planeta y rápidamente gastando su oferta ambiental. A la vez, hay un porcentaje significativo de personas en la Tierra que no tiene ni lo básico para sobrevivir.

Fuente: <http://www.conciencia-animal.cl/paginas/temas/temas.php?d=1123>

3.- Otros antecedentes revelan que nuestra "huella ecológica", es decir, el impacto de la humanidad sobre la Tierra, se ha incrementado dos veces y media desde 1961. El informe de 2004 muestra que la huella media es 2,2 hectáreas globales por persona, mientras que sólo hay 1,8 hectáreas globales de terreno disponible para proporcionar recursos naturales a cada habitante del planeta. Este dato se ha obtenido dividiendo los 11.300 millones de hectáreas de terreno productivo y espacio marino entre los 6.100 millones de habitantes del planeta.

Asimismo, nuestra huella energética resulta muy alarmante, debido sobre todo al uso de combustibles fósiles como el carbón, el gas y el petróleo. Este es el parámetro que más rápidamente ha crecido de la huella ecológica, aumentando cerca de un 700% entre 1961 y 2001. Además la sobreexplotación de estos combustibles está poniendo a toda la humanidad bajo la amenaza del cambio climático.

(...) . La "huella" de un norteamericano medio no solamente es el doble que la de un europeo, sino siete veces mayor que la de un asiático o africano medio.

Los ecosistemas están sufriendo, el clima global está cambiando y cuanto más continuemos por este camino de consumo insostenible y explotación, más difícil será proteger y restaurar la biodiversidad que queda y más precaria será la vida sobre la tierra.

<http://www.radio.uchile.cl/notas.aspx?idnota=22608>

4.- Aún no se presenta al gobierno regional la propuesta sobre el Plan Regulador Metropolitano, pero la discusión toma fuerza e incorpora nuevos temas. Ayer, en el seminario "El desafío de crecer en armonía", organizado por la Sofofa, urbanistas analizaron el futuro de Santiago.

"A medida que aumenta el ingreso, aumenta la demanda de espacio y la movilidad. Si restringes eso, los costos (de vivienda) crecen y hay más congestión", dijo el arquitecto Marcial Echeñique. El arquitecto de la UC Pablo Allard señaló que es necesario que la ciudad se expanda con condiciones. Explica que, para construir, las inmobiliarias deberán resolver los problemas de equipamiento, vialidad y áreas verdes.

Para los expertos es necesario una autoridad que se ocupe del desarrollo de la ciudad. Según Alexander Galetovic, existen "instituciones inadecuadas para coordinar inversiones y aplicar instrumentos de gestión".

Sobre la reducción de la huella ecológica - hectáreas por persona necesarias para mantener niveles de consumo-, Allard dijo que “se puede atacar a través de edificaciones más compactas que sean eficientes desde el punto de vista energético”.

Fuente: Diario La Tercera, 25/09/2008. Artículo: Urbanistas apoyan expansión y reducir huella ecológica de Santiago

5.- La llamada huella ecológica se define como “una medida de la cantidad de tierra y agua biológicamente productiva que requiere un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y para absorber los residuos que genera utilizando la tecnología imperante y las prácticas de gestión de recursos”.

En concreto, la definición dada por la organización internacional Global Footprint Network, apunta al número de hectáreas que cada persona requiere para abastecer sus necesidades de consumo energético, de alimentación, agua, transporte y vivienda, entre otros factores.

A pesar de que varias entidades internacionales y países como Inglaterra y China empiezan a tomar medidas que buscan disminuir la huella de colegios, de procesos productivos y de ciudades enteras –25 países de la Unión Europea lo consideran el principal indicador biofísico para medir sustentabilidad–, en Chile todavía no se advierte esta tendencia. De hecho, en Santiago se encargó el cálculo en el año 2000 aproximadamente, y una vez que se obtuvo nada se hizo al respecto.

El urbanista del Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Universidad Católica, Jonathan Barton, opina que es hora de que “el gobierno promueva ciertas prácticas y patrones de consumo más idóneos, porque hasta la fecha es bastante poco lo que se ha hecho en forma coordinada y eficiente. No debe ser en momentos de crisis cuando armemos una campaña de eco-eficiencias, por ejemplo; hay que repensar la matriz energética, las demandas futuras y las alternativas disponibles con planes de largo aliento”.

Con el fin de disminuir la “huella ecológica” en nuestro país, el miembro de la red Global Footprint Network y director de Forest Ethics Chile, Bernardo Reyes, ha analizado que el mayor impacto está en el consumo energético y que tenemos que partir por evaluar el comportamiento térmico de las viviendas.

“Esto se traduce, por ejemplo, en optimizar la aislación de techos y ventanas y mejorar la combustión de la leña certificando que esté seca como corresponde, de modo que aumente el confort y disminuyan las combustiones”. Luego propone actualizar los sistemas de iluminación con las nuevas tecnologías y analizar el impacto de los materiales de construcción optando siempre por los de “baja energía” como el fibrocemento y la madera prensada.

Además, en la opinión de Reyes, se deberían cambiar los hábitos de transporte prefiriendo los vehículos no motorizados y la locomoción colectiva y disminuyendo el uso del auto o proponiendo su cambio por uno de menor gasto. Como la alimentación también influye, Reyes invita a optar por el consumo de vegetales y carnes frescas, ya que “mientras menos procesados sean los alimentos, menor es la huella ecológica”.

Por último, habla también de dimensionar adecuadamente el tamaño de la vivienda: “Hay que vivir según lo que realmente se necesita, lo que no significa perder el bienestar. En Chile hay un promedio de 1,9 hectáreas de suelo bioproductivo disponible por persona, pero en sectores como Vitacura el indicador llega a 14 y hasta 18 hectáreas por habitante... ¡Están consumiendo como si hubiesen nueve planetas...!

Hay que tomar conciencia porque les estamos quitando hectáreas y calidad de vida a nuestros hijos”, concluye el experto.

Fuente: **Cintya Ramírez Fuentes** en

<http://blogs.elmercurio.com/viviendaydecoracion/2008/09/27/como-atenuar-la-huella-ecologi.asp> /

7.3.- ESTRATEGIAS HABITACIONALES BIOCLIMATICAS

7.3.1.- La Ciudad Solar

El sol es entonces el motor que pone en marcha todo el ciclo así como los complejos procesos de reciclaje de los materiales y suporta a la vez la existencia de los ecosistemas: 'esta es la estrategia que utiliza la biosfera para su sostenibilidad. No parece razonable que el hombre y sus sistemas se alejen demasiado de esta estrategia'¹⁴⁶.

La idea de una ciudad solar nace precisamente de la fusión de estos dos temas, por cierto estrictamente relacionados: la recuperación y la re-valoración del sol, fuente natural de luz, calor, bienestar y vida, puede efectivamente representar una de las potenciales 'llaves' para solucionar los problemas urbanos y energéticos que afectan a nuestra sociedad. Se trata evidentemente de un tema abierto y extenso, caracterizado por mil aspectos y facetas y en el que intervienen numerosas variables; entre todas, se enfocará la atención hacia el sector de las construcciones, con el objetivo de investigar la manera para traducir este concepto en términos concretos.

El sol es un bien común, pertenece a todos y a nadie a la vez y, como tal, cada individuo humano debe poder disfrutar de sus beneficios. Este principio, resulta válido sobre todo en la organización de una comunidad urbana solar, donde los edificios y los espacios públicos deben articularse de manera que la radiación quede repartida con igualdad, para decirlo así, y que todos los ciudadanos tengan la misma posibilidad de aprovechar de ella.

En el caso específico de la ciudad solar, son tres los grados de utilización del sol que se deben tener en cuenta y garantizar, o sea: el uso individual, el uso técnico y el uso social.¹⁴⁷

El uso individual se refiere sobre todo al acceso directo de la luz diurna (daylight) y a la iluminación natural de los edificios, al contacto visual con el entorno exterior (sky view) y al calentamiento pasivo de los espacios. El consumo inmediato de la energía solar es responsable, como se ha explicado anteriormente, del bienestar fisiológico y mental de la persona.

El uso técnico, definido también activo, implica un proceso de conversión de la radiación solar en formas de energía distintas, su acumulación y su eventual 'desplazamiento' hasta el sitio de utilización, por medio de específicos soportes tecnológicos.

En este ámbito, los colectores térmicos para el calentamiento del agua sanitaria y las instalaciones fotovoltaicas para la producción de electricidad, son dos sistemas

¹⁴⁶ KAISER N., 'Principles for solar construction- The path to Solar Standards', *Solar energy in Architecture and Urban Planning* (1996)

¹⁴⁷ KAISER N. (1998) Y TREBERSPURG M. (2008)

que han alcanzado un nivel de desarrollo tecnológico avanzado, pero cuya aplicación en ámbito urbano se puede todavía ampliar.

La generación y el crecimiento de la biomasa es la otra importante aplicación indirecta de la energía solar: los residuos orgánicos procedentes de la explotación agrícola y ganadera y de la actividad humana (doméstica e industrial) se convierten en materiales naturales combustibles (biogases y aceites vegetales) útiles para la generación de energía calorífica y eléctrica.

El uso social, en último, se refiere al asoleo directo de las áreas públicas, accesibles de parte de toda la comunidad. Es importante organizar racionalmente la distribución urbana y procurar que los edificios no afecten, con sus sombras, al uso directo del sol en estas zonas; la posibilidad de los usuarios de disfrutar de espacios al aire libre agradables y soleados no debe ser reducida, sino incrementada. Al mismo tiempo, así como se ha comentado antes, la luz solar es uno de los componentes primarios para el crecimiento de la vegetación, elemento que contribuye sensiblemente a mejorar el confort ambiental en ámbito urbano. Como se verá más adelante, los espacios públicos desempeñan un papel fundamental en la ciudad solar compacta.

Características generales de la ciudad solar¹⁴⁸

La condición esencial para la ciudad solar es una economía de consumos contenidos y de alta eficiencia energética, es decir un sistema capaz de obtener la máxima cantidad de energía disponible para satisfacer las necesidades humanas utilizando mínimos recursos primarios.

El primer paso en esta dirección consiste en armonizar los requerimientos per cápita con la cantidad de energía realmente proporcionada por el sol, considerando tanto la reducción de esta debida al paso de la radiación por la atmósfera, cuanto la capacidad de las instalaciones de convertirla en energía térmica y eléctrica; normalmente, la eficiencia de los colectores solares se acerca al 50%, mientras que para las celdas fotovoltaicos baja hasta el 10%. Una rápida evaluación de este tipo, evidencia inmediatamente que los consumos de los países más industrializados (Europa y América del Norte, por ejemplo) son superiores al promedio mundial y a los que la sola energía solar puede sostener. El objetivo es entonces reducirlos y optimizarlos, también para no comprometer la ecuación y distribución de recursos y el futuro desarrollo económico de las poblaciones más atrasadas.

¿Cómo se puede intervenir delante de la reducción del uso técnico, individual y social del sol, debida a la compacidad del tejido construido?

¹⁴⁸ Curreli, Alessandra. La integración de la radiación solar en la ciudad compacta. Parámetros y metodología de análisis aplicados al caso del Eixample de Barcelona. Tesis de Magister en Arquitectura, Energía y Medio Ambiente. Universidad Politècnica de Catalunya. 2009.

Al primer caso se puede obviar, por ejemplo, con una edificación regular en altura, de manera que las cubiertas (horizontales o inclinadas) queden siempre soleadas y puedan entonces acoger las instalaciones técnicas para la acumulación y la conversión de la energía. En el segundo caso, son los espacios públicos que pueden suplir a la limitación del contacto visual con el exterior, a la disminución de luz diurna directa o a la falta de calentamiento directo que afecta sobre todo a los niveles más bajos de los edificios: mejorando el uso social, se ofrece a los usuarios la posibilidad de disfrutar de los beneficios del sol en espacios al aire más bien que en el interior de los edificios.

Es evidente que el espacio público abierto no puede sustituir completamente los espacios domésticos interiores, tanto por un tema funcional y de privacidad, cuanto por un tema ambiental y climático; el uso social puede ser un soporte, pero un nivel mínimo de uso individual del sol debe ser garantizado en todo caso. Además, también en los espacios al aire libre, el asoleo puede resultar afectado por la presencia de obstáculos a la radiación.

Para evitar las sombras mutuas entre cuerpos edificados, es evidente que no existe otra opción si no la de dejar entre ellos una distancia mínima y proporcionada a su altura, en dirección N-S, ya que es justo desde el Sur que procede la mayor cantidad de radiación solar. En cambio, para mantener constante la compacidad global del tejido, se puede incrementar la densidad en la orientación opuesta, reduciendo el espacio libre entre los edificios, ya que las fachadas este y oeste no contribuyen al aporte energético invernal y necesitan en cambio protección en verano.¹⁴⁹

¹⁴⁹ GIVONI B. (1998)

7.3.2.- Ciudad Solar de Linz-Pichling, Austria

El caso de Linz-Pichling representa uno de los primeros experimentos urbanos en ámbito europeo reconocible como ciudad solar. El proyecto responde a la creciente demanda de alojamiento de la ciudad de Linz, capital de la Austria septentrional situada algunos kilómetros. a Noroeste, y combina esta exigencia residencial con una política de ahorro energético y de integración de la energía solar lanzadas por la administración municipal.

El emplazamiento del nuevo distrito es un lugar privilegiado, ubicado entre las orillas del río Danubio y del río Traun, el cual posee un gran valor naturalístico y paisajístico y una consistente reserva biológica; todos estos aspectos estos merecen evidentemente especial atención.

El estudio previo conducido por Roland Rainer en el 1992 ha entregado las líneas guías para el proyecto general del nuevo barrio de Pichling, elaborado en el 1995 por la acción conjunta de 12 estudios internacionales de arquitectura.

De hecho, se trata de un núcleo autónomo constituido por 5.000 viviendas sociales, un complejo escolar, un centro dotacional comunitario, una biblioteca y otros equipamientos de tipo local; Pichling se presenta hoy como una pequeña ciudad que acoge 25.000 habitantes



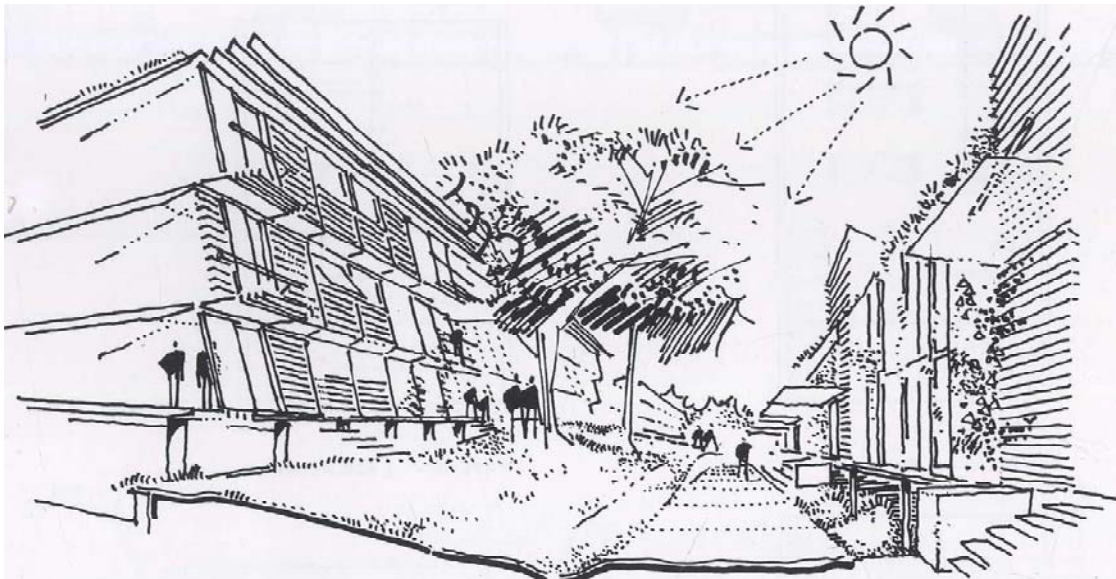
150

¹⁵⁰ El distrito solar de *Linz-Pichling* próximo a los humedales del Danubio y del Traun

El reto principal del proyecto es lo de obtener la máxima densidad posible y una alta complejidad de funciones, en el intento de reducir los consumos energéticos globales y de ofrecer a los usuarios una buena calidad y de vida, por medio de la integración urbana de la energía solar.

Los criterios adoptados en la elaboración del proyecto, no son mucho más que reglas de adecuación al sitio, que tienen como referencia y soporte tecnologías ecológicas específicas, y cuyo objetivo principal y común es lo de garantizar los diferentes usos del sol. La atención dedicada a la orientación y al tratamiento diferenciado de las fachadas, así como la proporción entre altura y distancia de los edificios y la distribución de los árboles son medidas finalizadas al aprovechamiento pasivo, o sea el uso individual del sol también en los meses invernales

La sistemática integración de placas solares y fotovoltaicas permite en cambio un intensivo y amplio aprovechamiento activo, mientras la interposición de jardines, áreas para el juego y el recreo y espacios para actividades colectivas ofrece la posibilidad de disfrutar del sol de forma social (fig. 3.8).



151

El resultado final es 'una estructura de nudos urbanos compactos con uso mixto'¹¹, cuyo tamaño se define de manera que todas las distancias respecto al centro del asentamiento se puedan recorrer andando (fig. 3.9). La plaza central tiene además un importante valor simbólico, ya que representa un lugar de encuentro social y un polo atractivo generador de calidad urbana.

¹⁵¹ Áreas verdes y uso social del sol en los espacios entre edificios en el proyecto de las viviendas de *Norman Foster and Partners*

La decisión de tipo formal, junta a otras actuaciones como la introducción de un eficiente sistema de transporte público, la ampliación de los carriles para bicicletas y de los recorridos peatonales, limita notablemente el uso de los medios de transporte privados y permite reducir el gasto de energía y las emisiones de CO₂ dañinas para el medio ambiente

A parte el intensivo uso del sol, se han tomado otras medidas de ahorro energético, las cuales incluyen el aprovechamiento de otras fuentes energéticas de origen natural, como el biogas y los aceites vegetales procedentes de biomasas y utilizados en la producción de electricidad destinada el sector residencial, o la recuperación del calor desprendido por las viviendas o por las aguas de descarga. La utilización conjunta de todas estas fuentes permite satisfacer una buena parte de la demanda energética anual de los edificios, cuyo valor máximo se fija, al principio del proyecto, en 44kWh/m².

De hecho, en los primeros años de actividad del distrito, los requerimientos energéticos medios se han establecidos en 36 kWh/m², o sea resultan aún menores del límite previsto. Un sistema de monitoreo controla constantemente y releva periódicamente datos relativos al funcionamiento de Pichling: después de algunos años, el experimento parece haber dado resultados positivos y satisfactorios.

El distrito solar de Pichling se ha convertido en un modelo de referencia a escala europea; en este sentido, se debe reconocer que la campaña publicitaria y la participación en el proyecto de nombres de arquitectos reconocidos, han desempeñado un papel determinante; con esto no se quiere naturalmente discutir sobre la calidad y la validez del proyecto, simplemente subrayar que probablemente existen también otros episodios parecidos, sino menos notos en el panorama de nuestro continente.

Lo que más hace reflexionar es el hecho de que, en realidad, el concepto de ciudad solar es bastante sencillo y su transposición a la realidad no requiere medidas o actuaciones especiales; como se ha visto en Pichling, se trata más bien de recuperar algunos principios básicos de la arquitectura, contando pero con el soporte de un progreso tecnológico cada día más avanzado. Además, el budget económico necesario para la construcción de la obra resulta bastante limitado y por lo tanto fácilmente alcanzable.

La amplia gama de tipologías edilicias utilizadas en el experimento austriaco para responder a diferentes situaciones urbanas, es otro aspecto importante porque demuestra que un enfoque de tipo solar y sostenible no genera necesariamente un único y repetitivo modelo, sino puede dar lugar a una interesante investigación formal y llevar al alcance de soluciones innovadoras y variadas en un mismo entorno (fig. 3.11).

El caso tomado como ejemplo desmiente también la credencia de que un asentamiento con alta densidad sea necesariamente constituido por edificios desarrollados en altura; en Pichling ninguno de los edificios supera las 4 plantas. Esto quiere decir que es posible conseguir una compacidad también con construcciones relativamente bajas: se trata, como ya se ha repetido en variadas ocasiones, de buscar la justa proporción entre espacio libre y espacio construido.

7.3.3.- Hábitat Residencial Sustentable en Chile

En Chile, el déficit de vivienda tanto cuantitativo como cualitativo ha sido una preocupación constante, ante lo cual no sólo el aparato público sino también diversos entes privados, centros de investigación y la propia comunidad han ejercido un importante rol en su intento por mejorar tales deficiencias. El Estado, como actor principal pone énfasis, a mediados del siglo pasado, en la racionalización del diseño y la industrialización del proceso constructivo.¹⁵² Posteriormente, a partir de los años 80, impulsa una política habitacional dirigida a subsidiar la demanda, en base a procedimientos que se perfeccionan en la década de los 90, abriéndose el debate respecto a la calidad que presenta la construcción.

En la primera década del siglo 21 las políticas habitacionales han estado fuertemente desarrolladas con una visión inmobiliaria de carácter social, donde los gobiernos han implementado fuertes programas habitacionales que en promedio construyen 100.000 viviendas al año. Sin embargo los resultados de todas estas políticas no tienen los resultados esperados en el ámbito de la sustentabilidad, ampliando esta mirada no solo a los aspectos energéticos y bioclimáticos. La segregación social ha sido uno de los aspectos más complejos de poder solucionar, pues to que en general la ubicación de los grandes conjuntos de vivienda se producen en las periferias de las ciudades aumentando la dispersión de funciones urbanas y el colapso de las redes de transporte.

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo tiene por misión mejorar la calidad de vida de chilenos y chilenas, posibilitando el acceso a viviendas dignas, barrios equipados y ciudades integradas. En este marco, se implementa la Nueva Política Habitacional, el Programa de Recuperación de Barrios y una Agenda de Ciudades para construir viviendas con mejores estándares de calidad, emplazadas en barrios y ciudades armónicas, amables y equitativas¹⁵³.

La política habitacional se basa en tres ejes fundamentales; aumentar la cantidad de soluciones habitacionales para atender especialmente al 40% más pobre de la población, garantizar la calidad de las viviendas, mejorando su estándar, los procesos de diseño y construcción y promover la integración social, procurando

¹⁵² Bienestar Habitacional, Guía de Diseño para Hábitat Residencial Sustentable. Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de la Vivienda. Universidad Técnica Federico Santa María Fundación Chile. Agosto 2004.

¹⁵³ Ministerio de Vivienda y Urbanismo. WWW.MINVU.CL

soluciones habitacionales insertas en barrios y ciudades.¹⁵⁴ Los proyectos de vivienda social se someten a una rigurosa evaluación y disponen de asistencia técnica y la fiscalización adecuada, para asegurar su calidad.

Adicionalmente, se han creado iniciativas para mejorar el comportamiento energético de las viviendas, como el Concurso de “Arquitectura y Eficiencia Energética en Vivienda Social” en su versión 2006-2007, que busca enfrentar el diseño de la vivienda social con estrategias de diseño eficientes energéticamente, que permitan mejorar los estándares actuales de habitabilidad, integración e impacto ambiental.¹⁵⁵



156

Estas iniciativas han sido aisladas en el ámbito urbano de Chile, y las inmobiliarias que construyen la totalidad de los macro conjuntos de viviendas no incorporan ninguna de estas estrategias de mejoras energéticas o ambientales, como las descritas en las etapas anteriores, pues argumentan que mientras no sean normas urbanas establecidas por ley no son de su interés o necesidad.

¹⁵⁴ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

¹⁵⁵ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

¹⁵⁶ Proyecto Casa_Patio de Valdivia, Región de los Ríos. Ganador del 1º Premio del Segundo Concurso de Arquitectura y Eficiencia Energética en Vivienda Social- MINVU. Arquitectos A. Horn M.; R. Flores R.y M. Scheihing F.2008

Publicación Fundación Chile / FONDEF +

Sustentabilidad de las Ciudades El actual proceso de desarrollo urbano ha producido condiciones medioambientales que hacen que la calidad de vida de los habitantes de las ciudades sea desigual, según el contexto socioeconómico demográfico- cultural, e inequitativo, según la condición socioeconómica, etarea, étnica, religiosa, de género, etc., de los diversos grupos humanos. Esto ha generado que a nivel mundial se haya puesto como prioridad lograr que los procesos de desarrollo sean sustentables tanto ecológica como económica, social, cultural, física y políticamente, entendiendo que cualquier intervención debería tomar en consideración el impacto que ésta pueda tener en las generaciones futuras.

La sustentabilidad de las ciudades resulta también de gran relevancia ya que es en éstas donde se producen grandes conflictos entre las prioridades económicas por sobre las otras. Desde hace ya varios años existe reconocimiento de la importancia de la sustentabilidad en los asentamientos humanos, a partir de la Cumbre de la Tierra (Río de Janeiro, 1992) en la que se estableció la Agenda Local 213 y también en la Cumbre de la Ciudad (Estambul, 1996) donde se aprobó la Agenda de Habitat157

Sistema Habitacional

Para esta Guía, las escalas territoriales consideradas relevantes a ser analizadas son Vivienda, Entorno Inmediato y Conjunto. En términos territoriales, la vivienda se define como la unidad física entendida como casa que además está integrada por el terreno, la infraestructura de urbanización y de servicios, y que cuando es construida en altura incluye los pasillos que permiten su acceso. El entorno inmediato se refiere al territorio entre lo público y lo privado que

Hábitat Residencial Sustentable

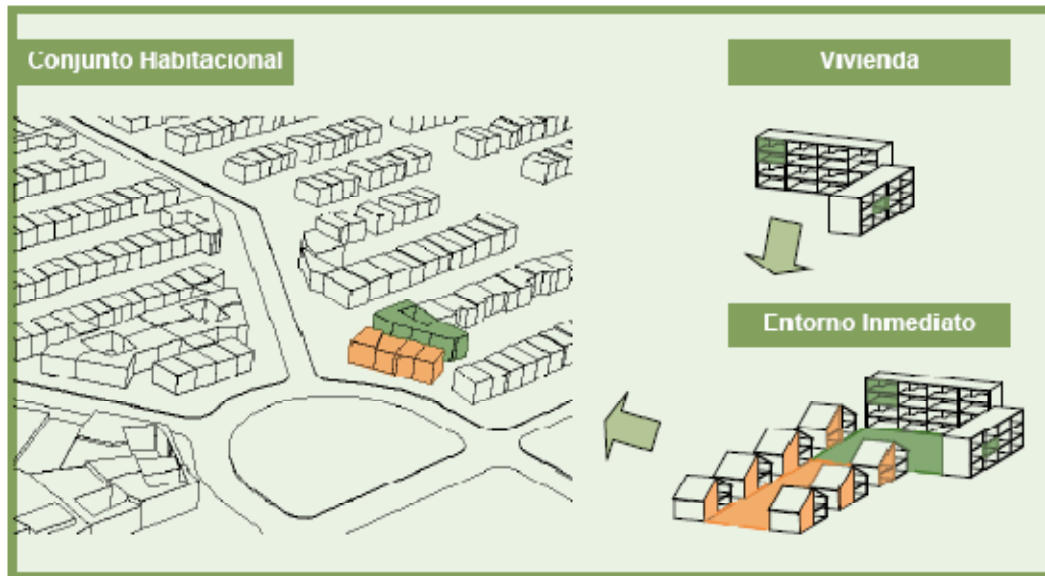
cuenta con diversas dimensiones y tipologías incluyendo pasajes, calles pequeñas, plazas, patios comunes o corredores. El conjunto habitacional incorpora las distintas unidades de vivienda y los entornos conformándolos con calles, equipamientos, espacios públicos entre otros y se encuentra claramente delimitado e inserto en un contexto mayor. (Figura 3) La relación que existe entre estas escalas territoriales y los habitantes determina el sistema habitacional.

Proceso Habitacional

Al ser parte de procesos sociales, las relaciones existentes en el hábitat residencial son iterativas y dinámicas, lo que exige una mayor complejidad en su análisis y conformación. La iteración del proceso habitacional implica que la transición entre escalas no es lineal y que fases como la prospección, planificación, programación, diseño, construcción, asignación y transferencia, alojamiento, transformación y mantención, seguimiento y evaluación, pueden no

¹⁵⁷ Para mayor información ver: <http://www.unhabitat.org>

ser secuenciales ni finitas. Es decir, el proceso no termina con la adjudicación de la vivienda, o con la construcción de la casa, sino que, al ser dinámico, se transforma a medida que los habitantes interfieren en ella. (Figura 4)



Físico Espacial: Condiciones de diseño relativas a la estructura física de las escalas territoriales del hábitat residencial, evaluadas según variables de dimensionamiento, distribución y uso.

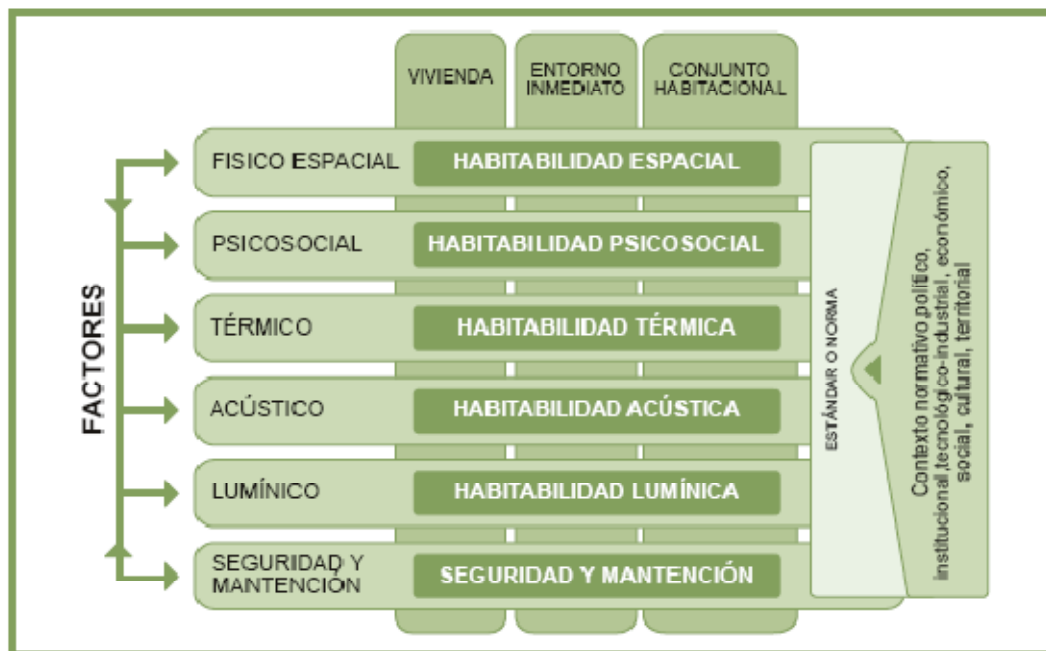
Psicosocial: Comportamiento individual y colectivo de los habitantes asociados a sus características socioeconómicas y culturales, evaluado según condiciones de privacidad, identidad y seguridad ciudadana.

Térmico: Condición térmica que presenta la vivienda, que se evalúa por la temperatura y la humedad relativa del aire al interior de ella y el riesgo de condensación. Estas características están condicionadas por la renovación y velocidad del aire; las características térmicas de la envolvente; el diseño y la forma de la vivienda; el tamaño, orientación y ubicación de ventanas y muros; las condiciones climáticas exteriores y las condiciones de habitar (uso y tipo de calefacción, etc.)

Acústico: Condición acústica que presenta la vivienda que se evalúa por la aislación acústica a la transmisión del ruido aéreo y amortiguación a la propagación del ruido mecánico o de impacto, originados en fuentes externas y/o internas de la edificación, que presentan los elementos horizontales y verticales que conforman sus cerramientos. Está condicionada por la fuente de ruido, la forma de transmisión o propagación y el diseño, tamaño, forma y materialidad de los elementos que conforman la envolvente.

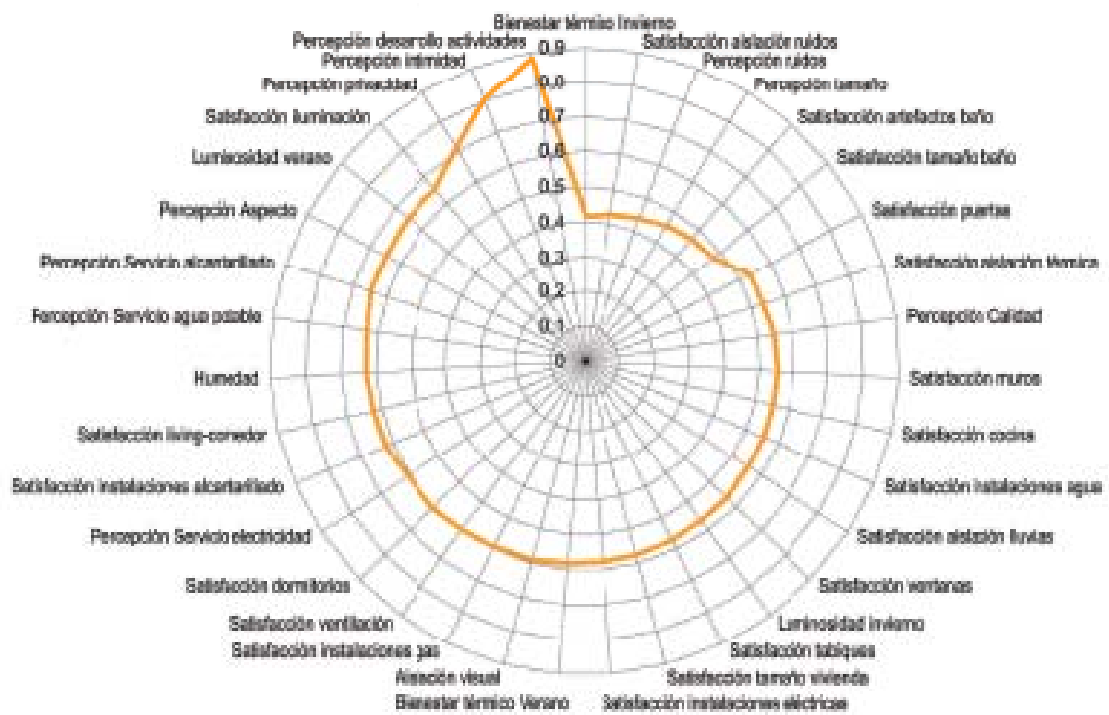
Lumínico: Condición lumínica que presenta la vivienda que se evalúa por la iluminación natural que presentan los diferentes recintos. Está condicionada, por la radiación solar exterior y el potencial de captación dado por el tamaño, ubicación, orientación y calidad de los elementos translucidos, por la forma del recinto en relación al punto de captación de luz y las características de reflexión, absorción y transmisión de los paramentos interiores

Seguridad y mantención: Condición de durabilidad y capacidad de administración que se asigna a los espacios y construcciones propuestas en acuerdo a las características socioeconómicas de sus habitantes y a las características del medio geográfico en que se emplazan, evaluada a partir de aspectos de seguridad estructural, seguridad contra fuego, seguridad contra accidentes, seguridad contra intrusiones, durabilidad y mantención.



Estos factores, entre otros, sirven para entender el estado del bienestar habitacional. Cabe señalar que a la luz de esta investigación, los problemas detectados pueden ser resueltos a partir de diversos frentes, desde arreglos a nivel de política habitacional, mejoras tecnológicas, modificaciones a la normativa, o recomendaciones de diseño, entre otros.

GRÁFICO 1. Percepción del Bienestar Habitacional



ETAPA 8.- MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

Modelaciones energéticas en 4 ciudades de Chile

8.1.- Estrategias urbanas bioclimáticas

- 8.1.1.- Leyes urbanas nacionales / LGUC + OGUC
- 8.1.2.- Visión de Ciudad Sustentable, Bicentenario 2010.
- 8.1.3.- Reglamentación Térmica en Chile
- 8.1.4.- El nuevo concepto del BIPV (Building Integrate Photovoltaics)
- 8.1.5.- Parámetros solares para los modelos urbanos
- 8.1.6.- Recomendaciones generales de diseño

8.2.- Modelaciones energéticas urbanas

- 8.2.1.- Zonas Geográficas para el análisis
- 8.2.2.- Caso de estudio 1. Ciudad de Arica
- 8.2.3.- Caso de estudio 2. Ciudad de Calama
- 8.2.4.- Caso de estudio 3. Ciudad de Santiago
- 8.2.5.- Caso de estudio 4. Ciudad de Alerce, Puerto Montt.
- 8.2.6.- Metodología de análisis urbano energético
- 8.2.7.- Cálculo energético de los modelos urbanos

8.3.- Propuesta de modelos urbanos sustentables

- 8.3.1.- Conclusiones parciales de las modelaciones energéticas
- 8.3.2.- Modelo urbano de alta compacidad
- 8.3.3.- Modelo urbano de media compacidad
- 8.3.4.- Modelo urbano de baja compacidad
- 8.3.5.- Modelaciones eólicas
- 8.3.6.- Conclusiones generales

ETAPA 8.- MODELOS URBANOS BIOCLIMATICOS

Modelaciones energéticas en 4 ciudades de Chile

8.1.- ESTRATEGIAS URBANAS BIOCLIMATICAS

Introducción a Chile

Los modelos urbanos se sustentan en los aspectos económicos, ambientales, políticos y sociales de las culturas urbanas donde se desarrollan. Para la presente investigación nos aplicaremos en los climas y sistemas urbanos de Chile, pero concentrándonos en 4 de los 7 climas Chilenos que son más representativos de otras culturas y regiones del Planeta. De esta forma, podremos extrapolar ciertas conclusiones a otras latitudes similares.

8.1.1.- Leyes urbanas nacionales / LGUC + OGUC

En Chile no existen leyes urbanas de sustentabilidad asociadas a normas, ordenanzas o estrategias urbanas. No existe una Política de ciudades sostenibles aprobada. Los organismos encargados del desarrollo de la ciudad no han establecido estrategias o guías para un desarrollo sostenible, y dado que el modelo económico de libre mercado no estimula la innovación, no se produce desarrollo en materias de urbanismo sustentable, porque simplemente no es “norma”.

Lo que existe en la actualidad es la reglamentación térmica, pero es a nivel de construcción y no de planificación urbana. Esta reglamentación térmica que es explicada en detalle más adelante, no asegura que existan edificaciones bien orientadas o con un mínimo de captación solar en su interior.

Si analizamos la ley más importante en Chile en materia de planificación urbana y construcción, la LGUC (Ley General de Urbanismo y Construcciones) y su ordenanza de aplicación, la OGUC (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones) podremos advertir que no existen estrategias que vinculen los aspectos ambientales definidos en esta investigación, con los aspectos urbanos.

El proceso de Planificación Urbana orientará o regulará, según el caso, el desarrollo de los centros urbanos a través de los Instrumentos de Planificación Territorial que se señalan en la LGUC. Cada uno de dichos instrumentos tendrá un ámbito de acción propio, tanto en relación a la superficie de territorio que abarcan como a las materias y disposiciones que contienen.¹⁵⁸

Las normas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y de esta Ordenanza priman sobre las disposiciones contempladas en los Instrumentos de Planificación Territorial que traten las mismas materias.

¹⁵⁸ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile (OGUC). Título 2, De la Planificación. Capítulo 1 de la Planificación Urbana y sus Instrumentos. Disposiciones generales.

Asimismo, estos instrumentos constituyen un sistema en el cual las disposiciones del instrumento de mayor nivel, propias de su ámbito de acción, tienen primacía y son obligatorias para los de menor nivel. Los Instrumentos de Planificación Territorial, ordenados según su ámbito de acción, son los siguientes:

- **Plan Regional de Desarrollo Urbano**
- **Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano**
- **Plan Regulador Comunal con sus planos seccionales que lo detallen**
- **Plan Seccional**
- **Límite Urbano**

Los niveles de planificación van de lo macro regional a los niveles Municipales, bajando al plan seccional hasta el establecimiento de un límite urbano. Esta clasificación es parecida a la vigente en España con otras características particulares a cada realidad socio económico.

La Planificación Urbana Regional orientará el desarrollo de los centros urbanos de las regiones a través de un Plan Regional de Desarrollo Urbano que estará conformado por diferentes documentos, todos de ámbitos genéricos que tienen una mirada amplia sobre el impacto de las ciudades sobre la región y la relación entre todos los sistemas poblados y las interconexiones viales. En esta escala de planificación no se detalla ninguna estrategia concreta que determine la forma urbana.

Se identifican las tendencias, que permitan analizar las fortalezas y debilidades para proponer alternativas de estructuración territorial, considerando grados de habitabilidad del territorio, jerarquía de los sistemas de centros poblados, sus áreas de influencia recíproca y relaciones gravitacionales¹⁵⁹.

La planificación urbana intercomunal regulará el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana, a través de un Plan Regulador Intercomunal. Cuando esta unidad sobrepase los 500.000 habitantes, le corresponderá la categoría de área metropolitana para los efectos de su planificación.¹⁶⁰

El ámbito propio de este nivel de planificación territorial será el siguiente:

1. La definición de los límites de extensión urbana, para los efectos de diferenciar el área urbana del resto del territorio, que se denominará área rural.
2. La determinación de las **relaciones viales intercomunales, mediante el trazado de las vías expresas y troncales.**

¹⁵⁹ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile (OGUC). Título 2, De la Planificación. Capítulo 1 de la Planificación Urbana y sus Instrumentos. Disposiciones generales.

¹⁶⁰ OC. OGUC.

3. La determinación de una zonificación general, en que se contemplen las construcciones e instalaciones de alto impacto en relación al resto de las actividades urbanas. En ella se incluirán, entre otras, las zonas o condiciones a cumplir para la instalación de industrias molestas y peligrosas; los vertederos de basura y las instalaciones de alto riesgo, como las que involucren radioactividad, almacenamiento de explosivos o productos inflamables, químicos tóxicos, o residuos industriales o mineros.

4. La determinación de las áreas de desarrollo prioritario, para los efectos de orientar la inversión en materia de infraestructura urbana.

5. La fijación de **densidades promedio para los centros urbanos**, preferentemente diferenciadas por comuna, para la confección o modificación de los planes reguladores comunales.

6. La fijación de los **porcentajes mínimos de superficie urbana**, preferentemente diferenciados por comuna, que deberán contemplarse en la elaboración de los respectivos Planes Reguladores Comunales, para dar cabida a la localización de equipamiento.

7. La **determinación de las áreas verdes de nivel intercomunal**. Asimismo, los Planes Reguladores Intercomunales, indistintamente con los Planes Reguladores Comunales, podrán establecer, en su respectivo ámbito territorial, fundadamente a través de estudios, lo siguiente: La determinación de áreas de riesgo, por constituir un peligro para los asentamientos humanos. La determinación de áreas de Protección ambiental de recursos de valor natural, en conformidad al artículo 2.1.18. de la OGUC.¹⁶¹

Si analizamos los artículos más importantes de este nivel de planificación urbano podemos relevar cuatro aspectos urbanos que son centrales dentro de los postulados de Biourbanismo, ya definidos en las etapas precedentes.

Vialidad y estructura urbana

Densidad habitacional

Superficie urbana y compacidad

Áreas verdes

En la LGUC y su OGUC no se hace mención alguna a la relación que debiera existir entre estos 4 aspectos vitales del urbanismo y la orientación solar y de los vientos de las regiones o ciudades donde se implementan. No existe una mirada integral entre las variables ambientales y las urbanas, que puedan determinar una mejora en la distribución energética de la ciudad y su eficiencia en todo sentido.

¹⁶¹ Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile (OGUC). Título 2, De la Planificación. Capítulo 1 de la Planificación Urbana y sus Instrumentos. Disposiciones generales.

Los aspectos más particulares de cada ciudad pueden determinarse en la planificación urbana comunal o en los planes seccionales, pero la mirada regional y metropolitana es fundamental y debiera incorporar estrategias que aseguren la mejor orientación bioclimática de los asentamientos humanos.

Si analizamos los artículos más importantes de la planificación comunal y seccional (detalle de un plan urbano particular en la ciudad), encontraremos que tampoco existe una relación entre las variables ambientales y las urbanas.

El Plan Regulador Comunal será confeccionado, en calidad de función privativa, por la Municipalidad (Ayuntamiento) respectivo, y estará conformado por los siguientes documentos:¹⁶²

a) Los **centros urbanos de la comuna, indicando su tamaño poblacional** y sus tendencias estimadas de crecimiento.

b) **Las vías estructurantes, en especial las vías colectoras y de servicio**, indicando su relación con los caminos nacionales, las vías expresas y troncales, definidas en la planificación urbana regional e intercomunal, respectivamente.

c) Las principales actividades urbanas de la comuna, con una apreciación de sus potencialidades.

d) El fundamento de las proposiciones del Plan, sus objetivos, metas y antecedentes que lo justifican, en base a los siguientes estudios especiales:

- Estudio de Capacidad Vial, de las vías existentes y proyectadas, para satisfacer el crecimiento urbano en un horizonte de, al menos, 10 años.

- Estudio del equipamiento comunal, que permita definir áreas para su desarrollo y expansión, cumpliendo los porcentajes mínimos de superficie urbana comunal definidos por la planificación urbana intercomunal.

- Estudio de Riesgos y de Protección Ambiental, con sus respectivas áreas de restricción y condiciones para ser utilizadas de acuerdo a las disposiciones contempladas en los artículos 2.1.17. y 2.1.18.

De esta forma, y en la línea del urbanismo bioclimático, podemos definir que tampoco existen vínculos técnicos de la planificación urbana comunal con los aspectos de las energías renovables que tanto hemos comentado. Los antecedentes que un Plan Regulador Comunal requieren para su aprobación no estipulan la relación de la planificación heliotérmica (energía solar) y eólica (energía del viento), con la orientación de la vialidad de la comuna y sus áreas de crecimiento futuro, que son claves para desarrollar modelos urbanos sustentables.

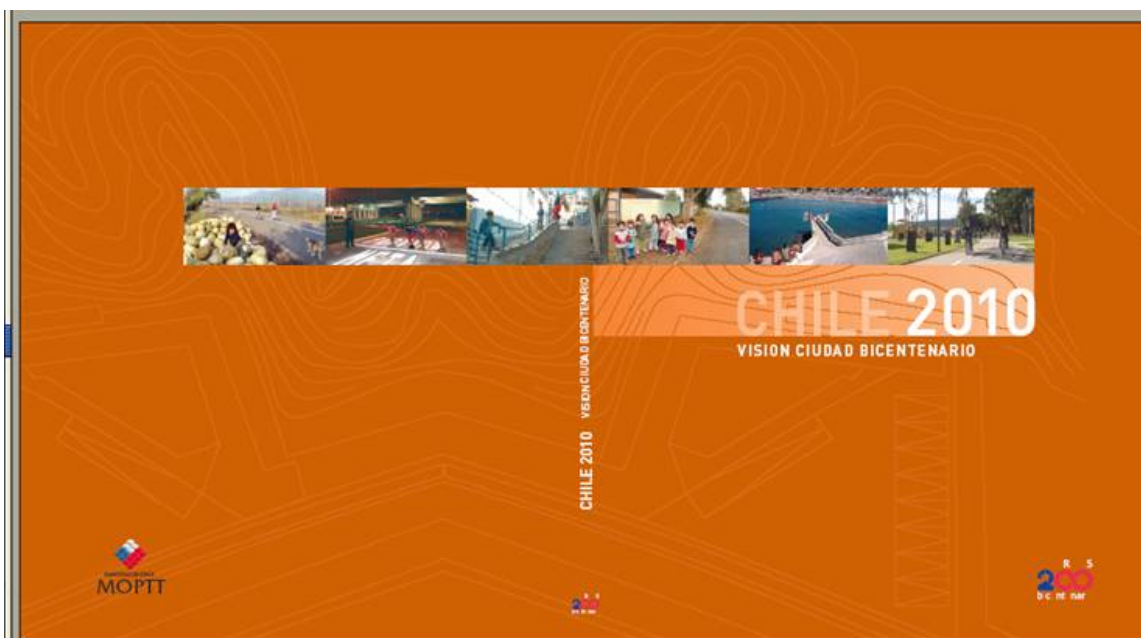
¹⁶² Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile (OGUC). Título 2, De la Planificación. Capítulo 1 de la Planificación Urbana y sus Instrumentos. Disposiciones generales.

8.1.2.- Visión de Ciudad Sustentable, Bicentenario 2010.

Durante el año 2005 el Ministerio de Obras Públicas de Chile (MOP) elaboró un trabajo que buscaba determinar el impacto de las Obras Urbanas más importantes que se estaban realizando en el País en miras a la celebración del Bicentenario de independencia, a realizarse en Septiembre de 2010. El objetivo era juntar en un documento todos los proyectos y obras que estuvieran gestionando los Ministerios y Municipios, inversionistas privados, organizaciones sociales u otros agentes urbanos, y así elaborar una visión conjunta del impacto urbano que estas obras tendrían sobre la ciudad.

El objetivo era establecer una mirada de ciudad sustentable, algo inédito hasta ese momento, donde recién se comenzaban a conocer los términos de sustentabilidad urbana, agenda 21, eficiencia energética a escala urbana, entre otros.

Tuvimos la oportunidad de conformar un equipo multidisciplinario¹⁶³ entre arquitectos urbanistas, ingenieros en transporte, geógrafos, economistas y sociólogos.



164

El resultado fue una extensa publicación de buen nivel, pero que no ha sido vinculante para establecer un modo de funcionamiento eficiente para los organismos públicos y privados que actúan en la ciudad.

¹⁶³ Visión Ciudad Bicentenario. Ministerio de Obras Públicas de Chile. Equipo realizador, Daniel Bifani, **Manuel Novoa Tonda**, Mario Castillo, Arquitectos Unidad Bicentenario. Coordinación, Dirección general de Planeamiento, DIRPLAN. Octubre 2005

¹⁶⁴ Imagen de la publicación; Chile 2010, Visión Ciudad Bicentenario

Este conflicto en la gestión urbana es común en muchas ciudades del mundo, donde una de las soluciones es establecer una autoridad metropolitana que pueda distribuir las distintas necesidades urbanas. En particular en Chile, el mayor conflicto se produce entre los Ministerios que velan por el transporte y la vialidad estructurante de las ciudades (MOP), con el Ministerio que planifica la distribución interna de las ciudad y su vialidad, densidad, y los usos del suelo (MINVU), sumado a las gestiones particulares que los Municipios (ayuntamientos) realizan en su territorio, que muchas veces se superpone a las de los otros dos Ministerios. En síntesis, es un caos de planificación urbana, donde no se establecen miradas o visiones comunes entre las distintas partes, con todas las consecuencias ambientales que esto produce sobre el territorio.



165

La planificación urbana desarrollada para el año 2010 se concentró en la infraestructura vial y el transporte público, la recuperación de los bordes costeros, proyectos patrimoniales y algunas obras emblemáticas de tipo cultural. No se desarrollaron proyectos habitacionales de ningún tipo a nivel nacional, salvo un polémico proyecto aun no construido de renovación urbana, conocido como Ciudad Parque Bicentenario, el cual será explicado en detalle más adelante. No se incluyeron obras de urbanismo bioclimático pues no existen en Chile.

¹⁶⁵ Imagen de la ciudad de Santiago y sus obras Bicentenario, Capital de Chile. Visión Ciudad Bicentenario. Ministerio de Obras Públicas de Chile. Equipo realizador, Daniel Bifani, **Manuel Novoa Tonda**, Mario Castillo, Arquitectos Unidad Bicentenario. Coordinación, Dirección general de Planeamiento, DIRPLAN. Octubre 2005

En el año 2009 el **Programa País de Eficiencia Energética (PPEE)** de Chile elaboró una Guía de Diseño de vivienda social con estrategias de eficiencia energética¹⁶⁶, donde se incluyeron todos los temas relevantes a la energía y la vivienda, concentrándose en los aspectos climáticos que inciden en el consumo energético y el confort habitacional en las viviendas sociales.

Se definieron tres grandes etapas en este estudio. En la primera se abordaron los aspectos de la energía y la vivienda, concentrándose en la reglamentación térmica de Chile, vigente desde el año 2000, los programas habitacionales que existen y los tipos de subsidios Estatales, y los conceptos más relevantes de la habitabilidad y confort. En este ámbito destacan los siguientes aspectos;

- Los parámetros de influencia
- Confort higrotermico
- Confort lumínico
- Calidad del aire
- Confort acústico

También en esta primera etapa se definió el concepto de clima y su relación con la vivienda. Se analiza en profundidad la zonificación climático habitacional, que en Chile toma mucha relevancia debido a su condición geográfica que produce variadas condiciones de acuerdo a su diversidad en latitud norte sur, y variaciones en el sentido este oeste en altura desde el nivel del mar hasta la cordillera de los Andes.

Tabla 1.6.2.2.1 TENDENCIA DE LOS FACTORES CLIMATOLÓGICOS A LO LARGO Y ANCHO DE CHILE	FACTORES CLIMATOLÓGICOS	
	INCREMENTAN	DISMINUYEN
DE NORTE A SUR	Precipitaciones	Temperatura del Aire
	Humedad del Aire	Radiación Solar
	Nº de meses de invierno	Altura Solar
	Nubosidad	
	Vegetación	
DE OESTE A ESTE	Oscilación diaria de T°	Humedad del Aire
	Nº de horas de sol	Nubosidad
	Radiación solar	Presión Atmosférica

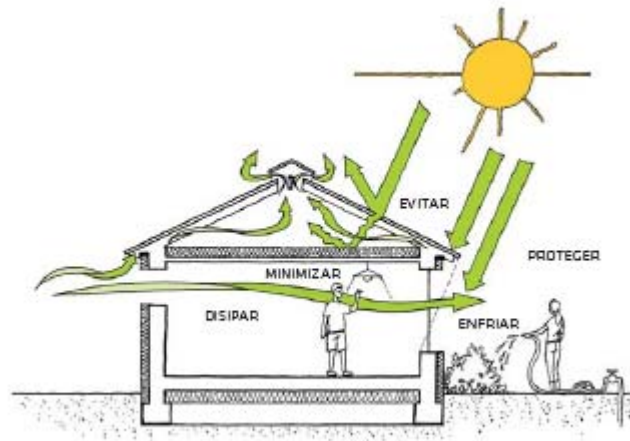
167

Si se analiza este cuadro del estudio se reconocen 14 factores climatológicos que son muy relevantes al momento de planificar un proyecto urbano o de arquitectura sustentable, condiciones que van incrementándose o disminuyendo de acuerdo a la posición en el territorio.

¹⁶⁶ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

¹⁶⁷ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

En la segunda etapa de esta “Guía de Diseño para la eficiencia energética en vivienda social” se definen estrategias para periodos fríos y de calor, destacando estrategias de orientación solar, captación, protección y aislación entre otros. Destacan también los análisis del efecto invernadero para acumulación de calor pasivo y el conocido muro Trombe. Los efectos de la ventilación y las estrategias de iluminación natural y artificial también son parte de esta segunda fase del estudio.



168

La tercera etapa son recomendaciones de diseño por zona climática, detallando así las estrategias anteriormente descritas en cada situación geográfica en particular. Se define el clima, el entorno y las exigencias térmicas.

En las recomendaciones generales de diseño están las estrategias de planificación del conjunto, emplazamiento de las agrupaciones, trazado vial y lotes flexibles. También se analizan los conceptos de zona solar y patrones de sombras, la incidencia del viento y de la vegetación, y algunas recomendaciones para el espacio público.

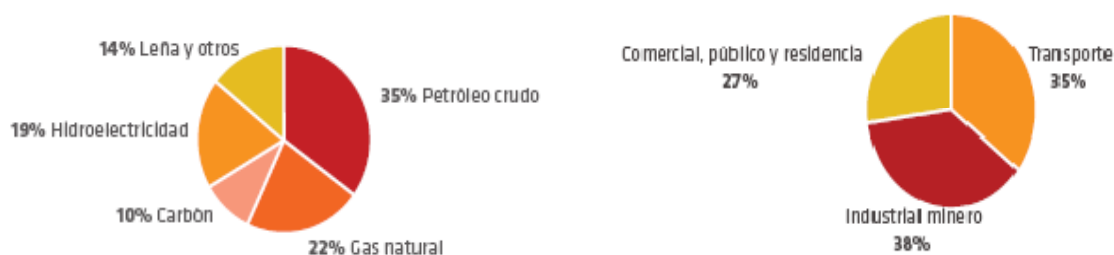
Para esta investigación en Biourbanismo toman alta relevancia estos últimos factores, sobre todo la vinculación de los aspectos de clima con el emplazamiento de las agrupaciones y el trazado vial. Si bien el estudio de la Comisión Nacional de Energía de Chile se concentra en la vivienda, es importante destacar todos los antecedentes ya enunciados en los capítulos anteriores de Biourbanismo, donde se demuestra que la orientación de la trama urbana es fundamental para desarrollar un urbanismo sustentable y con viviendas más eficientes en el ámbito de la energía.

¹⁶⁸ Estrategias generales para periodos de calor. Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

La importancia de la energía en el ámbito residencial.

El sector energético en Chile¹⁶⁹

En los últimos años, cerca del 35% de la energía primaria¹⁷⁰ que consume el país proviene del petróleo y 19% corresponde a hidroelectricidad. La restante energía proviene del gas natural (22%), la leña y otros (14%) y el carbón (16%). El consumo de algunas de estas fuentes presentan fluctuaciones en el tiempo tal como ocurre con el gas natural (decrece de un 24,2% a un 14,4 % en el período), la leña y otros (se incrementa de un 13,2 a un 16,8%) y el carbón (crece de un 7,9 a un 13,8%). Estas fluctuaciones se deben probablemente a los precios y a la disponibilidad del recurso. Cerca del 70% de la energía consumida en el país es importada.



Se observa que las energías renovables no convencionales no son relevantes en la matriz energética de Chile, y en particular la solar y eólica, vinculadas al Biourbanismo, no existen hoy en día como fuentes energéticas.

El Sector Residencial

Respecto de la participación por sectores en el consumo de energía secundaria, sin contar los Centros de Conversión, se obtiene que el sector Comercial, Público y Residencial presenta un consumo de 27% en el país, mostrando así su importancia en relación al consumo total, tal como también ocurre con el Transporte y el sector Industrial y Minero. Observando exclusivamente el sector residencial (excluyendo el sector público y comercial), el consumo de energía secundaria (que alcanzó aproximadamente a 51,6 mil teracalorías en el año 2007) está altamente concentrado en la leña, con un 60% de participación. Le siguen el gas licuado, la electricidad y el gas natural. Cada uno de los recursos energéticos usados en las viviendas, provoca impactos ambientales con diferentes efectos (sobre el suelo, aire y agua) a nivel local, regional, nacional o global.¹⁷¹

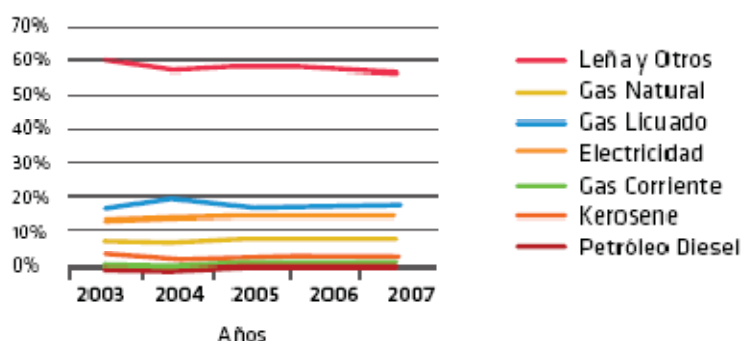
¹⁶⁹ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

¹⁷⁰ Se denomina energía primaria a los recursos naturales disponibles en forma directa (como la energía hidráulica, eólica y solar) o indirecta (después de atravesar por un proceso minero, como por ejemplo el petróleo, el gas natural, el carbón mineral, etc.) para su uso energético sin necesidad de someterlos a un proceso de transformación. (www.cne.cl).

La energía secundaria es la que se obtiene del proceso de transformación y es utilizada por el usuario final.

¹⁷¹ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

Al analizar el siguiente cuadro se observa la real participación de la leña (madera) como elemento natural para climatizar en invierno las viviendas, lo cual genera grandes impactos ambientales en ciudades del sur de Chile como Temuco, la cual está saturada de partículas en suspensión con altísimos niveles de contaminación atmosférica. En la ciudad Capital de Chile, Santiago, no está permitido el uso de la leña.



172

Nuevamente se observa que la energía solar, térmica y fotovoltaica, no tiene participación alguna dentro de los sistemas energéticos residenciales. A su vez, la generación de electricidad en Chile se desarrolla casi en un 50% con centrales hidroeléctricas, que impactan a nivel local y regional, con la destrucción del paisaje y toda la flora y fauna del territorio.

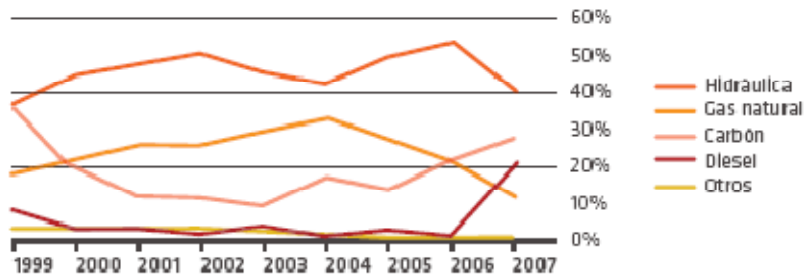
En el proceso de construcción de las grandes centrales hidroeléctricas también se produce un alto impacto ambiental, entre otras cosas por el hormigón armado utilizado, que a su vez requiere alto consumo de energía en su extracción, fabricación y transporte hasta las obras.¹⁷³ También son de alto impacto los sistemas de distribución, ya que hay que disponer de torres de distribución eléctricas hasta las ciudades y pueblos que requieren de la electricidad producida a kilómetros de distancia.

Las centrales térmicas producen un alto impacto por sus emisiones. La generación eléctrica en centrales térmicas (a gas natural, diesel y carbón) fluctúa entre un 50 y 60% según el año. Por otra parte, en el país, la generación con gas natural ha disminuido significativamente en el último tiempo, aumentando el uso del carbón y el petróleo diesel para su sustitución.

¹⁷² Participación porcentual de energía secundaria en sector residencial. Años 2003 al 2007.

Fuente: Elaboración propia según cifras CNE. Bustamante, Waldo. OC.

¹⁷³ Bustamante, Waldo. OC.



174

8.1.3.- Reglamentación Térmica en Chile

El Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile en conjunto con el instituto de la Construcción elaboraron en el año 2000 la Reglamentación Térmica (rt) para la vivienda, incorporándola a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC Artículo 4.1.10). En una primera etapa se definieron exigencias de transmitancia térmica máxima (o resistencia térmica total mínima) para el complejo de techumbre de viviendas, haciendo disminuir en forma significativa las pérdidas de calor a través de este elemento de la envolvente. Con ello se mejoró notoriamente el comportamiento térmico de las viviendas, en especial en períodos de invierno, con alto impacto en la vivienda social y sus ocupantes.

En una segunda etapa de esta rt (Reglamentación Térmica), complementaria con la anterior y vigente desde inicios de 2007, se establecen exigencias para limitar las pérdidas de calor a través de muros, pisos ventilados y a través de ventanas. En el caso de éstas, se restringe su tamaño en función de su transmitancia térmica.

Se observa en la siguiente tabla que las exigencias se establecen para 7 Zonas Térmicas. Estas Zonas Térmicas se definieron en base al criterio de los Grados Día (GD) de Calefacción anuales, los que se estimaron para las diferentes regiones del país, haciendo uso de información meteorológica de larga data.

En el caso de la zonificación térmica de la rt, para la estimación de los GD se tomó como base de temperatura interior 15°C, bajo el supuesto de que lo que resta para alcanzar confort de 18 a 20°C es aportado por las ganancias internas (personas, electrodomésticos, iluminación artificial y otros) y las ganancias solares. Para esta zonificación se determinaron grados-día anuales¹⁷⁵.

¹⁷⁴ Evolución porcentual de fuentes de generación eléctrica en Chile. Años 1999 al 2007.

Fuente: Elaboración propia según cifras CNE. Bustamante, Waldo. OC.

¹⁷⁵ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

ZONA TÉRMICA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS		VIDRIO MONOLÍTICO	DOBLE VIDRIADO HERMÉTICO	
	U	Rt	U	Rt	U	Rt		3,6 W/m ² K	U <= 2,4
	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W	W/m ² K	m ² K/W		>-U> 2,4 W/m ² K	W/m ² K
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28	50%	60%	80%
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15	40%	60%	80%
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43	25%	60%	80%
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67	21%	60%	75%
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00	18%	51%	70%
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56	14%	37%	55%
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13	12%	26%	37%

Zona climático habitacional de Chile.

La Zonificación Térmica y su relación con la zonificación climático Habitacional de la Norma NCh1079-2008. Para la presente investigación toma relevancia la norma térmica y también la zonificación climático habitacional. Ambas se combinan y se superponen, pues no hay una coincidencia absoluta entre ambas.

Cada región (de la división político administrativa del país) puede contar con diferentes zonas térmicas de la rt. En el territorio de la Región de Antofagasta -por ejemplo- existen 4 de las 7 Zonas. Cada una de ellas con exigencias en la envolvente diferentes. Algo similar ocurre en Valparaíso.

Estos ejemplos muestran que no existe una correspondencia entre las Zonas Térmicas y la Zonificación Climático Habitacional de la Norma NCh1079 – 2008. Obsérvese, por ejemplo, que en la Comuna de Valparaíso se tendrán idénticas exigencias térmicas que Calama (ii Región) y que Comunas del interior de la v Región, tales como San Felipe y Putaendo, con temperaturas muy bajas en invierno y una oscilación térmica mayor que todo clima costero de latitud similar.¹⁷⁶

La razón fundamental que explica la diferencia entre estas dos zonificaciones está en el hecho de las Zonas Térmicas prácticamente se definen en base a una sola variable meteorológica (gd de calefacción), asociado a condiciones climáticas de invierno y en que, por sólo mencionar la variable de temperatura en períodos fríos del año, no se considera la oscilación térmica entre día y noche de la localidad.

La Zonificación Climático Habitacional de la Norma Oficial indicada se basa en el conjunto de variables meteorológicas que definen un clima, entre las cuales se cuenta la oscilación térmica diaria que se da en diferentes períodos del año en una localidad. Otras variables que definen un clima son la nubosidad, la radiación

¹⁷⁶ Ibid.

solar, horas de sol diarias, intensidad y dirección de viento, precipitaciones, vegetación y humedad.¹⁷⁷

A su vez, la norma térmica no considera aspectos relacionados con la geometría solar y los vientos de un determinado lugar, aspectos centrales del Biourbanismo que serán muy relevantes para el intercambio energético (térmico) entre la envolvente de una vivienda y su relación con el consumo y eficiencia energética. La RT está asociada a comportamiento de invierno. El confort para las restantes estaciones del año se consigue con estrategias complementarias a las de invierno.

Tampoco se considera la limitación de infiltraciones de aire a través de la envolvente, las que si no son controladas pueden anular o aminorar significativamente el esfuerzo que se haga al mejorar la transmitancia térmica exigida por la propia RT. No se establecen estándares de ventilación ligada a mejoramiento de la calidad de aire interior y a la limitación de vapor de agua. No se consideran las estrategias pasivas de climatización.

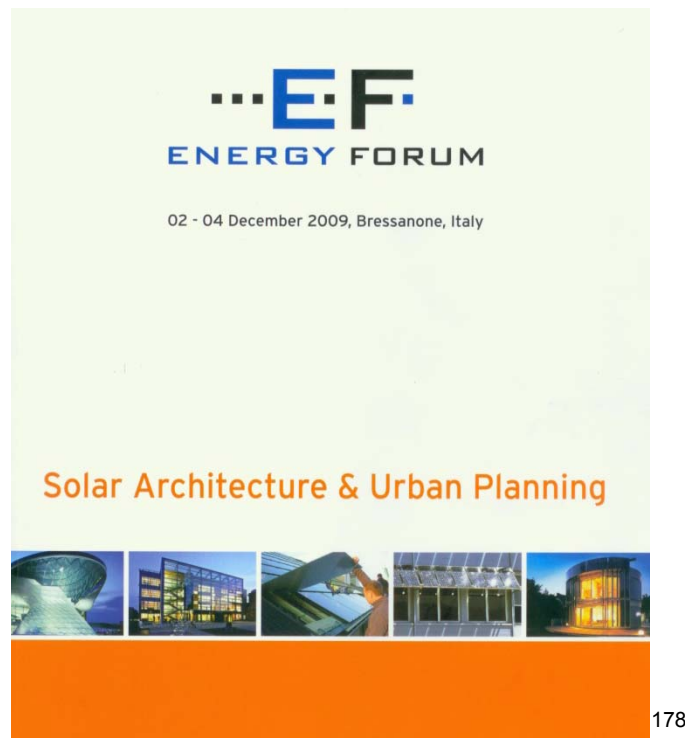
A nivel urbano, en particular en la planificación de los conjuntos de viviendas, tampoco se establecen relaciones entre los distintos tipos de agrupamiento de las viviendas, densidades, formas de organización, compacidades, etc. Es decir, se concentra solo en el intercambio energético de la envolvente edificatoria y su relación con el clima, dejando de lado estrategias fundamentales que pueden mejorar o empeorar la relación energética entre urbanismo, arquitectura y construcción sustentable.

¹⁷⁷ Bustamante, Waldo. OC.

8.1.4.- El nuevo concepto del BIPV (Building Integrate Photovoltaics)

En Europa y Estados Unidos existe un nuevo concepto llamado BIPV, que traducido del ingles seria la Integración de los Sistemas Fotovoltaicos en los edificios (Fotovoltaicos integrados en Edificios). Esta integración se produce en la envolvente de los edificios, donde se interactúa con la radiación solar.

La arquitectura del futuro muestra una imagen donde los sistemas de generación de electricidad en base a colectores solares fotovoltaicos pasan a ser los revestimientos, y la forma de la arquitectura se orienta hacia el recorrido del sol. Sin duda esta tendencia toma sentido en Biourbanismo, considerando la geometría del sol como la base de la generación de la forma urbana.



En esta línea de pensamiento, a nivel mundial se están produciendo diferentes exposiciones, seminarios y encuentros para discutir y mostrar diversas experiencias en la materia. En diciembre de 2009 se presentaron los avances de la investigación en Biourbanismo en el 4 ENERGY FORUM realizado en Bressanone, Italia.

¹⁷⁸ Publicación del 4 ENERGY FORUM 2009, del ECONOMIC FORUM LTDA. Munich, Germany.

El Energy Fórum es un encuentro de alto nivel técnico que se realiza 1 vez al año, al que asisten empresas del rubro de las energías renovables, centros de investigación de Universidades de distintas partes del mundo, y arquitectos, constructores e ingenieros a través de empresas u oficinas particulares que buscan nuevos sistemas constructivos de alta tecnología.

El objetivo de este encuentro es vincular a las empresas y a los centros de estudio e investigación, con los profesionales que diseñan y utilizan estos sistemas en la edificación de la ciudad.

Este Forum se realiza en el norte de Italia, en Bressanone. Esta zona está muy vinculada con Austria y el sur de Alemania, y se ha desarrollado un mercado muy competitivo de industrias que producen tecnologías solares fotovoltaicas para generar electricidad de forma sustentable. Asisten inversionistas y empresas de ingeniería en energías renovables, que buscan nuevas tecnologías y oportunidades de negocios para invertir en estas materias.

En las distintas presentaciones de las empresas que venden y fabrican estos sistemas fotovoltaicos, se vieron aplicaciones en diversos lugares, en las cubiertas de fabricas nuevas y antiguas, en las cubiertas de las iglesias del siglo 12, en las viviendas y en las fachadas de los edificios de todo tipo de altura. Hoy en día la tecnología permite tener paneles fotovoltaicos semi transparentes, con lo cual los utilizan como vidrios para el cerramiento de la edificación.



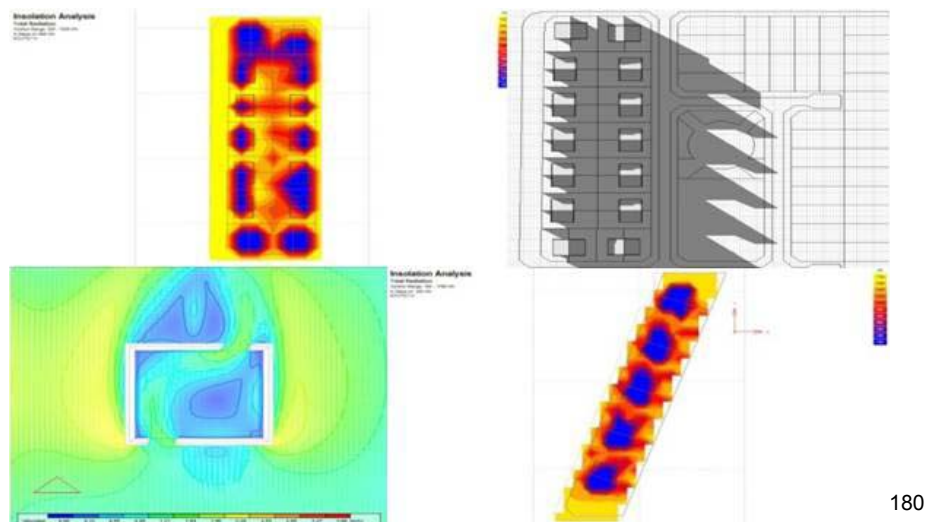
179

Las últimas tecnologías muestran novedades en los sistemas de fabricación y en las formas de instalación de estos sistemas solares activos. Las novedades muestran la tecnología aplicada en la envolvente de la construcción, es decir los materiales que revisten los edificios son los que generan electricidad.

¹⁷⁹ Imagen edificio Shell Cis con sistemas Fotovoltaicos.

Las diferentes empresas que venden sus productos explicaron detalladamente la forma en que elaboran estos componentes, que son a base de silicio, que es un mineral que actúa como semiconductor eléctrico. Las últimas novedades son el mayor rendimiento de estos productos y sus mejores precios, y las formas en que se aplican a los paneles, generando distintos porcentajes de transparencia para ser utilizados como ventanales o muros cortina (edificios) o como revestimientos para muros opacos. Así, hay paneles con un 30% de transparencia o más, que permite que tu fachada te proteja de la radiación del sol, obtenga una visibilidad hacia el exterior y al mismo tiempo genere electricidad.

Lo interesante de estos sistemas fotovoltaicos, a diferencia de los colectores solares térmicos para calentar agua, es que pueden tener mayor diversidad de orientaciones, pues funcionan captando la luz solar que la transforman en electricidad. De esta forma pueden estar en fachadas orientadas a oriente, norte y poniente e incluso en algunas latitudes en fachadas sur, con todo tipo de inclinaciones, generando así una diversidad notable de distintas soluciones para la edificación de la ciudad.



180

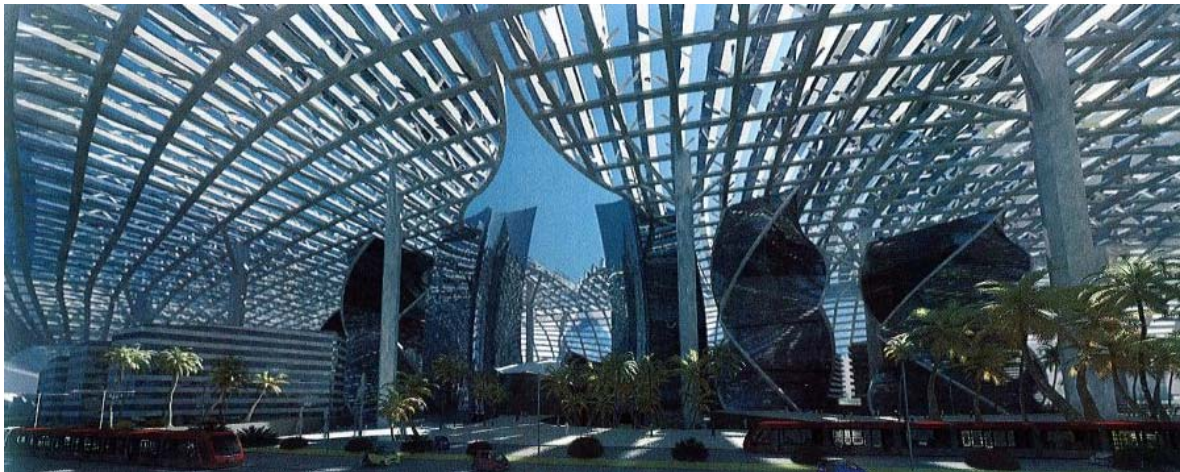
Para poder implementar estas tecnologías en Chile se necesitan incentivos tributarios, un mercado moderno que actúe coordinado entre empresarios y gobierno, y que la gente/usuarios estén dispuesta a invertir en este tipo de soluciones sustentables, valorando el costo inicial y el retorno de ahorro energético (\$) que generan estos productos.

¹⁸⁰ Imágenes de los resultados parciales de la Investigación en Biourbanismo presentados en el 4 ENERGY FORUM 2009. Novoa Tonda, Manuel. Arquitecto LNV Arquitectos y AST Consultores. BIOURBAN.

Lo que sucede generalmente es que los inversionistas de los proyectos no son los usuarios finales, entonces les da lo mismo si se generan ahorros en el funcionamiento de las propiedades.

Un factor fundamental que permitió el crecimiento de estas tecnologías en Europa y EE.UU, fue que si un edificio, fabrica, vivienda o edificio público (colegios, hospitales, etc) generan más electricidad de la que requieren, pueden vender sus excedentes al sistema interconectado de electricidad. Eso hoy en día no ocurre en Chile, y es un freno concreto al incentivo de este tipo de tecnologías.

Este concepto tendrá mucha relevancia con las conclusiones de la presente investigación en Biourbanismo, ya que el valor de los modelos analizados tiene relación con la energía incidente en la envolvente de los distintas agrupaciones urbanas, lo cual genera un potencial determinado a las presentes y futuras tecnologías para la generación de electricidad de formas sustentable.



181

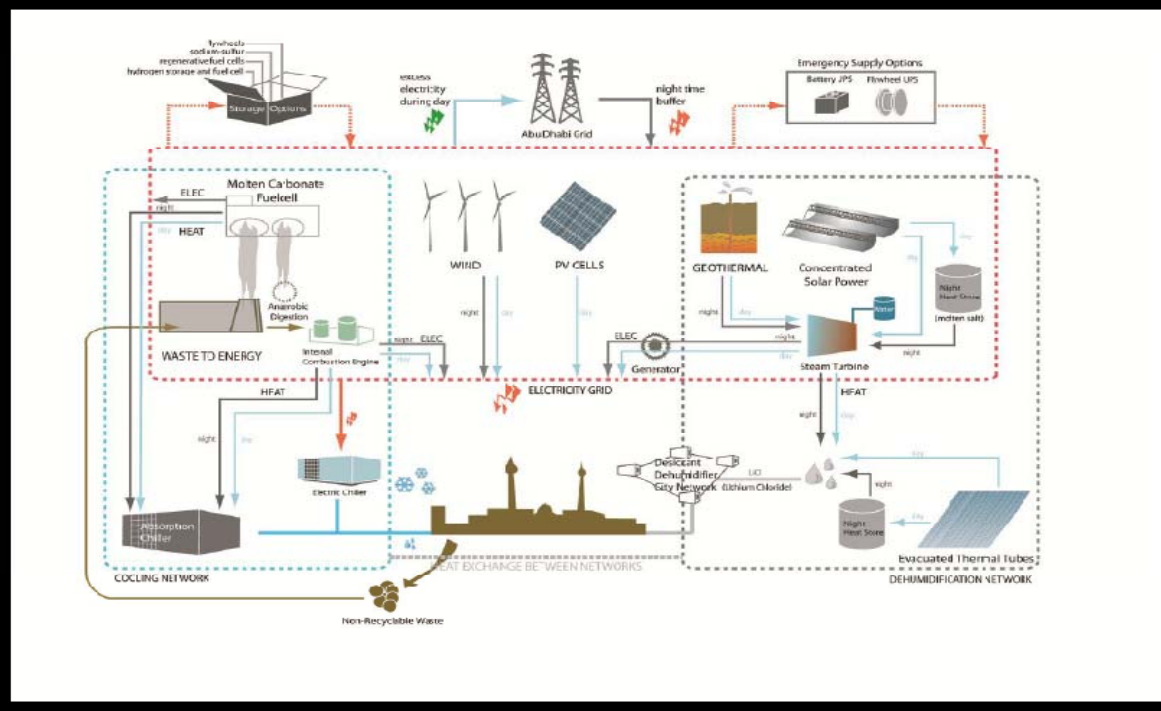
En esta imagen se observa la integración de los sistemas fotovoltaicos con los espacios públicos y la generación de sombras, una relación fundamental en zonas de alto potencial de radiación solar, como el norte de Chile entre otros.

¹⁸¹ ECOCELLS Imagen proyecto en Dubái.

Masdar: Energy systems



Masdar: Energy systems



8.1.5.- Parámetros solares para los modelos urbanos

Al analizar la incidencia de la radiación solar en la ciudad, considerando las variables urbanas descritas en la segunda etapa, podemos convenir que el “layout geométrico urbano es un factor determinante para la penetración de la radiación solar dentro de la ciudad porque los mismos edificios pueden, con sus sombras, actuar de obstrucciones e impedir la exposición de las fachadas y de los espacios públicos”; evidentemente, el tema se hace más importante y complicado en los asentamientos caracterizados por una alta densidad de edificación, como la ciudad que hasta ahora se ha definido sostenible. Comparando entornos edificados con diferente densidad de edificación (a paridad de las otras condiciones), evidentemente, la superficie total de exposición al sol resultará mayor en el caso más disperso: esto es cierto e indiscutible”¹⁸².

“El tema nos lleva entonces a interrogarnos sobre la relación entre un tejido urbano denso y la radiación solar: ¿una ciudad puede ser compacta y solar al mismo tiempo? ¿Cómo se pueden conciliar y optimizar estos dos aspectos? A paridad de densidad de edificación (m^3/m^2), no existe una unívoca configuración y organización del tejido urbano: las posibilidades son variadas y esto influye sensiblemente y directamente en la incidencia de la radiación. ¿En cuales parámetros morfológicos se puede entonces actuar para garantizar el máximo aprovechamiento de la energía solar en la ciudad sostenible?”

La amplitud de la escala y la complejidad del tema exigen también un método y unas herramientas de investigación específicos que permitan manejar y controlar de manera simultánea e inmediata las múltiples variables en juego, entregando resultados significativos y de fácil interpretación. ¿Cuál es la metodología más adecuada para evaluar la incidencia y la exposición a la radiación solar en ámbito urbano? ¿Cuál es el real grado de precisión que se requiere en fase de análisis y para los datos de output?

DESCRIPTORES MORFOLOGICOS DE LA CIUDAD SOLAR

Prescindiendo ahora de las características geográficas, topográficas, climáticas y ambientales del lugar, el porcentaje de exposición al sol de una superficie (y entonces su potencial capacidad de almacenamiento de energía) a lo largo de un intervalo temporal, depende del factor de vista, es decir de la porción de bóveda celeste visible desde un determinado punto, teniendo en cuenta las obstrucciones existentes¹⁸³.

¹⁸² Curreli, Alessandra. “La integración de la radiación solar en la ciudad compacta”. Parámetros y metodología de análisis aplicado al caso del Eixample de Barcelona. Tesis de Magister en Arquitectura y Energía. Universidad Politécnica de Catalunya. 2009.

¹⁸³ Ibid

Los parámetros que determinan el factor de vista a nivel urbano, según Simos Yannas en su publicación “Living with the city. Urban design and environmental sustainability’, *Environmentally Friendly Cities*” son los siguientes.¹⁸⁴

Orientación de la trama urbana: es decir la dirección de las calles y la consiguiente disposición del parque edificado respecto a los puntos cardinales. Las fachadas hacia el Norte, por ejemplo, en ningún momento del día, en invierno, estarán expuestas a los rayos directos del sol; las superficies hacia Oeste, en cambio, recibirán una cantidad de radiación mucho mayor en verano que en invierno, cuando de hecho más se necesitaría. Estos ejemplos muestran como la orientación puede afectar mucho al balance energético global de un edificio.

Altura de los edificios: las construcciones en altura proyectan sus largas sombras encima de los espacios públicos y de las fachadas de los otros edificios, impidiendo la recepción directa de los rayos solares en un entorno bastante extendido.

Ancho de las calles: la proximidad física entre dos edificios enfrentados reduce la penetración de la radiación solar directa, sobre todo en la temporada invernal, cuando el ángulo de incidencia del sol se reduce.

Relación altura edificios/ancho calles: los dos parámetros anteriores se deben también considerar juntos para buscar la proporción dimensional que garantice el mejor acceso al sol durante las diferentes estaciones.

Otras obstrucciones: en el entorno urbano existen ulteriores elementos que pueden actuar de obstrucción a la incidencia de la radiación, como la vegetación (especialmente los arboles) o algunos objetos de mobiliario urbano de dimensiones consistentes.

Tipologías edilicias: la articulación y la composición de los volúmenes condiciona sensiblemente las interrelaciones entre edificios, relativamente a las sombras que cada uno de ellos puede proyectar hacia el otro.

Materiales de construcción: aunque no se trate de un parámetro exactamente formal, las características superficiales de un plano pueden cambiar de manera decisiva su capacidad de almacenamiento de energía.

Para esta investigación toman real relevancia los cuatro primeros parámetros, donde la relación de la trama urbana y su orientación, en conjunto con la altura de las edificaciones y el ancho de las calles será finalmente la ecuación que habrá que resolver para determinar los modelos urbanos más sustentables, consideran a la radiación solar y su potencial energético como la variable central.

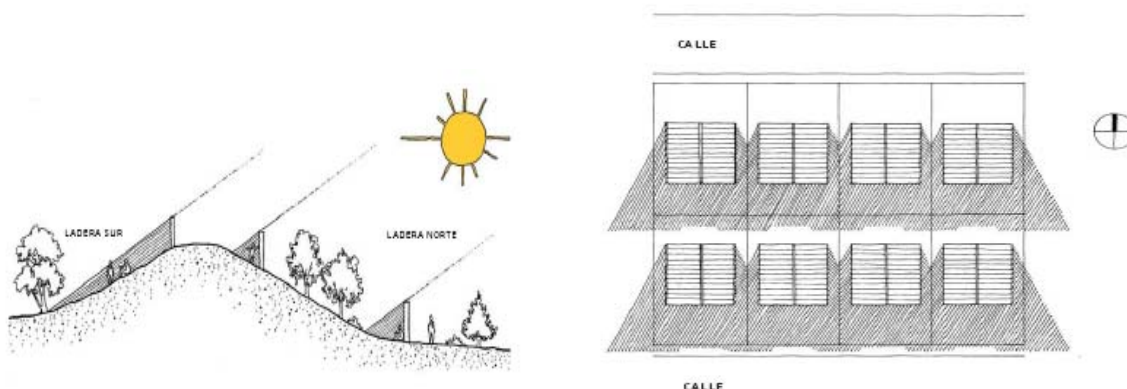
¹⁸⁴ YANNAS Simos, ‘Living with the city. Urban design and environmental sustainability’. *Environmentally Friendly Cities. Proceeding of PLEA 98* (1998)

8.1.6.- Recomendaciones generales de diseño

A nivel urbano las recomendaciones más importantes que elabora el estudio del PPEE (Programa País de Eficiencia Energética) son las estrategias de planificación del conjunto, que se detallan en 6 aspectos centrales.¹⁸⁵

A.- Emplazamiento de las agrupaciones.

La orientación del sitio y la superficie de exposición solar serán claves para climatizar en verano e invierno las viviendas. El estudio afirma que en terrenos planos y en laderas la orientación solar óptima en Chile es la norte, a excepción de ciudades australes como Punta Arenas (53° , $10'$ S), donde también es positiva una orientación este y oeste para la captación solar.



186

No detalla mediciones energéticas que puedan afirmar esta postura, pues creemos que para ciudades de extrema latitud se hace más importante asegurar la mayor cantidad de energía, sobre todo en invierno, y esta tiene una clara orientación al norte (en el hemisferio sur), ya que disminuye su azimut de incidencia y altura solar.

La orientación norte permite una mayor exposición solar y al mismo tiempo una menor proyección de sombras sobre terrenos o edificaciones contiguas. Esta afirmación también tiene que ser contextualizada con las diversas formas y densidades habitacionales, pues no es lo mismo tener conjuntos de viviendas de una o dos crujías, ya que las zonas habitables quedan con distintas orientaciones.

¹⁸⁵ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

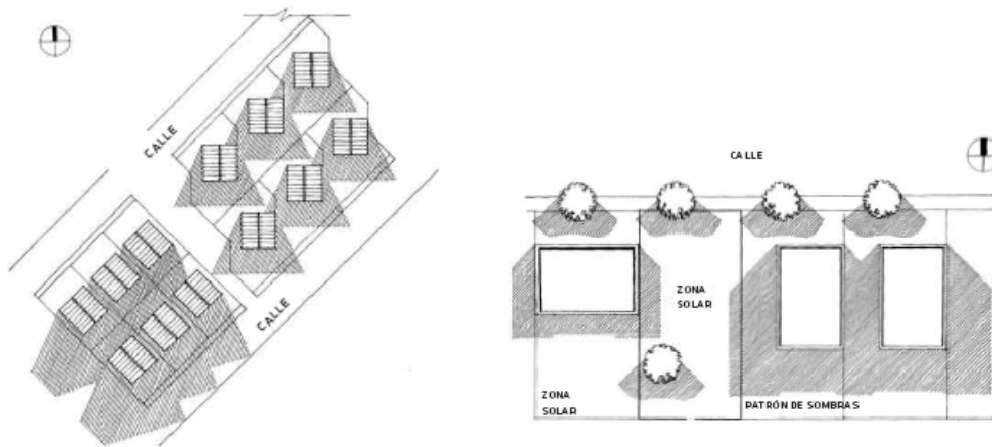
¹⁸⁶ Imágenes de las estrategias de emplazamiento. Bustamante, Waldo. OC.

B.- Trazado Vial

El trazado vial está vinculado al aspecto anterior, pues propone orientar la vialidad en sentido este oeste para generar una mayor longitud de superficie expuesta al norte. También habrá que contextualizar la zona geográfica, pues en las ciudades del norte de Chile habrá que evitar el sobrecalentamiento y en las zonas sureñas será vital el acceso del sol para el calentamiento de sus fachadas e interior. La guía no presenta estudios de casos en materias de vialidad y su relación con la eficiencia energética de las viviendas.

C.- Lotes Flexibles

El manejo de lotes individuales optimiza la orientación de estos, generando así una mayor eficiencia en el acceso al sol. Al ver la siguiente imagen se observa que si hay loteos con orientación norponiente, al ser más flexibles sus disposiciones de lote estas pueden acceder de mejor manera al soleamiento y evitar así las sombras.



187

D.- Zona solar y patrones de sombras

La zona solar se define como el área de incidencia que permitirá conocer el área edificable de un lugar en función de la variable del sol. Este indicador en algunos países está protegido por ley, denominado “Derechos Solares” (Solar Rights).

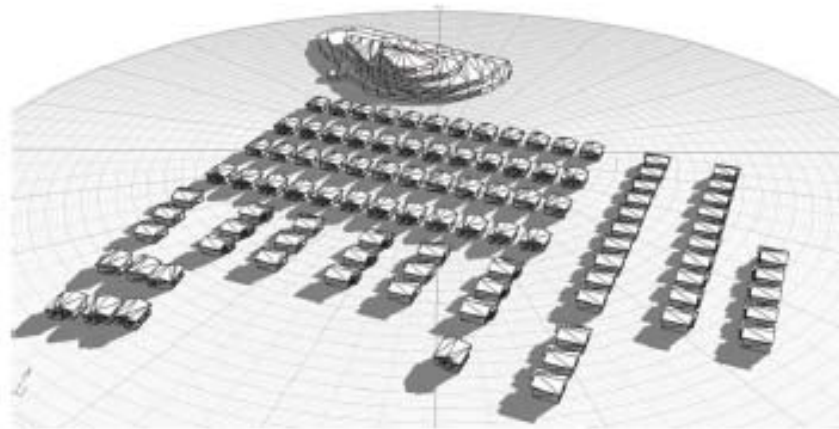
El patrón de sombras lo definen como complementario a la zona solar, destacando que “se determina para invierno en una cierta latitud y proyecta el área en que no existirá acceso al sol durante un día determinado.”¹⁸⁸

Para el análisis de la zona solar y de los patrones de sombra se hace fundamental la trama urbana y la distribución y el ancho de la vialidad. En este sentido será clave el ancho de la calle para saber el real acceso de sol en la fachada norte.

¹⁸⁷ Imágenes de las estrategias para definir la zona solar y los patrones de sombra. Bustamante, Waldo. OC.

¹⁸⁸ Bustamante, Waldo. OC.

También es fundamental conocer si existe vegetación perenne o caduca, y las otras edificaciones existentes que puedan generar sombras sobre el territorio.



189

E.- Viento

El viento y su comportamiento es más difícil de predecir a diferencia del sol y su trayectoria, más aún cuando la ciudad genera un efecto importante en las variaciones de velocidad y dirección de los flujos de aire.

En Chile el viento tiene principalmente una dirección Sur Oeste (sw) y Oeste (w) (según la localidad y de acuerdo a mediciones hechas normalmente en aeropuertos, fuera de las ciudades), pudiendo variar ocasionalmente en invierno a viento Norte. Si bien este viento norte se acompaña a veces con precipitaciones en la zona central del sur del país, sus temperaturas son más cálidas que las provenientes del sur.

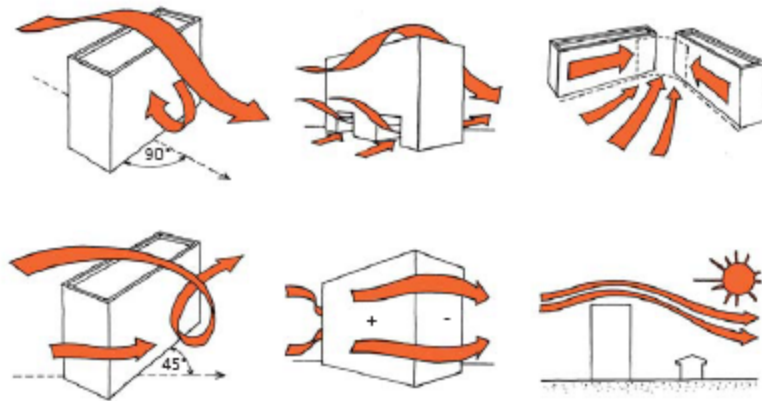
De la atención a la variable del viento (dirección y velocidad) derivan -por un lado- las estrategias de agrupación para la protección y exposición asociada a calefacción y refrigeración respectivamente, y por otra, la forma de las viviendas. La forma es capaz de modificar los efectos del viento: en algunos casos acelerándolo, en otros casos creando corrientes de viento secundario o bien desviándolo, tanto en altura como en superficie (ver figura III.2.1.5.1), creando zonas de calma denominadas “sombras de viento”. De acuerdo a como incide o envuelve el viento al edificio se generan zonas de altas (+) y bajas (-) presiones.¹⁹⁰

Las sombras de viento pueden aumentarse o disminuirse en función de la altura y del ancho del edificio que la genera o por la presencia de “quebra vientos” que son simples barreras de protección.

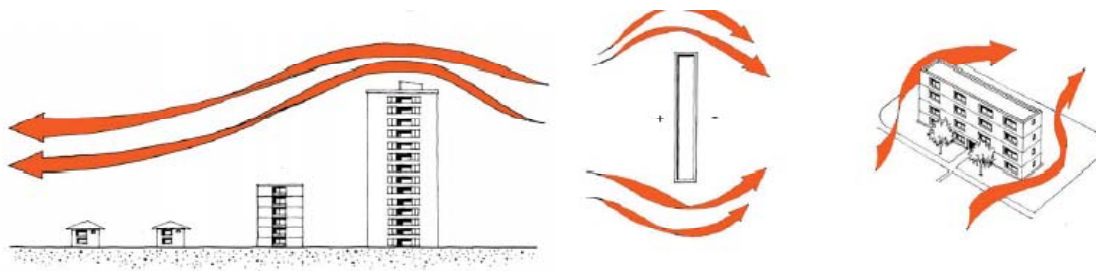
¹⁸⁹ Estudio de proyección de sombras en un conjunto habitacional. 34° Latitud Sur, solsticio de invierno. Bustamante, Waldo. OC.

¹⁹⁰ Bustamante, Waldo. OC.

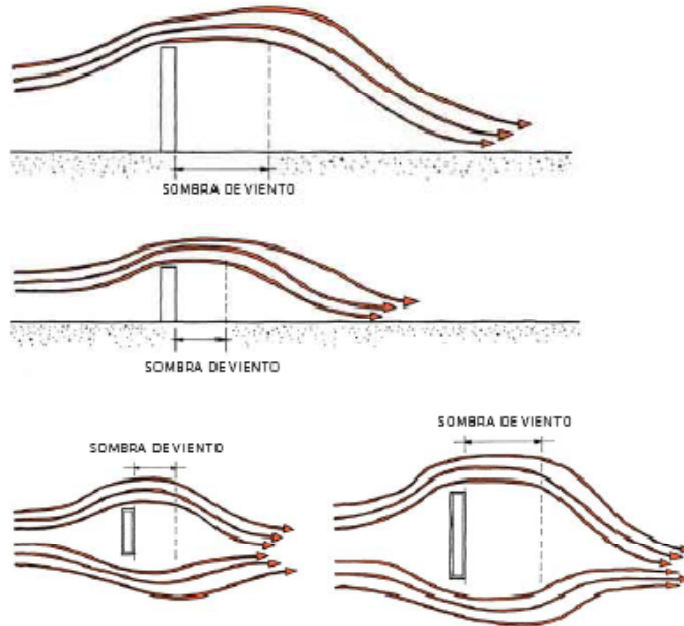
El viento (su dirección y velocidad) juega un rol importante en la ventilación natural para enfriamiento en las viviendas durante períodos de calor. Las fachadas orientadas hacia su dirección preferencial favorecen este tipo de ventilación. En el caso de edificios en altura, para favorecer la ventilación cruzada es preferible utilizar una crujía (ver figura III.2.1.5.3).



La ventilación natural también puede favorecerse en la medida que se dirija el viento hacia la fachada en que se supone la entrada del aire, a través del uso de árboles y arbustos. Además, árboles de copa alta permiten incrementar el efecto del viento para ventilación de la vivienda. Finalmente, cabe señalar que en el país, en zonas de altas precipitaciones, éstas se acompañan de viento norte lo que hace necesario la protección de los edificios frente a esta combinación, en especial en marcos de puertas y ventanas.



El viento puede establecer la sensación térmica de un lugar. Por último, el viento es vital en la relación con los elementos geográficos particulares de un lugar, el viento levanta el polvo del desierto de Atacama... La sombra de viento..



F.- Vegetación.

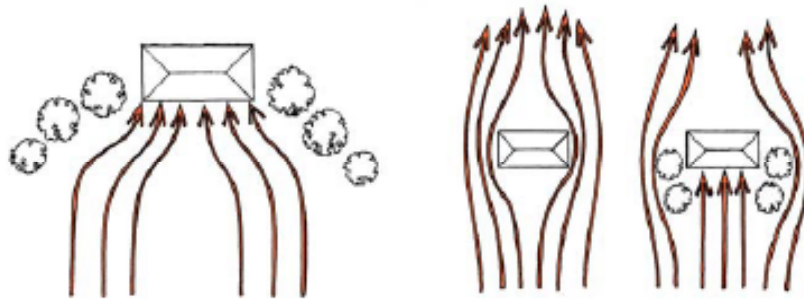
El uso de vegetación constituye en una estrategia efectiva para el control climático, tanto del espacio exterior de las viviendas como de su interior. Dependiendo de la especie arbórea utilizada, el material vegetal puede ser aporte para generar menor demanda de calefacción, de refrigeración y posibilitar la iluminación natural de los recintos. En efecto, los árboles pueden proteger a las viviendas de vientos fríos, protegerla de radiación directa en períodos de calor, provocando además el enfriamiento evaporativo alrededor del edificio. A su vez puede ser un excelente atenuador de ruido y contaminación visual (ver figura III.2.1.6.1).

En períodos de invierno, el uso de barreras vegetales como arbustos, al disminuir la presión del viento en la fachada de la vivienda en que éste incide, se reducen las pérdidas de calor por infiltraciones de aire (ver figura III.2.1.6.2). Del mismo modo, los árboles producen un espacio con aire más quieto que también es favorable para invierno al disminuir pérdidas por convección en la superficie exterior de la envolvente.

Por otra parte, en la noche, bajo los árboles se mantiene mayor temperatura (lo que es favorable en climas fríos) al ser bloqueada la radiación infrarroja del suelo, la que es mayor en espacios expuestos a campo abierto.

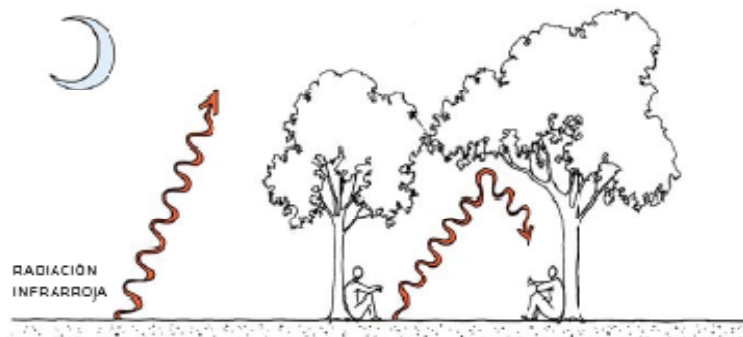
En períodos de calor, la vegetación arbórea genera sombras, lo que limita las ganancias de calor a través de la envolvente de los edificios. Las hojas de árboles además transpiran (evaporan), proceso en el cual disminuye su temperatura y la del aire en contacto con ellas. Esto ocurre en los árboles y también en el césped, en cuya superficie se observa menor temperatura que en una superficie pavimentada con asfalto por ejemplo.

En todo caso, el árbol es más efectivo que el césped en el control climático a su alrededor, puesto que junto a la protección solar que provee, la evaporación indicada ocurre a cierta altura del suelo, lo que es mejor para el confort de las personas (ver figura III.2.1.6.4).



Un aspecto importante en la selección de árboles, arbustos y césped es la cantidad de agua que se requiere para su mantenimiento. Al respecto, es cada vez más importante y recomendable el uso de diseño de paisaje xerófito que permite ahorro de agua y de energía en su mantenimiento.

Para el diseño de jardines es fundamental considerar plantas que se adecuen al ambiente local, considerando las restricciones de disponibilidad de recurso hídrico. Para ello, se recomienda informarse sobre la distribución de la vegetación en Chile¹ y detallar las especies que funcionan eficientemente para cada zona.



Conclusiones:

Parámetros energéticos para Biourbanismo¹⁹¹

Se definen seis (6) parámetros centrales para los análisis energéticos de Biourbanismo.

P1.- Orientación trama urbana

P2.- Ancho de calles

P3.- Altura de la edificación

P4.- Relación ancho calles altura edificación

P5.- Sombra/soleamiento incidente en espacios abiertos/públicos

P6.- Energía incidente en la edificación /BIPV

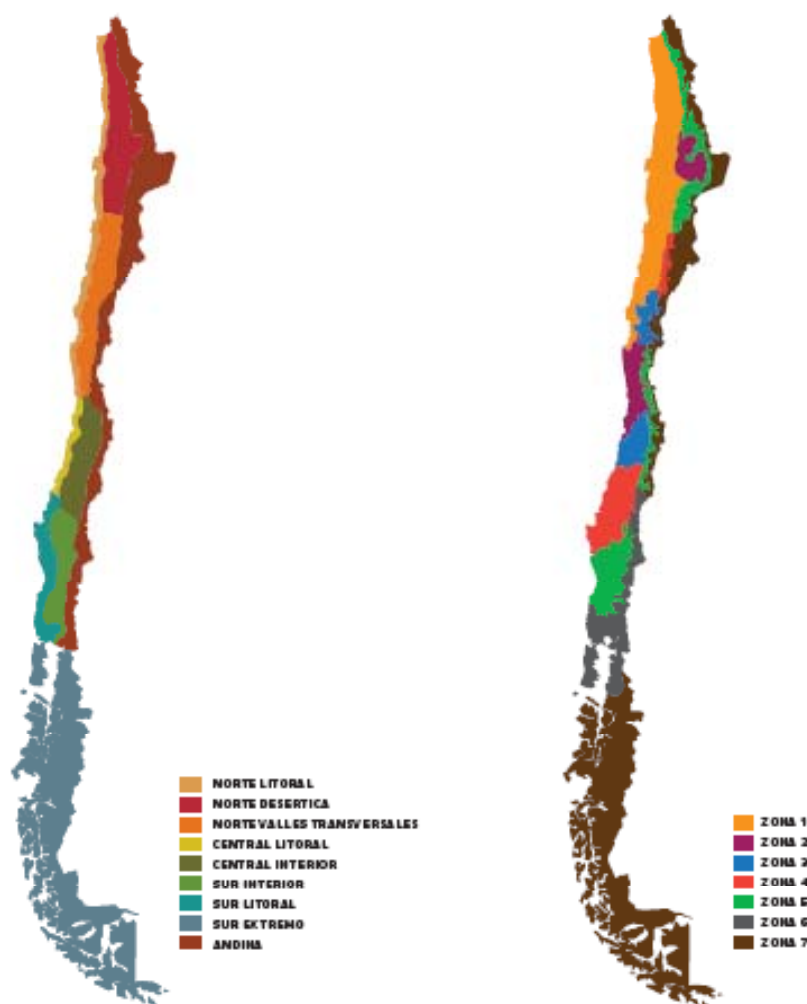
La orientación de la trama urbana, de acuerdo al modelo de ciudad, compacta o dispersa, será clave para orientar los espacios abiertos y los construidos en relación al sol y el viento.

¹⁹¹ Biourbanismo como concepto definido para la presente Investigación. Urbanismo Bioclimático. Nova Tonda, Manuel.

8.2.- MODELACIONES ENERGETICAS URBANAS

8.2.1.- Zonas Geográficas para el análisis

Para el análisis energético de los modelos urbanos se eligen 4 ciudades de Chile ubicadas en climas que son comunes en otras ciudades del planeta. Cálido húmedo, cálido seco, templado mediterráneo, frío lluvioso.



192

¹⁹² Comparación de los climas de la Zonificación Climático Habitacional (izquierda) con los climas de la reglamentación térmica de Chile. (derecha).

La clasificación climática de Köppen es una de las más ampliamente difundidas y aceptadas para la caracterización de las distintas zonas del planeta.

A comienzos del siglo XX el geógrafo, climatólogo y botánico alemán, nacido en San Petersburgo, Wladimir Köppen presentó una clasificación de los climas del mundo, basándose en dos elementos climáticos, la temperatura del aire y la cantidad de agua disponible, en relación con las características fitogeográficas. (Documento base análisis y evaluación del medio físico. Arcadis geotécnica – Codelco Andina. 3278-0000-MM-INF-001_Rev. 0)

Codificación Según Wladimir Köppen

Esta clasificación climática, algebraica, al considerar valores numéricos y proporciones, y empírica, al considerar umbrales que condicionan la distribución de la vegetación, hace uso de un sistema de letras mayúsculas y minúsculas que denotan rasgos particulares de los climas.

La Primera Letra o Letra Principal (Grupo Climático) W. Köppen distingue cinco grupos climáticos principales, definidos por umbrales térmicos y de precipitación, que corresponden, grosso modo, a las grandes formaciones de vegetación. Estos climas son designados con las primeras letras del alfabeto, escritas en mayúscula: A, B, C, D y E.

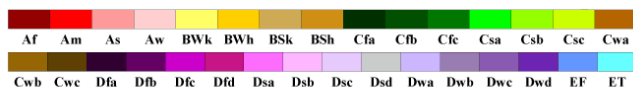
Letra	Umbral Térmico	Clima	Formación de Vegetación
A	Temperatura media mensual superior a 18°C.	Cálidos: tropical lluvioso, sabana, monzón.	Bosque ecuatorial o selva tropical, sabana
B	La evaporación supera a la precipitación.	Secos: áridos y semiáridos	Desierto, estepa
C	La temperatura media del mes más frío es inferior a 18°C y superior a -3°C.	Templados: de lluvias estacionales y lluvias todo el año.	Bosque templado y matorral
D	La temperatura media del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C.	Boreales: de lluvias estacionales y lluvias todo el año.	Bosque de coníferas
E	En ningún mes la temperatura media supera los 10°C.	Fríos: tundra y hielo.	Tundra y ausencia de vegetación por presencia de hielo.

Fuente: Documento base análisis y evaluación del medio físico. Arcadis geotécnica – Codelco Andina. 3278-0000-MM-INF-001_Rev. 0

Según dicha clasificación se obtiene el siguiente mapa correspondiente a la distribución planetaria de los climas.

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASCLimO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

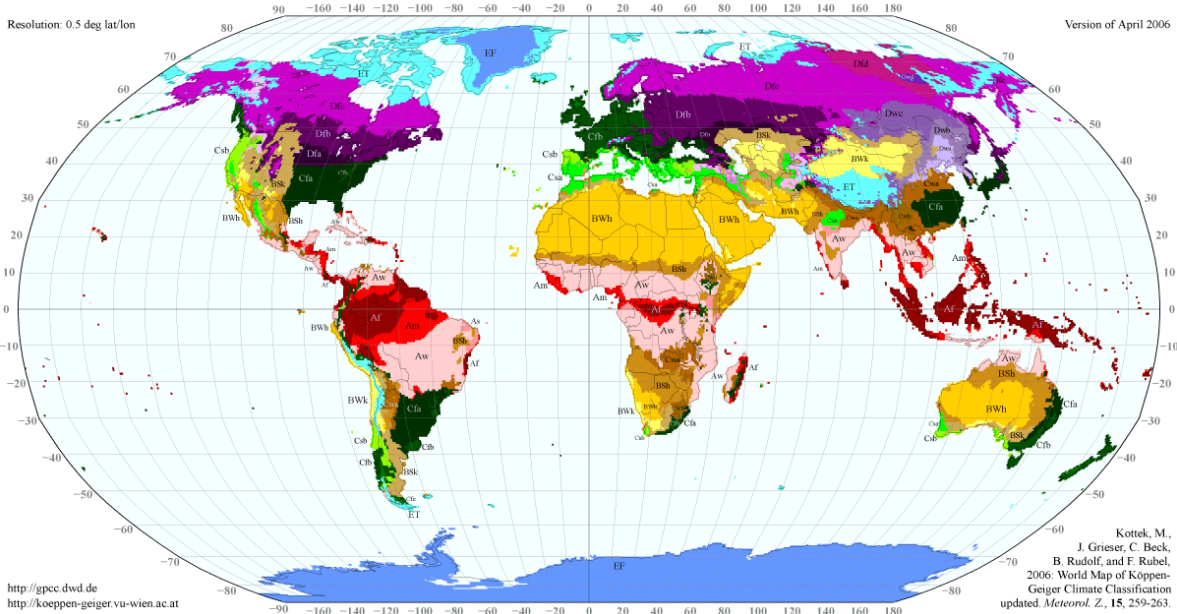
A: equatorial
 B: arid
 C: warm temperate
 D: snow
 E: polar

Precipitation

W: desert
 S: steppe
 f: fully humid
 s: summer dry
 w: winter dry
 m: monsoonal

Temperature

h: hot arid
 k: cold arid
 a: hot summer
 b: warm summer
 c: cool summer
 d: extremely continental
 F: polar frost
 T: polar tundra



193

Esta clasificación, además se distinguir estos climas principales, para cada clase distingue variaciones según las siguientes variables:

El sistema de clasificación hace uso de otras letras mayúsculas para indicar algunas particularidades climáticas. En este caso, la letra se localiza a continuación de la letra principal, como ocurre con los climas secos (B) que se subdividen en climas semiáridos (BS) y áridos (BW), o bien, para los climas fríos (E) que incluyen a los climas de tundra (ET) y a los de hielo (EF). Cuando la influencia de la altura del relieve es relevante, sobre los 3.000 m.s.n.m., en la caracterización del clima, se hace uso de la letra H, en primera, segunda o tercera posición, dependiendo de las particularidades de cada caso.

Para estas macro categorías, aparece luego una letra en minúscula, que da cuenta de las particularidades pluviométricas de cada lugar: Estas letras específicamente hacen referencia a la estación seca: f (fehlt), ausencia de estación seca; w (winter), estación seca en invierno; s (sommer), estación seca en verano; m (monzón), estación seca determinada por los vientos monzónicos. Una siguiente letra minúscula a continuación nos describe las particularidades térmicas del sitio

¹⁹³ Fuente: <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>

En Chile es posible reconocer los siguientes climas, según el sistema de W. Köppen: Si usted selecciona el color de uno de los climas existentes en Chile, se abrirá una ventana que le mostrará las regiones del mundo que tienen el mismo clima (solamente hasta la segunda letra de esta codificación)

CÁLIDO	TROPICAL	Afa	Tropical lluvioso
	SECOS	ÁRIDOS	BWk
BWk'			Árido muy frío
BWn			Árido con nublados abundantes
SEMIÁRIDOS		BSks	Semiárido templado con lluvias invernales
		BSk's	Semiárido muy frío con lluvias invernales
		BSn	Semiárido con nublados abundantes
TEMPLADOS	LLUVIAS EN INVIERNO	Csb	Templado cálido con lluvias invernales
		Csbn	Templado cálido con lluvias invernales y gran nubosidad
		Csbn's	Templado cálido con lluvias invernales y gran humedad atmosférica
		Csc	Templado frío con lluvias invernales
	LLUVIAS TODO EL AÑO	Cfb	Templado lluvioso cálido sin estación seca
		Cfbs	Templado lluvioso cálido con influencia mediterránea
		Cfc	Templado lluvioso frío sin estación seca
		Cfcs	Templado lluvioso frío con influencia mediterránea
FRÍOS	TUNDRA	ET	Frío de tundra
		ETi	Frío de tundra isotérmico
		ETH	Frío de tundra por altura
	HIELO	EF	Frío de hielo polar
		EFH	Frío de hielo por altura

Para la determinación de las características climáticas de cada localidad estudiada se exponen representaciones gráficas que hacen más fácil su lectura, comprensión e interpretación.

A modo introductorio y sin ahondar en los distintos modelos de representación se presenta una breve síntesis de la base y aplicaciones de los diferentes gráficos, según los datos y metodología expuesta en BIOCLIMATOLOGÍA DE CHILE, Manual de consulta; E. R. Hajek & F. di Castri; Dirección de Investigación Vice-Rectoría Académica Universidad Católica de Chile Derechos Reservados Inscripción N° 45086; 1975.

8.2.2.- CASO DE ESTUDIO 1 CIUDAD DE ARICA

Ciudad puerto del Norte de Chile que tiene aprox. 220.000 habitantes.
18ª 25' 20.81" SUR 70ª 13' 13.59" OESTE 20 metros sobre nivel mar
Clima cálido húmedo (árido)
Zona Climática Habitacional Norte Litoral (NL)
Zona Reglamentación Térmica 1

La ciudad se encuentra en un clima desértico con nublados abundantes, que se ubica en las costas de la Región, prácticamente no presenta precipitaciones y entre la noche y parte de la mañana se puede observar la formación de neblinas o también llamadas camanchacas. En cuanto a su temperatura, registra un promedio de 18° C y una baja oscilación térmica. En lo que respecta a la normativa MINVU de zonificación climática corresponde al tipo 1.

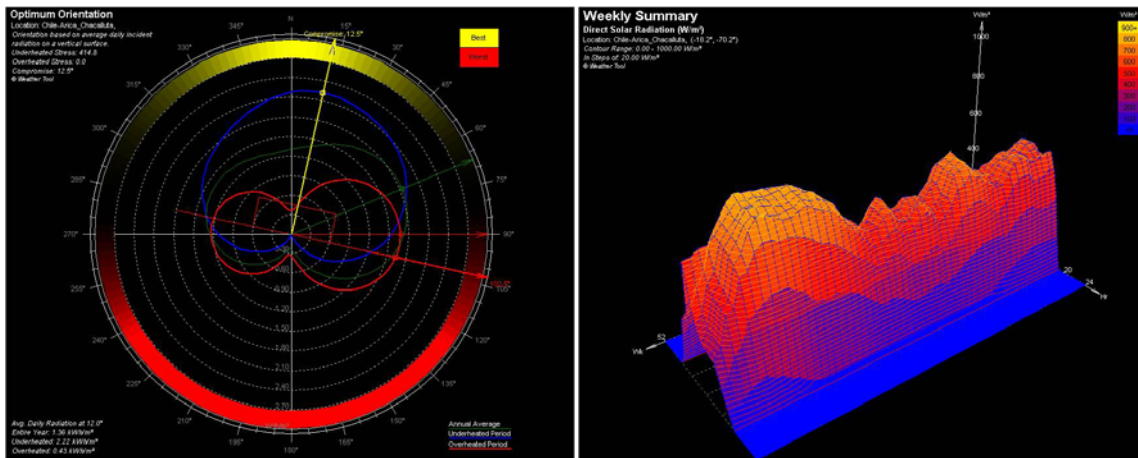


194

¹⁹⁴ Imagen satelital ciudad de Arica, año 2007. GOOGLE EARTH

La orientación ideal para la ciudad de Arica es la norte, considerando los altos impactos energéticos que se producen en las fachadas oriente y oeste, dada la posición geográfica del sol en esta latitud del planeta.

Según los antecedentes entregados por el software Ecotect la orientación ideal sería 12,5° al nor este, de acuerdo a una construcción rectangular con un factor de forma de 1:2 aproximadamente en el sentido este oeste.



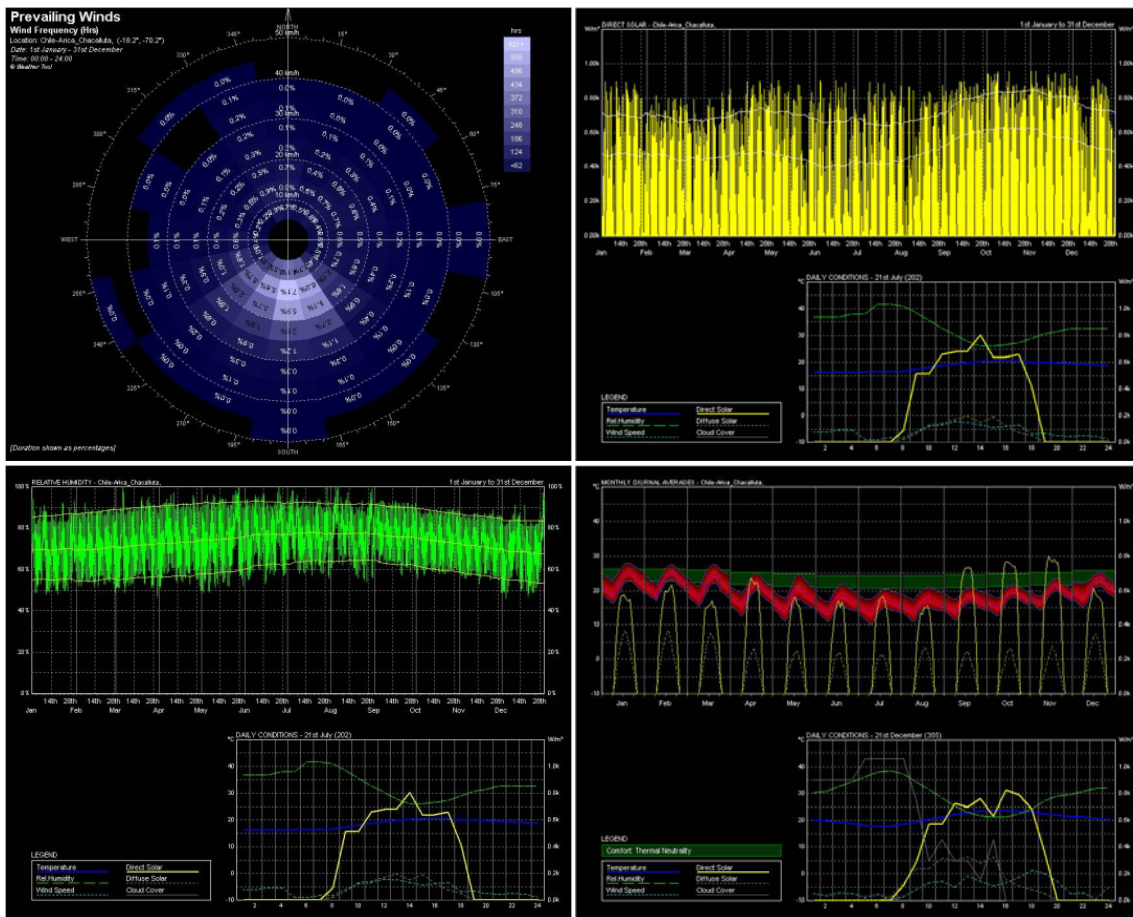
Arica presente una alta humedad relativa y una baja oscilación térmica, lo que define algunos conceptos energéticos y urbanos a considerar.

La orientación de los vientos es sur.

Según los gráficos expuestos para esta localidad, presenta una clara tendencia cálida seca, expresada por su tendencia vertical al lado izquierdo del gráfico y en su cuadrante superior, pero al observar su climógrafo, el que se ubica en el cuadrante superior izquierdo, este indica que la humedad del lugar tiende a ser relativamente alta, tendencia subtropical que debe su origen en la influencia oceánica y la presencia del anticiclón del pacifico sur, con predominio de los vientos del Oeste (Colección geográfica militar, instituto geográfico militar, geografía I región de Tarapacá, 1990). Dichos fenómenos son los responsables de mantener las temperaturas relativamente constantes durante todo el año y a una temperatura promedio alrededor de los 20° C, de

Los gráficos de diagrama ombrotérmico, franjas de aridez, frío y meses desfavorables representa principalmente las escasas o nulas precipitaciones existentes en el lugar, reforzando la información vista en el hiterógrafo.

195 Orientación optima para la ciudad de Arica. ECOTECT V5



Para la Región de Arica se describen tres unidades de subtipos climáticos relacionados con las condiciones desérticas que desde el poniente a oriente, son los siguientes: (Geografía general de Chile. X. Toledo, X. Zapater).

Clima desértico costero nuboso, BWn; este subtipo climático se localiza en toda la costa de la región. Presenta abundantes nieblas matinales, o "camanchacas", originadas principalmente por la influencia de la corriente fría de Humboldt; este subtipo climático se presenta en Arica con una temperatura media anual de 18,8° C, y existe una predominancia de precipitaciones anuales inferiores a 3 mm en la costa. Es aquí donde se emplaza el área de estudio.

El clima desértico interior, y al interior de la región se presenta el clima desértico marginal de altura.

8.2.3.- CASO DE ESTUDIO 2 CIUDAD DE CALAMA

Ciudad minera al interior del desierto de Atacama, aprox. 170.000 hab.
22ª 25' 53.93" SUR 68ª 57' 01.97" OESTE 1500 metros sobre nivel mar
Clima cálido seco (árido)
Zona Climática Habitacional Norte Desértico (ND)
Zona Reglamentación Térmica 2

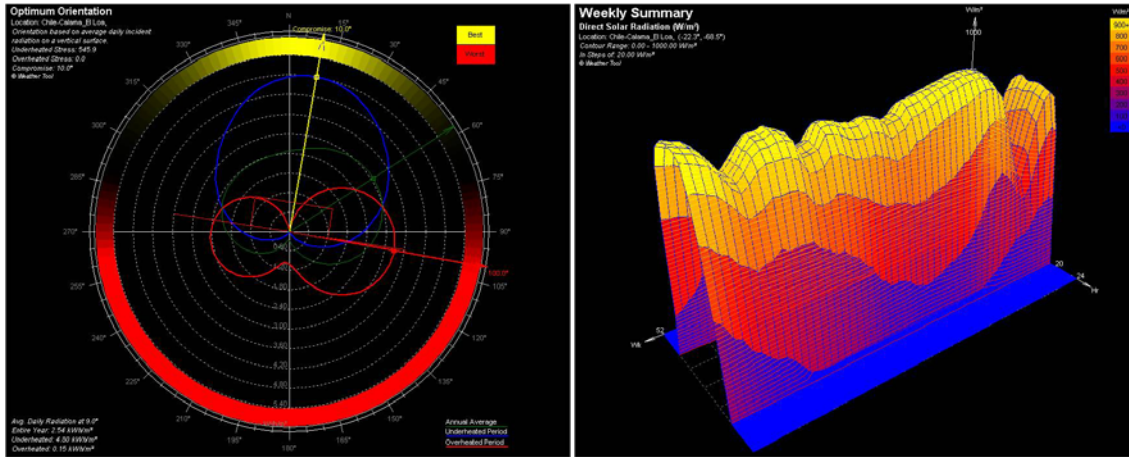
Municipio de la Región de Antofagasta, Chile y ciudad capital de la provincia de El Loa, ubicada en los 22° 28' de latitud sur con 68° 54' de longitud oeste, a una altitud de 2.270 m.s.n.m., rodeada de tierras agrícolas regadas por el Río Loa, Calama es hoy el oasis más extenso de toda la cordillera nortina.



Su clima se clasifica como desértico marginal de altura y se caracteriza por una aridez extrema durante todo el año (las precipitaciones no muestran un régimen marcado), ausencia de humedad y una carencia casi absoluta de nubosidad, lo que deja vía libre a la radiación solar durante el día y a la emisión durante la noche, las temperaturas en consecuencia presentan un ciclo diario con una significativa amplitud, que bordea los veinte grados en verano e invierno. En cuanto al ciclo anual, la amplitud térmica es cercana a los siete grados.

Este clima se presenta entre los 2.000 y 3.000 metros de altura. Al igual que en la región de Arica Parinacota y de Tarapacá, registra precipitaciones en los meses

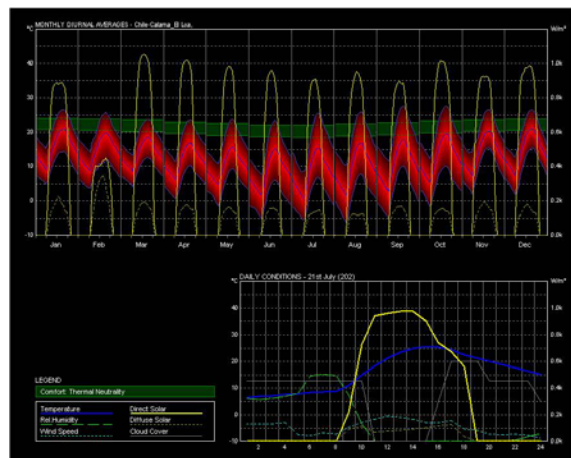
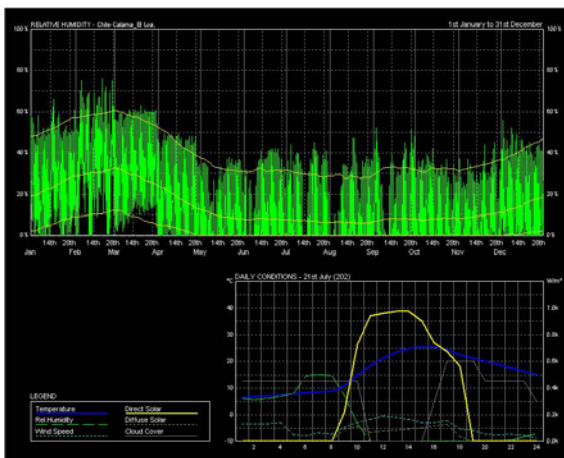
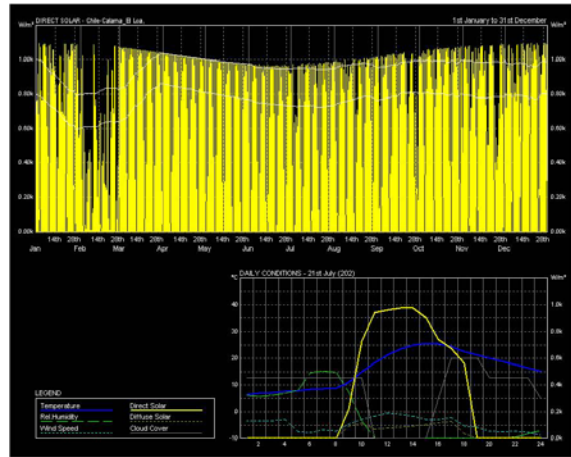
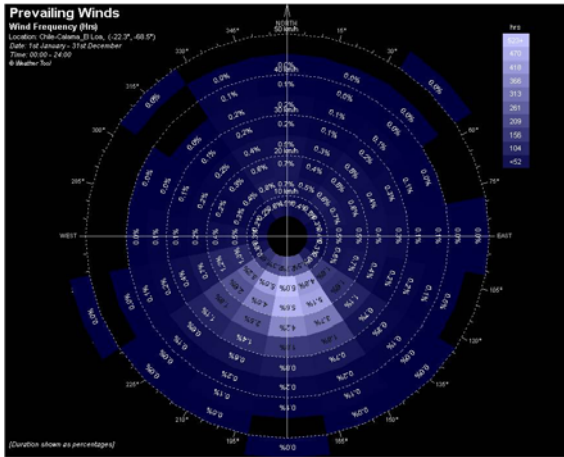
estivales o de verano, pero no todos los años. Debido a la altura, las temperaturas son más frías, pero con una oscilación térmica anual menor. La humedad relativa es muy baja. En lo que respecta a la normativa MINVU de zonificación climática corresponde al tipo 2.



El hiterógrafo para esta localidad, al igual que el de Arica, muestra una marcada tendencia desértica, pero, por la mínima agua caída en la zona, pero su posición esta mas central en la horizontal, tendencia que representa una disminucion considerable en las temperaturas, vinculado este fenómeno a la altitud de Calama, lo que hace descender las temperaturas máximas y mínimas. Esta tendencia también se ve en el diagrama de meses fríos, que a pesar del clima desértico, muestra dos meses, junio y julio, semifríos, lo que lo modifica quedando en desértico de altura.

El clima de Calama corresponde, según clasificación de koeppen, a desértico marginal de altura, BWh, y se caracteriza por una aridez extrema durante todo el año (las precipitaciones no muestran un régimen marcado), ausencia de humedad y una carencia casi absoluta de nubosidad, lo que deja vía libre a la radiación solar durante el día y a la emisión durante la noche, las temperaturas en consecuencia presentan un ciclo diario con una significativa amplitud, que bordea los veinte grados en verano e invierno. En cuanto al ciclo anual, la amplitud térmica es cercana a los siete grados.

Calama se encuentra ubicado muy cercano a los 3.000 m, sector donde se produce un aun más significativa disminucion de la temperatura y la existencia de de heladas durante casi todo el año. Esta variación de las temperaturas va asociada a un aumento de las precipitaciones, sin embargo estas son insuficientes como para cambiar las condiciones desérticas. (Colección geográfica militar II región de Antofagasta, 1990, Instituto geográfico militar, pág. 49)



Calama también se encuentra ubicado en la cuenca del río Loa, la que es de gran importancia para la región, puesto que representa la principal fuente de recursos hídricos, tanto así, que constituye el abastecimiento de agua potable para los principales centros poblados ubicados a lo largo de la cuenca. Este río se alimenta principalmente de las aguas juveniles de origen terma en la faldita del volcán Miño, en el límite con la región de Atacama, además de las aguas lluvia de verano que caen sobre los 3000 m. (Colección geográfica militar II región de Antofagasta, 1990, Instituto geográfico militar, pág. 59)

El viento juega un factor importante en las condiciones climatológicas de Calama, moderando o exacerbando la temperatura local. Durante el día se presentan tres tipos: el que llega de la pampa en las mañanas, el que proviene de la cordillera en la tarde y los fuertes ventarrones del norte en las noches. Todos ellos pueden llegar a ocasionar nubes de polvo suspendido

8.2.4.- CASO DE ESTUDIO 3 CIUDAD DE SANTIAGO

Ciudad capital de Chile, aprox. 6.500.000 hab.

33ª 29' 41.95" SUR 70ª 41' 54.41" OESTE

520 metros sobre nivel mar

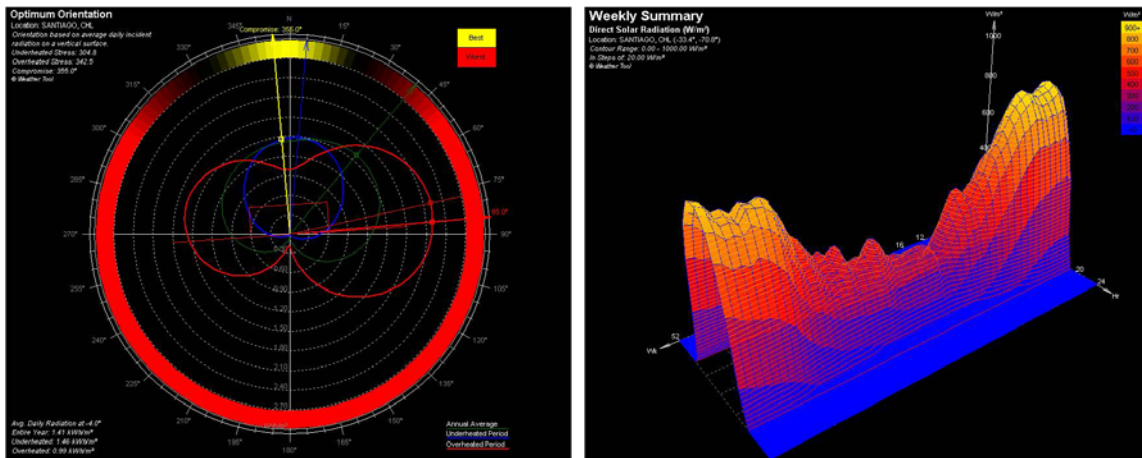
Clima templado mediterráneo

Capital y primer centro urbano de la República de Chile, está situada en los 33° 27' de latitud sur, 70° 42' de longitud oeste, en la depresión intermedia entre la cordillera de la costa y la cordillera de Los Andes, en la zona central del país, con un promedio de 567 m.s.n.m.



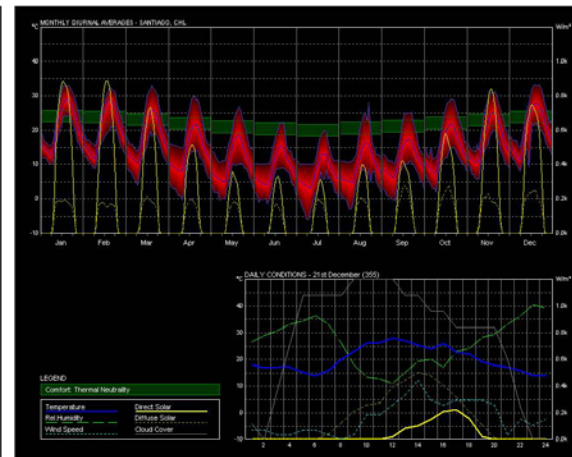
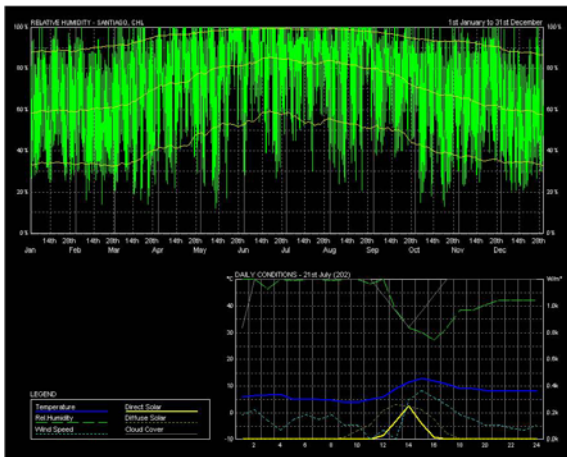
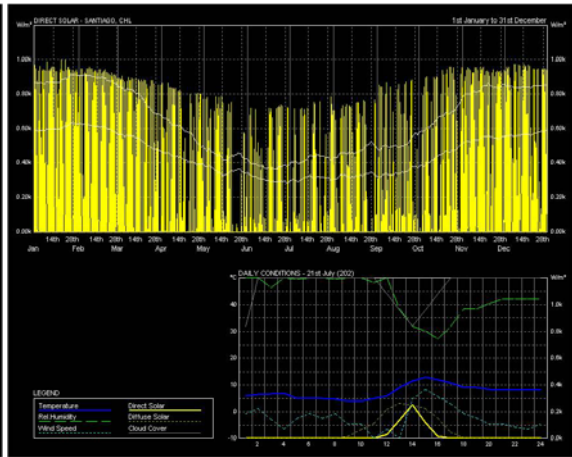
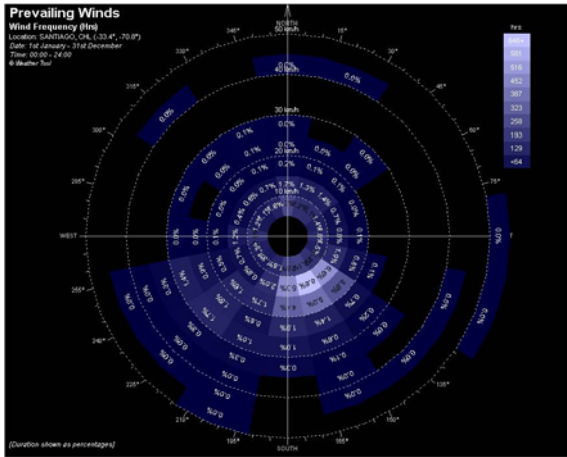
Su clima se define como templado cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada. En esta región, el clima mediterráneo se desarrolla con todas sus características: precipitación concentrada en los meses de invierno y una estación seca producida por un dominio anticiclónico ininterrumpido. Estos períodos estacionales de marcadas características no son semejantes, ya que su fase de estación seca se prolonga por siete u ocho meses. La cadena costera, al oponerse a la propagación de la influencia del mar, contribuye a exagerar los valores de las temperaturas, acusándose un cierto grado de continentalidad, situación que se aprecia en las notables oscilaciones térmicas diarias y anuales.

Las precipitaciones en invierno alcanzan en esta estación el 80% de lo caído en el año, incluso en verano el agua caída no alcanza a 1mm. Las precipitaciones a veces son en forma de nieve sobre los 1.500 mts. Como hemos comentado anteriormente, la Cordillera de la Costa impide la influencia del océano; la inversión térmica que se produce en este sector hace disminuir las cantidades de precipitación en los sectores aledaños a su ladera oriental.



La cordillera de Los Andes produce un efecto contrario, aumentando las precipitaciones a medida que se asciende. Aquí se presenta una humedad relativa baja y las oscilaciones térmicas son altas registrando casi 13°C de temperatura de diferencia entre el mes de enero que es el más cálido y el mes de Julio que es el más frío. Es también conocido como clima mediterráneo con estación seca prolongada.

En lo que respecta a la normativa MINVU de zonificación climática corresponde al tipo 3.



8.2.5.- CASO DE ESTUDIO 4 CIUDAD DE ALERCE (P. MONTT)

Ciudad puerto del sur de Chile, entrada zona austral, aprox. 230.000 hab.

41ª 24' 17.73" SUR 72ª 47' 57.26" OESTE

20 metros sobre nivel mar

Clima frío Lluvioso

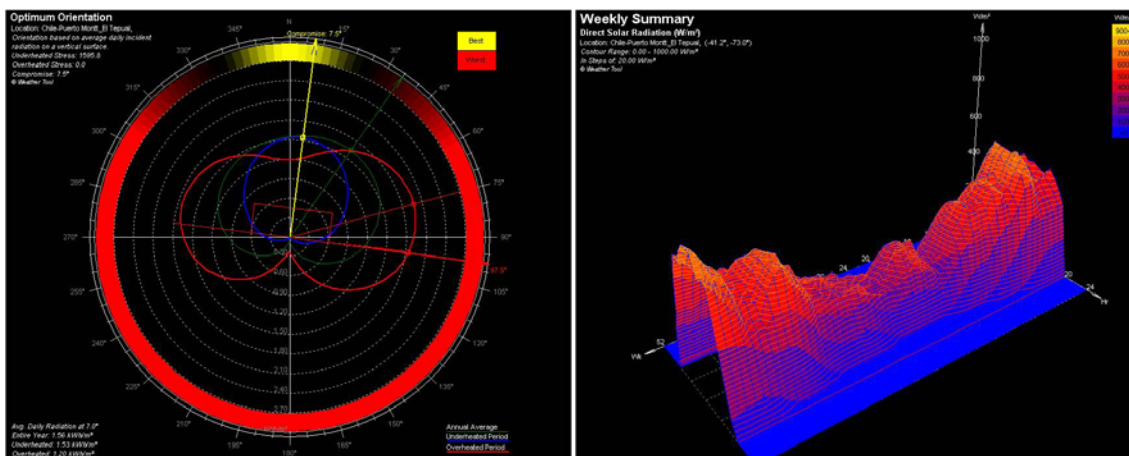
Ciudad ubicada en la región de Los Lagos. Sus coordenadas geográficas son 41° 28' de latitud sur, 72° 56' de longitud oeste, con una elevación media de 90 metros.



Predomina un clima templado lluvioso con influencia mediterránea.

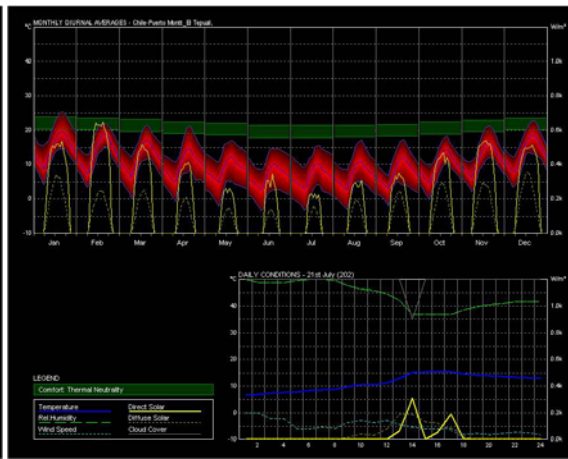
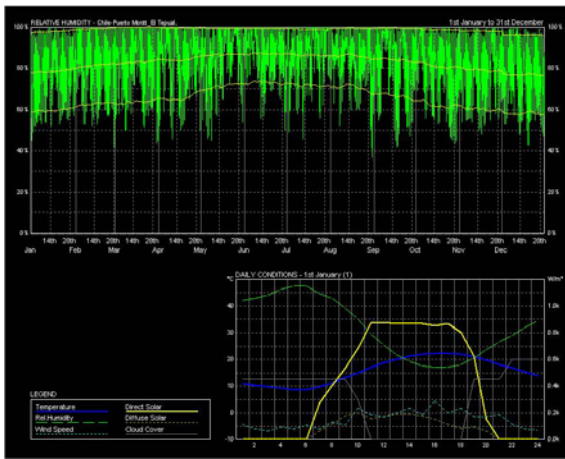
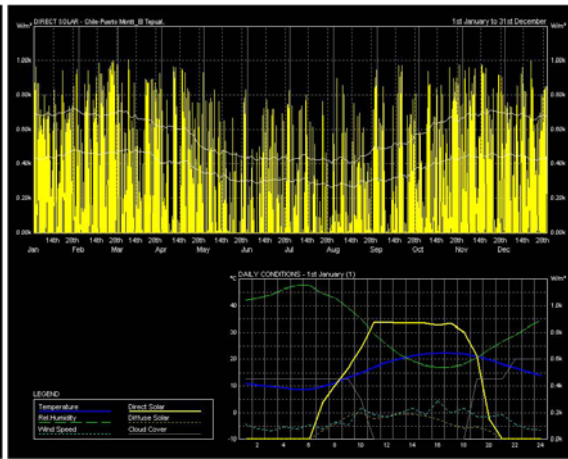
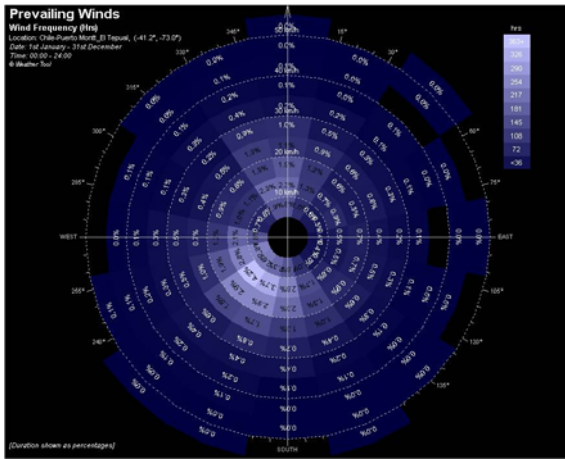
Aunque en estos climas la cantidad de precipitación es menor en los meses de verano, no se puede hablar de una estación seca, definiendo un medio extremadamente húmedo con lluvias muy abundantes que se prolongan durante todo el año. La influencia oceánica y lacustre mantiene una clara uniformidad térmica a lo largo del año. Una alta humedad del aire y una nubosidad casi permanente, completan el cuadro climático de la región.

La hidrografía es caudalosa y casi todos los ríos de la zona están en estrecha relación con el sistema lacustre existente. Todas estas condiciones consagran el medio óptimo para la proliferación del bosque siempre verde, con una amplia variedad de especies arbóreas.



Es la prolongación del clima que nace en la costa sur de la Región del Biobío, y que se extiende por la región de la Araucanía alcanzando hasta la Isla de Chiloé. Presenta una temperatura promedio de 11°C, regulada por los diversos lagos y que junto a la escasa diferencia entre la altura de la costa y la Cordillera de los Andes permiten una baja oscilación térmica. Sin embargo, las diferencias de precipitaciones si son considerables debido a las variaciones en las alturas y las diferencias latitudinales que ofrece esta extensa Región. Las precipitaciones alcanzan un promedio de 1.330 mm en Osorno y de 1.800 mm en Puerto Montt.

En lo que respecta a la normativa MINVU de zonificación climática corresponde al tipo 6.



196

Climogramas comparativos.

Los respectivos gráficos de temperatura y precipitaciones para cada una de las cuatro ciudades, evidencias las particularidades de cada una, incitando a la comprensión de sus lógicas particulares que tienen implicancia en el diseño de sus zonas pobladas.

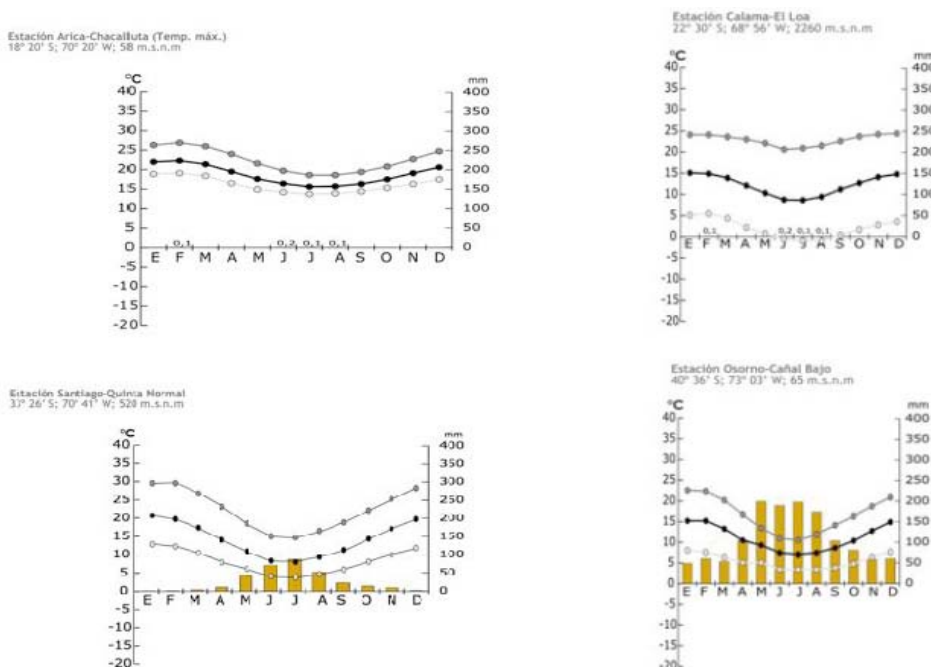


Imagen 10. Climograma de las cuatro ciudades. Fuente: www.EducarChile.cl

Se aprecia, ordenadas de norte a sur, la aparición paulatina de precipitaciones y la disminución de las temperaturas a lo largo del territorio, indicadas en máximas, mínimas y promedios mensuales.

Inclinación Solar en solsticios.

A modo de representar y comprender gráficamente las diferencias de cada zona climática estudiada, se realiza una simulación digital de un volumen tipo orientado al norte, afectado por los ángulos de incidencia solar en los mediodías del solsticio de invierno (21 de Junio) y solsticio de verano (21 de Diciembre) que afectan al hemisferio sur, aplicables a las cuatro ciudades.

A través de estas particularidades, se inicia la determinación de las diversas estrategias de eficiencia para los agrupamientos de cada ciudad, donde distanciamientos, alturas máximas, ganancias térmicas y diseños de conjuntos tipológicos pueden conformar particulares estructuras urbanas.

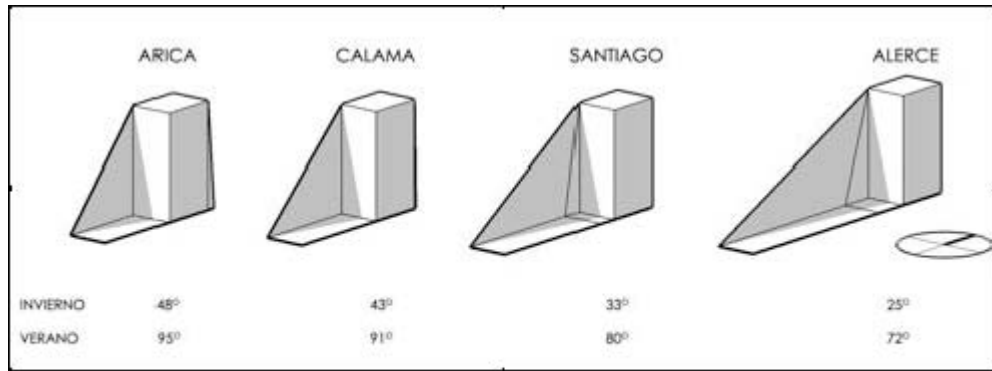


Imagen 11. Ángulos solares de mediodía en solsticios de Invierno y Verano con proyección de sombras en las cuatro ciudades analizadas. Fuente: Elaboración Propia a través de simulación solar de Google Sketchup.

El escenario natural que presenta el sitio es de una gran intervención antrópica, lo que se suma con el efecto de las construcciones de la urbanización y de las obras en los ríos Negro y XXX, sin embargo la existencia de los elementos naturales del paisaje, como son el agua, la luz el suelo y la vegetación del entorno potencian la posibilidad de recuperar la naturalidad del río como corredor verde dentro de la urbanización.

Geográficamente el área de estudio corresponde al ambiente templado húmedo, que se extiende desde el río Imperial al sur hasta el canal de Chacao. Principalmente esta región se caracteriza por presentar una reducción del periodo seco, debido tanto al descenso de las temperaturas y al aumento de las precipitaciones (Geografía general y regional de Chile, X. Toledo y E. Zapater. Pág. 87)

En las tres principales fajas del relieve nacional se pueden constatar importantes cambios, baja en altura de la cordillera de la costa (Ibid), con ampliación del llano central, permitiendo la aparición de ciudades que se han desarrollado a sotavento sin la fuerte influencia marina de la región, como La Unión, Osorno, Río Bueno y Río Negro. En tanto para la cordillera de los Andes acusa los efectos de la glaciación de tipo alpino, que se manifiesta en los valles y llano central fuertemente erosionados.

En la depresión central, debido a lo señalado en cuanto a lo que el relieve se refiere, la lluvia y la influencia marítima no se ven afectados hasta llegar al sector de pre cordillera, sector donde se emplaza la localidad de Alerce, que a pesar de estar muy cercano a Puerto y por ende a la influencia marítima, los vientos fríos cordilleranos ejercen su influencia disminuyendo las temperaturas de esta área (Ibid).

En este sector, el clima se caracteriza por dos a tres meses semiáridos, con humedad relativa promedio de 75 a 85 % y con un estación fría, según Köppen, clima CFCs, templado lluvioso frío con influencia mediterránea.

8.2.6.- Metodología de análisis urbano energético

Los parámetros definidos en la etapa anterior para modelar la “forma urbana bioclimática” establecen que la orientación solar es el factor clave, elemento central de toda postulación de urbanismo sostenible. La variable de la radiación solar es vital para generar la sustentabilidad y eficiencia energética. A su vez, la orientación solar habrá que vincularla con la dirección de los vientos predominantes y las obstrucciones materiales y vegetales.

P1.- Orientación trama urbana

P2.- Ancho de calles

P3.- Altura de la edificación

P4.- Relación ancho calles altura edificación

P5.- Sombra/soleamiento incidente en espacios abiertos/públicos

P6.- Energía incidente en la edificación /BIPV

¿Cómo analizar las múltiples combinaciones de orientaciones viales en diversas tramas urbanas, con edificios, espacios públicos y en zonas climáticas distintas?

La diversidad de la morfología urbana contemporánea complejiza la decisión para un análisis. Tenemos por un lado los parámetros urbanos que queremos identificar para modelos urbanos sustentables, y por otro lado las combinaciones urbanas, que están acordes a dos elementos ya analizados en la investigación;

E1.- Densidad Habitacional (número de viviendas x hectárea)

E2.- Forma de habitar (Viviendas aisladas o pareadas, bloques, edificios en altura) (Sistema agrupación, unas o dos crujías, profundidad de la planta para iluminación natural)

A estos elementos urbanos hay que agregar los aspectos ambientales, que están representados en cuatro climas particulares de Chile ya detallados en la etapa anterior. De esta forma, proponemos analizar y sintetizar los análisis para Biourbanismo en 3 grandes aspectos;

ORIENTACION + DENSIDAD + COMPACIDAD = BIOURBANISMO

La orientación de la trama urbana proponemos analizarla en 3 direcciones; A Norte, a 45° Norte y a 90° Norte.

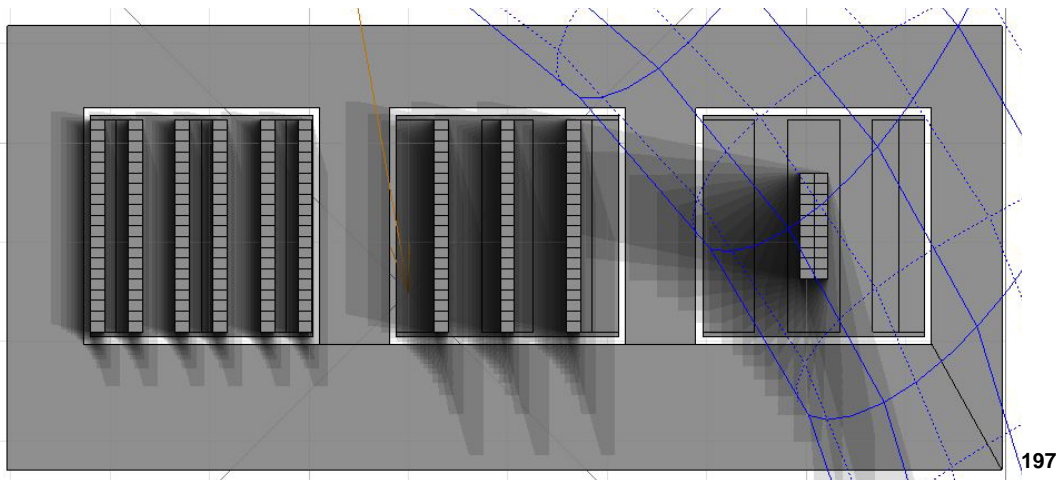
La densidad habitacional se definió en 120 viviendas por hectárea, ya que es un promedio de la densidad habitacional que existen en las ciudades de Chile y Sudamérica.

(120 viv/ha) o (480 habitantes/hectárea) (1 viv = 4 habitantes)

La compacidad habitacional está vinculada a la forma de habitar, a la arquitectura y el urbanismo, aspecto analizado en la segunda etapa de la investigación y que tiene directa relación con la densidad habitacional. Definimos para los análisis 3 formas de habitar que son representativas de los desarrollos urbanos más comunes en Chile, y que fueron contrastados en los viajes a terreno para la investigación.

- C1.- Viviendas pareadas 2 pisos
- C2.- Bloques habitacionales de 4 pisos
- C3.- Edificio de 12 pisos

De esta forma, tenemos tres combinaciones de orientaciones urbanas, un factor fijo para la densidad habitacional, y tres combinaciones o alternativas para la compacidad urbana. Si multiplicamos todos estos factores por las 4 zonas climáticas tenemos como resultado 36 modelaciones (Software Ecotect) bioclimáticas para nuestra investigación.

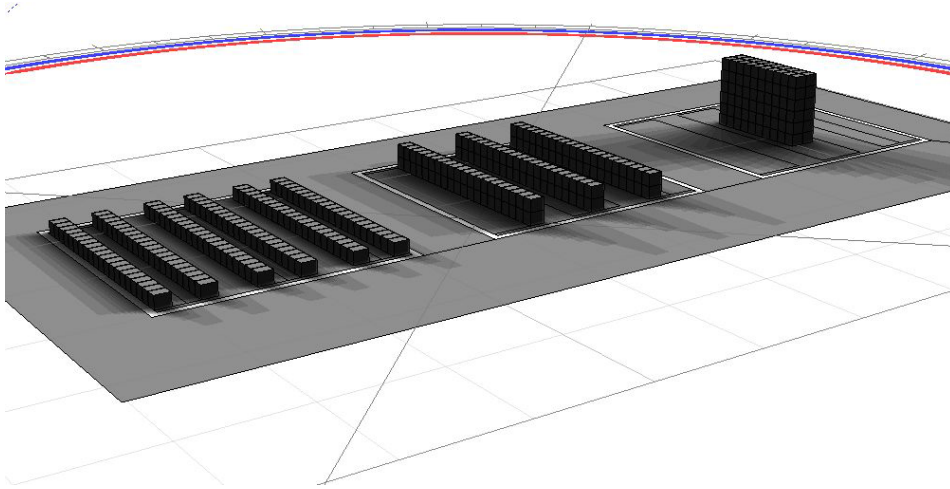


La forma de agrupar las viviendas será en una manzana tipo de 100 metros por 100 metros, es decir una hectárea que además coincide aproximadamente con una cuadra urbana. (Manzana).

Cada modelo se desarrolló en una cuadra de acuerdo a su diferente compacidad, estableciendo así distintas relaciones entre el espacio lleno (edificación) y el vacío. (Espacios abiertos, calles y plazas). Las relaciones entre el ancho de las calles y la altura de la edificación se detallan más adelante.

¹⁹⁷ Modelos Urbanos para el análisis bioclimático. Manzanas de 1 hectárea con tres compacidades urbanas diferentes. Los tres modelos con 120 viv/ha. Elaboración propia.

Cada vivienda será de 54 m², en dos niveles de 4.5 metros x 6 metros cada uno, es decir cada planta de 27 m². Esta medida resulta del análisis en terreno de las tipologías más comunes de vivienda social en Chile. La racionalización para el modelo resulta vital para no generar variables abiertas que dificultan las mediaciones y sus conclusiones. (Se definen metros cuadrados construidos en planta y de envolvente) En las modelaciones el resultado arroja cantidad de energía en la envolvente, la cual habrá que distribuir luego con tipologías de arquitectura.



198

199

De esta manera, se agrupan los tres tipos de modelos urbanos que serán analizados en el software Ecotect, para determinar la radiación solar incidente sobre los elementos construidos (conjuntos de viviendas) y las sombras arrojadas sobre los espacios abiertos.

En síntesis, cada modelo urbano estará compuesto de 120 viviendas de 54 m² distribuidas en 10.000 metros cuadrados (1 hectárea) con su correspondiente compacidad o forma de organización (casas de 2 pisos, departamento o edificio). Serán analizados de forma independiente, de acuerdo a los otros dos factores ya establecidos: Orientación solar (3 orientaciones) y Clima (4 zonas climáticas).

¹⁹⁸ Modelos Urbanos para el análisis bioclimático. Manzanas de 1 hectárea con tres compacidades urbanas diferentes. Los tres modelos con 120 viv/ha. Elaboración propia.

¹⁹⁹ Ibid

8.2.7.- Cálculo energético de los modelos urbanos

Para generar los cálculos energéticos en Ecotect se definieron volúmenes compactos que representan las viviendas agrupadas según sus modelos y compacidad. Esto se genera para agilizar las mediciones computacionales.

El factor de análisis más importante será la radiación incidente en la envolvente de cada modelo, y el porcentaje de sombras arrojadas en los espacios públicos de las tres propuestas de viviendas, en las tres orientaciones.

MODELACIÓN ENERGETICA CIUDAD DE ARICA

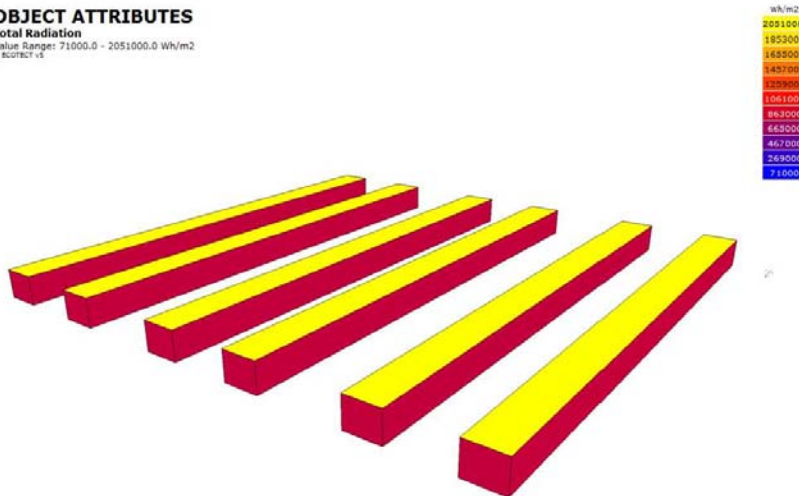


Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁰
 Baja compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Arica - Chacalluta, Chile BAJA COMPACIDAD ARICA A 0° NORTE
 Exposed Area: 9000 m²

MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m ²	SHADE	Wh/m ²	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	266.161	40%	0	101.851	916.657.152	44.820	403.376.160	0	0
Feb	238.820	41%	0	89.019	801.169.920	39.053	351.478.016	0	0
Mar	227.635	41%	0	90.153	811.380.224	39.873	358.852.736	0	0
Apr	228.272	40%	0	86.990	782.910.400	38.728	348.547.808	0	0
May	196.909	40%	0	77.338	696.038.656	34.729	312.558.528	0	0
Jun	173.789	40%	0	69.136	622.224.448	31.164	280.476.736	0	0
Jul	187.499	40%	0	74.060	666.543.104	33.340	300.061.632	0	0
Aug	191.937	40%	0	76.710	690.388.736	34.318	308.859.392	0	0
Sep	253.470	40%	0	91.825	826.425.024	40.558	365.021.056	0	0
Oct	289.276	40%	0	98.826	889.430.400	43.143	388.287.328	0	0
Nov	295.095	40%	0	100.052	900.468.480	43.575	392.171.904	0	0
Dec	259.400	40%	0	98.275	884.479.296	43.218	388.958.304	0	0
TOTALS	2.808.263	40%	0	1.054.235	9.488.115.840	466.519	4.198.649.600	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2051000.0 Wh/m²
 © Ecotect v.8



²⁰⁰ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰¹
 Baja compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Arica-Chacalluta, Chile

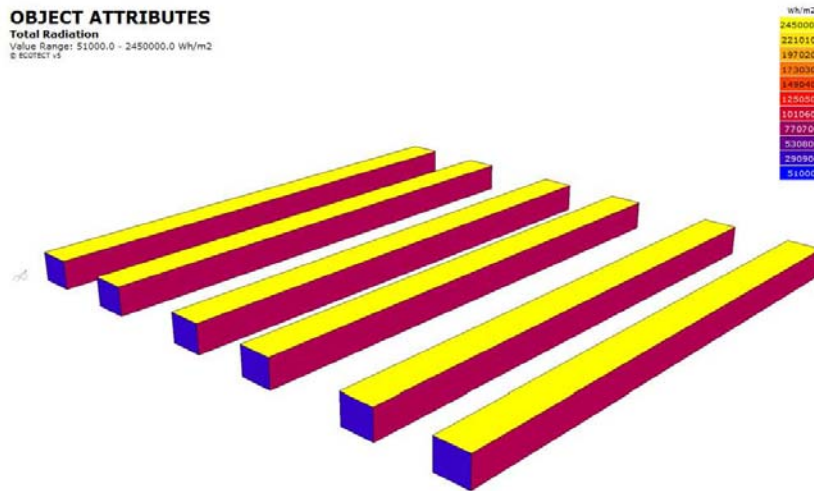
BAJA COMPACIDAD ARICA A 45° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	263.543	40%	0	101.156	910.402.240	44.533	400.799.072	0	0
Feb	238.820	41%	0	89.019	801.169.792	39.053	351.477.952	0	0
Mar	227.635	41%	0	90.153	811.380.224	39.873	358.852.736	0	0
Apr	228.272	40%	0	86.990	782.910.400	38.728	348.547.808	0	0
May	196.909	40%	0	77.338	696.038.656	34.729	312.558.528	0	0
Jun	173.789	40%	0	69.136	622.224.448	31.164	280.476.736	0	0
Jul	187.499	40%	0	74.060	666.543.104	33.340	300.061.632	0	0
Aug	191.937	40%	0	76.710	690.388.736	34.318	308.859.392	0	0
Sep	253.470	40%	0	91.825	826.425.024	40.558	365.021.056	0	0
Oct	289.276	40%	0	98.826	889.430.400	43.143	388.287.328	0	0
Nov	295.095	40%	0	100.052	900.468.480	43.575	392.171.904	0	0
Dec	259.400	40%	0	98.275	884.479.296	43.218	388.958.304	0	0
TOTALS	2.805.645	40%	0	1.053.540	9.481.860.800	466.232	4.196.072.448	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 2450000.0 Wh/m2
 © Ecotect v4



²⁰¹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰²
 Baja compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Arica-Chacalluta, Chile

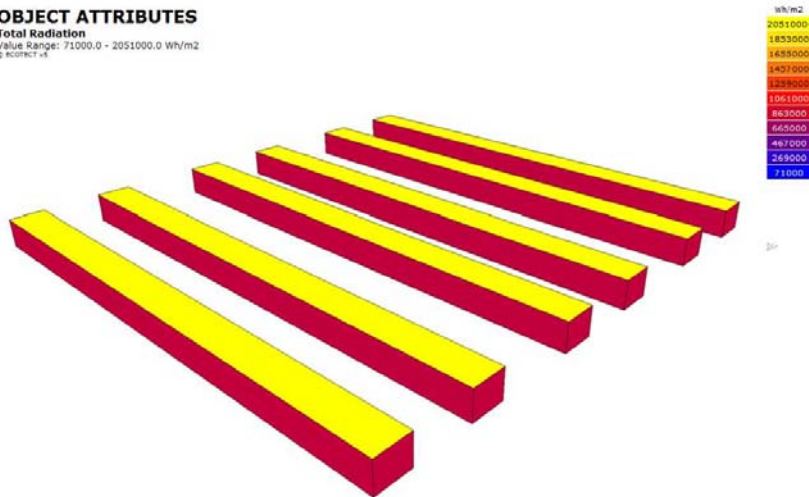
BAJA COMPACIDAD ARICA A 90° NORTE

Exposed Area: 9000 m²

MONTH	AVAIL Wh/m ²	AVG SHADE	REFLECT Wh/m ²	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	267.277	40%	0	102.315	920.833.856	45.013	405.119.648	0	0
Feb	238.820	41%	0	89.019	801.169.792	39.053	351.477.952	0	0
Mar	227.635	41%	0	90.153	811.380.224	39.873	358.852.736	0	0
Apr	228.272	40%	0	86.990	782.910.400	38.728	348.547.808	0	0
May	196.909	40%	0	77.338	696.038.656	34.729	312.558.528	0	0
Jun	173.789	40%	0	69.136	622.224.448	31.164	280.476.736	0	0
Jul	187.499	40%	0	74.060	666.543.104	33.340	300.061.632	0	0
Aug	191.937	40%	0	76.710	690.388.736	34.318	308.859.392	0	0
Sep	253.470	40%	0	91.825	826.425.024	40.558	365.021.056	0	0
Oct	289.276	40%	0	98.826	889.430.400	43.143	388.287.328	0	0
Nov	295.095	40%	0	100.052	900.468.480	43.575	392.171.904	0	0
Dec	259.400	40%	0	98.275	884.479.296	43.218	388.958.304	0	0
TOTALS	2.809.379	40%	0	1.054.699	9.492.292.416	466.712	4.200.393.024	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2051000.0 Wh/m²
 g Ecotect v8



²⁰² Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰³
 Media compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

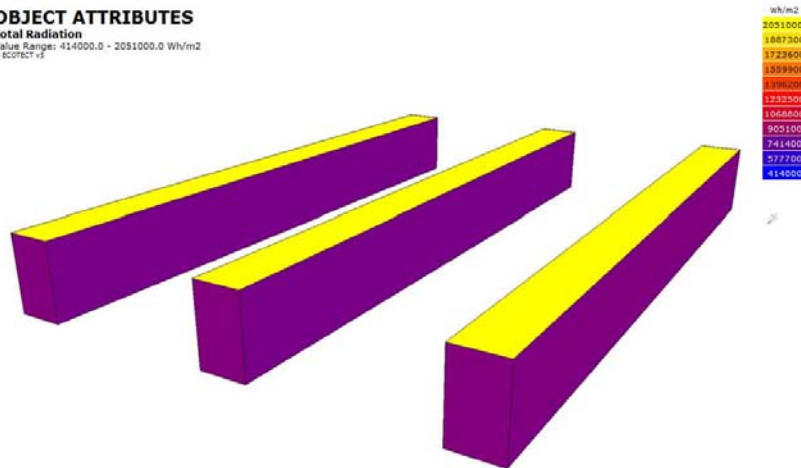
Arica - Chacalluta, Chile

MEDIA COMPACIDAD ARICA A 0° NORTE

Exposed Area: 7380 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	266.161	41%	0	102.172	754.025.920	44.978	331.940.032	0	0
Feb	238.820	41%	0	89.219	658.435.392	39.152	288.942.784	0	0
Mar	227.635	41%	0	90.478	667.726.272	40.033	295.444.640	0	0
Apr	228.272	41%	0	87.535	646.006.784	38.997	287.799.296	0	0
May	196.909	40%	0	77.640	572.986.240	34.879	257.404.112	0	0
Jun	173.789	41%	0	69.469	512.682.560	31.329	231.208.080	0	0
Jul	187.499	40%	0	74.559	550.242.624	33.587	247.870.880	0	0
Aug	191.937	40%	0	77.068	568.761.152	34.495	254.572.528	0	0
Sep	253.470	40%	0	92.393	681.857.664	40.839	301.390.720	0	0
Oct	289.276	40%	0	99.189	732.018.240	43.323	319.725.024	0	0
Nov	295.095	41%	0	100.166	739.227.264	43.631	321.998.400	0	0
Dec	259.400	41%	0	98.690	728.333.312	43.423	320.460.672	0	0
TOTALS	2.808.263	41%	0	1.058.578	7.812.303.424	468.666	3.458.757.168	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 414000.0 - 2051000.0 Wh/m2
 © Ecotect v9



²⁰³ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁴
 Media compactidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Arica-Chacalluta, Chile

MEDIA COMPACIDAD ARICA A 45° NORTE

Exposed Area: 7380 m²

MONTH	AVAIL Wh/m ²	AVG SHADE	REFLECT Wh/m ²	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	267.277	41%	0	102.632	757.420.608	45.170	333.354.816	0	0
Feb	238.820	41%	0	89.219	658.435.392	39.152	288.942.784	0	0
Mar	227.635	41%	0	90.478	667.726.272	40.033	295.444.640	0	0
Apr	228.272	41%	0	87.535	646.006.784	38.997	287.799.296	0	0
May	196.909	40%	0	77.640	572.986.240	34.879	257.404.112	0	0
Jun	173.789	41%	0	69.469	512.682.560	31.329	231.208.080	0	0
Jul	187.499	40%	0	74.559	550.242.624	33.587	247.870.880	0	0
Aug	191.937	40%	0	77.068	568.761.152	34.495	254.572.528	0	0
Sep	253.470	40%	0	92.393	681.857.664	40.839	301.390.720	0	0
Oct	289.276	40%	0	99.189	732.018.240	43.323	319.725.024	0	0
Nov	295.095	41%	0	100.166	739.227.264	43.631	321.998.400	0	0
Dec	259.400	41%	0	98.690	728.333.312	43.423	320.460.672	0	0
TOTALS	2.809.379	41%	0	1.059.038	7.815.698.112	468.858	3.460.171.952	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 414000.0 - 2051000.0 Wh/m²
 © Ecotect v3



²⁰⁴ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁵
 Media compactad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

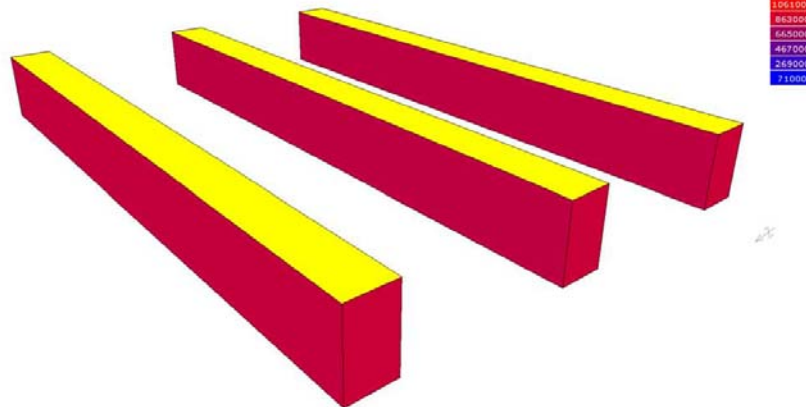
Arica-Chacalluta, Chile

MEDIA COMPACIDAD ARICA A 90° NORTE

Exposed Area: 7380 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	267.277	40%	0	101.088	746.027.776	44.406	327.715.552	0	0
Feb	238.820	44%	0	87.666	646.977.984	38.384	283.271.488	0	0
Mar	227.635	46%	0	87.126	642.989.568	38.374	283.199.968	0	0
Apr	228.272	47%	0	81.956	604.837.952	36.236	267.420.560	0	0
May	196.909	47%	0	71.562	528.124.384	31.870	235.197.632	0	0
Jun	173.789	47%	0	63.304	467.187.136	28.277	208.687.616	0	0
Jul	187.499	47%	0	67.973	501.642.016	30.327	223.813.728	0	0
Aug	191.937	47%	0	71.785	529.773.120	31.880	235.273.648	0	0
Sep	253.470	47%	0	87.864	648.436.544	38.597	284.847.136	0	0
Oct	289.276	45%	0	97.155	717.002.176	42.316	312.292.096	0	0
Nov	295.095	41%	0	99.740	736.078.080	43.420	320.439.680	0	0
Dec	259.400	40%	0	97.219	717.475.200	42.695	315.085.664	0	0
TOTALS	2.809.379	45%	0	1.014.438	7.486.551.936	446.782	3.297.244.768	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2091000.0 Wh/m2
 © 2008 Autodesk, Inc.



²⁰⁵ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁶
 Alta compacidad
 Orientación 0° Norte

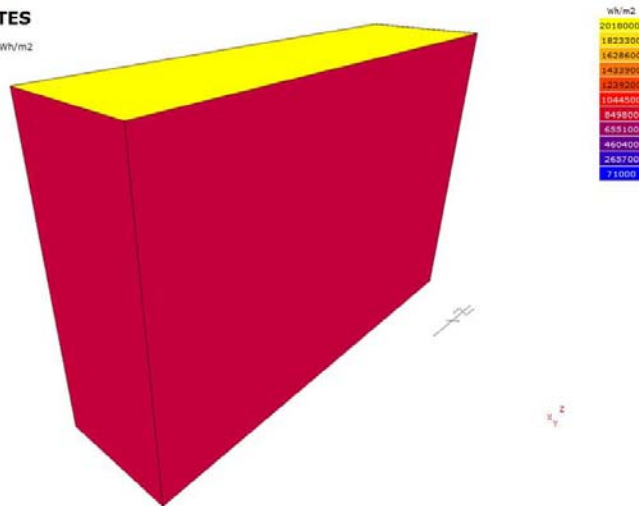
TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Arica - Chacalluta, Chile
 Exposed Area: 3960 m2

ALTA COMPACIDAD ARICA A 0° NORTE

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	266.161	40%	0	100.656	398.595.904	44.312	175.474.592	0	0
Feb	238.820	40%	0	88.087	348.825.184	38.667	153.121.104	0	0
Mar	227.635	40%	0	89.211	353.274.240	39.486	156.363.648	0	0
Apr	228.272	40%	0	85.972	340.449.440	38.299	151.665.200	0	0
May	196.909	40%	0	76.401	302.546.176	34.340	135.986.864	0	0
Jun	173.789	40%	0	68.353	270.679.552	30.841	122.130.240	0	0
Jul	187.499	40%	0	73.207	289.900.096	32.988	130.631.120	0	0
Aug	191.937	40%	0	75.837	300.313.984	33.954	134.457.648	0	0
Sep	253.470	40%	0	90.761	359.411.744	40.109	158.832.864	0	0
Oct	289.276	40%	0	97.536	386.242.752	42.596	168.680.096	0	0
Nov	295.095	40%	0	98.572	390.345.632	42.944	170.059.296	0	0
Dec	259.400	40%	0	96.957	383.949.152	42.658	168.925.712	0	0
TOTALS	2.808.263	40%	0	1.041.550	4.124.533.856	461.194	1.826.328.384	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2018000.0 Wh/m2
 © ECOTECT - 8



²⁰⁶ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁷
 Alta compactidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Arica-Chacalluta, Chile

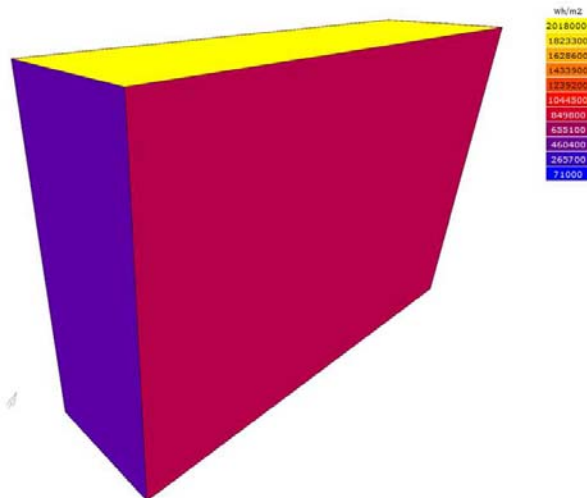
ALTA COMPACIDAD ARICA A 45° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	263543	50%	0	84794	335783040	37427	148209392	0	0
Feb	238820	50%	0	74717	295879872	32871	130171064	0	0
Mar	227635	50%	0	75721	299854976	33587	133005632	0	0
Apr	228272	50%	0	72606	287520768	32393	128275016	0	0
May	196909	50%	0	64555	255637568	29056	115062704	0	0
Jun	173789	50%	0	57780	228809024	26106	103380328	0	0
Jul	187499	50%	0	61867	244993168	27916	110546984	0	0
Aug	191937	50%	0	64179	254148288	28781	113971944	0	0
Sep	253470	50%	0	76560	303177312	33883	134176096	0	0
Oct	289276	50%	0	82301	325910304	36002	142567216	0	0
Nov	295095	50%	0	83173	329363424	36296	143733248	0	0
Dec	259400	50%	0	82145	325292704	36215	143412256	0	0
TOTALS	2.805.645	50%	0	880.398	3.486.370.448	390.533	1.546.511.880	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2018000.0 Wh/m2
 © Ecotect v4



²⁰⁷ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Arica²⁰⁸
 Alta compactadad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

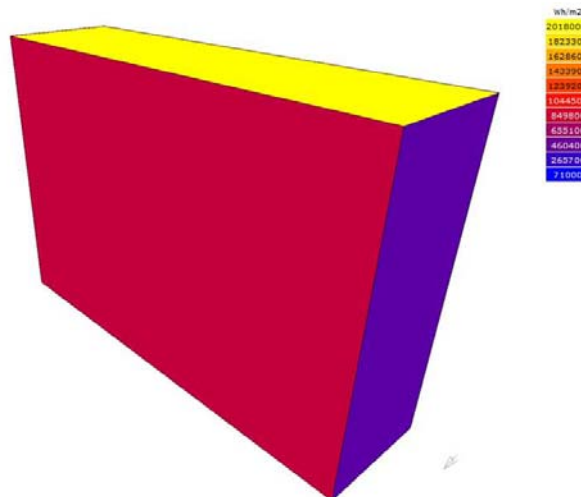
Arica-Chacalluta, Chile

ALTA COMPACIDAD ARICA A 90° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	263543	50%	0	84794	335783040	37427	148209392	0	0
Feb	238820	50%	0	74717	295879904	32871	130171072	0	0
Mar	227635	50%	0	75721	299855008	33587	133005640	0	0
Apr	228272	50%	0	72606	287520800	32393	128275024	0	0
May	196909	50%	0	64555	255637584	29056	115062712	0	0
Jun	173789	50%	0	57780	228809024	26106	103380328	0	0
Jul	187499	50%	0	61867	244993184	27916	110546984	0	0
Aug	191937	50%	0	64179	254148304	28781	113971944	0	0
Sep	253470	50%	0	76560	303177344	33883	134176104	0	0
Oct	289276	50%	0	82301	325910304	36002	142567232	0	0
Nov	295095	50%	0	83173	329363424	36296	143733248	0	0
Dec	259400	50%	0	82145	325292736	36215	143412256	0	0
TOTALS	2.805.645	50%	0	880.398	3.486.370.656	390.533	1.546.511.936	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 71000.0 - 2018000.0 Wh/m2
 © ECOTECT v8



²⁰⁸ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

MODELACIÓN ENERGÉTICA CIUDAD DE CALAMA



Análisis modelo urbano ciudad de Calama²⁰⁹
 Baja compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Calama-El Loa, Chile

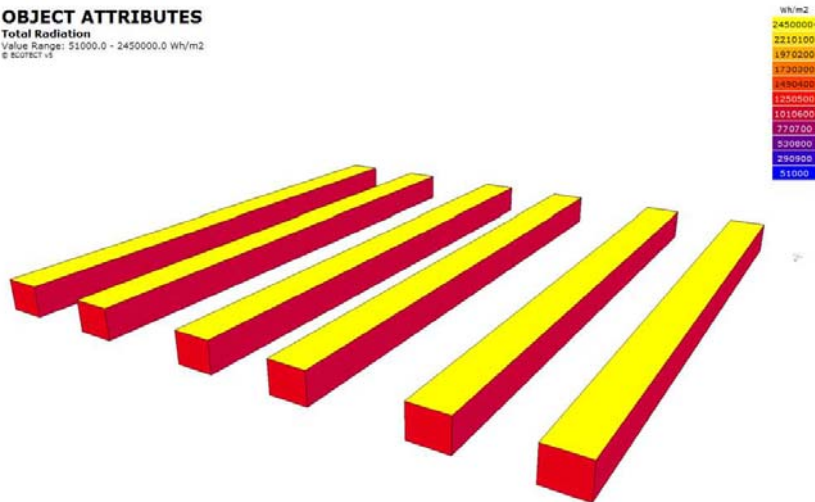
BAJA COMPACIDAD CALAMA A 0° NORTE

Exposed Area: 9000 m²

MONTH	AVAIL. Wh/m ²	AVG SHADE	REFLECT Wh/m ²	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	361.866	41%	0	117.321	1.055.885.888	51.041	459.366.144	0	0
Feb	200.865	40%	0	79.744	717.696.576	35.302	317.714.528	0	0
Mar	359.202	40%	0	120.548	1.084.928.000	52.982	476.839.136	0	0
Apr	314.015	40%	0	110.805	997.248.192	49.415	444.737.376	0	0
May	285.922	40%	0	102.930	926.369.152	46.328	416.952.416	0	0
Jun	261.983	40%	0	94.194	847.747.392	42.642	383.781.664	0	0
Jul	263.553	40%	0	94.348	849.131.712	42.645	383.809.280	0	0
Aug	290.069	40%	0	101.949	917.545.024	45.710	411.390.528	0	0
Sep	297.642	40%	0	103.173	928.554.816	45.750	411.751.904	0	0
Oct	353.806	40%	0	112.784	1.015.055.808	49.089	441.805.248	0	0
Nov	335.494	41%	0	108.091	972.820.992	46.994	422.943.904	0	0
Dec	365.685	41%	0	116.529	1.048.756.992	50.657	455.910.112	0	0
TOTALS	3.690.102	40%	0	1.262.416	11.361.740.544	558.555	5.027.002.240	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 2450000.0 Wh/m²
 © Ecotect 14



²⁰⁹. Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹⁰
 Baja compacidad
 Orientación 45° Norte

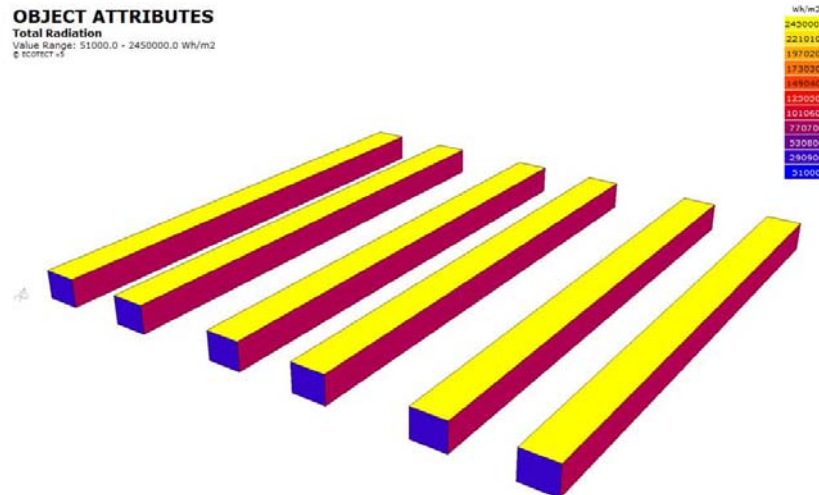
TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Calama-El Loa, Chile

BAJA COMPACIDAD CALAMA A 45° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	361.866	41%	0	117.321	1.055.887.168	51.041	459.366.848	0	0
Feb	200.865	40%	0	79.744	717.696.576	35.302	317.714.528	0	0
Mar	359.202	40%	0	120.548	1.084.928.000	52.982	476.839.136	0	0
Apr	314.015	40%	0	110.805	997.248.192	49.415	444.737.376	0	0
May	285.922	40%	0	102.930	926.369.152	46.328	416.952.416	0	0
Jun	261.983	40%	0	94.194	847.747.392	42.642	383.781.664	0	0
Jul	263.553	40%	0	94.348	849.131.712	42.645	383.809.280	0	0
Aug	290.069	40%	0	101.949	917.545.024	45.710	411.390.528	0	0
Sep	297.642	40%	0	103.173	928.554.816	45.750	411.751.904	0	0
Oct	353.806	40%	0	112.784	1.015.055.808	49.089	441.805.248	0	0
Nov	335.494	41%	0	108.091	972.820.992	46.994	422.943.904	0	0
Dec	365.685	41%	0	116.529	1.048.756.992	50.657	455.910.112	0	0
TOTALS	3.690.102	40%	0	1.262.416	11.361.741.824	558.555	5.027.002.944	0	0



²¹⁰ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹¹
 Baja compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Calama-El Loa, Chile

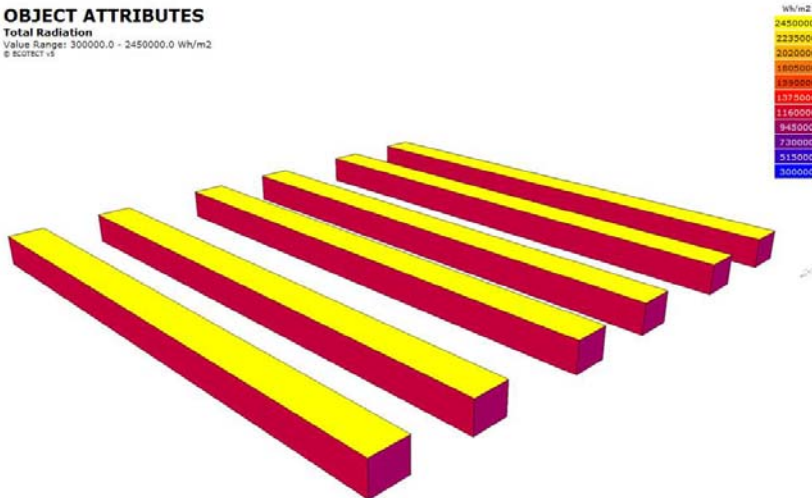
BAJA COMPACIDAD CALAMA A 90° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	365.621	40%	0	118.184	1.063.653.696	51.364	462.275.328	0	0
Feb	200.865	40%	0	79.925	719.325.568	35.391	318.520.960	0	0
Mar	359.202	40%	0	121.284	1.091.558.016	53.347	480.120.672	0	0
Apr	314.015	40%	0	111.399	1.002.591.168	49.709	447.382.272	0	0
May	285.922	40%	0	103.250	929.254.016	46.487	418.380.704	0	0
Jun	261.983	40%	0	94.764	852.877.376	42.925	386.320.928	0	0
Jul	263.553	40%	0	94.800	853.204.224	42.869	385.824.864	0	0
Aug	290.069	40%	0	102.308	920.770.496	45.887	412.986.880	0	0
Sep	297.642	40%	0	103.792	934.128.320	46.057	414.511.488	0	0
Oct	353.806	40%	0	113.163	1.018.470.848	49.277	443.495.456	0	0
Nov	335.494	40%	0	108.277	974.495.168	47.086	423.772.960	0	0
Dec	365.685	41%	0	116.607	1.049.462.720	50.696	456.259.648	0	0
TOTALS	3.693.857	40%	0	1.267.753	11.409.791.616	561.095	5.049.852.160	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 300000.0 - 2450000.0 Wh/m2
 © ECOTECT v3



²¹¹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹²
 Media compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

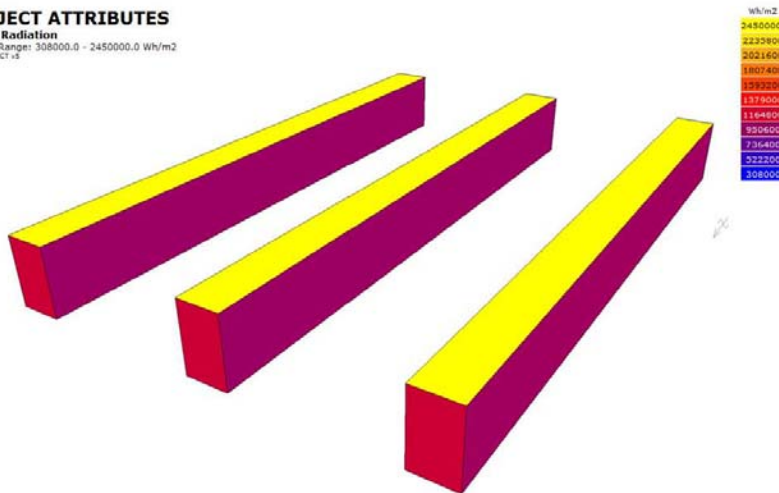
Calama-El Loa, Chile

MEDIA COMPACIDAD CALAMA A 0° NORTE

Exposed Area: 7380 m²

MONTH	AVAIL. Wh/m ²	AVG SHADE	REFLECT Wh/m ²	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	361.866	41%	0	117.407	866.466.880	45.191	333.508.640	0	0
Feb	200.865	41%	0	79.959	590.096.192	30.932	228.281.136	0	0
Mar	359.202	41%	0	120.987	892.880.640	46.709	344.713.952	0	0
Apr	314.015	41%	0	111.568	823.372.224	43.258	319.245.504	0	0
May	285.922	41%	0	103.348	762.705.664	40.174	296.487.104	0	0
Jun	261.983	40%	0	94.745	699.220.608	36.894	272.280.512	0	0
Jul	263.553	41%	0	94.855	700.029.504	36.920	272.468.032	0	0
Aug	290.069	40%	0	102.393	755.659.456	39.759	293.422.176	0	0
Sep	297.642	41%	0	103.744	765.632.896	40.157	296.359.712	0	0
Oct	353.806	41%	0	113.172	835.208.896	43.571	321.552.736	0	0
Nov	335.494	41%	0	108.110	797.855.360	41.604	307.034.144	0	0
Dec	365.685	41%	0	116.464	859.507.520	44.816	330.740.064	0	0
TOTALS	3.690.102	41%	0	1.266.752	9.348.635.840	489.985	3.616.093.712	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 308000.0 - 2450000.0 Wh/m²
 © ECOTECT 12



²¹² Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹³
 Media compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Calama-El Loa, Chile

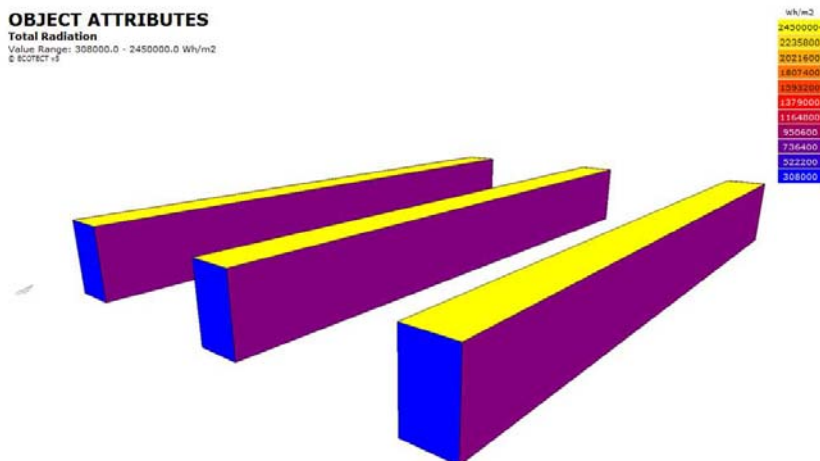
MEDIA COMPACIDAD CALAMA A 45° NORTE

Exposed Area: 7380 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	365.621	41%	0	118.116	871.696.960	45.448	335.407.232	0	0
Feb	200.865	41%	0	79.959	590.096.192	30.932	228.281.136	0	0
Mar	359.202	41%	0	120.987	892.880.640	46.709	344.713.952	0	0
Apr	314.015	41%	0	111.568	823.372.224	43.258	319.245.504	0	0
May	285.922	41%	0	103.348	762.705.664	40.174	296.487.104	0	0
Jun	261.983	40%	0	94.745	699.220.608	36.894	272.280.512	0	0
Jul	263.553	41%	0	94.855	700.029.504	36.920	272.468.032	0	0
Aug	290.069	40%	0	102.393	755.659.456	39.759	293.422.176	0	0
Sep	297.642	41%	0	103.744	765.632.896	40.157	296.359.712	0	0
Oct	353.806	41%	0	113.172	835.208.896	43.571	321.552.736	0	0
Nov	335.494	41%	0	108.110	797.855.360	41.604	307.034.144	0	0
Dec	365.685	41%	0	116.464	859.507.520	44.816	330.740.064	0	0
TOTALS	3.693.857	41%	0	1.267.461	9.353.865.920	490.242	3.617.992.304	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 308000.0 - 2430000.0 Wh/m2
 © Ecotect v3



²¹³ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

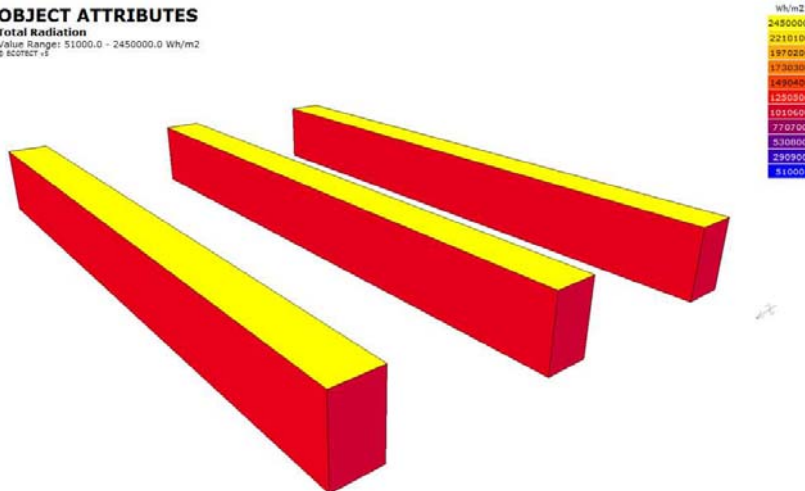
Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹⁴
 Media compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Calama-El Loa, Chile
 Exposed Area: 7380 m2

MEDIA COMPACIDAD CALAMA A 90° NORTE

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	361.866	42%	0	117.223	865.103.360	50.992	376.322.272	0	0
Feb	200.865	44%	0	77.978	575.479.680	34.428	254.075.216	0	0
Mar	359.202	46%	0	116.252	857.943.168	50.856	375.317.600	0	0
Apr	314.015	47%	0	103.385	762.984.448	45.742	337.579.072	0	0
May	285.922	47%	0	93.456	689.705.280	41.638	307.291.808	0	0
Jun	261.983	47%	0	84.588	624.256.960	37.887	279.607.424	0	0
Jul	263.553	47%	0	85.002	627.317.568	38.019	280.583.040	0	0
Aug	290.069	47%	0	93.690	691.430.208	41.621	307.166.592	0	0
Sep	297.642	47%	0	98.007	723.292.288	43.193	318.766.048	0	0
Oct	353.806	46%	0	110.547	815.834.816	47.982	354.107.232	0	0
Nov	335.494	43%	0	107.920	796.452.288	46.909	346.190.048	0	0
Dec	365.685	40%	0	117.161	864.648.960	50.970	376.157.504	0	0
TOTALS	3.690.102	45%	0	1.205.209	8.894.449.024	530.237	3.913.163.856	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 2450000.0 Wh/m2
 © Ecotect v4



²¹⁴ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹⁵
 Alta compactadad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Calama-El Loa, Chile

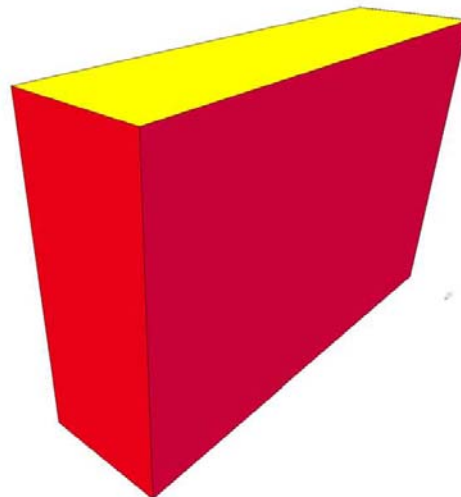
ALTA COMPACIDAD CALAMA A 0° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	361.866	40%	0	115.720	458.251.520	50.358	199.416.848	0	0
Feb	200.865	40%	0	78.946	312.628.032	34.978	138.513.088	0	0
Mar	359.202	40%	0	119.305	472.448.704	52.477	207.808.416	0	0
Apr	314.015	40%	0	109.533	433.750.976	48.892	193.610.432	0	0
May	285.922	40%	0	101.714	402.786.848	45.820	181.446.912	0	0
Jun	261.983	40%	0	93.311	369.511.200	42.295	167.486.704	0	0
Jul	263.553	40%	0	93.344	369.642.304	42.237	167.256.928	0	0
Aug	290.069	40%	0	100.625	398.476.000	45.157	178.822.208	0	0
Sep	297.642	40%	0	102.102	404.322.880	45.310	179.428.688	0	0
Oct	353.806	40%	0	111.344	440.921.920	48.475	191.960.496	0	0
Nov	335.494	40%	0	106.685	422.472.128	46.409	183.779.872	0	0
Dec	365.685	40%	0	114.968	455.272.864	50.006	198.024.368	0	0
TOTALS	3.690.102	40%	0	1.247.597	4.940.485.376	552.414	2.187.554.960	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 2411000.0 Wh/m2
 @ ecotect-v3



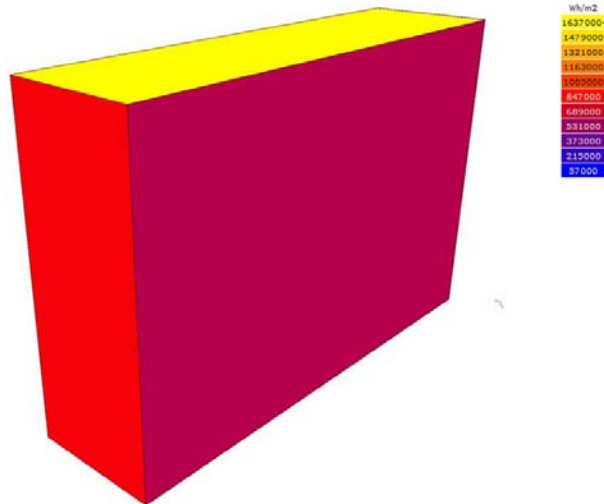
²¹⁵ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹⁶
 Alta compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Calama-El Loa, Chile ALTA COMPACIDAD CALAMA A 45° NORTE
 Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	361866	50%	0	97417	385769920	42452	168108176	0	0
Feb	200865	50%	0	67107	265743808	29801	118011640	0	0
Mar	359202	50%	0	100300	397188416	44166	174896864	0	0
Apr	314015	50%	0	92039	364475360	41120	162835152	0	0
May	285922	50%	0	85439	338337536	38518	152533264	0	0
Jun	261983	50%	0	78384	310400192	35555	140797072	0	0
Jul	263553	50%	0	78395	310442784	35498	140572480	0	0
Aug	290069	50%	0	84454	334436608	37928	150193264	0	0
Sep	297642	50%	0	85841	339930816	38133	151006336	0	0
Oct	353806	50%	0	93513	370312608	40755	161391424	0	0
Nov	335494	50%	0	89824	355702464	39129	154952704	0	0
Dec	365685	50%	0	96655	382753696	42092	166683200	0	0
TOTALS	3.690.102	50%	0	1.049.368	4.155.494.208	465.147	1.841.981.576	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 57000.0 - 1637000.0 Wh/m2
 6 ECOTECT v4



²¹⁶ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

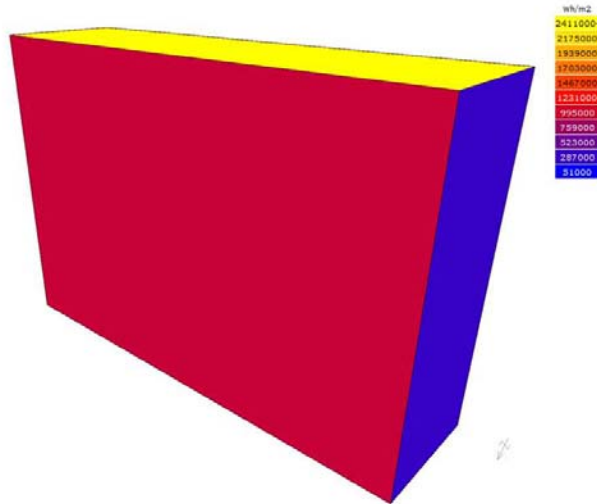
Análisis modelo urbano ciudad de Calama²¹⁷
 Alta compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Calama-El Loa, Chile
 Exposed Area: 3960 m2

ALTA COMPACIDAD CALAMA A 90° NORTE

MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	361.866	50%	0	97.417	385.769.952	42.452	168.108.176	0	0
Feb	200.865	50%	0	67.107	265.743.824	29.801	118.011.648	0	0
Mar	359.202	50%	0	100.300	397.188.416	44.166	174.896.880	0	0
Apr	314.015	50%	0	92.039	364.475.392	41.120	162.835.168	0	0
May	285.922	50%	0	85.439	338.337.568	38.518	152.533.264	0	0
Jun	261.983	50%	0	78.384	310.400.224	35.555	140.797.088	0	0
Jul	263.553	50%	0	78.395	310.442.784	35.498	140.572.496	0	0
Aug	290.069	50%	0	84.454	334.436.608	37.928	150.193.280	0	0
Sep	297.642	50%	0	85.841	339.930.848	38.133	151.006.352	0	0
Oct	353.806	50%	0	93.513	370.312.608	40.755	161.391.440	0	0
Nov	335.494	50%	0	89.824	355.702.464	39.129	154.952.704	0	0
Dec	365.685	50%	0	96.655	382.753.728	42.092	166.683.216	0	0
TOTALS	3.690.102	50%	0	1.049.368	4.155.494.416	465.147	1.841.981.712	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 2411000.0 Wh/m2
 © Ecotect v4



²¹⁷ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

MODELACIÓN ENERGETICA CIUDAD DE SANTIAGO



Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²¹⁸
 Baja compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

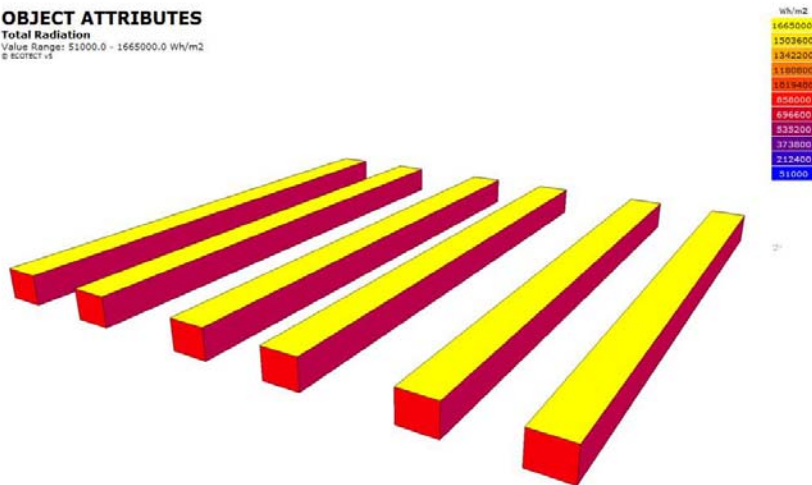
BAJA COMPACIDAD SANTIAGO A 0° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	316.169	40%	0	108.685	978.161.600	47.264	425.379.872	0	0
Feb	256.132	40%	0	90.643	815.791.232	39.703	357.328.544	0	0
Mar	223.623	40%	0	85.287	767.579.904	37.820	340.381.664	0	0
Apr	153.246	40%	0	61.324	551.913.984	27.584	248.255.968	0	0
May	109.148	40%	0	45.030	405.272.704	20.415	183.730.976	0	0
Jun	88.383	40%	0	36.434	327.907.200	16.577	149.194.496	0	0
Jul	90.473	40%	0	38.819	349.367.456	17.625	158.622.896	0	0
Aug	125.283	40%	0	52.215	469.930.816	23.584	212.256.960	0	0
Sep	155.659	40%	0	66.460	598.140.032	29.821	268.393.168	0	0
Oct	202.381	40%	0	80.900	728.097.216	35.852	322.672.384	0	0
Nov	270.587	41%	0	96.683	870.143.488	42.168	379.516.288	0	0
Dec	282.054	40%	0	101.872	916.851.264	44.483	400.349.568	0	0
TOTALS	2.273.138	40%	0	864.352	7.779.156.896	382.896	3.446.082.784	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 0.000.0 - 1665000.0 Wh/m2
 © ECOTECT v8



²¹⁸ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²¹⁹
 Baja compactad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

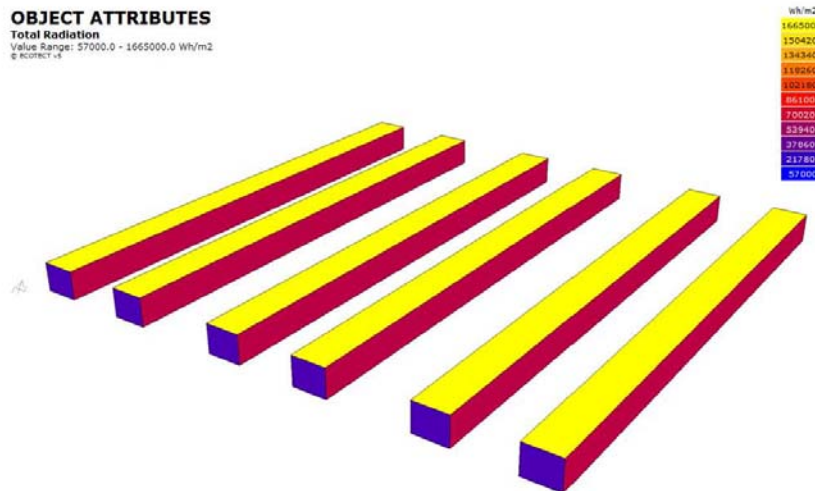
Santiago, Chile

BAJA COMPACIDAD SANTIAGO A 45° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	309.741	41%	0	129.449	1.165.040.384	57.561	518.047.200	0	0
Feb	256.132	40%	0	107.408	966.675.072	47.919	431.274.496	0	0
Mar	223.623	41%	0	96.511	868.597.568	43.303	389.726.016	0	0
Apr	153.246	40%	0	66.739	600.650.112	30.210	271.890.144	0	0
May	109.148	40%	0	48.791	439.120.736	22.235	200.111.520	0	0
Jun	88.383	41%	0	39.511	355.594.560	18.061	162.550.768	0	0
Jul	90.473	41%	0	42.266	380.389.952	19.292	173.629.248	0	0
Aug	125.283	40%	0	56.802	511.216.416	25.807	232.266.464	0	0
Sep	155.659	40%	0	73.347	660.122.496	33.173	298.553.152	0	0
Oct	202.381	40%	0	92.795	835.154.560	41.669	375.021.984	0	0
Nov	270.587	40%	0	116.220	1.045.980.160	51.762	465.856.416	0	0
Dec	282.054	41%	0	122.883	1.105.945.344	54.791	493.118.432	0	0
TOTALS	2.266.710	40%	0	992.722	8.934.487.360	445.783	4.012.045.840	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 37000.0 - 1665000.0 Wh/m2
 © ECOTECT US



²¹⁹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²⁰
 Baja compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

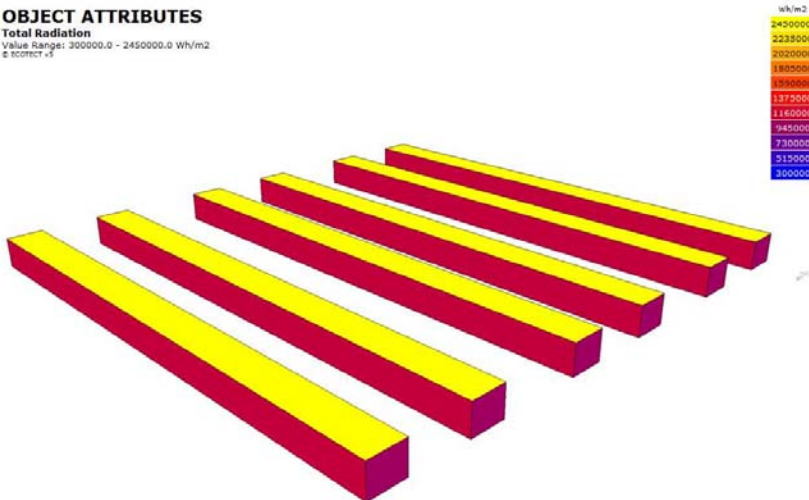
BAJA COMPACIDAD SANTIAGO A 90° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	313.291	40%	0	108.282	974.535.360	47.085	423.761.856	0	0
Feb	256.132	40%	0	90.692	816.231.104	39.727	357.546.304	0	0
Mar	223.623	40%	0	85.371	768.341.888	37.862	340.758.432	0	0
Apr	153.246	40%	0	61.451	553.057.024	27.647	248.821.648	0	0
May	109.148	40%	0	45.209	406.878.752	20.503	184.525.904	0	0
Jun	88.383	40%	0	36.487	328.384.128	16.603	149.430.528	0	0
Jul	90.473	40%	0	38.841	349.569.920	17.636	158.723.136	0	0
Aug	125.283	40%	0	52.297	470.673.280	23.625	212.624.336	0	0
Sep	155.659	40%	0	66.588	599.289.280	29.885	268.961.920	0	0
Oct	202.381	40%	0	81.056	729.505.856	35.930	323.369.696	0	0
Nov	270.587	40%	0	96.799	871.192.832	42.226	380.035.872	0	0
Dec	282.054	40%	0	101.792	916.124.352	44.443	399.989.952	0	0
TOTALS	2.270.260	40%	0	864.865	7.783.783.776	383.172	3.448.549.584	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 300000.0 - 2450000.0 Wh/m2
 © Ecotect v8



²²⁰ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²¹
 Media compactad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

MEDIA COMPACIDAD SANTIAGO A 0° NORTE

Exposed Area: 7380 m2

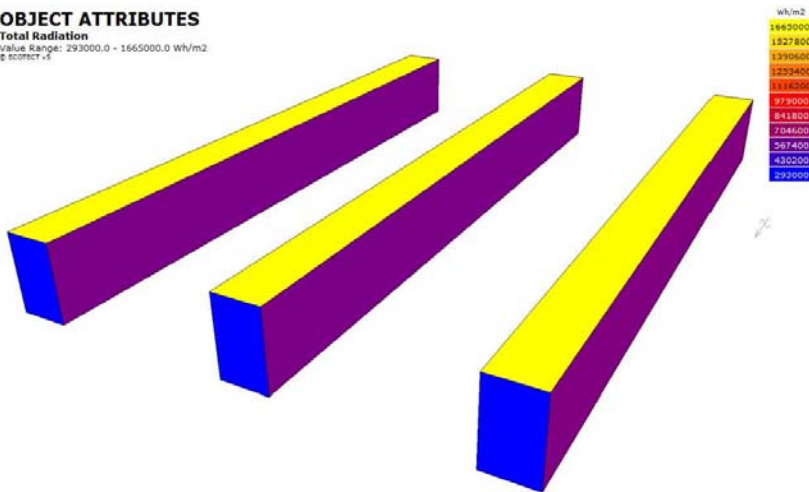
MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	316.169	41%	0	109.329	806.847.296	47.583	351.165.216	0	0
Feb	256.132	41%	0	91.187	672.963.392	39.972	294.996.512	0	0
Mar	223.623	41%	0	85.873	633.744.768	38.111	281.255.616	0	0
Apr	153.246	40%	0	61.730	455.568.192	27.785	205.054.064	0	0
May	109.148	40%	0	45.293	334.264.832	20.545	151.620.288	0	0
Jun	88.383	41%	0	36.619	270.245.568	16.669	123.013.584	0	0
Jul	90.473	41%	0	38.984	287.699.552	17.706	130.673.872	0	0
Aug	125.283	41%	0	52.561	387.903.200	23.756	175.317.904	0	0
Sep	155.659	41%	0	66.819	493.124.960	29.999	221.394.192	0	0
Oct	202.381	41%	0	81.378	600.568.832	36.089	266.338.352	0	0
Nov	270.587	41%	0	97.360	718.514.816	42.504	313.677.120	0	0
Dec	282.054	41%	0	102.351	755.353.216	44.720	330.036.704	0	0
TOTALS	2.273.138	41%	0	869.484	6.416.798.624	385.439	2.844.543.424	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation

Value Range: 293000.0 - 1665000.0 Wh/m2

g Ecotect v3



²²¹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²²
 Media compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

MEDIA COMPACIDAD SANTIAGO A 45° NORTE

Exposed Area: 7380 m²

MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m ²	SHADE	Wh/m ²	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	313.291	41%	0	131.039	967.067.328	58.259	429.952.832	0	0
Feb	256.132	40%	0	107.344	792.197.440	47.887	353.409.696	0	0
Mar	223.623	41%	0	96.572	712.700.992	43.333	319.798.304	0	0
Apr	153.246	40%	0	66.960	494.166.304	30.320	223.758.656	0	0
May	109.148	40%	0	48.971	361.405.248	22.324	164.748.128	0	0
Jun	88.383	40%	0	39.685	292.876.768	18.148	133.929.704	0	0
Jul	90.473	40%	0	42.443	313.227.072	19.380	143.023.104	0	0
Aug	125.283	41%	0	57.005	420.693.440	25.908	191.199.008	0	0
Sep	155.659	40%	0	73.488	542.344.000	33.243	245.329.904	0	0
Oct	202.381	41%	0	92.673	683.929.728	41.609	307.074.240	0	0
Nov	270.587	40%	0	116.055	856.486.144	51.680	381.399.072	0	0
Dec	282.054	41%	0	122.473	903.854.144	54.588	402.861.504	0	0
TOTALS	2.270.260	40%	0	994.708	7.340.948.608	446.679	3.296.484.152	0	0

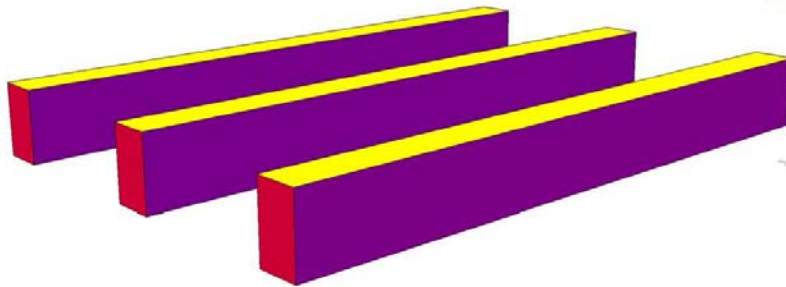
OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation

Value Range: 293000.0 - 1665000.0 Wh/m²

© Ecotect v8

Wh/m²



²²² Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²³
 Media compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

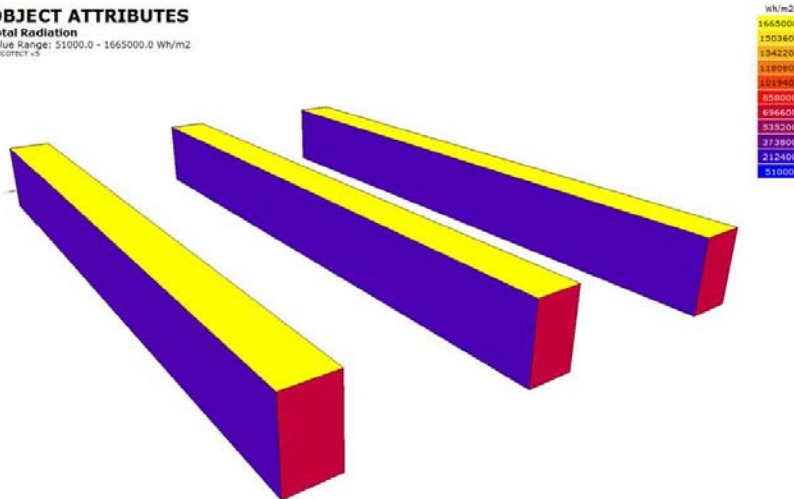
Exposed Area: 7380 m2

MEDIA COMPACIDAD SANTIAGO A 90° NORTE

MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	313.291	44%	0	105.986	782.176.384	45.948	339.098.304	0	0
Feb	256.132	45%	0	87.168	643.300.160	37.983	280.313.344	0	0
Mar	223.623	46%	0	80.024	590.576.000	35.215	259.887.216	0	0
Apr	153.246	47%	0	56.468	416.733.696	25.180	185.831.104	0	0
May	109.148	47%	0	41.097	303.299.072	18.468	136.292.208	0	0
Jun	88.383	47%	0	32.909	242.865.600	14.832	109.460.432	0	0
Jul	90.473	47%	0	35.377	261.081.856	15.921	117.498.000	0	0
Aug	125.283	47%	0	47.808	352.825.664	21.403	157.954.304	0	0
Sep	155.659	47%	0	62.353	460.167.488	27.789	205.080.208	0	0
Oct	202.381	46%	0	77.366	570.962.368	34.103	251.683.280	0	0
Nov	270.587	44%	0	94.036	693.988.992	40.859	301.536.768	0	0
Dec	282.054	44%	0	99.875	737.079.552	43.495	320.991.520	0	0
TOTALS	2.270.260	46%	0	820.467	6.055.056.832	361.196	2.665.626.688	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 31000.0 - 1665000.0 Wh/m2
 © Ecotect v9



²²³ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²⁴
 Alta compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

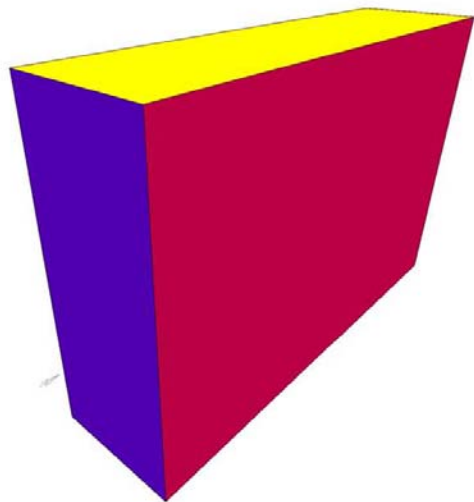
ALTA COMPACIDAD SANTIAGO A 0° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	309.741	40%	0	104.995	415.781.984	45.634	180.712.336	0	0
Feb	256.132	40%	0	89.367	353.894.720	39.148	155.026.320	0	0
Mar	223.623	40%	0	84.179	333.347.264	37.349	147.900.320	0	0
Apr	153.246	40%	0	60.657	240.202.624	27.312	108.154.704	0	0
May	109.148	40%	0	44.555	176.436.160	20.228	80.101.984	0	0
Jun	88.383	40%	0	36.067	142.826.448	16.429	65.060.812	0	0
Jul	90.473	40%	0	38.410	152.104.960	17.461	69.144.832	0	0
Aug	125.283	40%	0	51.623	204.425.232	23.343	92.438.488	0	0
Sep	155.659	40%	0	65.700	260.173.296	29.507	116.848.224	0	0
Oct	202.381	40%	0	79.972	316.687.776	35.462	140.429.648	0	0
Nov	270.587	40%	0	95.288	377.339.456	41.563	164.588.048	0	0
Dec	282.054	40%	0	100.357	397.411.872	43.819	173.523.664	0	0
TOTALS	2.266.710	40%	0	851.170	3.370.631.792	377.255	1.493.929.380	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 1637000.0 Wh/m2
 g_rectect_v1



Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²⁵

²²⁴ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

²²⁵ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Alta compacidad
Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Santiago, Chile

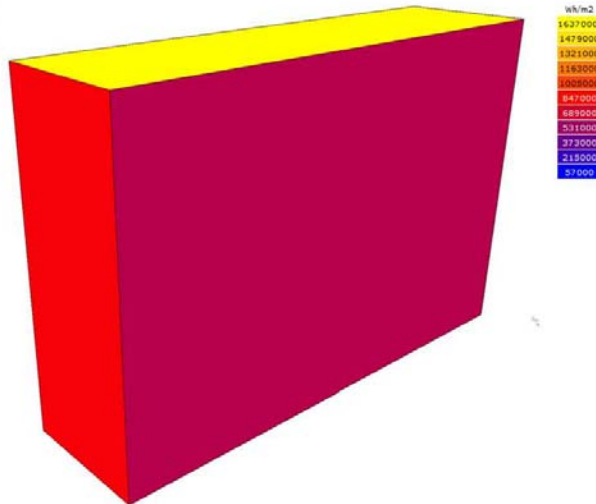
ALTA COMPACIDAD SANTIAGO A 45° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	309.741	50%	0	88.563	350.710.528	38.557	152.685.280	0	0
Feb	256.132	50%	0	75.355	298.405.504	33.060	130.917.680	0	0
Mar	223.623	50%	0	71.093	281.530.144	31.591	125.102.096	0	0
Apr	153.246	50%	0	51.298	203.138.784	23.131	91.599.048	0	0
May	109.148	50%	0	37.758	149.522.672	17.168	67.985.472	0	0
Jun	88.383	50%	0	30.584	121.110.696	13.952	55.251.208	0	0
Jul	90.473	50%	0	32.640	129.253.632	14.863	58.857.940	0	0
Aug	125.283	50%	0	43.766	173.314.080	19.822	78.497.096	0	0
Sep	155.659	50%	0	55.791	220.930.928	25.104	99.412.880	0	0
Oct	202.381	50%	0	67.803	268.499.488	30.126	119.298.200	0	0
Nov	270.587	50%	0	80.489	318.737.056	35.171	139.278.896	0	0
Dec	282.054	50%	0	84.889	336.158.816	37.139	147.069.248	0	0
TOTALS	2.266.710	50%	0	720.029	2.851.312.328	319.684	1.265.955.044	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
Value Range: 37000.0 - 1637000.0 Wh/m2
g. ecmrct. v.4



Análisis modelo urbano ciudad de Santiago²²⁶
 Alta compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

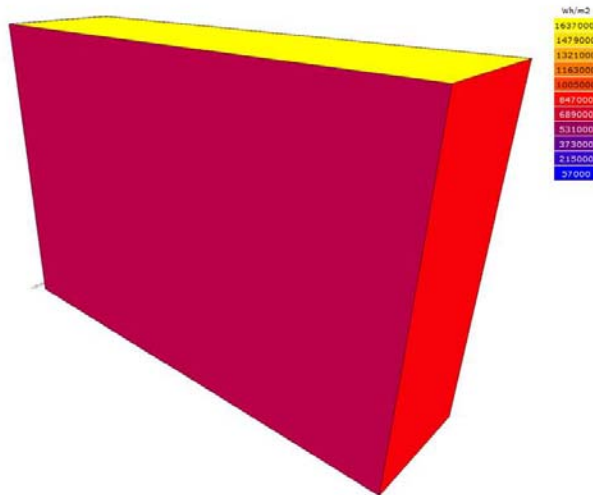
Santiago, Chile

ALTA COMPACIDAD SANTIAGO A 90° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	309.741	50%	0	88.563	350.710.560	38.557	152.685.296	0	0
Feb	256.132	50%	0	75.355	298.405.504	33.060	130.917.688	0	0
Mar	223.623	50%	0	71.093	281.530.144	31.591	125.102.104	0	0
Apr	153.246	50%	0	51.298	203.138.800	23.131	91.599.048	0	0
May	109.148	50%	0	37.758	149.522.672	17.168	67.985.480	0	0
Jun	88.383	50%	0	30.584	121.110.704	13.952	55.251.212	0	0
Jul	90.473	50%	0	32.640	129.253.640	14.863	58.857.944	0	0
Aug	125.283	50%	0	43.766	173.314.096	19.822	78.497.096	0	0
Sep	155.659	50%	0	55.791	220.930.928	25.104	99.412.880	0	0
Oct	202.381	50%	0	67.803	268.499.488	30.126	119.298.208	0	0
Nov	270.587	50%	0	80.489	318.737.088	35.171	139.278.896	0	0
Dec	282.054	50%	0	84.889	336.158.816	37.139	147.069.264	0	0
TOTALS	2.266.710	50%	0	720.029	2.851.312.440	319.684	1.265.955.116	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 57000.0 - 1637000.0 Wh/m2
 © ecotect v5



²²⁶ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

MODELACIÓN ENERGÉTICA CIUDAD DE ALERCE /PUERTO MONTT



Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²²⁷
 Baja compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-EL Tepual, Chile

BAJA COMPACIDAD ALERCE A 0° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

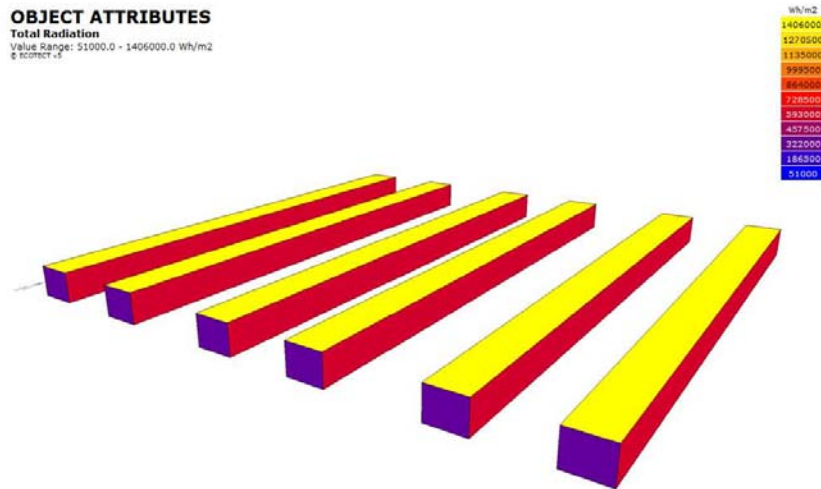
MONTH	AVAIL	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	289.541	41%	0	111.871	1.006.837.888	49.624	446.616.064	0	0
Feb	239.361	41%	0	89.730	807.569.600	39.922	359.297.312	0	0
Mar	203.949	40%	0	79.865	718.788.032	35.928	323.351.296	0	0
Apr	142.080	40%	0	56.093	504.839.424	25.528	229.748.992	0	0
May	91.959	40%	0	36.223	326.006.784	16.592	149.331.760	0	0
Jun	85.159	40%	0	32.597	293.370.976	15.040	135.359.888	0	0
Jul	79.368	40%	0	31.664	284.974.656	14.551	130.959.880	0	0
Aug	108.419	40%	0	45.045	405.408.544	20.553	184.978.624	0	0
Sep	145.602	40%	0	59.772	537.951.296	27.021	243.184.976	0	0
Oct	209.901	40%	0	83.693	753.236.864	37.429	336.863.136	0	0
Nov	255.275	40%	0	97.803	880.226.880	43.421	390.787.200	0	0
Dec	264.706	40%	0	104.972	944.745.216	46.587	419.284.096	0	0
TOTALS	2.115.320	40%	0	829.328	7.463.956.160	372.196	3.349.763.224	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation

Value Range: 51000.0 - 1406000.0 Wh/m2

© Ecotect v5



²²⁷ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²²⁸
 Baja compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-EL Tepual, Chile

BAJA COMPACIDAD ALERCE A 45° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

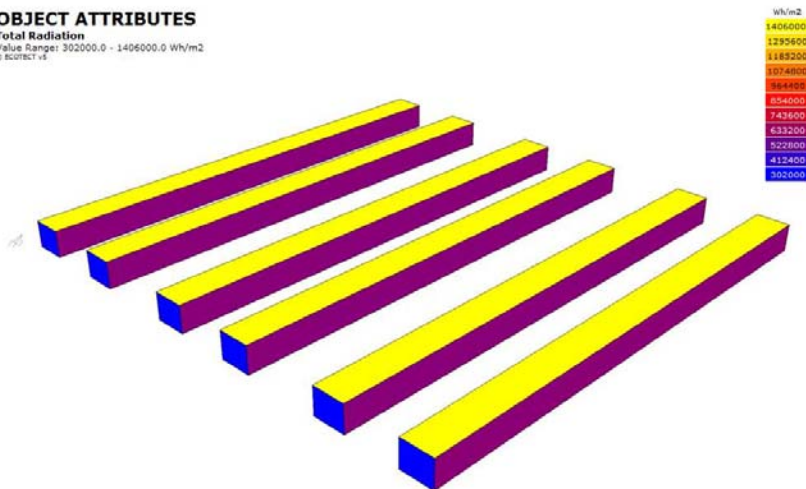
MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281.673	40%	0	127.245	1.145.204.992	57.313	515.815.200	0	0
Feb	239.361	40%	0	103.483	931.349.824	46.648	419.833.824	0	0
Mar	203.949	40%	0	88.404	795.631.552	40.081	360.730.816	0	0
Apr	142.080	40%	0	59.777	537.994.304	27.298	245.678.464	0	0
May	91.959	41%	0	38.322	344.897.568	17.596	158.360.752	0	0
Jun	85.159	40%	0	33.965	305.689.216	15.687	141.179.840	0	0
Jul	79.368	40%	0	33.276	299.487.168	15.320	137.883.552	0	0
Aug	108.419	41%	0	47.652	428.870.496	21.799	196.192.576	0	0
Sep	145.602	40%	0	65.142	586.280.192	29.624	266.616.032	0	0
Oct	209.901	40%	0	95.072	855.647.488	42.985	386.865.344	0	0
Nov	255.275	40%	0	113.584	1.022.251.520	51.145	460.306.016	0	0
Dec	264.706	40%	0	122.150	1.099.353.728	55.000	494.999.040	0	0
TOTALS	2.107.452	40%	0	928.072	8.352.658.048	420.496	3.784.461.456	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation

Value Range: 302000.0 - 1406000.0 Wh/m2

© Ecotect v8



²²⁸ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²²⁹
 Baja compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-El Tepual, Chile

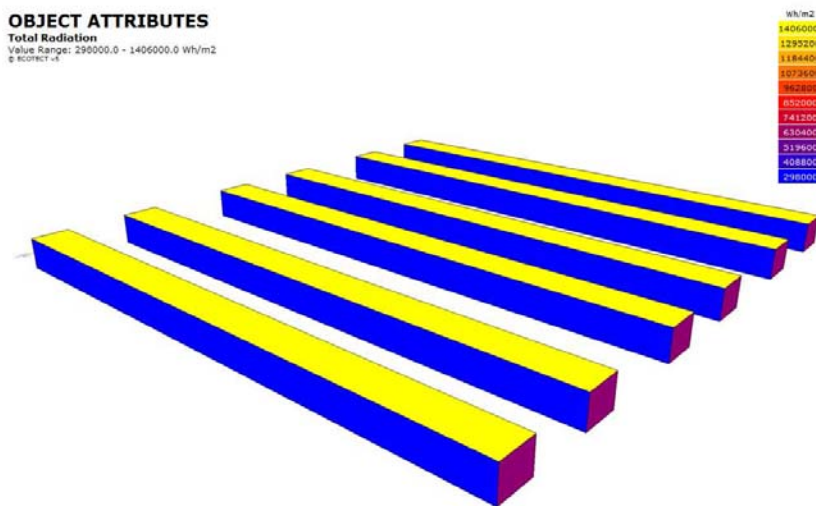
BAJA COMPACIDAD ALERCE A 90° NORTE

Exposed Area: 9000 m2

MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281.673	41%	0	109.224	983.016.896	48.491	436.423.232	0	0
Feb	239.361	41%	0	89.730	807.569.600	39.922	359.297.312	0	0
Mar	203.949	40%	0	79.865	718.788.032	35.928	323.351.296	0	0
Apr	142.080	40%	0	56.093	504.839.424	25.528	229.748.992	0	0
May	91.959	40%	0	36.223	326.006.784	16.592	149.331.760	0	0
Jun	85.159	40%	0	32.597	293.370.976	15.040	135.359.888	0	0
Jul	79.368	40%	0	31.664	284.974.656	14.551	130.959.880	0	0
Aug	108.419	40%	0	45.045	405.408.544	20.553	184.978.624	0	0
Sep	145.602	40%	0	59.772	537.951.296	27.021	243.184.976	0	0
Oct	209.901	40%	0	83.693	753.236.864	37.429	336.863.136	0	0
Nov	255.275	40%	0	97.803	880.226.880	43.421	390.787.200	0	0
Dec	264.706	40%	0	104.972	944.745.216	46.587	419.284.096	0	0
TOTALS	2.107.452	40%	0	826.681	7.440.135.168	371.063	3.339.570.392	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 298000.0 - 1406000.0 Wh/m2
 © ECOTECT 4.0

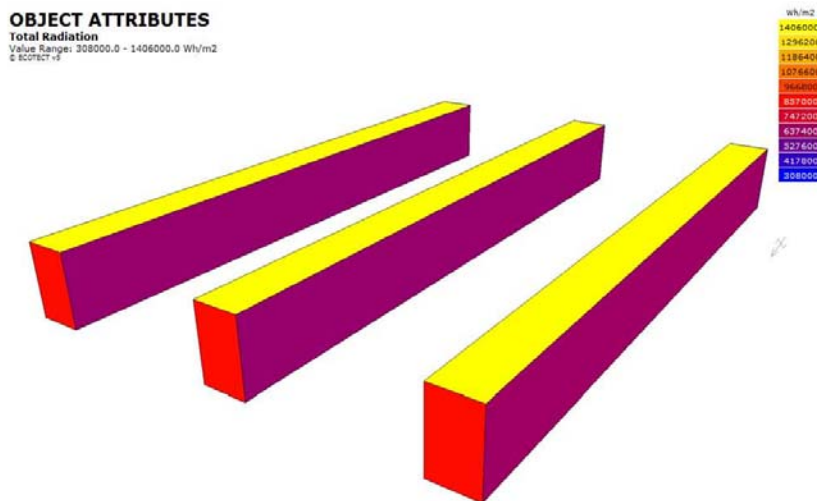


²²⁹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³⁰
 Media compactidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE
 Puerto Montt-EL Tepual, Chile MEDIA COMPACIDAD ALERCE A 0° NORTE
 Exposed Area: 7380 m2

MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281.673	41%	0	109.643	809.166.144	48.699	359.397.600	0	0
Feb	239.361	41%	0	90.051	664.579.072	40.081	295.797.856	0	0
Mar	203.949	41%	0	80.104	591.171.008	36.046	266.021.792	0	0
Apr	142.080	41%	0	56.329	415.707.968	25.644	189.255.200	0	0
May	91.959	41%	0	36.315	268.003.952	16.638	122.787.904	0	0
Jun	85.159	40%	0	32.660	241.029.312	15.071	111.225.344	0	0
Jul	79.368	40%	0	31.760	234.392.432	14.599	107.740.208	0	0
Aug	108.419	41%	0	45.131	333.066.016	20.596	151.994.784	0	0
Sep	145.602	41%	0	59.978	442.634.144	27.122	200.161.056	0	0
Oct	209.901	41%	0	84.026	620.114.048	37.594	277.445.216	0	0
Nov	255.275	41%	0	98.224	724.895.744	43.629	321.984.896	0	0
Dec	264.706	41%	0	105.325	777.295.552	46.762	345.101.984	0	0
TOTALS	2.107.452	41%	0	829.546	6.122.055.392	372.481	2.748.913.840	0	0



²³⁰ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³¹
 Media compactidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-El Tepual, Chile

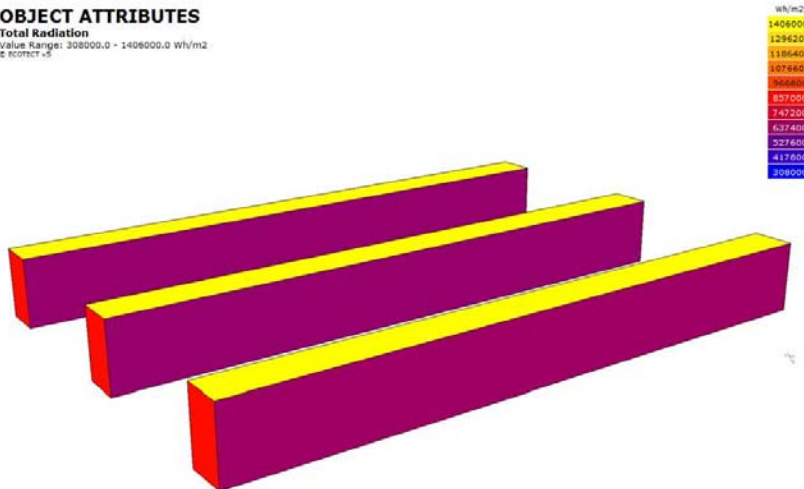
MEDIA COMPACIDAD ALERCE A 45° NORTE

Exposed Area: 7380 m2

MONTH	AVAIL. Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	289.541	41%	0	130.286	961.508.352	58.638	432.750.464	0	0
Feb	239.361	40%	0	103.436	763.355.648	46.625	344.089.760	0	0
Mar	203.949	41%	0	88.433	652.635.776	40.096	295.906.976	0	0
Apr	142.080	41%	0	59.901	442.070.080	27.359	201.909.024	0	0
May	91.959	41%	0	38.476	283.953.152	17.672	130.418.672	0	0
Jun	85.159	41%	0	33.912	250.271.360	15.660	115.572.544	0	0
Jul	79.368	41%	0	33.325	245.942.160	15.345	113.244.104	0	0
Aug	108.419	41%	0	47.807	352.812.128	21.876	161.441.424	0	0
Sep	145.602	40%	0	65.272	481.704.736	29.688	219.097.760	0	0
Oct	209.901	41%	0	94.916	700.477.824	42.908	316.658.464	0	0
Nov	255.275	41%	0	113.344	836.478.400	51.027	376.576.064	0	0
Dec	264.706	40%	0	121.991	900.293.824	54.921	405.317.088	0	0
TOTALS	2.115.320	41%	0	931.099	6.871.503.440	421.815	3.112.982.344	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 308000.0 - 1406000.0 Wh/m2
 © ecotect - 5



²³¹ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³²
 Media compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-EI Tepual, Chile

MEDIA COMPACIDAD ALERCE A 90° NORTE

Exposed Area: 7380 m²

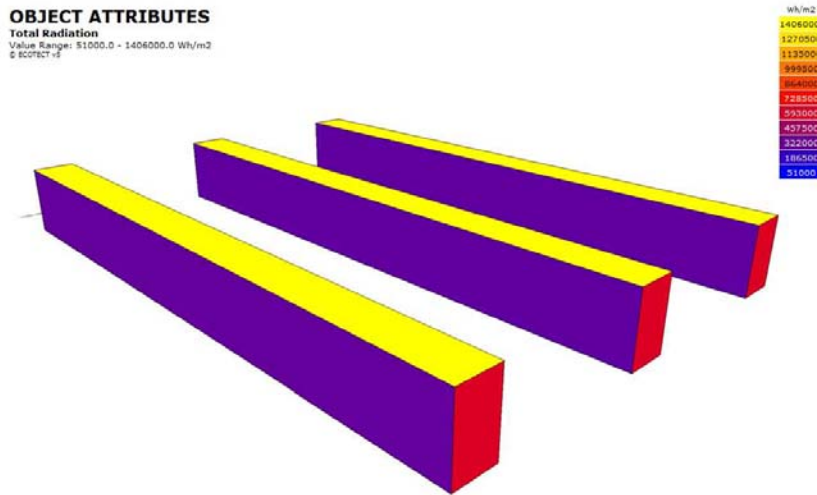
MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m ²	SHADE	Wh/m ²	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh	Wh/m ²	TOT.Wh
Jan	289.541	45%	0	108.595	801.432.000	48.002	354.258.016	0	0
Feb	239.361	45%	0	85.724	632.646.528	37.939	279.991.488	0	0
Mar	203.949	46%	0	74.626	550.736.448	33.334	246.006.592	0	0
Apr	142.080	47%	0	51.249	378.220.544	23.130	170.698.896	0	0
May	91.959	47%	0	32.498	239.835.968	14.749	108.844.696	0	0
Jun	85.159	48%	0	28.525	210.512.576	13.024	96.119.552	0	0
Jul	79.368	47%	0	28.128	207.583.792	12.801	94.469.848	0	0
Aug	108.419	47%	0	41.157	303.739.520	18.628	137.478.288	0	0
Sep	145.602	47%	0	55.621	410.483.744	24.966	184.246.672	0	0
Oct	209.901	46%	0	79.744	588.511.040	35.474	261.801.776	0	0
Nov	255.275	45%	0	94.375	696.490.752	41.724	307.923.904	0	0
Dec	264.706	44%	0	102.153	753.888.576	45.192	333.515.648	0	0
TOTALS	2.115.320	46%	0	782.395	5.774.081.488	348.963	2.575.355.376	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation

Value Range: 51000.0 - 1406000.0 Wh/m²

© ECOTECT v8



²³² Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³³
 Alta compacidad
 Orientación 0° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-EL Tepual, Chile

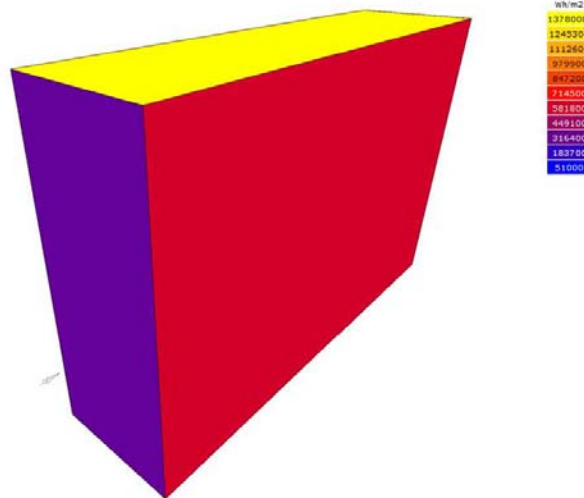
ALTA COMPACIDAD ALERCE A 0° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281.673	40%	0	108.131	428.196.992	48.053	190.289.936	0	0
Feb	239.361	40%	0	88.782	351.574.848	39.534	156.554.992	0	0
Mar	203.949	40%	0	79.071	313.119.808	35.611	141.021.248	0	0
Apr	142.080	40%	0	55.567	220.044.640	25.327	100.295.488	0	0
May	91.959	40%	0	35.895	142.144.544	16.468	65.213.452	0	0
Jun	85.159	40%	0	32.255	127.731.336	14.905	59.023.316	0	0
Jul	79.368	40%	0	31.331	124.071.112	14.419	57.101.040	0	0
Aug	108.419	40%	0	44.632	176.743.968	20.394	80.761.832	0	0
Sep	145.602	40%	0	59.215	234.492.976	26.804	106.143.248	0	0
Oct	209.901	40%	0	83.019	328.753.664	37.171	147.196.512	0	0
Nov	255.275	40%	0	96.785	383.268.896	43.010	170.320.976	0	0
Dec	264.706	40%	0	103.878	411.355.488	46.144	182.731.296	0	0
TOTALS	2.107.452	40%	0	818.561	3.241.498.272	367.840	1.456.653.336	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 51000.0 - 1378000.0 Wh/m2
 © ecotect v5



²³³ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³⁴
 Alta compacidad
 Orientación 45° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

Puerto Montt-El Tepual, Chile

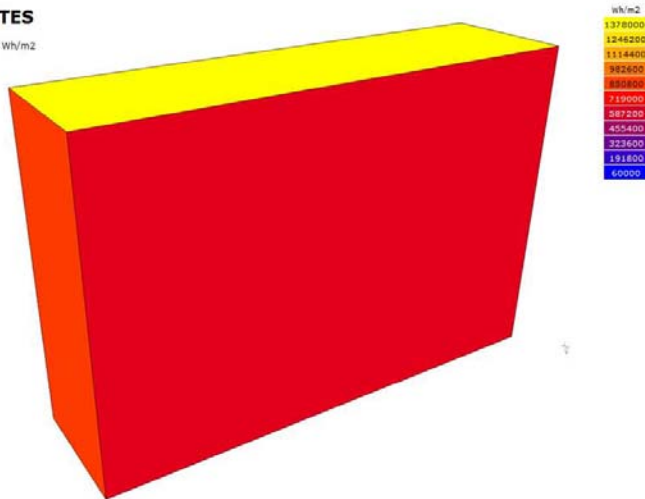
ALTA COMPACIDAD ALERCE A 45° NORTE

Exposed Area: 3960 m2

MONTH	AVAIL Wh/m2	AVG SHADE	REFLECT Wh/m2	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
				Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281.673	50%	0	91.654	362.950.592	40.809	161.604.000	0	0
Feb	239.361	50%	0	75.024	297.094.112	33.459	132.499.400	0	0
Mar	203.949	50%	0	66.868	264.797.440	30.159	119.430.632	0	0
Apr	142.080	50%	0	46.989	186.077.552	21.444	84.919.552	0	0
May	91.959	50%	0	30.374	120.279.288	13.952	55.248.156	0	0
Jun	85.159	50%	0	27.271	107.993.032	12.615	49.953.480	0	0
Jul	79.368	50%	0	26.539	105.093.792	12.229	48.426.300	0	0
Aug	108.419	50%	0	37.855	149.906.640	17.323	68.598.408	0	0
Sep	145.602	50%	0	50.192	198.759.040	22.755	90.110.040	0	0
Oct	209.901	50%	0	70.362	278.633.760	31.560	124.976.664	0	0
Nov	255.275	50%	0	81.946	324.504.416	36.481	144.465.248	0	0
Dec	264.706	50%	0	88.162	349.121.824	39.244	155.407.136	0	0
TOTALS	2.107.452	50%	0	693.236	2.745.211.488	312.030	1.235.639.016	0	0

OBJECT ATTRIBUTES

Total Radiation
 Value Range: 60000.0 - 1378000.0 Wh/m2
 © Ecotect v5



²³⁴ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

Análisis modelo urbano ciudad de Alerce²³⁵
 Alta compacidad
 Orientación 90° Norte

TOTAL MONTHLY SOLAR EXPOSURE

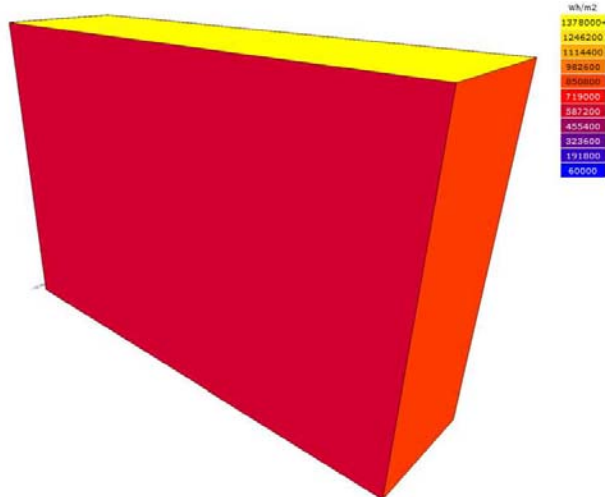
Puerto Montt-El Tepual, Chile

Exposed Area: 3960 m2

ALTA COMPACIDAD ALERCE A 90° NORTE

MONTH	AVAIL.	AVG	REFLECT	INCIDENT		ABSORBED		TRANSMITTED	
	Wh/m2	SHADE	Wh/m2	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh	Wh/m2	TOT.Wh
Jan	281673	50%	0	91654	362950592	40809	161604000	0	0
Feb	239361	50%	0	75024	297094144	33459	132499408	0	0
Mar	203949	50%	0	66868	264797456	30159	119430640	0	0
Apr	142080	50%	0	46989	186077568	21444	84919560	0	0
May	91959	50%	0	30374	120279288	13952	55248160	0	0
Jun	85159	50%	0	27271	107993032	12615	49953480	0	0
Jul	79368	50%	0	26539	105093800	12229	48426300	0	0
Aug	108419	50%	0	37855	149906640	17323	68598408	0	0
Sep	145602	50%	0	50192	198759056	22755	90110048	0	0
Oct	209901	50%	0	70362	278633792	31560	124976672	0	0
Nov	255275	50%	0	81946	324504448	36481	144465264	0	0
Dec	264706	50%	0	88162	349121856	39244	155407152	0	0
TOTALS	2.107.452	50%	0	693.236	2.745.211.672	312.030	1.235.639.092	0	0

OBJECT ATTRIBUTES
 Total Radiation
 Value Range: 60000.0 - 1378000.0 Wh/m2
 © ecotect -5



²³⁵ Análisis energético Ecotect. Radiación solar incidente mensual en la envolvente edificatoria. Elaboración propia.

8.3.- PROPUESTA DE MODELOS URBANOS SUSTENTABLES

A través de las mediciones realizadas con el software Ecotect en las tres tipologías de modelos urbanos, todas con la densidad habitacional promedio ya comentada de 120 viviendas por hectárea, y con tres orientaciones distintas, podemos establecer relaciones con los estándares de radiación solar incidente, lo que nos permite concluir y demostrar que esta variable urbana es clave para una mejor distribución energética.

Si bien no son las únicas variables bioclimáticas, siendo necesario vincularlas con la ventilación natural y otros factores climatológicos urbanos, creemos que estas mediciones definen estrategias que aportan a la proyección de la “forma urbana” y que son fáciles de aplicar en una normativa urbana o plan regulador.

8.3.1.- Conclusiones parciales de las modelaciones energéticas

Los resultados de las modelaciones bioclimáticas pueden leerse de acuerdo a distintos énfasis sobre los parámetros definidos (6 parámetros bioclimáticos nivel urbano) En general se puede analizar por modelo urbano y su compacidad, como por ámbito o zona climática.

Proponemos una valorización de los parámetros considerando el concepto de BIPV como el factor central para esta lectura crítica de las modelaciones energéticas. Postulamos que a mayor radiación en la envolvente de la edificación podremos acceder a mayor cantidad de energía, la cual será utilizada para generar electricidad de forma activa con sistemas fotovoltaicos, energía térmica con colectores solares, mejores niveles de iluminación natural y una mayor cantidad de energía calórica para calefacción solar pasiva.

Estos resultados deben vincularse con los otros parámetros arquitectónicos de la envolvente construida de los edificios y viviendas, que van desde los sistemas protectores para los excesos de radiación, los porcentajes de aberturas en las fachadas, los niveles de ventilación, los sistemas constructivos, los materiales y sus niveles de transmitancia térmica, los colores y texturas, etc.

Como ha sido descrito en los objetivos de la investigación, las modelaciones bioclimáticas tienen por objetivo vincular los elementos del medio ambiente, sobre todo la radiación solar, con los modelos edificatorios, sin entrar en la definición de los sistemas constructivos, ni el desarrollo funcional de la arquitectura de cada modelo urbano.

8.3.2.- MODELO URBANO DE ALTA COMPACIDAD

1 HECTAREA (10.000 M²) /120 VIV/HECTAREA
OCUPACION DE SUELO (1 piso) = 540 m² / 5,4% del terreno.
SUPERFICIE EDIFICADA = 3.960 M²
ESPACIOS ABIERTOS = 94.6%
(Área verde/Espacio público/Circulación/Estacionamientos)
ANCHO DE CALLES PROMEDIO = Edificación aislada.
ALTURA EDIFICACION= 12 pisos (1 edificio)

En los conjuntos de alta compacidad, para los cuatro climas la mejor orientación es la norte. Ver tabla resumen anexo Alta Compacidad. Al generarse un volumen compacto y alargado en sentido norte, quedan las fachadas este y oeste más expuestas a la radiación. Este indicador habrá que vincularlo con la distribución interna del edificio, considerando para este caso dos (2) crujías y una profundidad en planta de cinco (5) metros aproximadamente.



En los modelos urbanos de mayor compacidad la variable latitud incrementa, entre los meses estivales y los de invierno, los niveles de radiación sobre la edificación y los espacios abiertos.

En cuanto a la diferencia en los niveles de radiación solar incidente entre las distintas ciudades o climas, se observa que en Arica se llega a un nivel de 1.041.550 WH/M², un 20% menos aproximadamente que en la ciudad de Calama, donde se elevan los niveles de radiación a 1.247.597 WH/M², lo cual multiplicado por el área edificada del modelo compacto de 3.960 m² da un total acumulado de energía de casi 5 billones de WH. (4.940.485.376 WH)

²³⁶ Imagen virtual del modelo de alta compacidad. Elaboración propia.

En las ciudades del Sur de Chile analizadas, los niveles de radiación bajan a 850.000 WH/M2 en Santiago y 818.561 WH/M2 en Alerce, Puerto Montt. Es decir los niveles respecto a la ciudad de Calama bajan un 35%. (430.000 WH/M2 aprox.)

La siguiente tabla muestra radiación solar incidente para modelos de alta compacidad (amarillo). Tabla resumen anexo Alta Compacidad.

120 VIVIENDAS/HA COMPACIDAD URBANA		ORIENTACION SOLAR	AREA EDIFICADA M2	Wh/m2	INCIDENT TOT.Wh
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ARICA	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.054.235	9.488.115.840
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.053.540	9.481.860.800
		90° NORTE	9.000	1.054.699	9.492.292.416
	MEDIA COMPACIDAD DEPARTAMENTO 4 PISOS	NORTE	7.380	1.058.578	7.812.903.424
		45° NORTE	7.380	1.059.038	7.815.698.112
		90° NORTE	7.380	1.014.438	7.486.551.936
	ALTA COMPACIDAD EDIFICIO 8 PISOS	NORTE	3.960	1.041.550	4.124.533.856
		45° NORTE	3.960	880.398	3.486.370.448
90° NORTE		3.960	880.398	3.486.370.656	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE CALAMA	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.262.416	11.361.740.544
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.262.416	11.361.741.824
		90° NORTE	9.000	1.267.753	11.409.791.616
	MEDIA COMPACIDAD DEPARTAMENTO 4 PISOS	NORTE	7.380	1.266.752	9.348.635.840
		45° NORTE	7.380	1.267.461	9.353.865.920
		90° NORTE	7.380	1.205.209	8.894.449.024
	ALTA COMPACIDAD EDIFICIO 8 PISOS	NORTE	3.960	1.247.597	4.940.485.376
		45° NORTE	3.960	1.049.368	4.155.494.208
90° NORTE		3.960	1.049.368	4.155.494.416	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE SANTIAGO	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	864.352	7.779.156.896
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	992.722	8.934.487.360
		90° NORTE	9.000	864.865	7.783.788.776
	MEDIA COMPACIDAD DEPARTAMENTO 4 PISOS	NORTE	7.380	869.484	6.416.798.624
		45° NORTE	7.380	994.708	7.340.948.608
		90° NORTE	7.380	820.467	6.055.056.832
	ALTA COMPACIDAD EDIFICIO 8 PISOS	NORTE	3.960	851.170	3.370.631.792
		45° NORTE	3.960	720.029	2.851.312.328
90° NORTE		3.960	720.029	2.851.312.440	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ALERCE	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	829.328	7.463.956.160
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	928.072	8.352.658.048
		90° NORTE	9.000	826.681	7.440.185.168
	MEDIA COMPACIDAD DEPARTAMENTO 4 PISOS	NORTE	7.380	829.546	6.122.055.392
		45° NORTE	7.380	931.099	6.871.503.440
		90° NORTE	7.380	782.395	5.774.081.488
	ALTA COMPACIDAD EDIFICIO 8 PISOS	NORTE	3.960	818.561	3.241.498.272
		45° NORTE	3.960	693.236	2.745.211.488
90° NORTE		3.960	693.236	2.745.211.672	

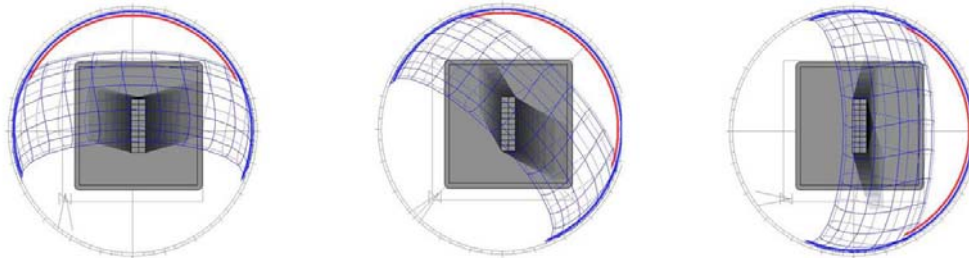
237

²³⁷ Cuadro resumen análisis radiación solar incidente. En amarillo los valores máximos para modelo urbanos de alta compacidad. Elaboración propia.

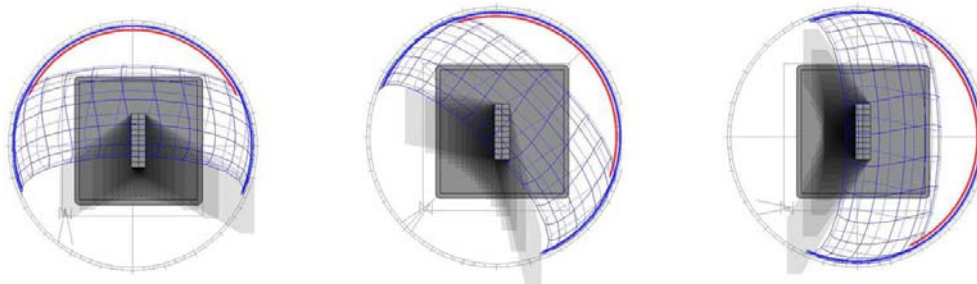
En las siguientes imágenes se observa la diferencia en los rangos de radiación solar y porcentajes de sombra acumulados en los espacios abiertos/públicos, en los meses de Enero (imágenes superiores), y los meses de Julio (imágenes inferiores), en las tres orientaciones definidas en la investigación. Se analizan los modelos urbanos modelados en las cuatro (4) zonas climáticas.

Rangos de radiación y sombra en los espacios públicos

Arica alta compacidad Enero



Arica alta compacidad Julio

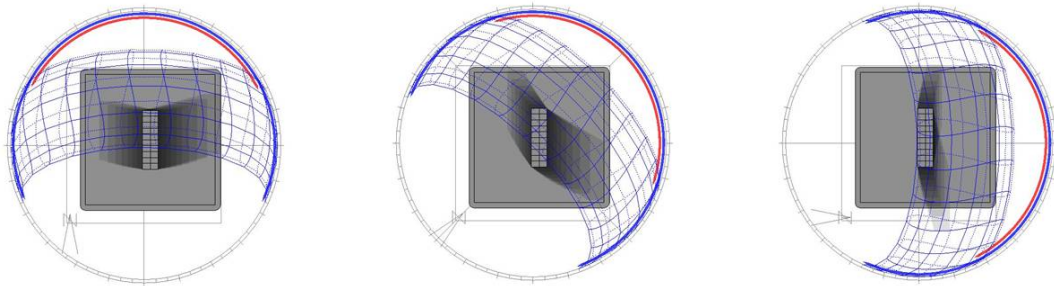


De acuerdo al análisis computacional se establece que para el mes de Enero (verano en Chile) la orientación de volumen edificado que arroja mas sombra sobre el espacio público es la norte. Acumulando los rangos de sombra sobrepasa a la orientación 45° norte en 20%, y a la orientación 90° norte en 50% más de área sombreada. Para este clima es fundamental la generación de sombras, las cuales habrá que coordinar con los vientos predominantes.

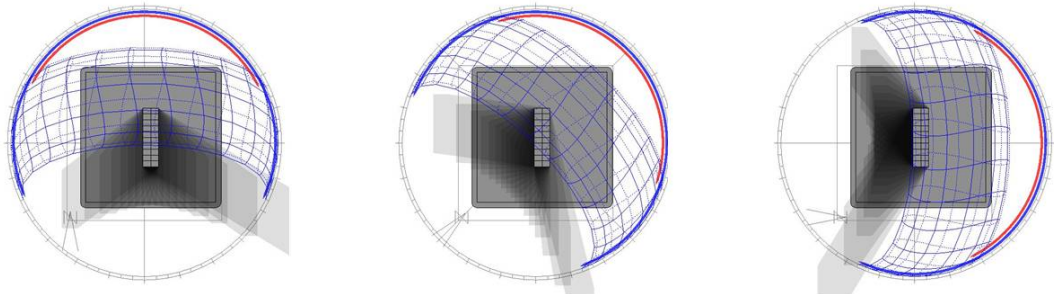
Para el mes de Julio (invierno en Chile) la orientación 90° norte es la que genera mayor área sombreada, al presentar una sombra constante de acuerdo a la inclinación del sol sobre el volumen edificado. Esta orientación supera en un 20% en factor de sombra a la orientación 45° norte, y en un 35% a la orientación norte.

En la ciudad de Calama el factor de sombra es parecido a la ciudad de Arica, considerando que la latitud es bastante similar. Los niveles de radiación solar incidente sobre las edificaciones son mayores en la ciudad de Calama, (20% más que en Arica) considerando la altura sobre el nivel del mar, (1500 metros sobre nivel mar) y su ubicación en pleno desierto de Atacama, uno de los mas desérticos del mundo.

Calama alta compacidad Enero



Calama alta compacidad Julio

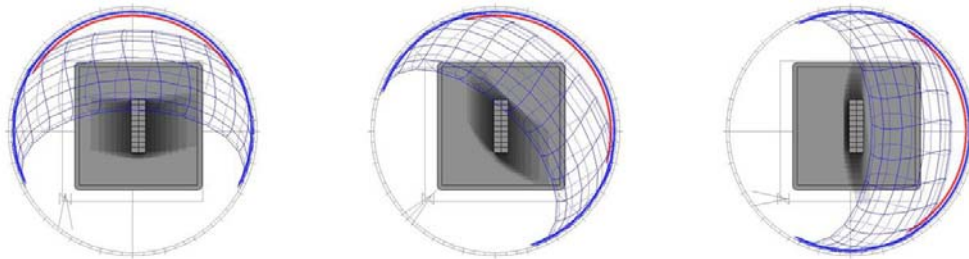


La orientación del edificio compacto arroja mayores niveles de radiación incidente en la orientación norte, en los dos meses extremos del año. Esta orientación recibe un 20% más que en 45° y 90° norte.

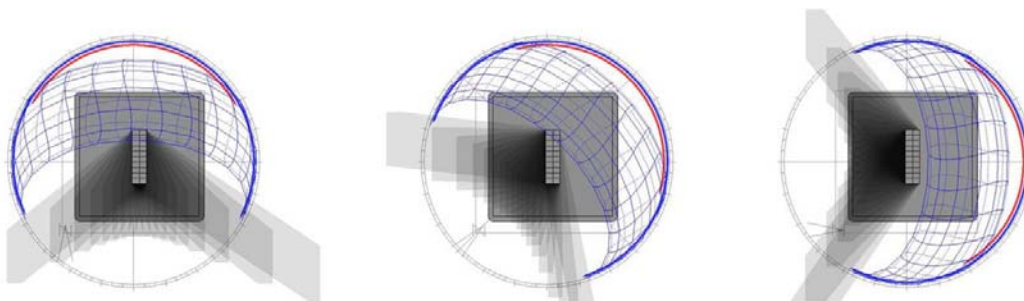
En el mes de Enero los rangos de sombra sobre el espacio público/abierto son mayores en la orientación norte, un 20% y un 50% más que en 45° y 90° norte respectivamente. En el mes de Julio se invierte esta relación, generando una diferencia de un 30% aprox. en el nivel de sombra a favor de la orientación 90° norte.

En la ciudad capital de Santiago, la orientación del volumen edificado a norte generara una ganancia de energía solar acumulada anual de 851.000 WH/M2, superando en un 15% aprox a las otras dos orientaciones que tienen ambas una acumulación incidente de energía solar de 720.000 WH/M2.

Santiago alta compacidad Enero



Santiago alta compacidad Julio

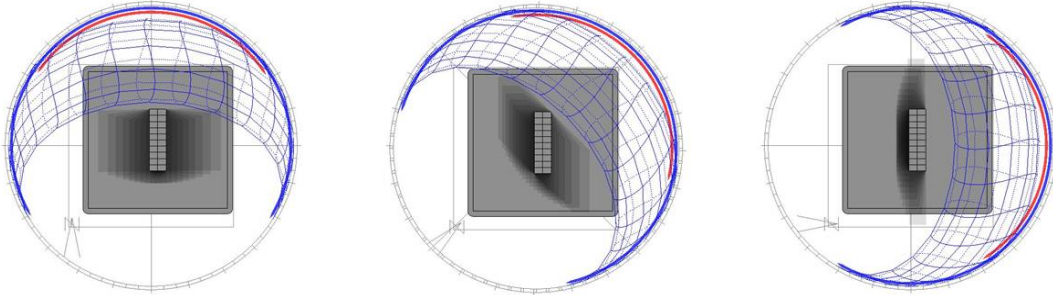


A nivel de sombras sobre los espacios abiertos se identifica que para los meses más calurosos, la orientación norte genera más sombras, sobre todo en las mañanas y en las tardes cuando el recorrido del sol está más inclinado. Estimamos que el nivel de sombra baja un 15% en orientación 45° norte, y en 35% orientación 90° norte.

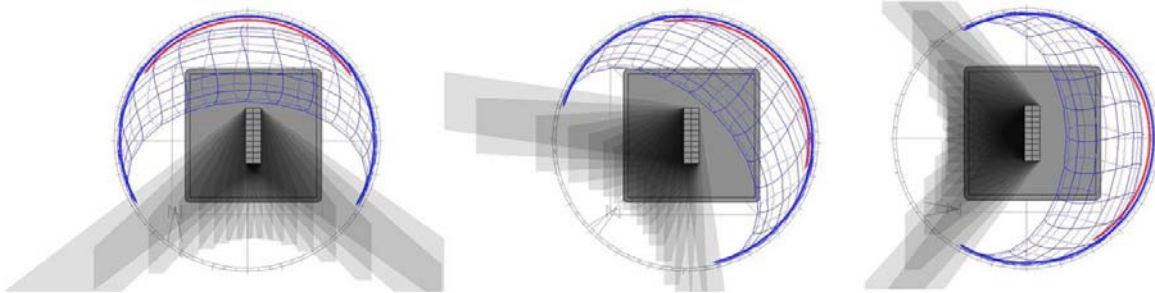
En el mes de Julio se observa que los rangos acumulados de sombra muestran que la inclinación ya toma una relevante relación con la altura edificada, la cual expondremos con mayor precisión en la ordenanza que se elabora en la etapa 9 de la investigación. El nivel de sombra para este mes es mayor en la orientación 90° norte, un 20% más que en orientación 45° norte y un 30% más en orientación norte.

En la ciudad con mayor latitud ($41^{\circ} 24' 17.73''$ SUR $72^{\circ} 47' 57.26''$ OESTE) de esta investigación, se observa la sombra solar arrojada sobre el espacio público, la cual se incrementa en un 70% más respecto las ciudades de Arica y Calama para el mes de Julio.

Alerce alta compacidad Enero



Alerce alta compacidad Julio

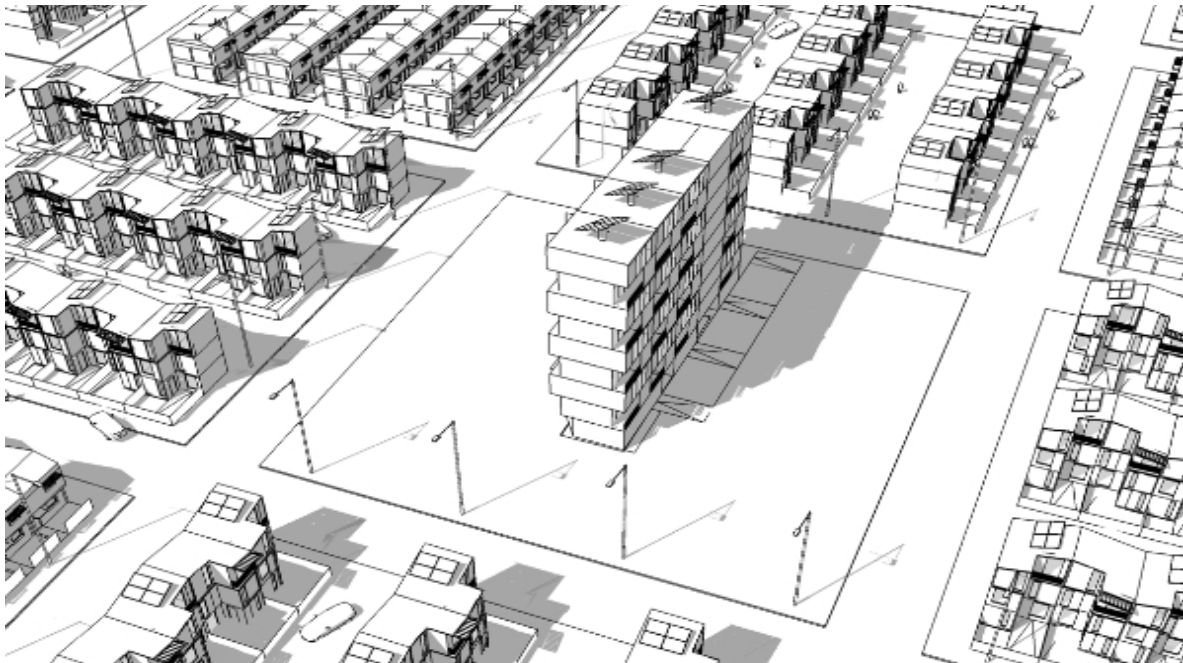


La orientación norte obtiene 818.000 WH/M2, un 16% más que en las otras dos orientaciones que tienen cada una un total anual de 693.000 WH/M2. Estos 125.000 WH/M2 multiplicados por el área edificada del volumen teórico modelado (3.960 m²) da cerca de 500 millones de WH, los cuales pueden ser claves para climatizar o generar electricidad de forma sustentable en una zona climática extrema como esta.

Los rangos de sombra para esta orientación toman el mismo promedio que en las otras ciudades/latitudes, en el mes de Enero la orientación que mayor sombra genera es la norte, con un 15% más que en orientación 45° norte y un 30% más que en orientación 90° norte. Sin embargo esta ultima orientación genera una sombra mas permanente que en orientación norte.

En el mes de Julio los rangos de sombra se incrementan más en la orientación norte, acercándose a las otras dos orientaciones, estimando una variación en el nivel de sombra de un 20% menos que en 90°norte, y un 10% que en 45° norte.

En la ciudad de Alerce no existen construcciones de alta compacidad, no hay edificios de ninguna tipología. Los conjuntos habitacionales son de muy baja densidad y compacidad. En zonas frías como está la compacidad es un valor positivo, al tener menos envolvente edificada que intercambia energía con el medioambiente.



Al observar esta imagen virtual, se observa la diferencia de la compacidad en una cuadra (10.000 m²) con el volumen compacto modelado para la investigación, y los modelos de media y baja compacidad. El valor de liberar el espacio abierto toma importancia de acuerdo al clima y a las necesidades sociales de la población.

Es una analogía con la ciudad compacta y difusa, a menor escala. Cada modelo tendrá aspectos positivos y otros negativos. La compacidad urbana en muchas ciudades del mundo es un valor que sigue incrementándose. En Holanda hoy en día se desarrolla el programa “Holanda fabulosamente compacta”, cualificando el modelo propuesto para dar solución a la falta de espacio y revirtiendo la tendencia a la expansión progresiva en el territorio.

8.3.3.- MODELO URBANO DE MEDIA COMPACIDAD

1 HECTAREA (10.000 M2) /120 VIV/HECTAREA

OCUPACION DE SUELO (1 piso) = 1.620 m2 / 16,2% del terreno.

SUPERFICIE EDIFICADA = 7.380 M2

ESPACIOS ABIERTOS = 83,8%

(Área verde/Espacio público/Circulación/Estacionamientos)

ANCHO DE CALLES PROMEDIO = 22 metros entre edificios

ALTURA EDIFICACION= 4 pisos (3 bloques de vivienda)

Para los conjuntos de media compacidad las mejores orientaciones para las ciudades de Arica y Calama es a norte y 45° norte, las cuales tienen similares captaciones de energía. En general las tres orientaciones tienen una radiación incidente muy pareja. Esto se debe a la adecuada distancia y relación que se genera entre los edificios, los cuales no arrojan sombra entre sí en ninguna orientación.



En tanto para las ciudades de Santiago y Puerto Montt, la mejor ubicación urbana para asegurar una alta captación de radiación solar es orientación 45° norte.

²³⁸ Imagen virtual de los modelos urbanos para el análisis. Elaboración propia

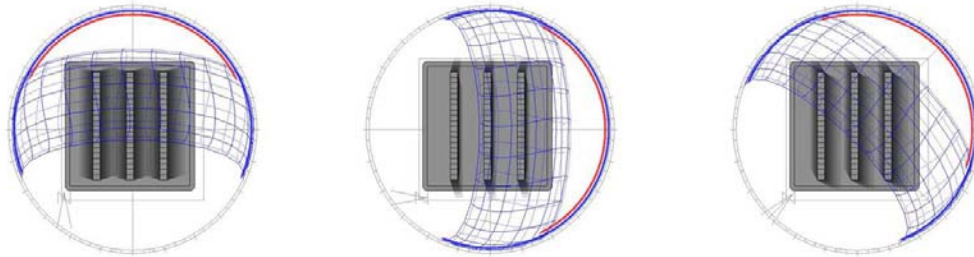
120 VIVIENDAS/HA COMPACIDAD URBANA		ORIENTACION SOLAR	AREA EDIFICADA M2	Wh/m2	INCIDENT TOT.Wh
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ARICA	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.054.235	9.488.115.840
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.053.540	9.481.860.800
		90° NORTE	9.000	1.054.699	9.492.292.416
		MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	1.058.578
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	1.059.038	7.815.698.112
		90° NORTE	7.380	1.014.438	7.486.551.936
		ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	1.041.550
	EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	880.398	3.486.370.448
		90° NORTE	3.960	880.398	3.486.370.656
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE CALAMA		BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.262.416
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.262.416	11.361.741.824
		90° NORTE	9.000	1.267.753	11.409.791.616
		MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	1.266.752
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	1.267.461	9.353.865.920
		90° NORTE	7.380	1.205.209	8.894.449.024
		ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	1.247.597
	EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	1.049.368	4.155.494.208
		90° NORTE	3.960	1.049.368	4.155.494.416
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE SANTIAGO		BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	864.352
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	992.722	8.934.487.360
		90° NORTE	9.000	864.865	7.783.783.776
		MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	869.484
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	994.708	7.340.948.608
		90° NORTE	7.380	820.467	6.055.056.832
		ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	851.170
	EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	720.029	2.851.312.328
		90° NORTE	3.960	720.029	2.851.312.440
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ALERCE		BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	829.328
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	928.072	8.352.658.048
		90° NORTE	9.000	826.681	7.440.135.168
		MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	829.546
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	931.099	6.871.503.440
		90° NORTE	7.380	782.395	5.774.081.488
		ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	818.561
	EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	693.236	2.745.211.488
		90° NORTE	3.960	693.236	2.745.211.672

239

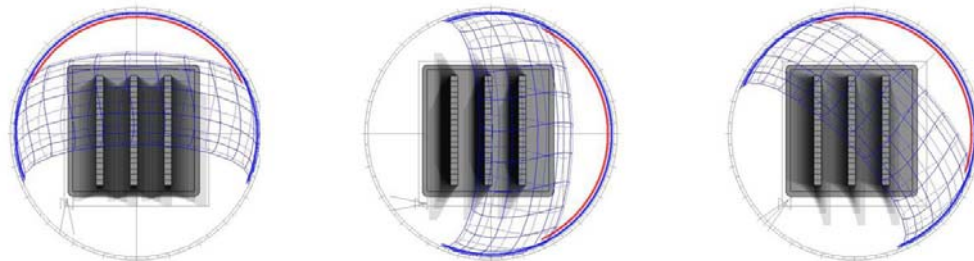
239 Cuadro resumen análisis radiación solar incidente. En amarillo los valores máximos para modelo urbanos de media compacidad. Elaboración propia.

En la ciudad de Arica las tres orientaciones promedian 1 millón (1.050.000) de WH/M2 de radiación incidente en la envolvente, bajando levemente un 4,5% la orientación 90° norte. En esta latitud la orientación de la trama urbana y de los edificios no toma tanta relevancia, dado que el recorrido del sol es muy alto y la diferencia en la captación solar es baja.

Arica media compacidad Enero



Arica media compacidad Julio



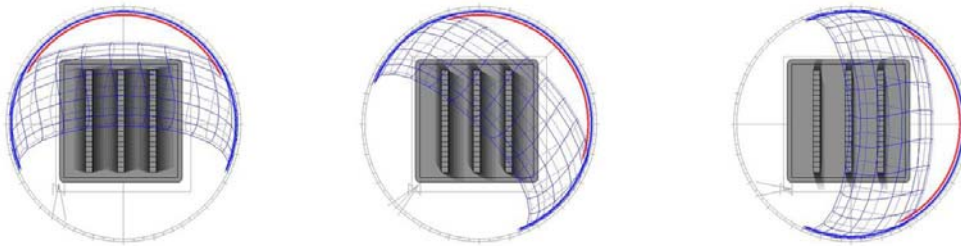
En el mes de Enero el rango de sombras acumulado en los espacios abiertos para este modelo de media compacidad, el cual está conformado por tres hileras de bloques de viviendas, muestra que la orientación con la mayor superficie sombreada es la orientación norte. Supera en porcentaje a la orientación 90° norte en más de un 50%, y en un 25% aprox a la orientación 45° norte.

En esta zona climática este aspecto toma relevancia, por lo tanto habrá que valorizar este factor frente a la captación solar incidente en la edificación.

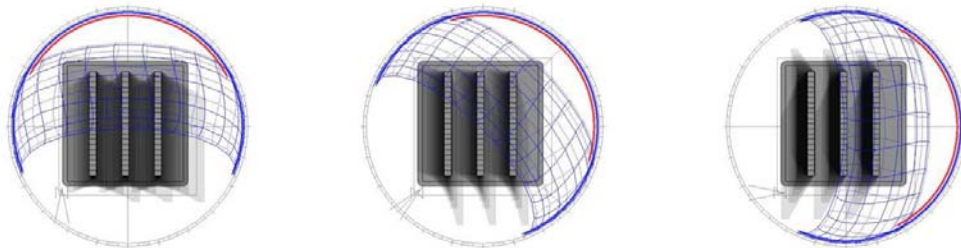
En el mes de Julio estos rangos en los valores de la sombra se mantienen, aunque la sombra generada en la orientación 90° norte es más constante/permanente.

En la ciudad de Calama aumentan los niveles y en las tres orientaciones se promedia una captación anual acumulada de 1.2 millones (1.250.000) de WH/M2 de radiación incidente en la envolvente. Este rango solar baja levemente un 5% en la orientación 90° norte. Al igual que en Arica en esta latitud la orientación de la trama urbana no resulta relevante en la variabilidad de los niveles de energía acumulada en la envolvente edificada.

Calama media compacidad Enero



Calama media compacidad Julio

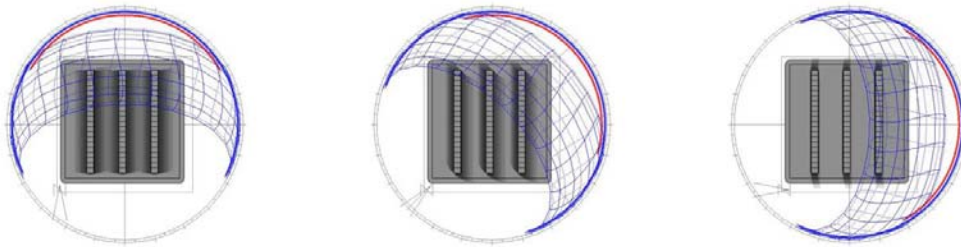


En el mes de Enero la orientación 90°norte no genera sombras sobre el espacio público adyacente a los volúmenes edificados, lo cual es negativo considerando los altos índices de radiación y su incidencia sobre la salud humana. (Cáncer a la piel)

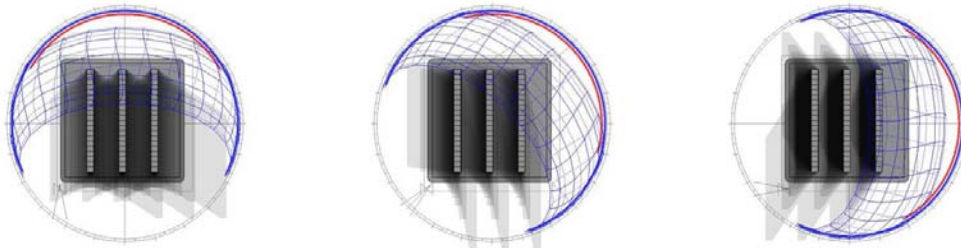
En el mes de Julio estos rangos en los valores de sombra se mantienen, aunque la sombra generada en la orientación 90° norte es más constante/permanente. La orientación 45° norte obtiene un buen equilibrio en niveles de sombra permanente y acumulada.

En la ciudad de Santiago la orientación 45° norte obtiene un 18% más de energía solar (radiación incidente) acumulada que la orientación 90° norte, y un 13% más que la orientación norte. Es decir la orientación de la trama urbana en 45° resulta fundamental al momento de establecer la trama urbana. En términos energéticos este 18% más se traduce en 174.000 wh/m2.

Santiago media compacidad Enero



Santiago media compacidad Julio

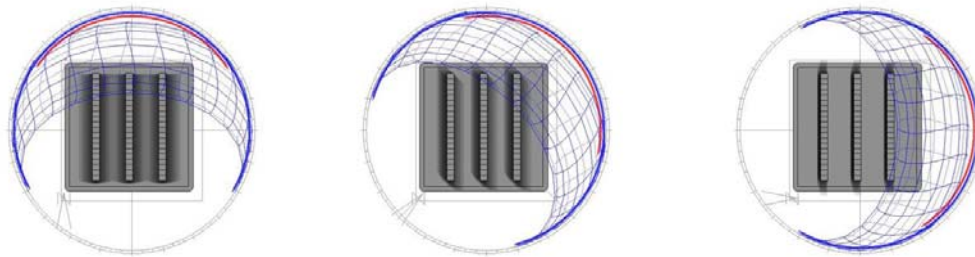


En el mes de Enero los niveles de radiación en la ciudad de Santiago son muy altos, y la sombra es necesaria para mejorar la habitabilidad urbana de los espacios públicos abiertos. En este sentido, la orientación norte es la que obtienen mejores índices porcentuales de sombra, superando en un 25% a la orientación 45° norte y en un 75% a la orientación 90° norte.

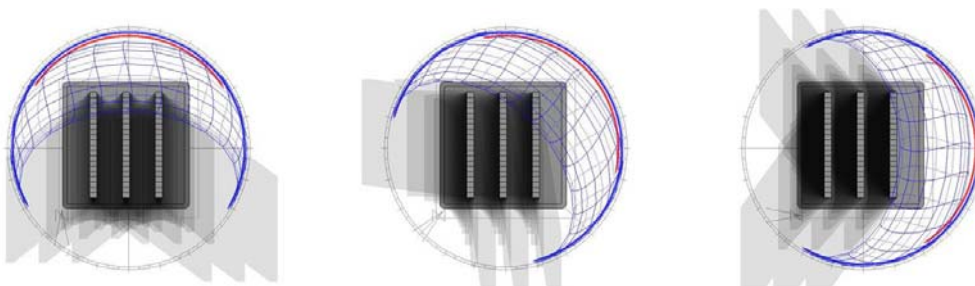
En el mes de Julio los niveles de sombra se invierten, y la orientación 90° norte genera la mayor cantidad de sombra, con un porcentaje de 50% más que la orientación norte y un 30% más que en 45° norte.

En la ciudad de Alerce la orientación 45° norte obtiene un 16% más de energía solar (radiación incidente) acumulada que la orientación 90° norte, y un 11% más que la orientación norte. Es decir la orientación de la trama urbana en 45° toma mayor relevancia en latitudes más extremas o de mayor grado. En términos energéticos este 16% más se traduce en 148.000 wh/m2.

Alerce media compacidad Enero



Alerce media compacidad Julio



Los niveles de sombra durante el mes de enero es mayor en la orientación norte, generando un 25% más de sombra que en 45° norte, y un 70% más que en orientación 90° norte. Dado que en esta latitud existe un clima más frío que en las otras ciudades analizadas, la captación solar deberá estar ligada a un buen nivel de soleamiento sobre los espacios abiertos, considerando las bajas temperaturas casi todo el año.

En el mes de Julio se observa el bajo nivel de soleamiento que se genera en la orientación 90° norte, lo cual es poco sustentable desde el punto de vista ambiental. La orientación norte resulta la más favorable, siendo muy parejo su nivel o rango de sombra con la orientación 45° norte.

8.3.4.- MODELO URBANO DE BAJA COMPACIDAD

1 HECTAREA (10.000 M2) /120 VIV/HECTAREA

OCUPACION DE SUELO (1 piso) = 3.240 m2 / 32,4% del terreno.

SUPERFICIE EDIFICADA = 9.000 M2

ESPACIOS ABIERTOS = 67,6%

(Área verde/Espacio público/Circulación/Estacionamientos)

ANCHO DE CALLES PROMEDIO = 10 metros entre edificios interiores, 14 metros entre edificios con calles de acceso.

ALTURA EDIFICACION= 2 pisos (6 bloques de vivienda)

Para los conjuntos de baja compactación en las ciudades del norte de Chile, Arica y Calama, las tres orientaciones obtienen los mismos niveles de energía solar incidente. La orientación de la trama urbana para estas ciudades no se presenta como un factor determinante de la forma urbana bioclimática, al menos desde el punto de vista de captación solar en su envolvente edificada.



240

Para las ciudades de Santiago y Alerce, los niveles de radiación son mejores en la orientación 45° norte, obteniendo en promedio un 13 % más de radiación solar incidente en la edificación que en las otras orientaciones, niveles adecuados que justificarían una orientación solar de la trama urbana en esta relación.

²⁴⁰ Imagen virtual modelo urbano baja densidad. Viviendas de 2 y 3 pisos. Elaboración propia.

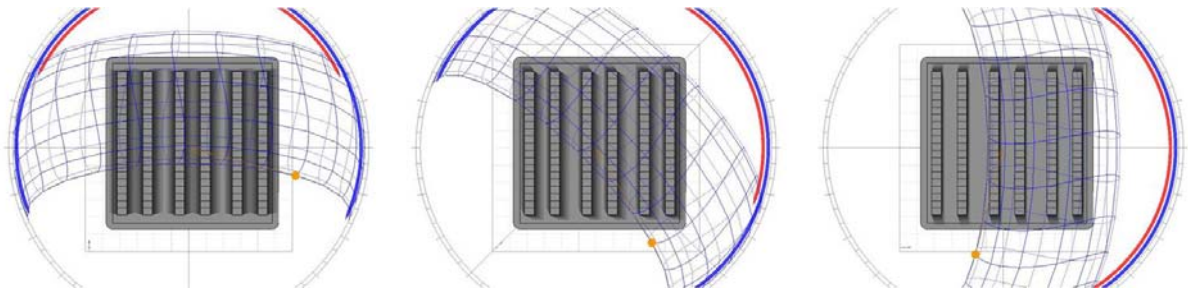
120 VIVIENDAS/HA COMPACIDAD URBANA			INGIDENT		
	ORIENTACION SOLAR	AREA EDIFICADA M2	Wh/m2	TOT.Wh	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ARICA	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.054.295	9.488.115.840
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.053.540	9.481.860.800
		90° NORTE	9.000	1.054.699	9.492.292.416
	MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	1.058.578	7.812.303.424
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	1.059.038	7.815.698.112
		90° NORTE	7.380	1.014.438	7.486.551.936
	ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	1.041.550	4.124.533.856
EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	880.398	3.486.370.448	
	90° NORTE	3.960	880.398	3.486.370.656	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE CALAMA	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	1.262.416	11.361.740.544
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	1.262.416	11.361.741.824
		90° NORTE	9.000	1.267.753	11.409.791.616
	MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	1.266.752	9.348.635.840
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	1.267.461	9.358.865.920
		90° NORTE	7.380	1.205.209	8.894.449.024
	ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	1.247.597	4.940.485.376
EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	1.049.368	4.155.494.208	
	90° NORTE	3.960	1.049.368	4.155.494.416	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE SANTIAGO	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	864.852	7.779.156.896
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	992.722	8.934.487.360
		90° NORTE	9.000	864.865	7.783.783.776
	MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	869.484	6.416.798.624
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	994.708	7.340.948.608
		90° NORTE	7.380	820.467	6.055.056.832
	ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	851.170	3.370.631.792
EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	720.029	2.851.312.328	
	90° NORTE	3.960	720.029	2.851.312.440	
120 VIVIENDAS/HA CIUDAD DE ALERCE	BAJA COMPACIDAD	NORTE	9.000	829.328	7.463.956.160
	VIVIENDA PAREADA DOS PISOS	45° NORTE	9.000	928.072	8.352.658.048
		90° NORTE	9.000	826.681	7.440.135.168
	MEDIA COMPACIDAD	NORTE	7.380	829.546	6.122.055.392
	DEPARTAMENTO 4 PISOS	45° NORTE	7.380	931.099	6.871.503.440
		90° NORTE	7.380	782.395	5.774.081.488
	ALTA COMPACIDAD	NORTE	3.960	818.561	3.241.498.272
EDIFICIO 8 PISOS	45° NORTE	3.960	693.236	2.745.211.488	
	90° NORTE	3.960	693.236	2.745.211.672	

241

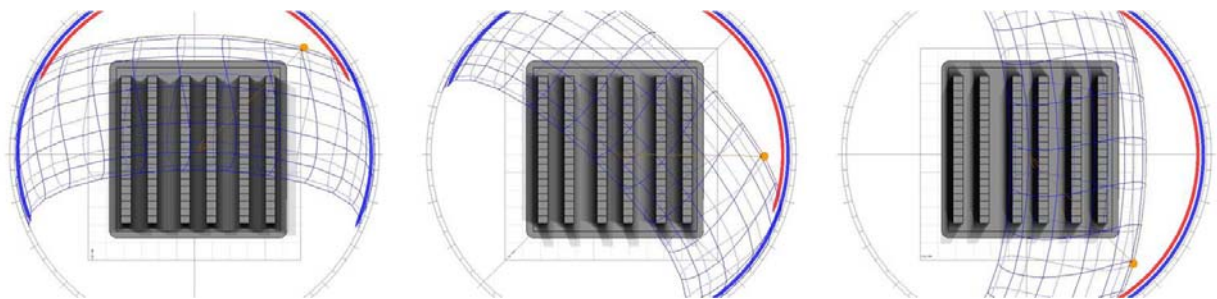
241 Cuadro resumen análisis radiación solar incidente. En amarillo los valores máximos para modelo urbanos de baja compacidad. Elaboración propia.

La baja compacidad generalmente va asociada a la baja altura, lo cual tiene una relación con los niveles de sombra arrojada sobre el espacio abierto. A menos altura, menores sombras arrojadas. En este sentido, y sumado a la baja latitud y mayor altura solar de la ciudad de Arica, se producen bajos índices de sombra, siendo los mayores en la orientación norte.

Arica baja compacidad Enero



Arica baja compacidad Julio

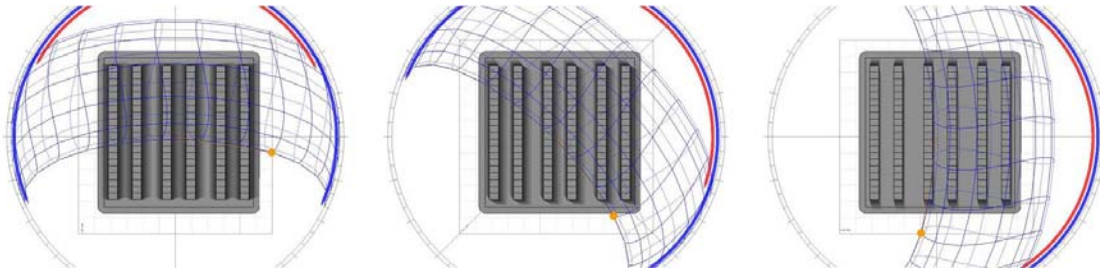


La radiación solar incidente anual acumulada es del orden de 1.050.000 WH/M² en las tres orientaciones. El modelo de baja compacidad aumenta el volumen edificado, siendo en este caso 9.000 m², lo cual multiplicado por la radiación solar total genera en promedio 9,5 millones de WH.

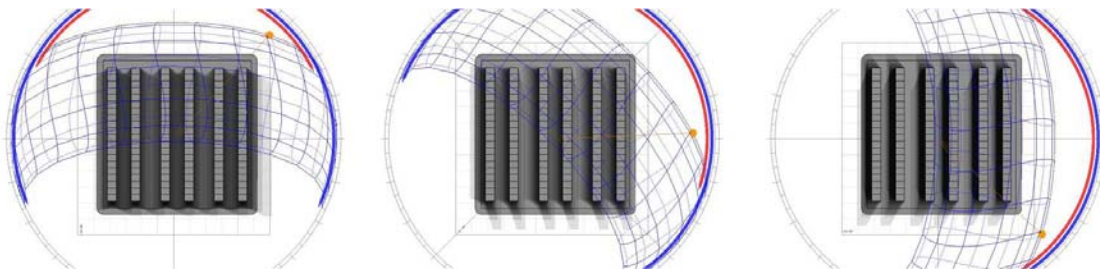
El factor de grado de sombra en el mes de julio aumenta en la orientación norte, siendo un 30% más que en orientación 45° norte, y un 50% más que en 90° norte.

Siendo el modelo urbano más común en la ciudad de Calama, se observa que los niveles de radiación solar incidente son similares en las tres orientaciones de trama urbana. Los resultados de las modelaciones energéticas elevan en un 20% la radiación frente a la ciudad de Arica, llegando a un promedio de 1.260.000 WH/M2 en Calama.

Calama baja compacidad Enero



Calama baja compacidad Julio

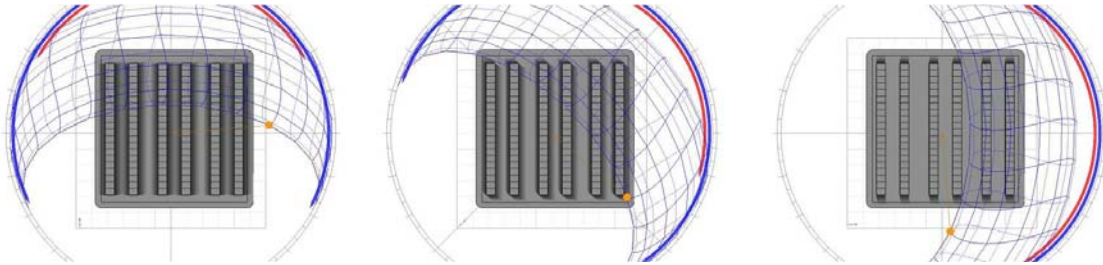


Los rangos de sombra son parecidos a los de la ciudad de Arica, siendo la mejor orientación a norte, la cual en el mes de Enero genera un 50% más de sombra que en orientación 90° norte, y un 20% más que en orientación 45° norte. De esta forma, considerando que la energía incidente es similar en las tres orientaciones, el factor de sombra podría ser un elemento relevante al momento de establecer la orientación de la trama urbana, considerando los altos índices de radiación que se generan y los efectos nocivos sobre los espacios abiertos.

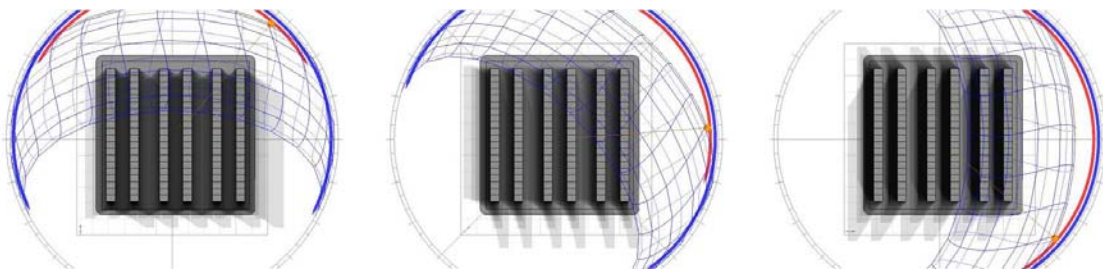
En el mes de Julio los niveles de sombra sobre el espacio público se mantienen con las misma relación, solo que la sombra de la orientación 90° norte es mas permanente durante el día, y la de las otras orientaciones varía según la hora del recorrido del sol sobre la tierra.

El modelo de baja compacidad en la ciudad capital de Chile que genera mayor cantidad de radiación solar acumulada es el que se orienta en 45° norte, que obtiene un 13% más de energía que en las otras dos orientaciones, ambas con un nivel de 860.000 WH/M2.

Santiago baja compacidad Enero



Santiago baja compacidad Julio

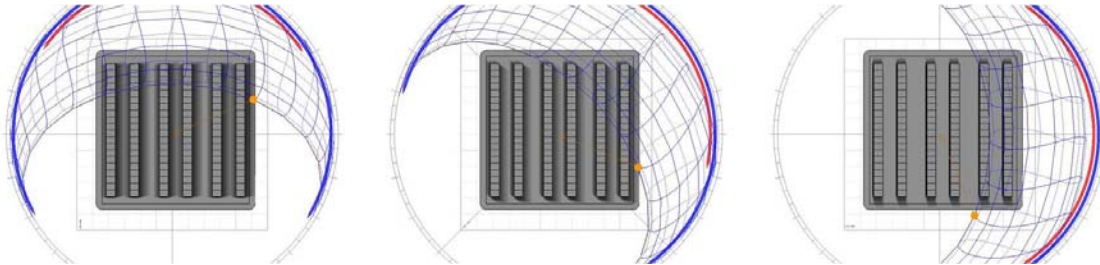


Al orientar la trama urbana a 45° norte obtenemos 127.000 WH/M2 más que en las otras dos orientaciones, llegando a un promedio anual de 992.000 WH/M2, que multiplicados por el área edificada de 9.000 m2 nos genera un total cercano a los 9 millones de WH. Considerando que esta zona climática presenta grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche, y entre el invierno y verano, esta captación energética es fundamental para generar energía de forma sustentable, tanto con estrategias pasivas como con elementos activos a base de energías renovables.

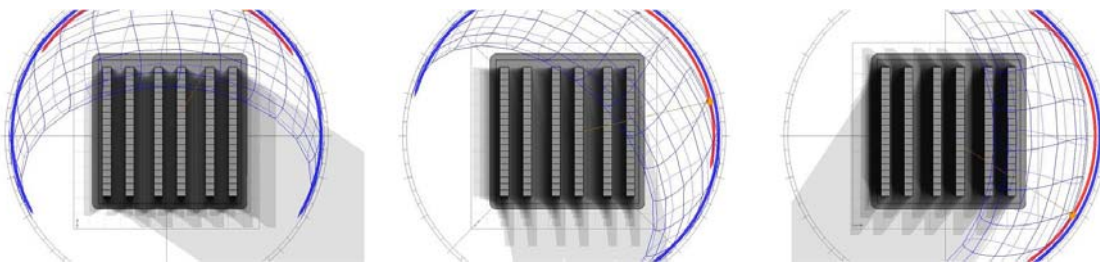
En materia de rangos de sombra en el mes de Enero se produce un efecto parecido a las ciudades del norte de Chile, donde se observa que en orientación norte se genera un 50% más de sombra que en orientación 90° norte, y un 20% más que en orientación 45° norte. En tanto en el mes de Julio el factor grado de sombra aumenta en la orientación norte, siendo un 30% más que en orientación 45°norte, y un 50% más que en 90° norte.

En la ciudad más austral de esta investigación, Alerce, el modelo de baja compactad que genera mayor cantidad de radiación solar acumulada es el que se orienta en 45° norte, que obtiene un 11% más de energía que en las otras dos orientaciones.

Alerce baja compactad Enero



Alerce baja compactad Julio



Al orientar la trama urbana a 45° norte obtenemos 100.000 WH/M2 más que en las otras dos orientaciones, llegando a un promedio anual de 928.000 WH/M2, que multiplicados por el área edificada de 9.000 m2 nos genera un total cercano a los 8.3 millones de WH.

Dada las condiciones extremas de frío en la época invernal, resulta estratégico y sustentable asegurar esta mejor orientación de la trama urbana, la cual genera mejores condiciones de acceso a la energía solar para la edificación.

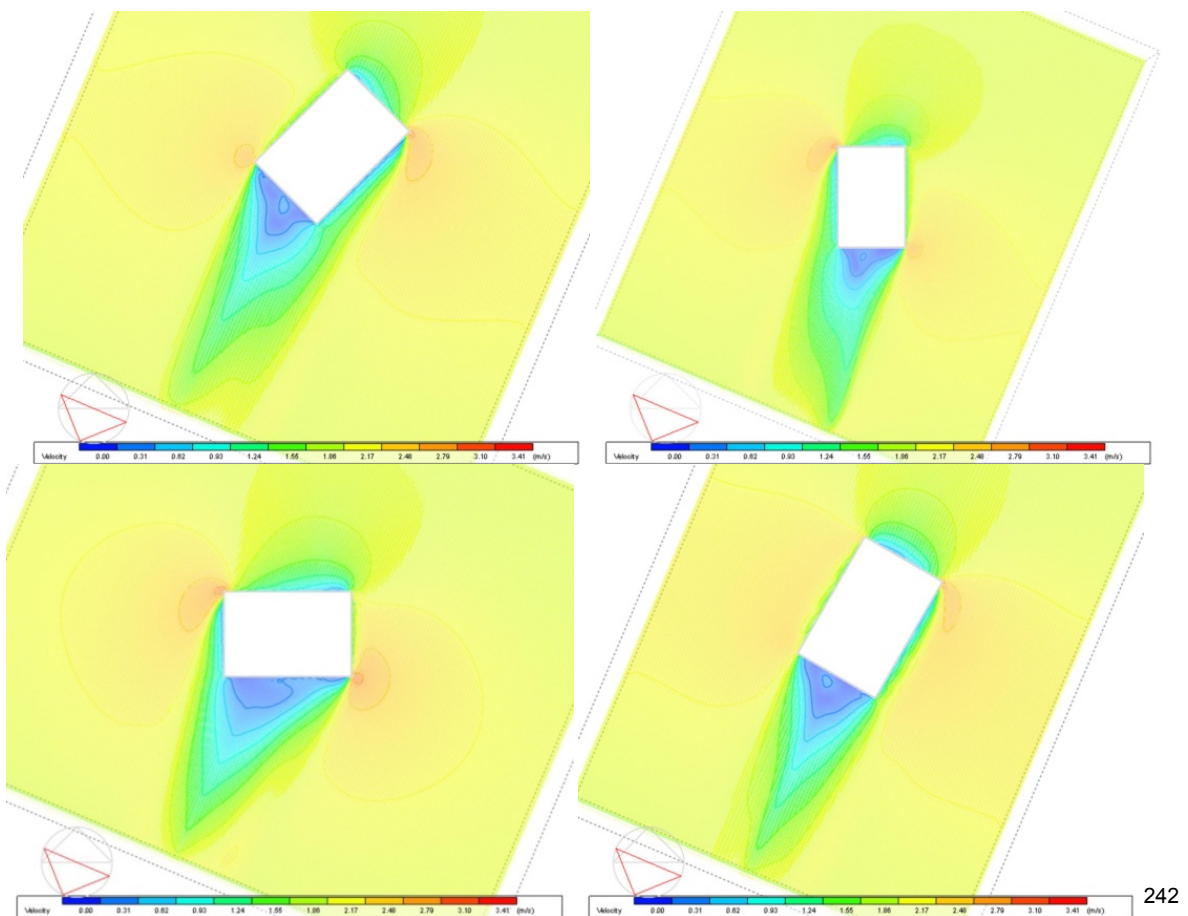
En materia de rangos de sombra en el mes de Enero se produce un efecto similar a Santiago, donde se observa que en orientación norte se genera un 50% más de sombra que en orientación 90° norte, y un 20% más que en orientación 45° norte. En tanto en el mes de Julio el factor grado de sombra aumenta en la orientación 90° norte, la cual genera una sombra permanente que supera en un 30% a la orientación 45°norte, y un 50% más que en orientación norte.

8.3.5.- Modelaciones eólicas

Para analizar el movimiento del viento en los modelos urbanos propuestos para esta investigación, utilizamos el software Design Builder. Las modelaciones las dividimos en dos grupos, concentrando los primeros análisis en un volumen de alta compacidad para observar la sombra de viento que se genera sobre los espacios públicos o abiertos adyacentes a un volumen teórico único, que representa a un edificio de 8 pisos.

Las segundas modelaciones las realizamos sobre seis (6) volúmenes que representan una mixtura entre el modelo de media compacidad y el de baja compacidad desarrollados en la etapa anterior, ya que al realizar las modelaciones en tipologías de baja compacidad (similares las analizadas en Ecotect) se generaban escasos movimientos de sombra eólica, lo cual era poco concluyente. Se intentará en otra versión de esta investigación poder elaborar nuevas modelaciones eólicas.

ALTA COMPACIDAD CIUDAD DE ARICA

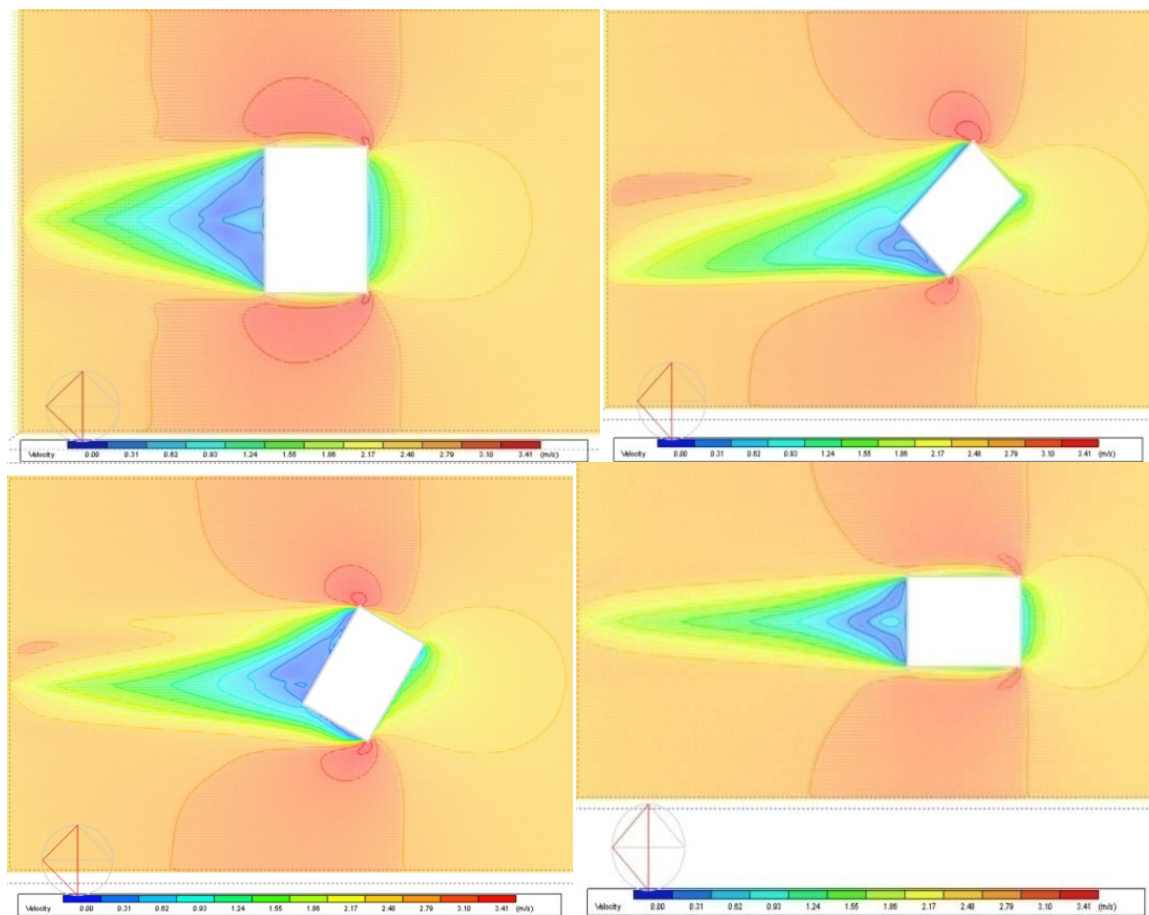


²⁴² Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

Para la ciudad de Arica se observa que los vientos predominantes vienen del norte, con una inclinación aproximada de 15° este. La presión ejercida en la cara norte del volumen se refleja con colores cálidos en los extremos de esta fachada, donde la alta (+) presión eleva la velocidad del viento hasta los 3 m/s.

Dada la condición desértico costera de la ciudad de Arica, donde existe alta humedad y excesiva radiación solar, lo ideal es poder obtener una ventilación natural de los espacios públicos, con una velocidad promedio de 1,5 m/s.

ALTA COMPACIDAD CIUDAD DE CALAMA



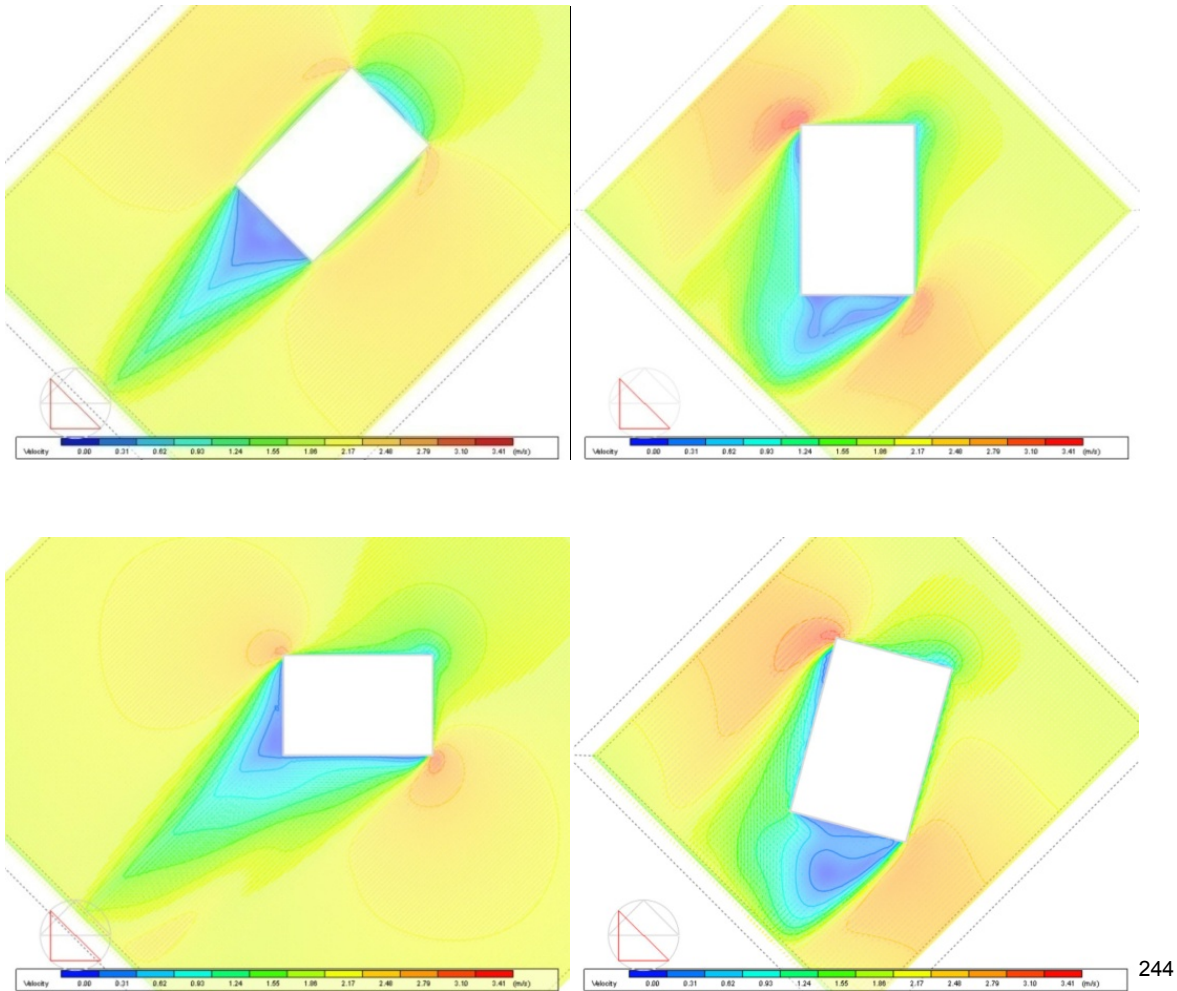
243

Se observa que en la ciudad de Calama el viento viene desde el noreste (desde la cordillera en horas de la tarde), y alcanza una velocidad promedio de 2 metros por segundo (M/S). La condición alargada del volumen permite genera una mayor sombra eólica en la orientación solar norte, considerando que dada la condición

²⁴³ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

desértica de la ciudad, con mucha arena en suspensión, se hace necesaria generar áreas protegidas del viento.

ALTA COMPACIDAD CIUDAD DE SANTIAGO

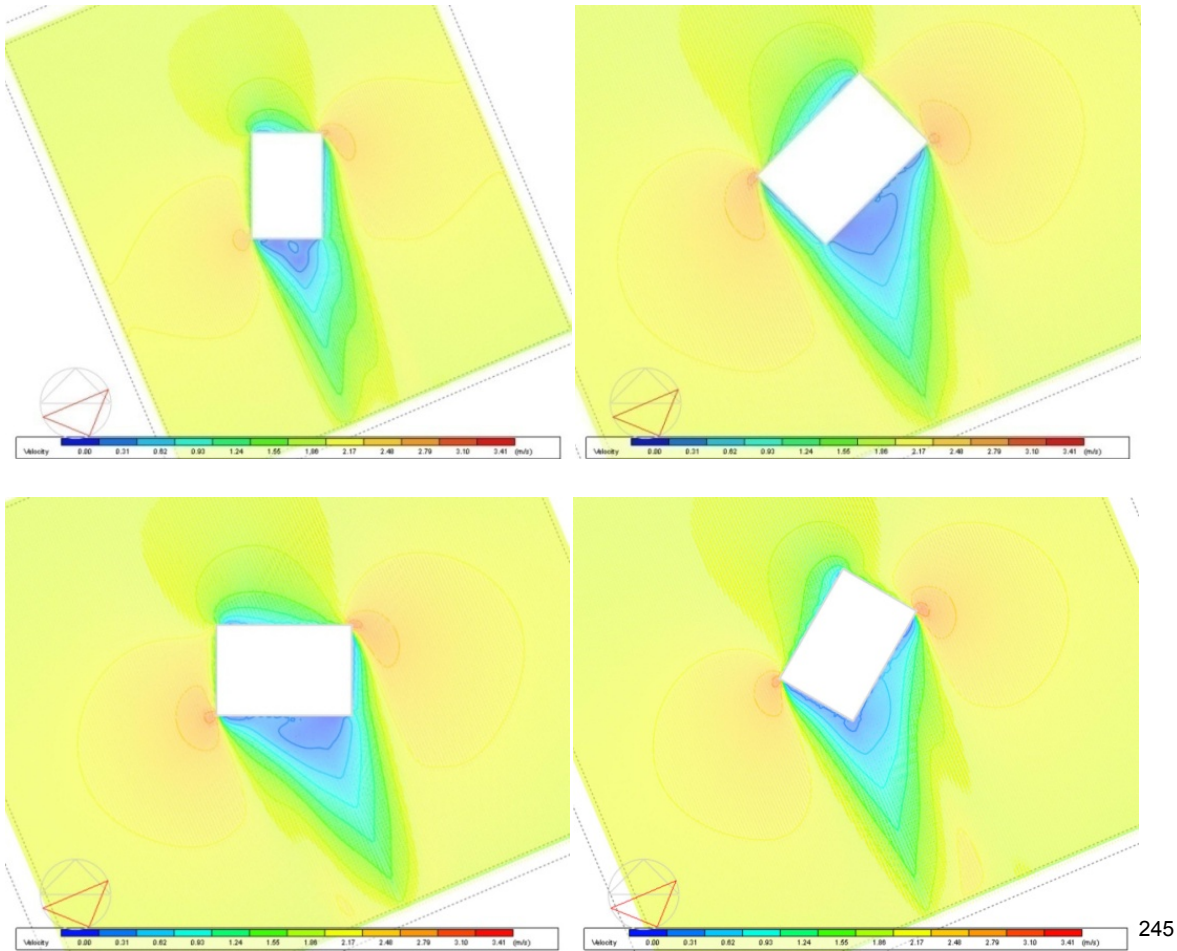


En la ciudad de Santiago el viento resulta estratégico en las diferentes estaciones del año, al ser una ciudad mediterránea tiene grandes oscilaciones climáticas durante el año, por lo cual se hace complejo determinar la orientación eólica ideal. Sin embargo, creemos que para el verano de esta Metrópolis se generan altas temperaturas (+ 34 C°) que ameritan estrategias bioclimáticas de ventilación.

Dado este objetivo, al analizar las imágenes de las modelaciones para un volumen compacto, se determina que el edificio que se orienta en 90° norte genera mayor superficie opuesta a la velocidad del viento, produciendo una sombra eólica que es 1.2 veces el largo total del edificio. Las velocidades en las altas presiones llegan en los extremos de la fachada norte a 2.7 m/s, dejando en las zonas de baja presión un promedio de 0,4 m/s.

²⁴⁴ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

ALTA COMPACIDAD CIUDAD DE ALERCE



245

La ciudad de Alerce requiere baja velocidad de viento, pues las condiciones climáticas extremas ameritan tener zonas cubiertas del viento y de la lluvia. Para todos los casos analizados, con un solo volumen compacto, se hace complejo dejar otras zonas cubiertas que no sean las propias generadas por el volumen.

En el caso de Alerce, la mejor orientación también será la que se orienta perpendicular a los vientos noroeste, que en este caso es con el volumen orientado a 45° norte solar.

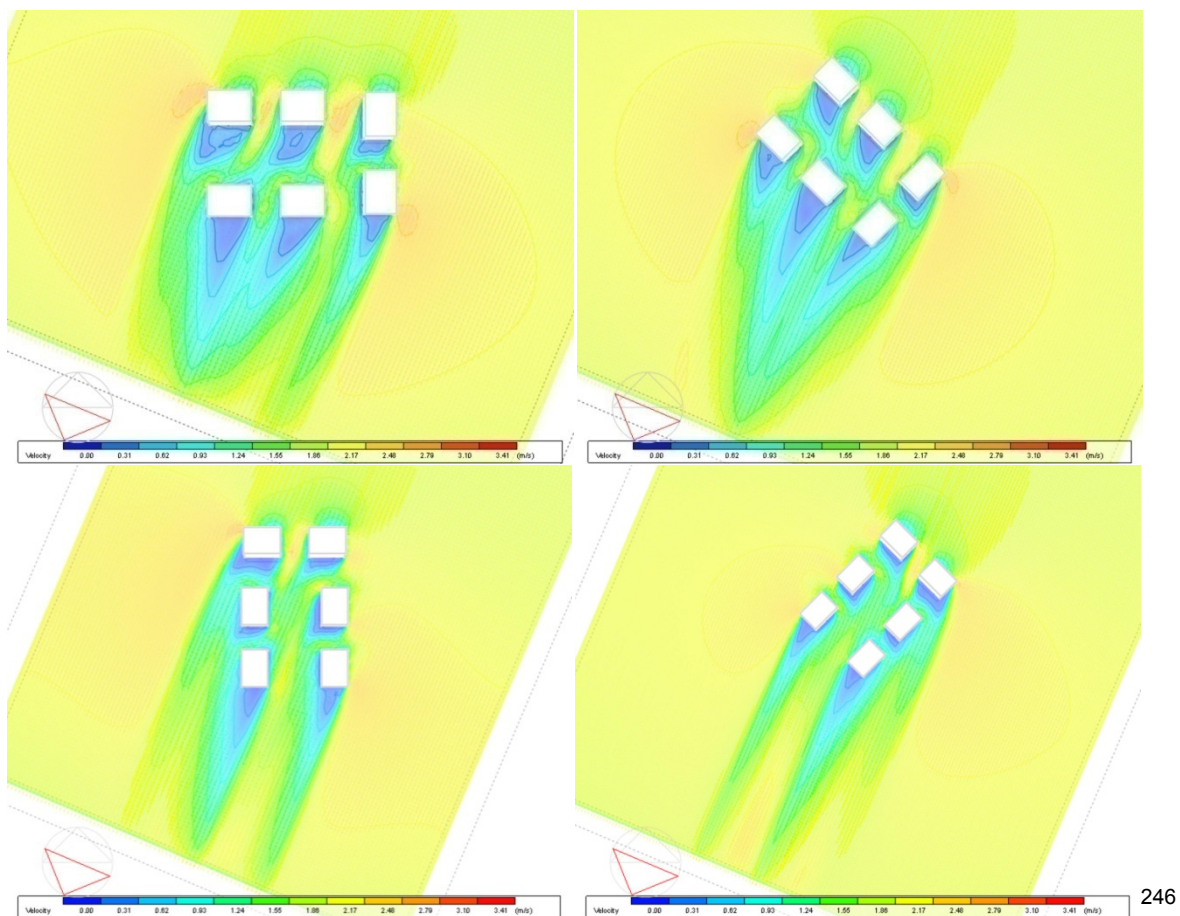
²⁴⁵ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

En las modelaciones de media y baja compacidad se observan imágenes más concluyentes que en los análisis con un volumen compacto, pues las áreas que se generan entre los edificios son sensibles a la sombra eólica, lo cual determina las estrategias bioclimáticas a seleccionar, según el clima y las condiciones urbanas deseadas.

En el modelo para la ciudad de Arica se observa que la orientación geográfica para generar una mejor ventilación entre los edificios es la que está en 45° norte, ya que se orienta a favor de los vientos entre los edificios, lo que genera una ventilación pareja en el espacio central y no extremos de alta velocidad (+ 3 m/s) entre edificios.

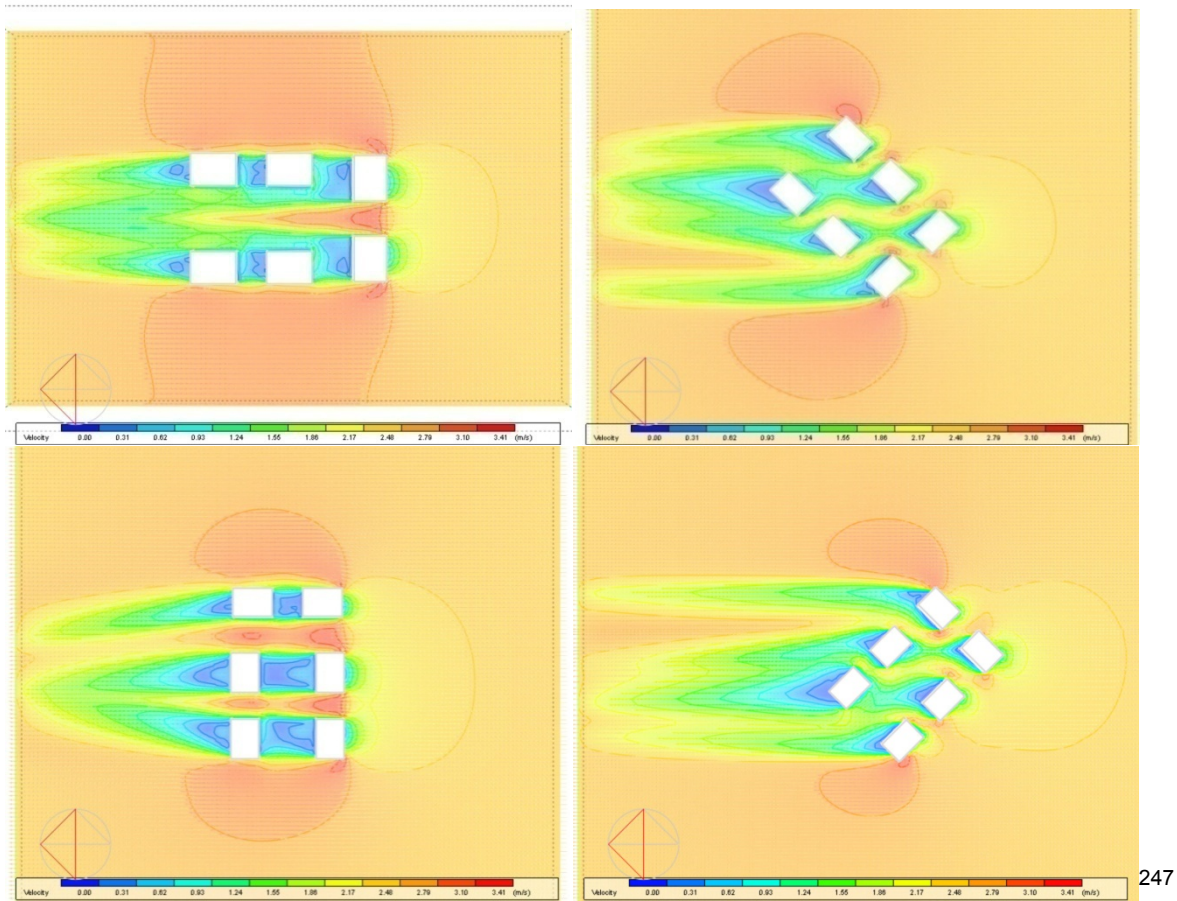
La velocidad de los vientos que se genera al interior del modelo urbano es de 1,5 m/s, lo cual es suficiente para permitir espacio públicos con buena sensación térmica, bajando la temperatura radiante mediante los flujos eólicos.

MEDIA/BAJA COMPACIDAD CIUDAD DE ARICA



²⁴⁶ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

MEDIA/BAJA COMPACIDAD CIUDAD DE CALAMA



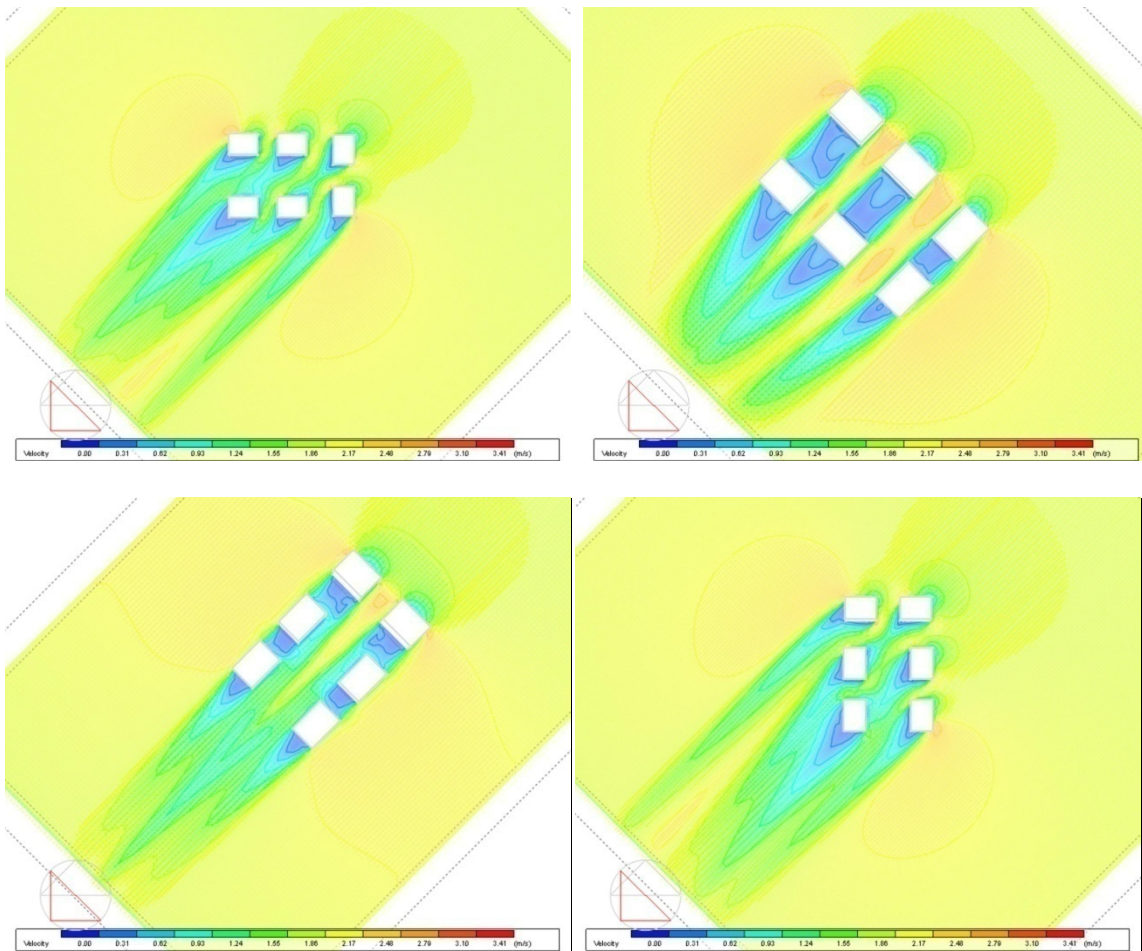
En la ciudad de Calama, se busca evitar los altos índices de viento, los que son complejos en la medida que levantan polvo de arena, considerando que muchos de los conjuntos de vivienda se encuentran en la periferia/ límites urbanos con el desierto de Atacama.

En este sentido, la orientación urbana que mejor se protege de los vientos es la que está en 45° norte, pues así la masa edificatoria expande los vientos hacia los costados dejando una mayor sombra eólica al centro de los conjuntos, donde se proyectan los espacios públicos urbanos.

Se observa que en los modelos que se enfrentan de forma perpendicular a los vientos (modelo urbano a norte y 90° norte), la velocidad del viento que se alcanza en las zonas intermedias entre los edificios llega a los 3,4 m/s.

²⁴⁷ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

MEDIA/BAJA COMPACIDAD CIUDADA DE SANTIAGO



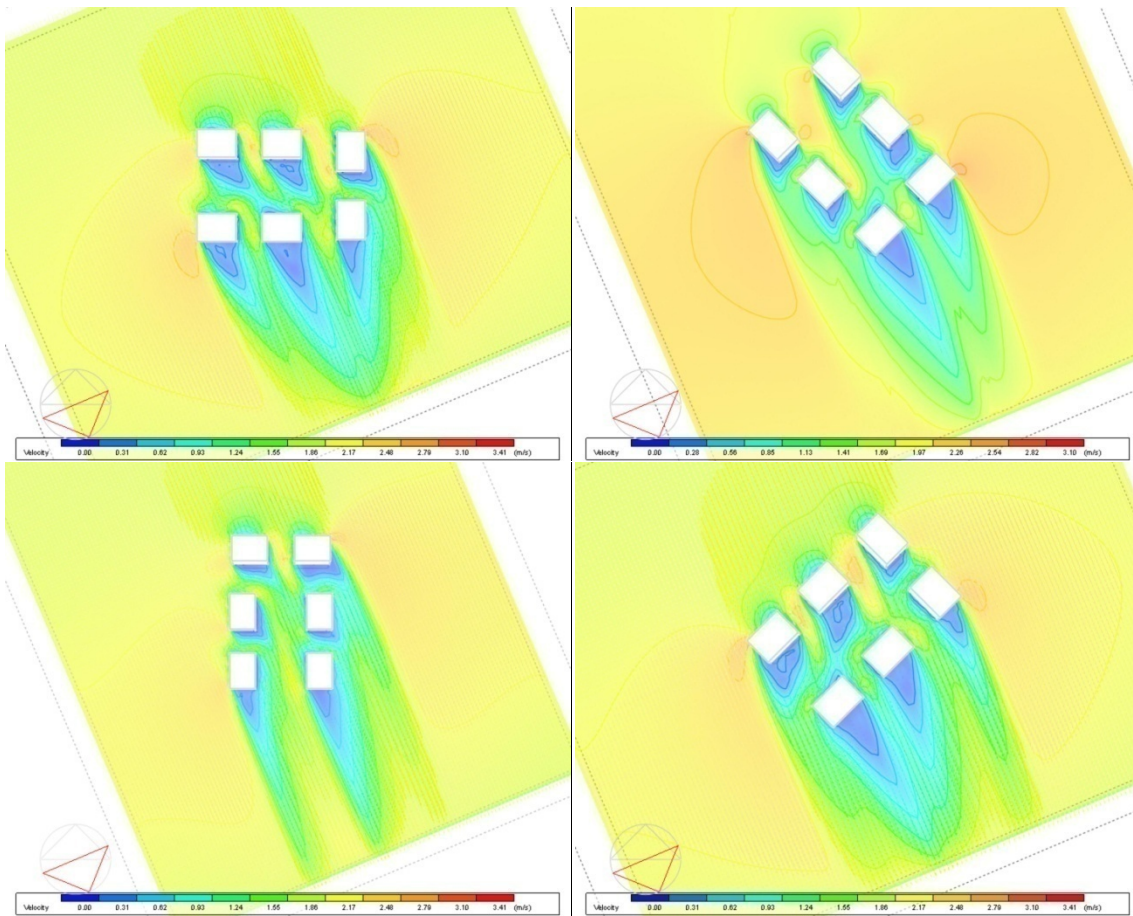
En el modelo de media y baja compactidad para la ciudad de Santiago se busca un fenómeno bioclimático similar al de la ciudad de Arica, donde los vientos son un aporte para su climatización natural, sobre todo en épocas estivales.

En este sentido, la mejor orientación es la que está a favor de los vientos, los que vienen desde una orientación sureste. De esta forma, la orientación geográfica del modelo urbano se debiera inclinar 45° con respecto al norte, así obteniendo mejores niveles de flujo eólico, los cuales se elevan sobre los 1,5 m/s, velocidad suficiente para un clima mediterráneo.

Todas estas mediciones habría que precisarlas de acuerdo a la época del año, dado que en estos climas existen demasiadas oscilaciones entre el día y la noche, y entre las diferentes estaciones del año.

²⁴⁸ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

MEDIA/BAJA COMPACIDAD CIUDAD DE ALERCE



En la ciudad de Alerce el modelo que condiciona el viento a menor velocidad es el que se orienta en 45° respecto al viento, lo que corresponde a una orientación solar con el modelo urbano ubicado al norte, ya que los vientos vienen desde noroeste.

Como se observa en la imagen superior derecha, las velocidades que se alcanzan en el modelo que genera el espacio público de los edificios en el sentido del viento alcanzan altas velocidades, que llegan a una velocidad aproximada de 2,5 m/s en la zona superior del modelo urbano, lo cual sería extremo en una zona climática donde las bajas temperaturas en invierno llegan incluso a los $0\text{ }^\circ\text{C}$.

²⁴⁹ Modelaciones eólicas software Design Builder. Elaboración propia.

8.3.6.- CONCLUSIONES GENERALES

A la analizar las modelaciones bioclimáticas realizadas en el ámbito de la energía solar y del viento, en la presente investigación, se puede concluir que estas variables son fundamentales al momento de planificar un proyecto de urbanismo, considerando que estas decisiones urbanas y ambientales generan un impacto energético real y permanente sobre lo edificado.

La orientación de los edificios y de la trama urbana en el caso de Linz Solar City en Austria es el mejor ejemplo internacional de urbanismo solar. Ya construido hace algunos años, y en funcionamiento con sus habitantes en constante crecimiento, se puede asegurar que la variable orientación, densidad y compacidad habitacional son las claves de esta obra de urbanismo sustentable contemporáneo.



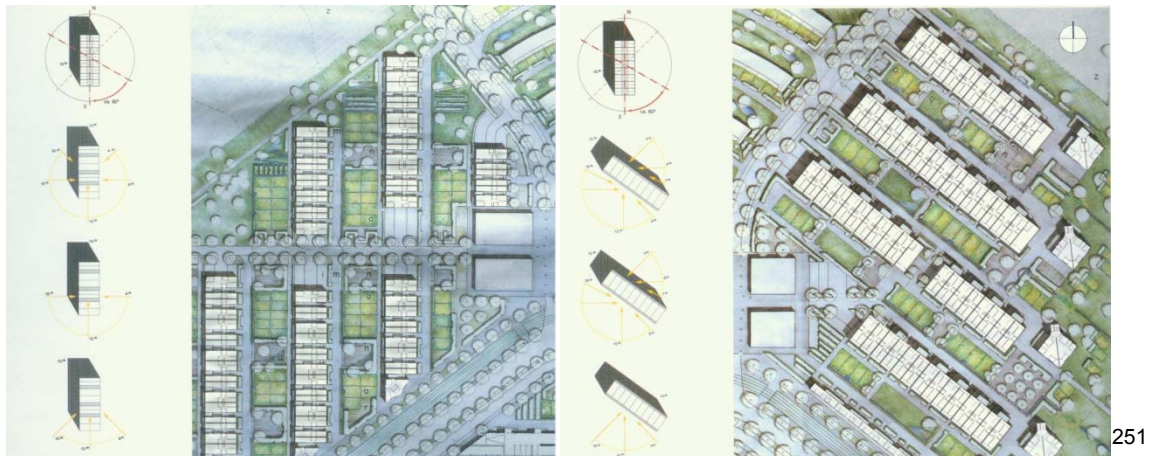
250

El máster plan de la ciudad solar planteó cuatro (4) grandes orientaciones, las cuales fueron desarrolladas según la arquitectura bioclimática para cada situación, con diversas estrategias de sostenibilidad y eficiencia energética.

La densidad y compacidad habitacional propuesta en este proyecto apunta a una solución de viviendas en departamentos de 4 pisos, los cuales se van ubicando en diferentes orientaciones de acuerdo al recorrido del sol.

²⁵⁰ Master Plan Linz Solar City en Austria.

El estudio de la energía solar incidente en las fachadas de los edificios se transforma en el principal indicador de sustentabilidad, desarrollando así diferentes estrategias de distribución de la energía al interior de los espacios habitables. La energía que recibe la envolvente de los edificios es aprovechada de forma pasiva y activa para el calentamiento de los edificios y la generación de electricidad.



En esta obra de Biourbanismo se expresan los principios básicos que postulamos en la investigación. Si bien se desarrollan en general sólo edificios de una compacidad media, es interesante analizar las soluciones desarrolladas para las diferentes orientaciones de acuerdo a un modelamiento solar bioclimático.



En la línea del urbanismo sustentable se planifica la trama urbana de la ciudad de acuerdo a los criterios del recorrido del sol y de los vientos, luego la arquitectura utiliza la información generada por los análisis bioclimáticos, desarrollando edificios sustentables que se basan en esta información técnico científica.

²⁵¹ Máster Plan Linz Solar City en Austria.

²⁵² Imagen de los edificios de la Solar City en Austria.

En las modelaciones realizadas con las tres compacidades y sus diferentes orientaciones en las cuatro ciudades de Chile, se observan resultados concretos, que si se comparan en relación a los casos internacionales pueden ser muy concluyentes. Sin embargo, el urbanismo bioclimático tiene condiciones muy particulares a los climas donde se desarrollan los asentamientos humanos. En el caso de Chile, los climas seleccionados muestran diferencias en latitud, altura sobre nivel del mar, niveles de radiación, humedad, lluvias, viento, etc.

De esta forma, para concluir estrategias sustentables y así postular modelos urbanos bioclimáticos aplicables a realidades urbanas concretas, definimos agrupar las estrategias de biourbanismo para cada ciudad, sin perjuicio que las conclusiones antes expuestas por modelos y compacidad puedan ser útiles para otras realidades climáticas nacionales o extranjeras.

Como conclusiones generales de modelos urbanos sustentables, definiremos los parámetros antes determinados como los elementos centrales de nuestros postulados de Biourbanismo.

Para cada modelo urbano habrá que considerar la densidad habitacional y la forma de agruparla, es decir su compacidad. (Viviendas aisladas o pareadas, bloques, edificios en altura) (Sistema agrupación, unas o dos crujías, profundidad de la planta para iluminación natural)

Estas conclusiones finales serán descritas en un formato de normativa u ordenanza ambiental, las cuales serán útiles para aplicarlas en proyectos urbanos concretos en la etapa siguiente de este trabajo, sin perjuicio que los resultados expuestos en esta etapa ya son parte fundamental de las conclusiones de la investigación en biourbanismo y por sí mismas generan un aporte al conocimiento en materia de sustentabilidad urbana.

ETAPA 9.- BIOURBANISMO

Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

9.1.- Desarrollo de una ordenanza bioclimática habitacional para cuatro ciudades de Chile

Considerando que en Chile no existen normativas de urbanismo sustentable, tomaremos como referencia para la elaboración de la ordenanza bioclimática el estudio realizado por el Ministerio de Obras Públicas en el año 2000, denominado "Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos"²⁵³.

En este excelente estudio se detalla una serie de pautas generales y recomendaciones para la eficiencia energética y sustentabilidad de los edificios, en todas las zonas climáticas del país. Extraeremos las recomendaciones de diseño que puedan ser complementarias con la planificación de conjuntos de viviendas sustentables.

En general, el estudio del Ministerio de Obras Públicas elabora pautas de diseño asociadas a la forma del edificio (orientación y espacios exteriores), aberturas (tamaño, orientación, protección, ventanas), muros y tabiques, techos, iluminación y ventilación.

De estas pautas serán relevantes para Biourbanismo las que tiene relación con la forma del edificio y se relación con las aberturas, que en cierta medida indiquen en la tipología habitacional y su relación con las variables ambientales de la investigación, y con las variables urbanas de compacidad y densidad habitacional.

Considerando los seis parámetros centrales de nuestra investigación, y teniendo como objetivo fundamental determinar la mejor orientación de la trama urbana, de acuerdo a la orientación solar y de los vientos en cada zona climática, determinamos valorar de la siguiente manera los resultados de las modelaciones de biourbanismo ya realizadas en la etapa anterior.

Radiación Solar incidente equivale a 60% del factor total de orientación de trama urbana. Modelación eólica a un 20% del total. Sombra incidente espacios abiertos equivale a un 20% = 100%.

Esta proporción podría variar según la zona climática, pero por ahora dejaremos fijos estos porcentajes en la valorización de las tres variables que determinan la mejor orientación de la trama urbana en estos climas particulares (Ciudades).

²⁵³ Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos. Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile. Ambiente Consultores. Diciembre 2000.

9.1.1.- Ciudad de Arica / Zona Norte Litoral Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

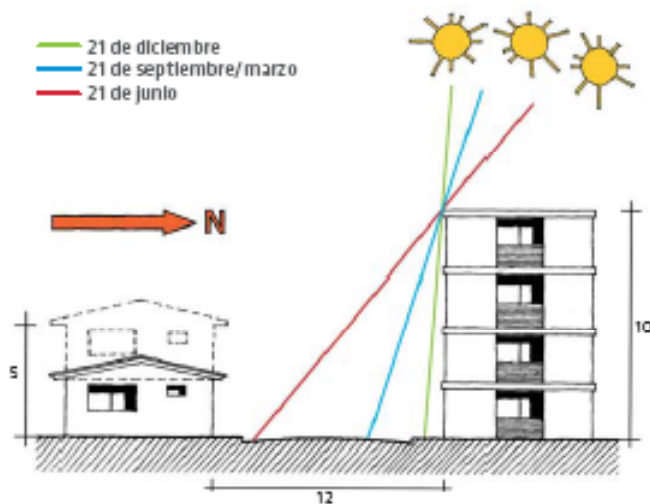
Orientación NORTE

Modelo Urbano media compacidad

Orientación NORTE y 45° NORTE

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE



254

Ancho de Calles mínimo 10 metros (para edificios de 4 pisos)

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación (1:1)

²⁵⁴ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

Orientación edificios²⁵⁵

Es preferible las plantas con ejes iguales desarrolladas alrededor de patios. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de trabajo o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada.

Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

Espacios Exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

Se recomiendan aberturas medianas, entre el 20 y el 40% de las fachadas.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur ya que las demás orientaciones pueden producir sobrecalentamiento y deslumbramiento.

Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento

Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

Protección Solar

Aunque la vegetación es escasa y difícil de cultivar, es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

²⁵⁵ Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos. Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile. Ambiente Consultores. Diciembre 2000.

9.1.2.- Ciudad de Calama / Zona Norte Desértica Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

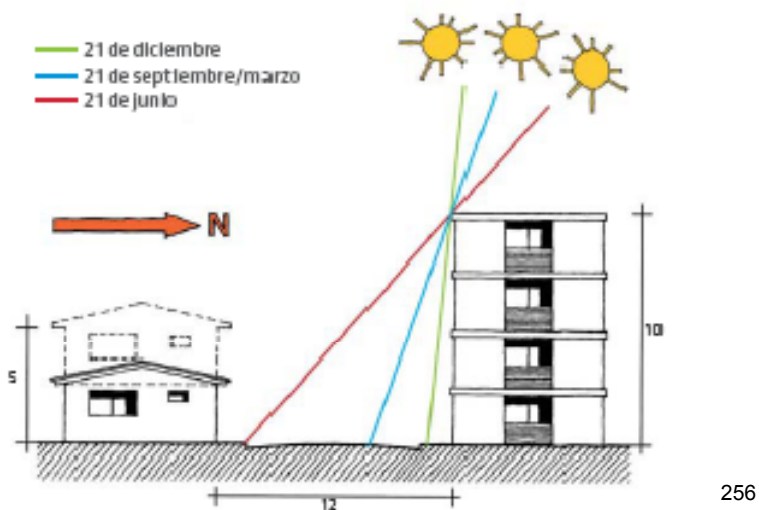
Orientación NORTE

Modelo Urbano media compacidad

Orientación NORTE

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE



Ancho de Calles mínimo 10 metros (para edificios de 4 pisos)

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación (1:1)

²⁵⁶ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

Orientación edificios²⁵⁷

Es preferible las plantas con ejes iguales desarrolladas alrededor de patios. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de trabajo o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada.
Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

Espacios exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

Se recomiendan aberturas pequeñas: menos del 25% de las fachadas. Disminuye el intercambio con las bajas temperaturas nocturnas o altas temperaturas diurnas del exterior.

Considerar compensaciones si son mayores, como mayor espesor de aislante en muros y techos o ventanas de mejor calidad térmica: con cierres más herméticos, marcos sin puentes térmicos, uso de persianas exteriores, etc.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur.

Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento. Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

Protección Solar. Aunque la vegetación es escasa y difícil de cultivar, es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar.

Protección contra el viento Si es posible deben considerarse barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

²⁵⁷ Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos. Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile. Ambiente Consultores. Diciembre 2000.

9.1.3.- Ciudad de Santiago / Zona Central interior Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

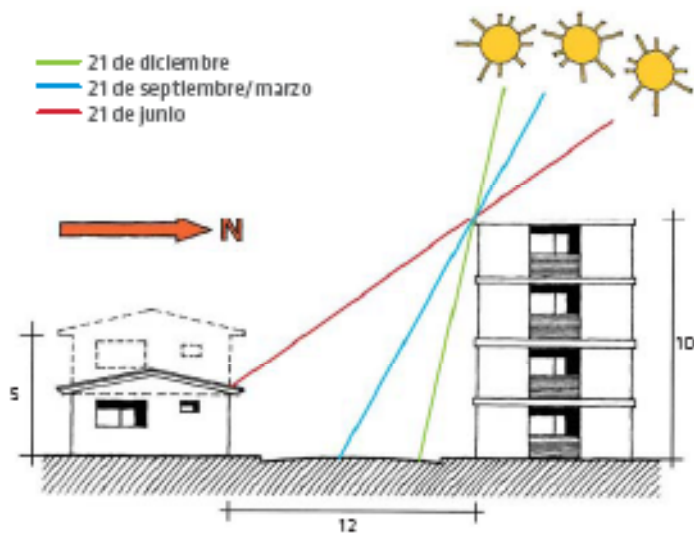
Orientación NORTE

Modelo Urbano media compacidad

Orientación 45° NORTE

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE



258

Ancho de Calles mínimo 12 metros (para edificios de 4 pisos)

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación 1:1,2)

²⁵⁸ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

Orientación edificios²⁵⁹

Orientar el eje mayor del edificio en sentido Este - Oeste. Esto permite aprovechar el sol Norte en invierno. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de oficina o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada. Se pueden usar 2 crujías con restricciones en la ventilación.

Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio

Exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

20 a 40% de fachadas es recomendable para no tener pérdidas térmicas excesivas en un clima con una estación fría.

Considerar compensaciones si son mayores, como mayor espesor de aislante en muros y techos o ventanas de mejor calidad térmica.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Son preferibles las persianas exteriores. Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

Protección Solar

El uso de la vegetación de hoja caduca es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar en verano.

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

²⁵⁹ Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos. Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile. Ambiente Consultores. Diciembre 2000.

9.1.4.- Ciudad de Alerce (Puerto Montt) / Zona Sur Litoral Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

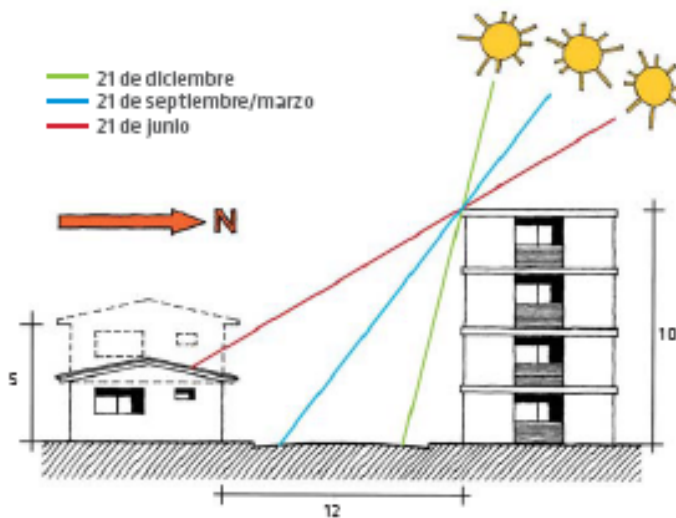
Orientación NORTE

Modelo Urbano media compacidad

Orientación 45° NORTE

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE



260

Ancho de Calles mínimo 14 metros (para edificios de 4 pisos)

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación 1:1,4)

²⁶⁰ Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social. Comisión Nacional de Energía de Chile. Autores y Edición. Waldo Bustamante y Yoselin Rozas. 2009

Orientación edificios²⁶¹

Orientar el eje mayor del edificio en sentido Este - Oeste. Esto permite aprovechar el sol Norte en invierno. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de oficina o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son inconfortables en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada. Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio

Exteriores

Se necesitan medidas especiales para la lluvia frecuente: grandes pórticos aleros generosos, patios cubiertos, etc. Como los inviernos son fríos y prolongados, se requieren circulaciones y lugares de encuentro cerrados.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

20 a 40% de fachadas es recomendable para no tener pérdidas térmicas excesivas en un clima con una larga estación fría.

Considerar compensaciones si son mayores, como mayor espesor de aislante en muros y techos o ventanas de mejor calidad térmica.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento.

Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

Protección Solar

Vegetación de hoja caduca es favorable para la protección solar de las fachadas transparentes.

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

²⁶¹ Análisis de Variables que influyen en el ahorro de energía y en la calidad ambiental de los edificios públicos. Dirección de Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas de Chile. Ambiente Consultores. Diciembre 2000.

9.2- Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable para cuatro proyectos habitacionales en Chile.

Los objetivos y la hipótesis planteada por la investigación buscaban demostrar que incluyendo estrategias medioambientales en las decisiones urbanísticas se pueden generar mejores proyectos urbanos, los cuales obtienen beneficios sociales, económicos y medioambientales.

Creemos que esta hipótesis y/o afirmación queda resuelta positivamente en las etapas anteriores, al demostrar que existen proyectos de urbanismo sustentable construidos, y que las estrategias pueden ser implementadas de forma clara y precisa en ordenanzas para su aplicación urbanística. De igual forma, las modelaciones energéticas muestran que no da lo mismo orientar hacia cualquier lugar una trama urbana, pues la futuras construcciones se orientaran a favor o en contra de la geometría del sol y de los vientos. En general la edificación sigue la lógica de la urbanización, la cual ya fue fijada al momento de establecer la trama urbana.

En esta etapa de la investigación, nos proponemos a incluir las recomendaciones de diseño urbano sustentable en cuatro grandes proyectos habitacionales del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, que están en proceso de construcción en las ciudades del presente estudio.

Como parte de la investigación se realizaron viajes a terreno, midiendo in situ algunas de las variables urbanas y ambientales del estudio. Se tomaron muestras fotográficas, analizando su planimetría estructurante y sus planes reguladores, para determinar si existen algunas variables bioclimáticas.

En general estas ciudades no incluyen estrategias de sustentabilidad. Estos grandes proyectos habitacionales siguen la lógica de crecimiento urbano del modelo económico de libre mercado, con ciertas condiciones urbanísticas del Estado. En general son proyectos que se desarrollan en la periferia de la ciudad, o en zonas de renovación urbana, donde los precios de los terrenos son más bajos y se orienta la demanda de vivienda social. Como afirmamos durante las etapas precedentes de la investigación, esta es la forma más común de crecimiento urbano de las ciudades de Latinoamérica.

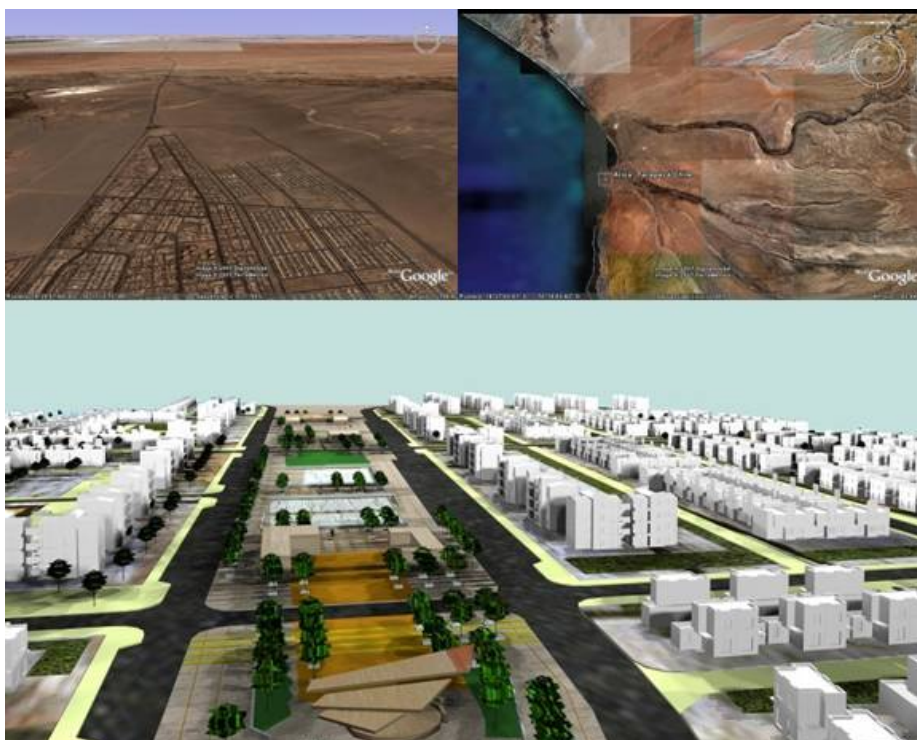
En general en Chile no existen proyectos u obras urbanas de gran escala con estrategias de sustentabilidad, ya que no hay normas, leyes ni políticas que sustenten este tipo de estrategias.

9.2.1.- Arica, Proyecto Inmobiliario Punta Norte

18ª 25' 20.81" SUR 70ª 13' 13.59" OESTE

2000 viviendas aprox. Urbanización en construcción.

El primer proyecto urbano del estudio es Punta Norte, ubicado en la zona norte de la ciudad de Arica, a unos 30 kilómetros del límite con Perú.



Se considera una gran urbanización de 2000 viviendas, en distintas densidades y para diversos estratos sociales. En general se proyecta en la imagen objetivo bloques de viviendas de 4 pisos, similares al modelo de media compacidad de la presente investigación.

MACROLOTE	M2	HAS		VIVIENDAS
Viviendas de 600 - 900 UF	57.745,6	5,8	14,4%	346
Viviendas Hasta 600 UF	63.990,2	6,4	16,0%	512
Viviendas Fondos Concursables	129.205,9	12,9	32,3%	1.163
Equipamiento	947,8	0,1	0,2%	-
Parque	33.557,5	3,4	8,4%	-
Vialidad	114.560,7	11,5	28,6%	-
TOTALES		40,0	100,0%	2.021

La modalidad del negocio inmobiliario permite diversas tipologías arquitectónicas, según las inmobiliarias que se interesen en invertir en este máster plan.

²⁶² Imagen Objetivo. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Chile, 2005.

En general en la ciudad de Arica se desarrollan proyectos inmobiliarios en la periferia urbana, en terrenos de diversas características. En particular, en el proyecto Punta Norte se considera un terreno de características rectangulares de aproximadamente 40 hectáreas.

La distribución del suelo considera un 28% para vialidad (11,5 HA), 8,4 % para áreas verdes (3,4 HA) y solo 1000 m² para equipamiento. (0,2%). De esta forma, para el desarrollo de conjuntos de viviendas se considera una superficie de 25 hectáreas, correspondientes al 65% del terreno.



En la propuesta se plantea un gran parque central, sobre el cual se desarrollan los polígonos rectangulares que se lotean a diversas inmobiliarias para desarrollar viviendas. La propuesta no presenta estrategias de sustentabilidad, en ninguna de las estrategias importantes analizadas en la ordenanza bioclimática de la etapa anterior.

Proyecto Punta Norte, Arica.

Aplicación de las recomendaciones de diseño urbano sustentable.

Orientación trama urbana

Modelo Urbano media compacidad

Orientación NORTE y 45° NORTE

No cumple

Según la pauta de recomendaciones la orientación ideal para orientar la trama urbana sería a norte o 45° norte, lo cual no se cumple, ya que la orientación de las calles y avenidas están propuestas con una inclinación de 30° hacia el norponiente.

Análisis urbano de los vientos

No considera

Ancho de Calles mínimo 10 metros (para edificios de 4 pisos)

Si cumple.

Altura de la edificación (10 metros)

Si cumple

Relación ancho calles altura edificación (1:1)

Si cumple

Orientación edificios

Es preferible las plantas con ejes iguales desarrolladas alrededor de patios.

Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de trabajo o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

No cumple, los edificios que se observan en la imagen objetivo son compactos sin patios interiores, y de doble crujía y no tienen conceptos de ventilación pasiva. Están orientados en eje norte sur (30° inclinación norponiente), con lo cual las fachadas más expuestas son al este y oeste.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada.

Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

No cumple.

Espacios Exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

No cumple.

No existe ninguna propuesta de espacios públicos con estrategias de protección frente a la constante radiación solar.

Tampoco existen propuestas para protegerse de los vientos, que en esta zona desértica atrae polvo en suspensión a causa de la arena que se levanta en el desierto de Atacama.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

Se recomiendan aberturas medianas, entre el 20 y el 40% de las fachadas.

Si cumple

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al norte y al sur ya que las demás orientaciones pueden producir sobrecalentamiento y deslumbramiento.

No cumple, se orientan fachadas hacia orientaciones este y oeste.

Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento

No cumple, no existe ninguna propuesta con protectores solares.

Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

No cumple, no se desarrollan estrategias con aleros para la protección solar.



Protección Solar

Aunque la vegetación es escasa y difícil de cultivar, es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar

No cumple.

²⁶³ Imágenes del perímetro urbano de la Ciudad de Arica. Elaboración propia.

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

No cumple. El polvo de la arena del desierto que es movilizado por los vientos es uno de los conflictos urbano ambientales más complejos. No hay estrategias en esta línea de acción. Los espacios públicos no presentan lugares sombríos para protegerse de la sombra del desierto costero.



El proyecto inmobiliario Punta Norte no considera ninguna de las estrategias centrales de Biourbanismo. Para este clima en particular sería estratégico considerara al menos la protección solar y controlar los vientos que levantan la arena del desierto. Tampoco se reconocen estrategias bioclimáticas en los proyectos de edificios, donde la ventilación pasiva, la protección solar y la generación de energía con colectores solares serian estrategias fundamentales.

En general en la ciudad de Arica se reconocen dos tipologías habitacionales, que representan a dos modelos urbanos concretos que han consolidado el crecimiento periférico de la ciudad en los últimos 50 años. El primero, viviendas de dos pisos pareadas o aisladas, con pasajes y calles de diversas dimensiones. El segundo, bloques de departamentos de 4 pisos, ubicados en terrenos que no tienen ninguna consideración de Biourbanismo.

En la ciudad no se observan estrategias de protección frente al sol, sombreaderos verticales u horizontales en plazas o espacios entre departamentos. Tampoco se reconocen estrategias de protección frente al viento, ni la creación de áreas verdes para el esparcimiento de la población.

²⁶⁴ Imágenes de los conjuntos de viviendas en la Ciudad de Arica. Elaboración propia.

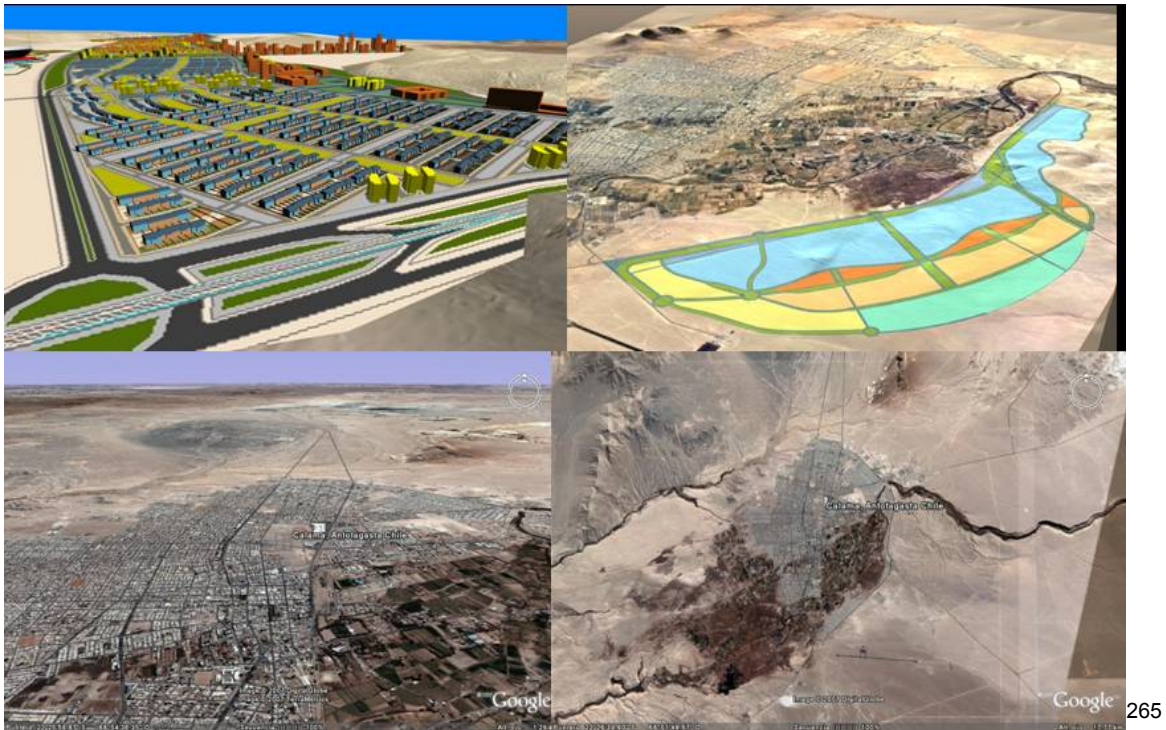
9.2.2.- Calama, Proyecto de Urbanización Topater

22ª 25' 53.93" SUR 68ª 57' 01.97" OESTE

1.500 viviendas aprox. Urbanización en construcción.

La macro urbanización de Topater, en la ciudad de Calama, considera una superficie total cercana a las 547 hás: 354 residencial mixtos, 110 equipamientos, 67 áreas verdes y 12 hás patrimonio. 31.000 viviendas de cabida.

Esta zona se propone como el área de expansión de la ciudad, protegiendo así la zona del oasis que está en peligro desde que a mediados del siglo 20 se incorporaran proyectos inmobiliarios en el curso del Río Loa, en pleno Oasis.

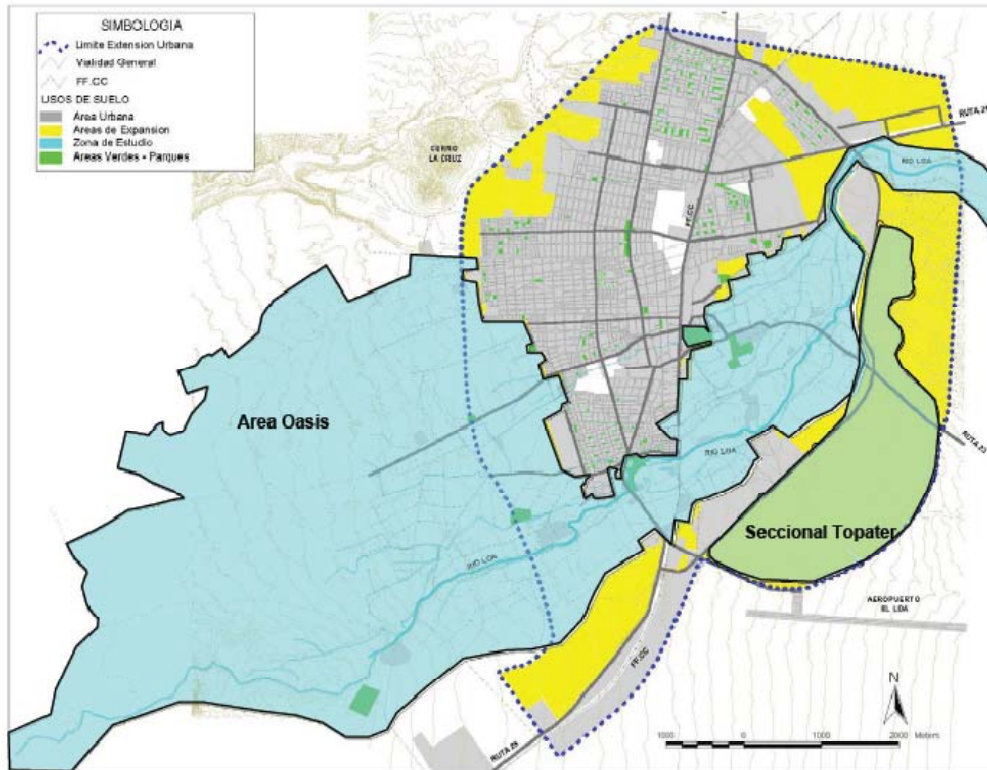


En particular esta ciudad está en un alto proceso de crecimiento urbano, debido a los planes de vivienda y traslado desde campamentos mineros cercanos a la ciudad. Se propone a Calama como ciudad -base de servicios de gran minería.

De esta forma, el proyecto inmobiliario de Topater se consolida como un sector habitacional de estratos socio económicos medio altos, para profesionales vinculados a la gran minería de Chile.

²⁶⁵ Imagen objetivo Topater, y su ubicación en el plano geográfico de la ciudad de Calama. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. 2006.

Al observar la siguiente imagen se puede analizar que la zona en azul corresponde al oasis, y como la ciudad fue creciendo e introduciéndose sobre este importante recurso natural. De esta forma, el seccional de Topater (color verde) viene a proteger y ampliar las zonas urbanizables hacia el sur de la ciudad.



266

La distribución esperada para los años 2002 -2015 considera que el 25% de la demanda con 2.006 viviendas, ocupando el 6.5% de su cabida potencial (31.000), se consolida hacia el año 2010.

La demanda de estratos bajos y pobres se localiza en el frente poniente, ocupando el 40% de los suelos disponibles

- En general el proyecto propone;
- Abrir Espacios Públicos en el Oasis
 - Parque -Paseo Río Loa (Atractor para inversiones turísticas y recreacionales)
 - Parque Las Vegas (Parque Urbano)
 - La Cascada (Protección del lugar)

- Desarrollo Urbano Sustentable
- Actividad Agrícola (Concentración en lugares existentes y con factibilidad de riego)
 - Actividad Turística y Recreativa (Aprovechando Paisaje y entorno del río)

²⁶⁶ Estudio de Tendencias Urbanas ciudad de Calama. Exposición final Octubre 2005. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Atisba consultores.

Prever sectores de presión inmobiliaria
Equipamientos Urbanos: continuidad Ciudad-Oasis
Proyectos de Vivienda Rural en zonas urbanas de regularización

Proyecto Topater, Calama.

Aplicación de las recomendaciones de diseño urbano sustentable.

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

Orientación NORTE

No considera vivienda con modelos de alta compacidad

Modelo Urbano media compacidad

Orientación NORTE

No considera modelos con viviendas de media compacidad

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE

Las viviendas de baja densidad, desarrolladas en casas de dos pisos, en terrenos aislados, se ubican en diversas orientaciones y sin estrategias de biourbanismo.



Al igual que en Arica, en el proyecto inmobiliario Topater se observa como el límite urbano con el desierto de atacama requiere de estrategias de sustentabilidad. Estas no son consideradas al momento de urbanizar, quedando viviendas que limitan con el extremo desierto y su influencia climática sobre lo edificado. Alta radiación solar y vientos con arena en suspensión.

²⁶⁷ Imágenes de los conjuntos de viviendas en la Ciudad de Calama, seccional Topater.
Elaboración propia.

Ancho de Calles mínimo 10 metros (para edificios de 4 pisos)
Altura de la edificación (10 metros)
Relación ancho calles altura edificación (1:1)

La relación del ancho de calles y la altura de la edificación si cumple según la pauta de recomendaciones, ya que son viviendas de máximo dos pisos con pasajes y calles con un ancho promedio superior a su altura.

Orientación edificios /viviendas

Es preferible las plantas con ejes iguales desarrolladas alrededor de patios.
Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de trabajo o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada.
Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

Espacios exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

No cumple. No existen espacios públicos protegidos del sol y del viento.



Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio.

Si cumple. En general son viviendas de dos pisos muy compactas.

²⁶⁸ Imágenes de los conjuntos de viviendas en la Ciudad de Calama, seccional Topater.
Elaboración propia.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

Se recomiendan aberturas pequeñas: menos del 25% de las fachadas. Disminuye el intercambio con las bajas temperaturas nocturnas o altas temperaturas diurnas del exterior.

Si cumple.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur.

No cumple, en general las aberturas son hacia cualquier orientación, no se observan estrategias en este sentido.

Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente.

Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento. Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

No cumple. No hay estrategias de protección solar, ni en la escala de la edificación ni en áreas públicas.

Protección Solar. Aunque la vegetación es escasa y difícil de cultivar, es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar.

No cumple. No se utiliza la vegetación como protección solar.

Protección contra el viento

Si es posible deben considerarse barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

No cumple. No hay estrategias de protección contra el viento. No se aprovechan las corrientes de viento en las mañanas y en las tardes para mejorar las condiciones ambientales de las viviendas y de los espacios públicos.

En general el proyecto urbano y/o seccional al plan regulador de la ciudad de Calama no considera estrategias de biourbanismo, al no considerar elementos de protección contra los vientos, el aprovechamiento eólico para generación de electricidad, la orientación y protección solar de los espacios públicos, entre otras estrategias ya comentadas.

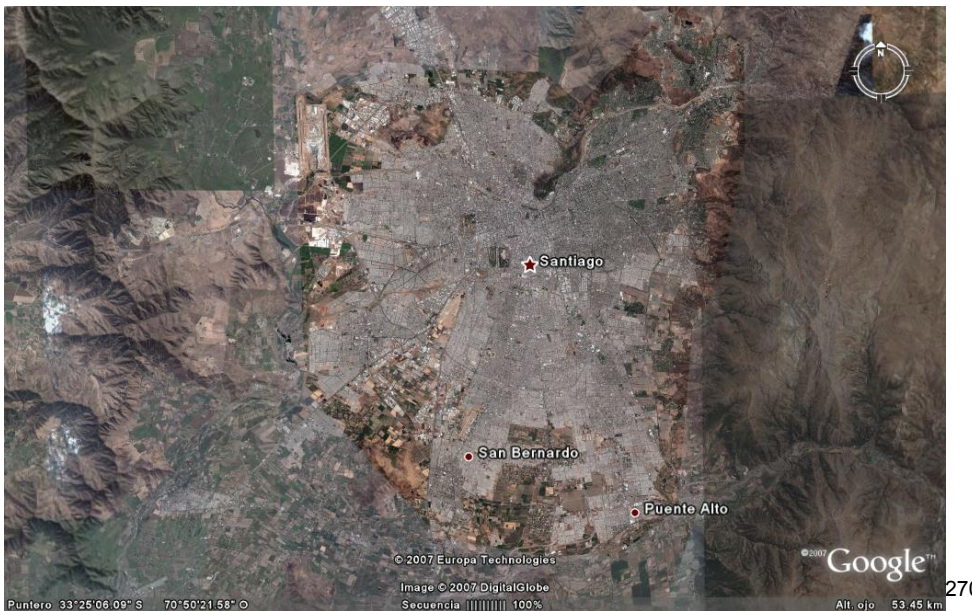
9.2.3.- Santiago, Proyecto Ciudad Parque Bicentenario

33° 29' 41.95" SUR 70° 41' 54.41" OESTE

20.000 viviendas aprox. (70.000 habitantes) Urbanización y parque en construcción. Proyecto urbano de 220 hectáreas. Parque central de 70 hectáreas. Reconversión urbana del ex aeropuerto de Cerrillos, en la zona sur de Santiago de Chile.



Este proyecto de reconversión urbana ha sido polémico desde sus inicios, pues planteó cerrar uno de los aeropuertos de la metrópolis de Santiago para favorecer la ubicación central en la ciudad de un gran parque y 20.000 viviendas. Se ha criticado el proyecto desde la óptica logística comercial, militar y urbana.



²⁶⁹ Imagen objetivo Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

²⁷⁰ Imagen satelital de Santiago de Chile. Octubre 2009. Google Earth.



“El Ministerio de Vivienda y Urbanismo lidera una política de desarrollo urbano que fomenta el desarrollo equilibrado de las ciudades y sus barrios. Ciudad Parque Bicentenario se enmarca dentro de esta política como ejemplo de recuperación de vacíos interiores urbanos”²⁷².

El objetivo del proyecto es construir un modelo de ciudad integrada con motivo del Bicentenario de la República, incluyendo a los distintos actores públicos, privados y profesionales en la gestión y consolidación del mismo.

Se propone un modelo de Ciudad Compacta:

Densidad media como modelo de crecimiento urbano interior con mayores índices de sustentabilidad. Densidad bruta proyectada de 250 hab./há.

Integración social:

Oferta variada de tipologías y precios de viviendas incorporando desde programas de viviendas de interés social hasta viviendas de 3000 UF. Se contempla que un 20% de las viviendas sea de interés social.

Oferta urbana completa:

Equipamiento y servicios para los habitantes del proyecto y del entorno. Se licitarán lotes para equipamiento educacional y comercial además de lotes para vivienda.

Parque y áreas verdes como estructurantes del proyecto:

50 hectáreas de parque más 20 hectáreas de áreas verdes locales.

Sello de calidad ambiental:

Cumplimiento de las exigencias del Sistema de Evaluación Ambiental y aplicación de criterios ambientales en el diseño del parque y la macroinfraestructura.

²⁷¹ Ubicación estratégica de Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

²⁷² Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

Asociación público-privada:

Desarrollo impulsado por el Estado para atraer inversión y guiar la conformación de la nueva ciudad.

Mecanismo de licitación de terrenos con anteproyecto.

Desarrollo autosustentable económicamente:

Asegurando la mantención del parque, sin generar cargas financieras al gobierno local o regional.

Todas estas grandes ideas del Proyecto Ciudad Parque Bicentenario no han logrado consolidar al proyecto. Hoy en día, a mediados del año 2010 está en proceso de análisis por parte del nuevo gobierno. Solo se ha logrado construir el parque central, y se han vendido algunos lotes a cadenas de retail y supermercados, pero el proyecto no ha logrado motivar a inversionistas inmobiliarios.

“La Imagen Objetivo es una herramienta flexible que orienta el desarrollo del proyecto, en términos de forma urbana y usos preferentes en preferentes, concordancia con la normativa urbanística fijada para el área. Fija la localización de los componentes principales y proyectos emblemáticos como una guía para la Gestión”²⁷³.



274

²⁷³ Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

²⁷⁴ Imagen objetivo. Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

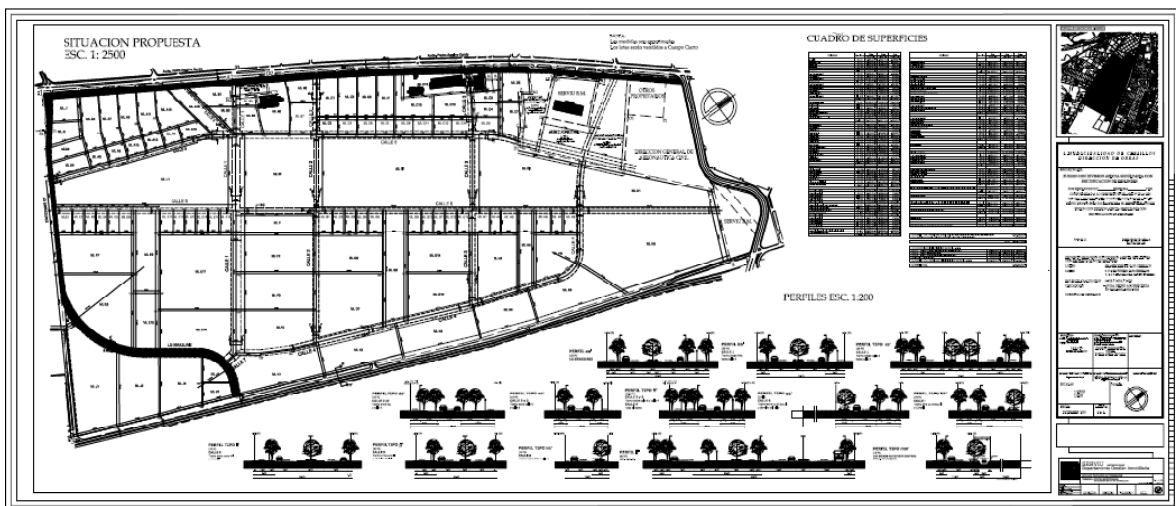
El elemento que guía el proceso de consolidación del este proyecto es el Parque Central de 50 hectáreas. Es el componente que estructura el proyecto. Incluirá una laguna de 2 hás, 3500 árboles, un boulevard en la antigua pista del aeropuerto, ciclovías y zonas de descanso. Parques laterales de 20 hectáreas. Permiten localización de equipamientos Vías Parques laterales (20 hás) verdes, como clubes deportivos.

El proceso de licitación de los macro lotes para vivienda compone la estrategia urbanística comercial, y deja libertad a los inmobiliarios para que propongan sus tipologías o modelos urbanos, solo restringidos por la densidad habitacional fijada por Ciudad Parque Bicentenario.

Licitación de Macrolotes con aptitud para:

- Vivienda en baja densidad.
- Vivienda en media densidad.
- Vivienda de interés social.
- Equipamiento Comercial.
- Equipamiento Educativo.

Esquema de licitación con anteproyecto. Se adjudicará la mejor oferta de anteproyecto y mejor oferta económica. Comité de expertos independientes. Evaluará los anteproyectos en base a criterios urbanísticos y ambientales.



275

Esta fue la idea original del proyecto, el cual no ha dado los resultados esperados. Si bien el proyecto se planteo como un ejemplo de urbanismo sustentable, esto no quedo reflejado en la macro urbanización, es decir en los lineamientos generales de la propuesta.

²⁷⁵ Proyecto de Urbanización definitivo. Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

Tampoco se desarrolló una ordenanza bioclimática para las futuras inmobiliarias que participaran de las propuestas, dejando libertad para que estas propusieran sus incentivos ambientales. Como hemos comentado en las etapas anteriores, en general en Chile y el mundo, si no hay normas y leyes que obliguen o incentiven a los inversionistas a proponer mejoras de biourbanismo, estas no se generan.

**Proyecto Ciudad Parque Bicentenario, Santiago de Chile.
Aplicación de las recomendaciones de diseño urbano sustentable.
Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable**

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)
Modelación eólica (20%)
Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

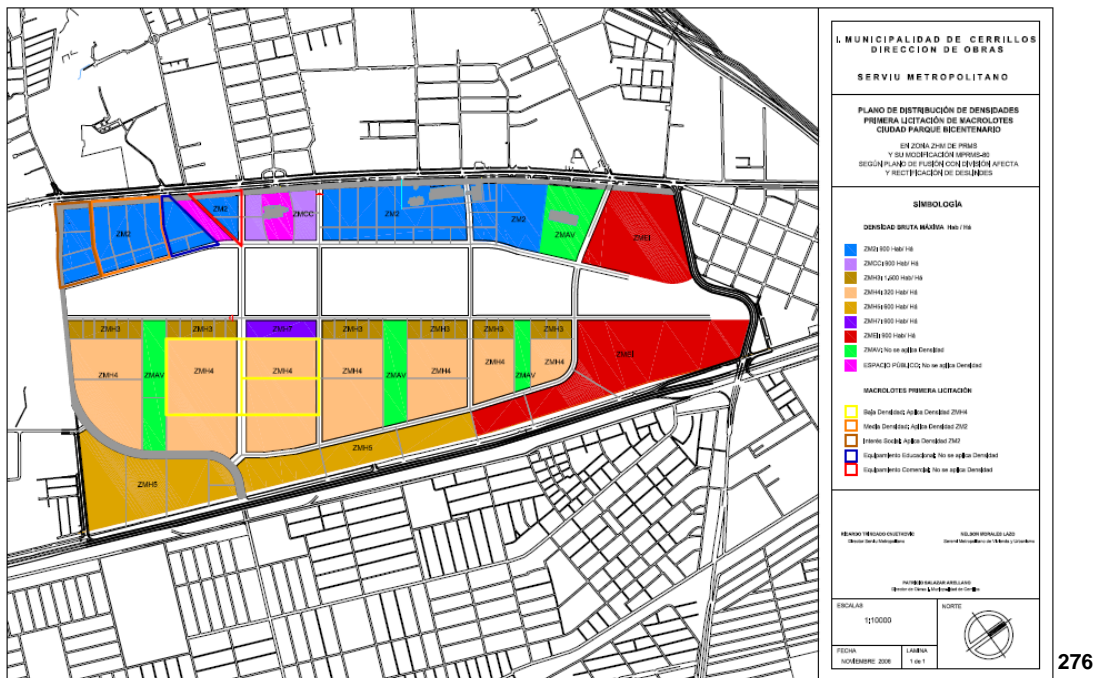
Orientación NORTE

No cumple, la orientación planteada para los edificios en altura es 45° hacia el poniente.

Modelo Urbano media compacidad

Orientación 45° NORTE

Si cumple.



276 Propuesta de densidades habitacionales. Ciudad Parque Bicentenario. Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile. Agosto 2006.

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE

Si cumple. Si bine cada inmobiliaria propone su tipología, en general los polígonos quedaron bien orientados.

Ancho de Calles mínimo 12 metros (para edificios de 4 pisos)

Si cumple

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación 1:1,2)

Si cumple

Orientación edificios

Orientar el eje mayor del edificio en sentido Este - Oeste. Esto permite aprovechar el sol Norte en invierno. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general para espacios de oficina o educacionales, las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada. Se pueden usar 2 crujías con restricciones en la ventilación.

No considera. No existe información sobre este punto.

Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio

Exteriores

Desarrollar espacios intermedios habitables, esto es, protegidos del sol y del viento. Los patios entre los edificios cumplen ese rol.

No considera. No existe información favorable sobre esta materia de biourbanismo.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

20 a 40% de fachadas es recomendable para no tener pérdidas térmicas excesivas en un clima con una estación fría.

Considerar compensaciones si son mayores, como mayor espesor de aislante en muros y techos o ventanas de mejor calidad térmica.

No considera. No existe información favorable sobre esta materia de biourbanismo.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Son preferibles las persianas exteriores. Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

No considera. No existe información favorable sobre esta materia de biourbanismo.

Protección Solar

El uso de la vegetación de hoja caduca es favorable para proteger las fachadas transparentes de la radiación solar en verano.

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

No considera. No existe información favorable sobre esta materia de biourbanismo.



277

²⁷⁷ Imagen del parque central. Ciudad Parque Bicentenario. 2009

En general el macro proyecto urbano de Ciudad Parque Bicentenario no tiene consideraciones bioclimáticas de escala urbana. La ubicación de las avenidas siguió la orientación la pista del aeropuerto existente, y las vías secundarias se desarrollaron perpendiculares a esta, quedando así orientada la urbanización en el eje 45° norte. Esta orientación es favorable a los vientos, ya que en general las pistas de los aeropuertos se desarrollan en ese sentido eólico.



Esto permitiría desarrollar una fuerte estrategia con los vientos, tanto a nivel urbano/espacios públicos como en los edificios y viviendas. De hecho, uno de los proyectos ganadores de los primeros concursos de ideas para esta urbanización se llamo “Ciudad de los vientos”.

Una vez que el proyecto fue desarrollado por el Ministerio de Vivienda esta idea central desapareció, desaprovechando una posibilidad potente de haber desarrollado un proyecto de urbanismo bioclimático con todo el potencial del viento para la generación de energía, mejores espacios públicos y el desarrollo de departamentos y viviendas con mejores condiciones ambientales, entre otras estrategias.

²⁷⁸ Imagen de la vialidad construida en el proyecto. Ciudad Parque Bicentenario. 2009

9.2.4.- Puerto Montt, Proyecto urbano en Alerce

41^a 24' 17.73" SUR 72^a 47' 57.26" OESTE

1500 viviendas aprox. Urbanización y viviendas en construcción.

El macro proyecto urbano de Alerce es la consolidación de un gran área de crecimiento para la ciudad Capital de la decima Región de Chile, Puerto Montt. Esta ciudad costera está emplazada en 4 terrazas geográficas que a finales del siglo 20 se sobre poblaron, quedando la ciudad sin áreas de expansión urbana.



“Desde la década del 60 a través de varios estudios de planificación (Wilsey Ham Consultores/Cedur y otros), y el Plano Regulador de 1961, se planteó el crecimiento de Puerto Montt en tres terrazas abrazando la bahía, con satélites dormitorios como Pelluco y Chinguí. Se estimó inconveniente pasar al Norte del Estero Lobos, o sea a la 4a. Terraza.”²⁷⁹

En la década del 80, se avanzó en la ocupación de la 4a. terraza hacia Puerto Varas y se observan los primeros efectos de la aplicación del D.S. 3516, de subdivisión de predios rústicos en parcelaciones de 5000 m², particularmente en de los terrenos a ambos costados de la ruta 5 Puerto Montt - Puerto Varas²⁸⁰.

Hacia 1990 la ciudad había ocupado la 4a. Terraza con miras a crecer hacia la 5a, terraza hacia Puerto Varas, había perdido Chinguí para fines habitacionales, no existiendo un desarrollo de condiciones favorables para un crecimiento masivo de Pelluco. Los programas de viviendas sociales se localizaban preferentemente en predios ubicados al poniente de Sector Mirasol.”

²⁷⁹ Plan Regulador de la ciudad de Puerto Montt. Diciembre 2008.

²⁸⁰ Ibid.

Asimismo el intenso crecimiento de Puerto Montt en los últimos 10 años ha incrementado el valor del suelo, siendo cada vez más difícil encontrar terrenos cuyo valor sea compatible con los montos destilables a este ítem en los programas de viviendas sociales.

Esta situación sustentó la iniciativa del Ministerio de Vivienda y Urbanismo que en 1995 hizo presente al Gobierno Regional la conveniencia de desarrollar Alerce como ciudad satélite de Puerto Montt. Su ubicación, próxima a Puerto Montt y Puerto Varas; el encontrarse en una vía intercomunal que constituía una alternativa a la ruta 5, que concentra gran parte de los flujos de la producción regional, y los planes de FF.CC. del Estado que señalaban a Alerce como terminal de carga, fueron los argumentos para solicitar la pavimentación del camino e iniciar la adquisición de terrenos. Posteriormente se contrató la ejecución de 162 viviendas básicas, las cuales fueron entregadas en el 1er. semestre de 1997.²⁸¹

Durante los últimos 10 años se han construido cerca de 9.000 viviendas, la mayoría de características sociales de baja calidad.

Superficie de terreno habitacional
1998-2005

	Nº	Sup. lote m2	% circ. y parques	Sup. Bruta m2	Total sup. habit. Ha	%
Alternativa 1						
Progr. Básica	5400	160	0,2	192	103.68	70,7
P.E.T	945	250	0,2	300	28.35	19,3
Subsidio Unificado	405	300	0,2	360	14.58	9,9
Total viviendas	6750				146.61	100,0
Alternativa 2						
Progr. Básica	7425	160	0,2	192	142.56	68,8
P.E.T	1350	250	0,2	300	40.50	19,5
Subsidio Unificado	675	300	0,2	360	24.30	11,7
Total viviendas	9450				207.36	100,0

Fuente Elaboración: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

También se debe considerar que esta zona urbana se encuentra ubicada dentro del área de riesgo asociado al volcán Calbuco, distante aproximadamente 25 kilómetros al poniente de dicho volcán.

²⁸¹ Plan Regulador de la ciudad de Puerto Montt. Diciembre 2008.

Ciudad de Alerce (Puerto Montt) / Zona Sur Litoral Recomendaciones de Diseño Urbano Sustentable

Orientación trama urbana

Según máxima energía incidente/ BIPV (60%)

Modelación eólica (20%)

Rango de sombras (20%)

Modelo Urbano alta compacidad

Orientación NORTE

No considera

Modelo Urbano media compacidad

Orientación 45° NORTE

No considera

Modelo Urbano baja compacidad

Orientación 45° NORTE

Cumple parcialmente, y de forma accidental pues no fue planificado.



282

Ancho de Calles mínimo 14 metros (para edificios de 4 pisos)

No considera

²⁸² Plan seccional Alerce. Plan regulador Puerto Montt.

Altura de la edificación (10 metros)

Relación ancho calles altura edificación 1:1,4)

Si cumple en las viviendas de baja densidad, viviendas pareadas de uno y dos niveles.

Orientación edificios

Orientar el eje mayor del edificio en sentido Este - Oeste. Esto permite aprovechar el sol Norte en invierno. Orientar los espacios habitables al Norte y al Sur ya que, en general las orientaciones al este y al oeste son incómodas en verano.

No cumple. No hay estrategias urbanas de orientación solar de los conjuntos de viviendas. Tampoco cumplen las viviendas de forma individual, pues en general son conjuntos de viviendas similares que se orientan hacia los cuatro ejes cardinales con la misma tipología edificatoria.



283

Preferir 1 crujía para facilitar la ventilación cruzada. Se pueden usar 2 crujías, pero se restringe así la ventilación cruzada.

No cumple, no hay estrategias de ventilación en las viviendas. Siendo la humedad al interior de las viviendas uno de los conflictos más complejos en la vivienda social, no existen estrategias pasivas para la renovación del aire al interior de las viviendas.

Compacidad

Desarrollar de preferencia una planta compacta. Esto disminuye las superficies expuestas de la envolvente del edificio

Si cumple, en general son viviendas compactas.

²⁸³ Imágenes de la ciudad de Alerce. Elaboración propia. Septiembre 2009

Exteriores

Se necesitan medidas especiales para la lluvia frecuente: grandes pórticos aleros generosos, patios cubiertos, etc. Como los inviernos son fríos y prolongados, se requieren circulaciones y lugares de encuentro cerrados.

No cumple. No existen espacios públicos cubiertos que sirvan para protegerse de la lluvia y de los vientos.



284

En general las áreas públicas no tienen paisajismo y arborización, lo que contrasta con la región de Puerto Montt donde existe mucha vegetación. Las áreas verdes no están desarrolladas, y algunas calles interiores son de tierra lo que genera conflictos urbanos y ambientales en invierno.

Aberturas fachadas edificios

Tamaño

20 a 40% de fachadas es recomendable para no tener pérdidas térmicas excesivas en un clima con una larga estación fría.

Considerar compensaciones si son mayores, como mayor espesor de aislante en muros y techos o ventanas de mejor calidad térmica.

Si cumple, en general las viviendas tienen un porcentaje de aberturas de un 25%.

Orientación

Orientar preferentemente las aberturas al Norte y al Sur Protectores para excluir radiación solar Oriente y Poniente. Aunque son preferibles las persianas exteriores, se pueden colocar interiormente para protegerlas del viento.

No cumple, la orientación de las aberturas son hacia cualquier orientación, no hay estrategias de aprovechamiento pasivo de la radiación solar, ni de protección para épocas de estivales.

²⁸⁴ Imágenes de la ciudad de Alerce. Elaboración propia. Septiembre 2009.

Se necesitan aleros para evitar radiación solar Norte durante el verano. Estimar sus dimensiones de acuerdo a gráfico de trayectoria solar de la latitud correspondiente.

No cumple, no considera ningún tipo de protección solar.

Protección Solar

Vegetación de hoja caduca es favorable para la protección solar de las fachadas transparentes.

No cumple, no se utiliza la vegetación como elemento de protección bioclimática.

Protección contra el viento

Si es posible hay que hacer barreras contra el viento en la dirección predominante. Estas barreras pueden ser vegetales o de entramados de madera, PVC, etc.

No cumple, no existen estrategias de protección contra el viento.

La ciudad satélite de Alerce, como se le denomina a esta área de expansión urbana de la ciudad de Puerto Montt, no cuenta con el equipamiento urbano indispensable para la sustentabilidad urbana en su sentido integral, económico, social y ambiental. No existen tiendas comerciales, colegios, grandes supermercados ni hospitales.

De alguna forma es una gran ciudad dormitorio, donde la bajísima densidad habitacional hace que la gente tenga que desplazarse de un lugar a otro recorriendo grandes distancias, bajo las duras condiciones climáticas.

Sin duda no es un buen ejemplo de biourbanismo, pero refleja la realidad urbana de Chile en sus regiones más extremas, y es un proyecto importante de considerar para contrastar las recomendaciones de diseño urbano sustentable establecidas en esta investigación.

ETAPA 10.- CONCLUSIONES GENERALES DE LA INVESTIGACION

10.1.- Conclusiones generales y específicas

Los proyectos internacionales de urbanismo sustentable analizados en la presente investigación demuestran que es posible desarrollar Biourbanismo. La muestra contiene obras de urbanismo contemporáneo que funcionan en todas sus variables bioclimáticas, desde la eficiencia energética hasta la sustentabilidad urbana de los espacios públicos y privados.

Sin embargo en Chile y en países de Latinoamérica casi no hay ejemplos de este tipo de desarrollo urbano. Al recorrer las ciudades analizadas en este trabajo, y observar en vivo los proyectos que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo realiza en la actualidad, queda reflejado que no están siendo consideradas estas variables bioclimáticas.

¿Serán viables estas consideraciones de diseño urbano sustentable? Son realmente importantes para mejorar la calidad de vida de la gente?

No es objetivo de esta investigación analizar porque no están siendo incorporadas estas estrategias. Los aspectos económicos, políticos, sociales y culturales entre otros factores serían materia de varios otros estudios y debates sobre este tema tan complejo como la planificación de la ciudad sostenible.

Hoy, terminando la primera década del siglo 21 estas estrategias de biourbanismo resultan claras y casi obvias, pero son difíciles de implementar. El primer gran acto de urbanismo sustentable, el trazado solar y eólico de un territorio, no son muchos los que están dispuestos a considerar. Quizás si una inmobiliaria conoce bien los resultados que traerá la eficiencia energética de la edificación pueda considerarlo, pero lo más probable es que no lo realice mientras no sea ley de urbanización.

A menos que el mercado comience a mostrarlas como viables.

Tal vez falta un proyecto que detone un proceso que de confianza, que muestre a la sociedad que técnicamente es viable y que no incrementa sus costos de urbanización, pues los beneficios que trae son compensatorios en varios ámbitos.

En esta línea de acción es que los resultados de la Etapa 8 de la investigación se agrupan en una serie de recomendaciones de diseño para cada situación particular. Una ordenanza de urbanismo, a modo de manual, orienta y dispone los elementos más fundamentales de una intervención sobre el territorio.

Es el comienzo para que una Municipalidad/Ayuntamiento pueda invertir en orientar hacia el sol las calles y los edificios, o diseñar las viviendas y la vegetación que protege de los vientos los espacios públicos.

En terreno se pudo sentir los vientos, observar el polvo en suspensión en las ciudades del desierto de Atacama, la lluvia y el frío del sur de Chile. El recorrido del sol mostraba las zonas más soleadas y sombrías. En este sentido, si se puede y es importante mejorar lo que se está haciendo en materia de urbanismo, son estrategias sencillas que deben estar en las normativas de urbanismo contemporáneo, es decir urbanismo sustentable o bioclimático.

Aun se siguen entregando viviendas que tienen recintos habitables sin acceso a la radiación del sol, que no tienen ninguna estrategia de climatización pasiva.

¿Cómo incorporar los resultados de esta investigación en Biourbanismo?

Creemos que falta mayor desarrollo en las modelaciones bioclimáticas, apuntando a vincular aun más las soluciones concretas de las tipologías habitacionales. El urbanismo es una ciencia compleja, pues al relacionarla con la arquitectura las variables que se abren son demasiadas.

La hipótesis planteada por la investigación afirma que “Existen modelos urbanos que basan su desarrollo en la energía del medio ambiente, generando espacios habitables más sustentables y eficientes en el ámbito de la energía.”

Esta afirmación se empieza a comprobar en la Etapa 7 al describir casos reales de urbanismo bioclimático, donde las variables ambientales y las urbanas combinan diferentes estrategias que apuntan a la eficiencia energética y medioambiental.

Como aporte concreto a la ciencia del urbanismo, y en la línea de la hipótesis planteada, es en la Etapa 8 donde nos concentramos en comprobar y modelar que tan relevante es la orientación la trama urbana. En las ciudades del norte de Chile nos dimos cuenta que el sol va aun tan vertical en su recorrido que no es tan fundamental la orientación urbana, sino que la variable de la sombra urbana y del viento toman mayor fuerza, considerando modelos urbanos de viviendas que se construyen en el límite con el desierto de Atacama, uno de los más áridos del mundo.

En las ciudades de Santiago y Alerce, se comprobó técnicamente que la diferencia en la orientación de la trama urbana y su edificabilidad arquitectónica son claves urbanas fundamentales si se tiene a la eficiencia energética como principal vector urbano. Para la ciudad capital de Chile con 6 millones de habitantes, en el modelo urbano más común de esta ciudad (baja compacidad), “Al orientar la trama urbana a 45° norte obtenemos 127.000 WH/M² más que en las otras dos orientaciones, llegando a un promedio anual de 992.000 WH/M²”, es decir casi un millón de WH.

Todavía no tenemos la tecnología y el financiamiento para aprovechar esa cantidad de energía, pero en unos años más quizás si sea viable incorporar colectores solares fotovoltaicos en los revestimientos verticales y horizontales de nuestra ciudad. Sobre las viviendas y los edificios, en los espacios públicos.

En las presentaciones del Energy Forum, en Europa, se muestran como los edificios y las viviendas ya están siendo revestidas en estas tecnologías bioclimáticas activas, y para esto la primera prioridad es la correcta orientación urbana hacia el recorrido del sol.

Como estrategias pasivas del urbanismo, a lo cual podemos acceder hoy en Chile, es donde tenemos que concentrar nuestras energías. Sin embargo, no podemos dejar de mirar hacia el futuro y planificar hoy, en el tiempo y en el espacio, el ritmo bioclimático del urbanismo contemporáneo.

Conclusiones específicas.

Como conclusiones específicas esta el aporte científico urbano que las modelaciones energéticas muestran a favor de la eficiencia energética, en la orientación de los modelos urbanos. También se comprobaron los porcentajes de rangos de sombra que obtienen los distintos modelos urbanos, en razón de su densidad, compacidad, orientación y zona climática.

Las modelaciones eólicas también muestran ciertas conclusiones sobre la orientación de la masa edificatoria, describiendo las distintas presiones y las velocidades que se producen en cada caso particular, tanto sobre los volúmenes como en los espacios abiertos.

Las recomendaciones de diseño urbano sustentable, en la Etapa 9 de esta investigación, son las conclusiones particulares y específicas que proponen una aplicación concreta de los resultados del estudio. En la primera parte de esta etapa se propone una “Ordenanza bioclimática habitacional para cuatro ciudades de Chile”. Se elaboraron pautas relevantes para Biourbanismo que orientan la tipología habitacional y su relación con las variables urbanas y ambientales de la investigación.

Sin duda falta profundizar en esta pauta de recomendaciones, entrando a analizar y modelar algunas situaciones más particulares, como la profundidad y ancho de las viviendas, otras formas de agrupamiento, analizar temas de iluminación y radiación interior, o nuevas técnicas de ventilación cruzada en las viviendas y los espacios públicos. Es un proceso abierto y creemos que este es un primer paso en esa dirección.

Por último, se comparan estas recomendaciones de diseño urbano sustentable en cuatro proyectos en construcción del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, para comprobar si existen en la actualidad acciones concretas de urbanismo sustentable, y así visualizar como podrían ser incorporadas estas pautas bioclimáticas de urbanismo.

10.2.- Proyecciones hacia el futuro

Para continuar esta línea de investigación, se propone vincularla con el ámbito laboral y profesional, incorporando estas conclusiones y estrategias al urbanismo que desarrollan las Municipalidades, los Ministerios y los inmobiliarios, es decir tratando de llegar a incidir en las decisiones urbanas de los agentes públicos y privados.

¿Cómo lograr tener un efecto real sobre la construcción de la ciudad sustentable?

Hemos afirmado que en Chile y en general en el mundo, si estas recomendaciones no pasan a ser normas o leyes no tienen un efecto real sobre las decisiones de los inversionistas, urbanistas y población en general, es decir el mercado y su demanda.

De esta forma, nos interesa explorar como incorporar estas pautas de biourbanismo en la Ley General de Urbanismo y Construcciones de Chile (LGUC), y su ordenanza de aplicación. Como vimos al comienzo de la Etapa 8 de la investigación, hoy en día no están incorporados estos conceptos de urbanísimo bioclimático en las leyes y normas nacionales.

Otra forma de incidir y dar a conocer los resultados de la investigación será publicando sus resultados en seminarios y revistas científicas, de urbanismo y arquitectura. De hecho, la publicación de los resultados parciales de esta investigación en Biourbanismo en el pasado Energy Forum de Italia fue un excelente adelanto, pues el interés que provocó para ser publicado y presentado muestra que son temas de interés internacional. En esa oportunidad no había otras presentaciones latinoamericanas sobre energías sustentables aplicadas en la escala del urbanismo.

También es fundamental poder construir obras que demuestren la real aplicación de estas recomendaciones de biourbanismo. Hay que ver para creer como dice el buen dicho popular. De esta forma, combinando estos resultados y llevando a una investigación mas proyectual estamos desarrollando una tipología de vivienda social bioclimática.

A raíz del terremoto en Chile, donde hay más de 100.000 viviendas dañadas, se requiere de estrategias sustentables de reconstrucción habitacional. En esta línea propusimos al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en coordinación con la Fundación Un Techo Para Chile, una nueva tipología de vivienda modular sustentable.

En esta propuesta combinamos estrategias de arquitectura bioclimática, sistemas constructivos pre fabricados, y modelos de calefacción distrital pasivos y con geotermia, es decir un concepto de biourbanismo que va desde la orientación solar pasiva hasta un sistema para calefacción intra domiciliario.

El proyecto se denomina Biocasa, una vivienda social sustentable. Se propone un sistema constructivo pre fabricado son paneles termo estructurales y un invernadero adosado en orientación norte. Este proyecto se plantea al sur de Chile, estudiando así las condiciones bioclimáticas pertinentes.

VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE (TERMO ESTRUCTURAL + BIOCLIMATICA) = BIOCASA

IMAGENES VIVIENDAS SISTEMA CONSTRUCTIVO PRE FABRICADO TECNOPANEL + INVERNADERO EN DANPALON (DVP)



TECNOLOGIA BIOCLIMATICA EN VIVIENDA SOCIAL



ALTA EFICIENCIA TECNOLÓGICA EN TERRENO

DISEÑO MODULAR SUSTENTABLE CON DIFERENTES ALTERNATIVAS DE CRECIMIENTO

MODULOS PRE FABRICADOS
3 MODULOS DE 3 X 3 METROS (ESTAR, COMEDOR Y 1 HAB.) +
1 MODULO 3 X 4 METROS (HABITACION PRINCIPAL)
2 MODULOS DE 1.50 X 6 METROS (BAÑO, COCINA Y ESCALERA)

VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE
SISTEMA CONSTRUCTIVO TECNOPANEL
INVERNADERO TECNOLOGIA DANPALON (DVP)

ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGETICA
VIVIENDA TERMO ESTRUCTURAL CON PANELES
PRE FABRICADOS EN MUROS, TECHOS Y PAVIMENTOS
SISTEMA DE VENTILACION PARA HUMEDAD
CAPTACION SOLAR PASIVA

TECNOLOGIA ANTI SISMICA CON AISLACION TERMICA
CONTINUA EN TODA LA ENVOLVENTE
REVESTIMIENTO MADERA O SIDING (DVP)

ALTERNATIVA AGRUPAMIENTO AMBITO RURAL Y URBANO
PAREADO CON SISTEMA DE AGRUPAMIENTO MASIVO
SISTEMAS DE CALEFACCION DISTRICTAL

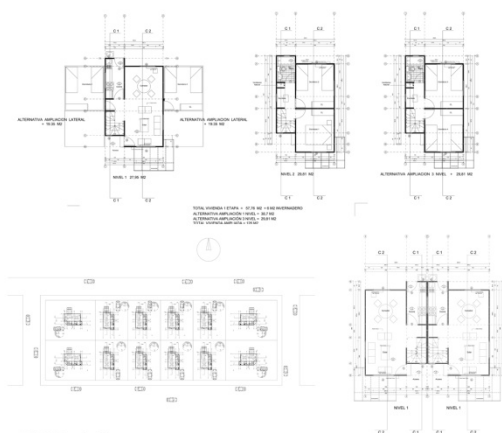


AOA L1 JUNIO 2010

LNV ARQUITECTOS ASOC.
WWW.LNVARQUITECTOS.CL

VIVIENDA SOCIAL SUSTENTABLE (TERMO ESTRUCTURAL + BIOCLIMATICA) = BIOCASA

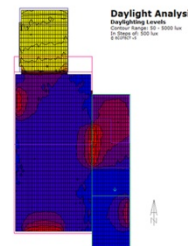
ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGETICA



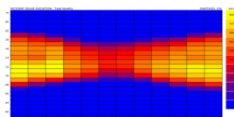
CONSUMO ENERGETICO PROMEDIO

Considerando solo calefaccion
Consumo anual total aprox: 151,571 kWh
Consumo promedio mensual aprox: 151,571 kWh /
12 = 12,63 kWh
Consumo por m2: 1,396 kWh

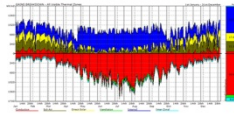
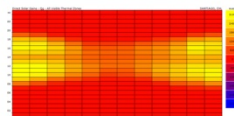
NIVEL ILUMINACION Y RADIACION SOLAR 1 PISO



EXPOSICION SOLAR INCIDENTE MENSUAL



GANANCIA SOLAR DIRECTA



AOA L3 JUNIO 2010

LNV ARQUITECTOS ASOC.
WWW.LNVARQUITECTOS.CL

285

285 Vivienda social sustentable. LNV Arquitectos Asoc. Manuel Novoa Tonda, Felipe Flores Arquitectos. Junio 2010

11.- BIBLIOGRAFIA

- 11.1.- Bibliografía de páginas Web consultadas (Weblografía)
- 11.2.- Libros y Revistas consultadas para la investigación
- 11.3.- Exposiciones y Seminarios consultados para la investigación
- 11.4.- Empresas vinculadas con la temática de la investigación

BIBLIOGRAFIA

CHILE

- M. Moreno y H. Eliash. "Arquitectura y Modernidad en Chile". Ed. UC. 1985.
- M. Jose Castillo ."100 años de Política de Vivienda en Chile". 2007. Edita Universidad Andres Bello
- A. Schapira. " La Cormu , acontecimiento nacional " Rev. Auca N° 1 3 Stgo.1966.
- Cormu 1971. "Cormu 71, Planes Seccionales Rev. Auca N° 13 Stgo
- V. Gamez. "El pensamiento urbanístico de la Cormu (1965 -1976) Rev.Urbano U del BioBio Vol 9N° 13
- V. Gamez. "Antecedentes para el Estudio de la Doctrina Habitacional de la Corvi. Rev INVI N° 38 /1999.
- A. Raposo ."Una aproximación contextual a la obra arquitectónica y urbana de Cormu en Santiago 1967 - 1973". Ed. UCEN Stgo 2005.

EXTRANJERA

- "Atlas de radiación solar a Catalunya. Volum I. Dades preliminars", ICAEN, (1992).
- Baker, Geoffrey H. Le Corbusier, Analisis de la Forma. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1994. (Título Original: Le Corbusier. An analysis of form)
- "Barcelona 1979/2004 del desarrollo a la ciudad de calidad", Ajuntament de Barcelona, (1999).
- Dictamen del Comité Económico y Social sobre el tema "Desarrollo sostenible en materia de construcción y vivienda en Europa" 97/C533/05. Diario Oficial de las Comunidades Europeas C355, del 21/11/1997.

"Eco urbanismo entornos humanos sostenibles: 60 proyectos", Miguel Ruano, (1999).

"Elementos de ordenación urbana", Juli Esteban Noguera. Barcelona, Edicions UPC, (1998).

"Energy in Architecture. The European Passive Solar Handbook". John R. Goulding, J. Owen, Theo Steemers, Ed. B.T. Bastford for the Commission of the European Communities. London 1994.

"Energy conscious design, a primer for architects". Goulding, Owen Lewis, Steemers, Ed. B.T. Bastford for the Commission of the European Commission, (1993).

"Environmental Design Opportunities". Metodología BEEAM, ECD Consultantes London&Institut Cerda. Proyecto Europeo Thermir B, 1997.

Greater London Council. Introducción al Diseño Urbano en Áreas Residenciales. Madrid, Editorial Herman Blume, 1985 (Título Original: An Introduction to Housing Layout, 1978)

Herzog, Thomas. Solar Energy in Architecture and Urban Planning. Munich, Editorial Prestel, 1996.

Kirschenmann, Jorg C. Vivienda y Espacio Público; Rehabilitación urbana y crecimiento de la ciudad. Barcelona, Editorial GustavoGili, 1985. (Título Original: Wohnungsbau und öffentlicher Raum. Stadterneuerung und Stadterweiterung. Deutsche Verlags- Anstalt GmbH, Stuttgart, 1984)

"La ciutat sostenible", Centre de Cultura Contemporània de Barcelona, Institut d'Edicions.

Lloyd Jones, David. Arquitectura y Entorno, El Diseño de la Construcción Bioclimática. Barcelona, Editorial Herman Blume, 2002. (Título Original: Architecture and the Environment, London, 1998)

López de Asiain, Jaime. Arquitectura, Ciudad y Medioambiente. Sevilla, Universidad de Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 2001.

López de Asiain, Jaime. Vivienda Social Bioclimática, Un nuevo Barrio en Osuna. Sevilla, Seminario de Arquitectura y Medio Ambiente (SAMA), 1996.

Melet, Ed. Sustainable Architecture. Towards a Diverse Built Environment. Rotterdam, Editions NAI Publishers, 1999.

Meyer-Bohe, Walter. Nuevas formas de vivienda. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1978. (Título Original: Neue Wohnformen)

“Normativa urbanística Metropolitana”, Area Metropolitana de Barcelona, 1994

Olgyay, Víctor. Design with Climate. Princeton 1969.

Paricio, Ignacio; Sust, Xavier. La Vivienda Contemporánea, Programa y Tecnología. Barcelona, Instituto de Tecnología de la Construcción de Catalunya (ITeC), 1998.

“Passive solar architecture for the mediterranean area”. R Colombo, A Landbaso, A Sevilla.

Joint Research Centre, Comission for the European Comunities. Bruselas 1994.

“Plan general de Ordenación Urbana de Madrid. Memoria” Ayuntamiento de Madrid, 1997.

Peters, Paulhans. Casas unifamiliares con patio. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1980. (Título Original: Neue Atriumhauser)

Peters, Paulhans; Henn, Ursula. Viviendas unifamiliares aisladas. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1984. (Título Original: Einfamilienhauser)

"Primer catálogo español de buenas prácticas. Volumen segundo. Ciudades para un futuro más sostenible", Ministerio de Fomento, (1996).

Serra, Rafael. Arquitectura y Climas. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1999.

Serra Florensa, Rafael; Coch Roura, Helena. Arquitectura y Energía Natural. Barcelona, Ediciones UPC, 1995

Steadman, Philip. Energía, Medio Ambiente y Edificación. Madrid, Editorial Herman Blume, 1978. (Título Original: Energy, Environment and Building, Cambridge University Press, 1975)

Wachberger, Michael y Hedy. Construir con el Sol. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1985.

+ LIBROS

Ester Higuera, URBANISMO BIIOCLIAMTICO
Editorial Gustavo Gili

11.1.- Bibliografía de paginas Web consultadas (Weblografía)

11.1.1.- ECOBARRIOS, CO-HOUSING, COMUNIDADES, BUENAS PRACTICAS

www.bshf.org

Building and social housing foundation

www.sustainability.murdoch.edu.au

Publications Jscheurer

Carfree Housing in European Cities

www.cohousing.org

www.smartcommunities.ncat.org/articles/cohouse.shtml

www.grahammeltzer.com/cohousing/index.htm

www.earthsong.org.nz

Ecobarrio – earthsong, Nueva Zelanda.

www.ecocityprojects.net

Siete casos ejemplares, escala Municipal, en ingles.

www.ekostaden.com

Transformación de Malmo en ciudad ecológica. Suecia.

www.eaue.de

European Accademy of the Urban Environment

www.europeangreencities.com

European green cities network

www.findhorn.org

Findhorn Ecovillage

www.habiter-autrement.org

Alternativas a la vivienda

www.igstrats.org/ecovillage.html

Estrategias intergeneracionales

www.she.coop

Sustainable Housing in Europe

www.sustainable.org

Sustainable communities network

www.selba.org/ecoaldeasRIE.htm

Ecoaldeas españolas

www.ecohousing.net

The Ecohousing Corporation

11.1.2.- ASOCIACIONES, REFERENTES INSTITUCIONALES, LIBROS EN LINEA

Alcance del concepto de sostenibilidad, como se informa de la sostenibilidad, instrumentos y criterios de valoración, metodologías de trabajo, software y normativa.

www.csostenible.net

Agenda de la construcción sostenible

Colegio de arquitectos técnicos y aparejadores de Barcelona

www.breeam.org

Bre Environmental Assessment Method

BRE (Building Research Establishment) Version inglesa del Green Building Council

Difiere del LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), el BREEM se centra más en el análisis del ciclo de vida de los materiales y edificios, y en la gestión de los residuos a lo largo del proceso. Las directrices del BREEAM se han reconocido en la normativa inglesa para la edificación de viviendas.

www.epa.gov/greenbuilding

Web de la agencia de Protección Medioambiental (EPA) estadounidense.

www.eere.energy.gov

Departamento para las Energías Renovables

www.europa.eu.int/pol/env/index_es.htm

Europa – Energía Ambiente y Desarrollo Sostenible

www.usgbc.org

Green Building Council

<http://buildlca.rmit.edu.au/links.html>

Greening the building life cycle

Eficiencia energética. Web mantenida por el departamento de Medio Ambiente de Australia.

www.greenbuilding.ca

Internacional initiative for sustainable built – environment

www.sdgateway.net

SD GATEWAY

11.1.3.- BIBLIOGRAFIA EN LINEA

Algunas publicaciones de referencia en línea en formato pdf. Ejemplos de algunas librerías en línea especializadas en construcción sostenible.

<http://habitat.aq.upm.es>

Biblioteca ciudades para un futuro mas sostenible

www.gsg.org

Global scenario group

The great transition, visiones y caminos hacia un futuro esperanzador

www.greenbooks.co.uk

<http://bookstore.greenbuilder.com>

Greenbooks.

<http://greenbuilding.ca/iisbe/gbpn/documents/policies/guidelines>

http://greenbuilding.ca/iisbe/gbpn/documents/policies/guidelines/germany_guideline_DB.pdf

www.rbi.es/imagenesConstruarea/CCConsSost.pdf

Guía de construcción sostenible – España

www.librairie-environnement.com

Librería Francesa de temas medioambientales

www.ribabookshops.com

RIBA-BOOKSHOPS

www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Design/Guidelines.htm

Sustainable Building Guidelines

<http://www.wbdg.org/ccb/SUSTSGN/sbt.pdf>

Sustainable building technical manual

Editado por Green Building Council

<http://tienda.ecohabitar.org>

Tienda librería Ecohabitar.

11.1.4.- VIVIENDA PASIVA

Certificación energética, energía solar, investigación prefabricados, transferencia tecnológica, vivienda bioclimática y pasiva.

www.provincia.bz.it/agenzia-ambiente/2902/klimahaus/index-i.htm

www.agenziacasaclima.it

Casaclima – Klimahaus

<http://concertoplus.eu>

Concerto: Energía y Transporte, VI Programa Marco de Investigación. Varios proyectos en Europa.

www.e3building.net

E3 Building: Ecología, economía y eficiencia. Red internacional de investigadores, empresas y profesionales de la construcción.

www.ecobuilding.dk

Ecobuilding

Programa Thermie de la Comunidad Europea, y otras importantes realizaciones con uso de energía solar.

www.buildingsplatform.org

Energie Performance of Building Directive

www.energuia.com

Energuia

www.energystar.gov

Energy Star

www.hausderukunft.at

Haus der Zukunft

(Espectacular Web austriaca de la casa del futuro)

http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/index_en.htm

Intelligent Energy

www.managenergy.net/gp.html

Manage Energy Good Practice

www.minergie.com

Minergie

www.passiv.de

www.scanhome.ie/passive/newreport.php

Passivehaus Institute

+ info de vivienda pasiva (Arquitectura solar)

www.cepheus.de

Casas pasivas economicas segun estandares europeos

www.agsn.de

Red para la construcción solar y ecológica

www.oeko.de

Instituto de ecologia aplicada, Oko-Institut e.V

www.enev-online.de

Reglamento de ahorro energético alemán

www.solarcity.org

Solarcity

www.solid.de

Centro informativo alemán de energía solar

www.deutsche-energie-agentur.de

Mercado alemán y europeo de técnicas y estudios solares

www.solarserver.de

Información sobre campos temáticos solares

www.baubiologie.net

www.candarch.de/links_architektur/oekologie.htm

Web para estudiantes de arquitectura

www.e-bauen.de

Revista de energía

www.uni-weimar.de/architektur/oekologisches_bauen

Bauhaus, Universidad de Weimar

www.urban21.de

Instituto federal de construcción y ordenación urbanística

www.bmu.de

Ministerio Alemán de Medioambiente

www.solarinfo.de

Banco de datos e información de fabricantes y empresas.

www.dgs-solar.org

Sociedad alemana de energía solar

www.energieinstitut.at

www.eurosolar.org

Asociación europea a favor de las energías renovables

www.regio3.ch/solarregion/inhalt.htm

Técnicas de aprovechamiento de energía solar

www.iwr.de/solar

Foro económico internacional sobre las energías renovables

SOBRE EL DEBATE DEL DESARROLLO SUSTENTABLE

- Aragonés, et al. (2003) 'Revisando en concepto de desarrollo sostenible en el discurso social' *Psicothema* 15:2, 221-226
- Azapagic, A., Clift, R., Perdan, S., Eds (2004) *Sustainable Development in Practice. Case studies for Engineers and Scientists*, John Wiley & Sons, Chichester.
Libro con ejemplos de las implicaciones del desarrollo sostenible en la ingeniería, en países desarrollados y en vías de desarrollo, analizando aspectos sociales, científicos, técnicos, económicos, y medioambientales.
- Cárdenas, L. A. (1998) 'Definición de un marco teórico para comprender el concepto del desarrollo sustentable' *Boletín del Instituto de la Vivienda INVI* 33
- CEPAL (2001). *La Sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades* capítulos I-IV.
(<http://www.eclac.cl/publicaciones/MedioAmbiente/5/LCG2145PI/lcg2145e.pdf>)
- CEPAL y UN Habitat (2001). *Plan de Acción Regional de América Latina y el Caribe sobre Asentamientos Humanos*. (<http://www.unhabitat-rolac.org/anexo/131220041619833.doc>)

- Charter M., Tischner U., Eds. (2001) Sustainable Solutions, Greenleaf Publishers, Sheffield.
 Libro con análisis de tres secciones. 1º Consideraciones de aspectos de consumo y producción en el Norte y el Sur; 2º Desarrollo de las aproximaciones y técnicas de productos y servicios sostenibles; 3º Demostración de casos globales sobre dematerialización, eco-innovación y eco-diseño.
- EU von Weizsäcker, AB Lovins, LH Lovins (1997) Factor 4: duplicar el bienestar con la mitad de los recursos naturales, Barcelona: Galaxia Gutenberg; Círculo de Lectores DL, 1997
 Libro de divulgación, realizado para el Club de Roma, por un grupo de autores del Wuppertal Institute. Contiene una serie de casos muy documentados en los que la tecnología permite lograr el objetivo del título: reducir a la mitad el uso de recursos para producir el doble de servicios.
- Gallopin, Gilberto (2003). "Sostenibilidad y desarrollo Sostenible: Un enfoque sistémico" División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Serie Manuales N° 64. Septiembre. Santiago de Chile.
- Gross, P. & Rivas, M. (1998). "Desarrollo de una metodología para evaluar la calidad del medio ambiente urbano". Avance de la investigación DIPUC n° 97 / 16PF, serie verde 2, Santiago, Chile: Instituto de Estudios Urbanos-PUC.
- Gross, Patricio (2002). Sustentabilidad ¿Un Desafío Imposible? (Santiago, Surambiente). Parte I (1a. Ed.). Chile: Ediciones Mar del Plata. (363.73098331 G878s 2002)
- Gross, Patricio. Arrue, Rodrigo. (2005) "Gestión ambiental a nivel local" Ediciones S Ambiente, santiago de Chile. Pág. 276 – 291.
- Guimaraes, R. P. (1994) "El Desarrollo Sustentable: ¿Propuesta Alternativa o Retórica Neoliberal?" EURE 20:61, 41-56
- Guimarães, Roberto. (1998). "La ética de la sustentabilidad y la formulación de políticas de desarrollo", publicada en la revista Ambiente & Sociedade, N° 2, (Campinas, Brasil) primer semestre, 5-24.
- Mulder, K. Ed (2006) Sustainable Development for Engineers. A Handbook and Resource Guide, Greenleaf Publishers, Sheffield.
 Libro de referencia para tecnólogos que quieren profundizar en su interrelación con el desarrollo sostenible. Un libro impulsado conjuntamente por la Universitat Politècnica de Catalunya y la Universidad Tecnológica de Delft.

- Naredo, J. M. (1996). 'Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible' (extraído de La Construcción de la Ciudad Sostenible, Madrid, Gobierno de España).
- Norgaard, Richard. (1984) El potencial del desarrollo coevolucionista. Land Economics. Vol. 60 No. 2 pp 160 – 173, mayo. California.
- UN-WCED, (1987) Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo de las Naciones Unidas. "Nuestro Futuro Común" (Madrid, Alianza).
- Weaver P, Jansen L, Van Grootveld G, van Spiegel E, Vergragt P (2000) Sustainable Technology Development, Greenleaf Publishers, Sheffield. libro que resume el programa holandés de investigación sobre la Innovación en Tecnologías Sostenibles, impulsado durante los años 90. Contiene 7 casos sectoriales de tecnologías nuevas con una perspectiva de 30-50 años y la aplicación de técnicas de prospectiva como el backcasting

□ 2. SOBRE DESARROLLO URBANO

- Acsehrad, H. (1999). "Sustentabilidad y ciudad". EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales, 25, 74: 36-46.
(http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71611999007400003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Allen, A. et al. (2002). Sustainable Urbanisation: bridging the green and blue agendas (Londres, DPU/DFID) Parte IV 333.7 A425e 2002
- Barton, Jonathan R. (2006). "Sustentabilidad urbana como planificación estratégica". EURE (Vol. XXXII, no 96), pp 96, agosto. Santiago de Chile.
- CONAMA (1998). Una Política Ambiental para el Desarrollo Sustentable (Santiago, CONAMA)
- De Mattos, C. A. (2006) – "Modernización capitalista y transformación metropolitana en América Latina: cinco tendencias constitutivas". Curso Doctorado Arquitectura y Estudios Urbanos. Universidad Católica. Santiago Chile.
- Diamond, Jared. (2005). "Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen". Viking, Penguin Group, Nueva York.
- Ducci, María Elena (1995). La Dimensión Política de la Sustentabilidad Urbana. IEU+T Serie Azul no.10 (Doc. 2534a 1998)
- Fernández Güell, J-M. (1997). Planificación Estratégica de Ciudades (Barcelona, Gustavo Gili) 307.76 F363p 1997

- Fernández, R. et al. (1999). Territorio, Sociedad y Desarrollo Sustentable 307.140982 T327s 1999
- Gabaldón, A. (1997) “Desarrollo Regional /Local en el Salvador” Fundación nacional para el desarrollo (FUNDE). San Salvador.
- Galilea, S. (1999, agosto). “Comentarios al Panel”. Seminario Espacio Urbano, Vivienda y Seguridad Ciudadana, MINVU.
- Gallopin, Gilberto (2003). Sostenibilidad y Desarrollo Sostenible: un enfoque sistémico
- Girardet, Herbert (1992). Ciudades: alternativas para una vida urbana sostenible (Madrid, Celeste) Parte Tercera + conclusión (307.76 G519g. E 1992)
- GRMS (Gobierno Regional Metropolitano de Santiago), UC (Universidad de Chile), GTZ. (2005). "Proyecto OTAS. Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago. Informe Final". (2005). Santiago. Recuperado el 10 de junio de 2007, de <http://www.subdere.gov.cl/1510/article-66558.html>
- GRMS, Gobierno Regional Metropolitano de Santiago. (2000). "Estrategia de Desarrollo de la Región Metropolitana de Santiago 2000 – 2006". Santiago. Recuperado el 10 de junio de 2007, de <http://www.subdere.gov.cl/1510/article-66558.html>
- Hough, M. (1995). Naturaleza y Ciudad (Barcelona, Gustavo Gili) 304.2 H838c.E 1998
- Iracheta, A. (2006) “Hacia una estrategia Nacional Integrada para un Desarrollo Territorial Sustentable” Colegio Mexiquense. Guadalajara. México
- Jordán, R. y D. Simeoni (coord., 2003). Gestión Urbana para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe (on-line). (<http://www.eclac.cl/publicaciones/MedioAmbiente/3/LCG2203P/lcg2203p.pdf>)
- Martín, J. (2005, agosto). “Funciones Básica de la Planificación”. CEPAL, 51, Santiago de Chile.
- Matus. C. (1993) “Guía de análisis Teórico, Seminario de Gobierno y Planificación, Método PES, Ed. Altadir. Caracas
- Max Neef, Mánfred y otros (2001). Desarrollo a escala humana. 2 Ed. Nordan Editores.
- Meadowcroft, J.; Farrell, K. & Spandegberg, J. (2005). ‘Developing a framework for sustainability governance in the European Union’, Int. J. Sustainable

Development, 8, 1/2, 3–11. Recuperado el 13 de junio de 2007, de <http://www.inderscience.com/filter.php?aid=7371>

- Meadowcroft, J. (1999). "Planning for sustainable development: what can be learned from the critics?" Kenny, M. y J. Meadowcroft (eds.), Planning sustainability. London: Routledge, 12-38.
- MINVU. (1999, Diciembre). "Espacio Urbano, Vivienda y Seguridad Ciudadana. Política Habitacional y Planificación". (1ra ed.). Santiago de Chile: División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional,
- MINVU. (2006). "Agenda de Ciudades 2006-2010", recuperado el 11 de junio de 2007, de http://www.minvu.cl/aopensite_20070419161338.aspx
- Moreno, C. (2005, 17 diciembre). "10 Años de Suelo para Santiago". Plataforma Urbana. Recuperado el 11 de junio de 2007, de <http://www.plataformaurbana.cl/archive/2005/12/17/10-anos-de-suelo-para-santiago-2/>
- OAS (Organisation of American States) (1996). 'Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible de las Américas'. http://www.science.oas.org/espanol/stacruz_plan.htm (Accessed 5 June 2006)
- Oviedo, E. (1999, agosto). "Seguridad Ciudadana y Espacios Públicos". Seminario Espacio Urbano, Vivienda y Seguridad Ciudadana, MINVU
- Palomo, Pedro Salvador (2003). La Planificación Verde en las Ciudades (Barcelona, Gustavo Gili) Partes I + V (307.12 S182p 2003)
- Ruano, Miguel (1999). EcoUrbanismo: entornos humanos sostenible – 60 proyectos (Barcelona, Gustavo Gili) Introducción 307.14 R894e 1999
- Sabatini, F. (1999, agosto) "La Segregación Espacial y sus Efectos sobre los Pobres y la Seguridad Ciudadana". Seminario Espacio urbano, Vivienda y Seguridad Ciudadana, MINVU.
- UN-Hábitat (2004). Introducción a las Lecciones de Mejores Prácticas y su Transferencia. (<http://www.unhabitat-rolac.org/anexo/200120051220866.pdf>)
- WINCHESTER, L. (2006 agosto) "Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe" EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales (vol. XXXII, No.96), pp. 7-25, Santiago de Chile.
- 3. SOBRE SISTEMAS DE MEDICION
- Antequera, J.; González, E. (2004). La sostenibilitat del desenvolupament Andorrà. Fundació Julia Reig. Andorra. ISBN: 99920-58-03-X

Este libro recoge un estudio elaborado por investigadores de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la UPC sobre la sostenibilidad del desarrollo del Principado de Andorra y los posibles escenarios de futuro. Se trata, en definitiva, de un estudio sobre diversos futuros posibles para un país pequeño como es Andorra, teniendo en cuenta las tendencias evolutivas del entorno próximo y global.

- Blanco, Hernán et al. (2001). Indicadores Regionales de Desarrollo Sustentable en Chile: ¿Hasta qué punto son útiles y necesarios? EURE 27:81. (http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612001008100005&lng=es&nrm=iso)
- Castro Bonaño, J. Marcos (2002). Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano: una Aplicación para Andalucía capítulo 3 (<http://www.eumed.net/tesis/jmc/cap03.pdf>)
- CEPAL (2001). Indicadores de Gestión Urbana: Los observatorios urbano-territoriales para el desarrollo sostenible. Manizales, Colombia. Serie Medio Ambiente y Desarrollo (Santiago). Serie Medio Ambiente y Desarrollo no.64, 2003. (<http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/6/14256/P14256.xml&xsl=/dmaah/tpl/p9f.xsl&base=/esalc/tpl/top-bottom.xslt>)
- Cicare, Adriana, et al. (2002) Sistema de indicadores ambientales para el desarrollo Sustentable del Mercosur. La sustentabilidad del desarrollo. Secretaria de Ciencia y Tecnología SECYT, Universidad de Rosario Argentina.
- Diamantini, C. (ed.) (2001). The Region: Approaches for a Sustainable Development. TEMI Editrice. Trento. ISBN: 88-85114-72-5
Actas del International Symposium "The Region: Approaches for a Sustainable Development" realizado en Trento (Italia) los días 6 y 7 de diciembre de 2001. Congreso promovido por ENSURE (European Network for Sustainable Urban and Regional Development). Incluye un apartado con interesantes ponencias sobre medida y evaluación de la sostenibilidad.
- Gallopin G. (1997). Indicators and their Use: Information for Decision-making a Whilley J. Sustainability Indicators. Moldan & Bilharz eds.
Un trabajo extenso sobre los diversos aspectos de la medida de la sostenibilidad
- González, E., Antequera, J. (2005). ¿Medir la sostenibilidad? Una aproximación al tema de los indicadores de sostenibilidad. Sostenible? num. 7: 135-160. Cátedra UNESCO De en Tecnología, Desarrollo Sostenible, Desequilibrios y Cambio Global. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrassa. Un artículo sobre la conceptualización de un sistema de indicadores de sostenibilidad y sus diversas metodologías de análisis y selección.

- Gross, P. y Hajek, E. (1998). Indicadores de Calidad y Gestión Ambientales (Santiago, PUC) 363.70983G878i (Cáp. 2 y 3)

- Grupo de trabajo sobre los Indicadores de Sostenibilidad para la aplicación del Programa Hábitat (2004) Informe sobre los indicadores de sostenibilidad Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo; Ministerio de Fomento, Madrid ISBN. 84-498-0714-X.

- Lammerts van Bueren, E. & Blom, E. (1997). "Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards". The Tropenbos Foundation. Recuperado el 15 de Junio de 2007, de <http://portals.wdi.wur.nl/ForestCertification/files/HieraFramework.pdf>

- León Aristizábal, S.; Barton, J. (2006). "Análisis de flujo de materiales y la huella ecológica: ¿tiene sustentabilidad la Región Metropolitana de Santiago?". Tesis Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Meadows D. (1998). Indicators and information Systems of Sustainable Development. Balaton Group.
Una verdadera y exhaustiva reflexión sobre el establecimiento de un sistema de indicadores de sostenibilidad por una de las autoras del famoso libro "Los límites del Crecimiento".

- OCDE. (2000). Towards Sustainable Development Indicators to Measure Progress: Proceedings of the OECD Rome Conference. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. ISBN: 92-64-18532-1

- PNUMA/IEUT (2004). Informe GEO Santiago de Chile 2003 (Santiago, EURE libros)

- Quiroga, R. (2002) "Indicadores de sustentabilidad: Experiencia mundial y desafíos para América Latina". (Presentación Seminario IDS para la República Argentina). Recuperada el 5 de junio de 2007, http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/novedades/seminario_indicadores_desarrollo/R_Quiroga.pdf.

- Quiroga, Rayen. (2001) "Indicadores de Sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas" CEPAL División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Serie Manuales N° 16. Septiembre. Santiago de Chile.

- Rayén Quiroga M. (2001). Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas. Manuales. Series CEPAL.

ISBN: 92-1-321911-3

Revisión de las principales iniciativas de desarrollo e implementación de indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible en el mundo, que podrían ser relevantes para los países latinoamericanos y caribeños. Los indicadores, construidos específicamente para los usuarios correspondientes, constituyen un sistema de señales que permiten a los países evaluar su progreso hacia el desarrollo sostenible.

- SADS, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2004). "Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible para Argentina, SIDA". 2º Taller Interinstitucional, Buenos Aires. Recuperado el 10 de junio de 2007, de http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/agenda_ambiental/acciones/indicadores_desarrollo_sostenible/ltaller_171104.pdf

- Segnestam, L.; Winogard, M. & Farrow, A. (2000). "Desarrollo de indicadores. Lecciones Aprendidas de América Central." Proyecto CIAT-Banco Mundial-PNUMA. Recuperada el 15 de junio de 2007, de http://www.ciat.cgiar.org/indicators/pdf/Desarrollo_Completo.pdf.

- SERPLAC, Secretaría Regional Ministerial de Planificación y Coordinación Región Metropolitana de Santiago. (2006). "Plan Regional de Gobierno 2006 – 2010: Región Metropolitana de Santiago". Recuperado el 10 de junio de 2007, de http://www.infopais.cl/interior/pdf/Planif_Territo/PlanesGob2006-2010/PlanGob_R13.pdf.

- Solís Mealla, O.; Barton, J., (2007) "El bienestar económico de la región Metropolitana de Santiago. Valoración a través del Indicador de Progreso genuino (IPG) Periodo 1986 – 2003. Tesis Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Stella Velásquez, L.E. (2005). Sostenibilidad Urbana en América Latina. Metodología de Planificación y Medida de la Sostenibilidad de Ciudades Medianas de América Latina. Manizales. ISBN: 958-97832-0-1
Los aportes conceptuales y metodológicos de este libro se desarrollan a partir de reconocer la importancia que tienen las ciudades para el desarrollo sostenible global. Para avanzar en el conocimiento de esta problemática se caracterizan los aspectos sociales, ambientales y económicos en el contexto urbano latinoamericano y se analizan, en concreto, las dificultades que presentan las ciudades de tamaño mediano para la sostenibilidad.

□ Sustainable Seattle. (2004). "Indicators of Sustainable Community Report". Recuperado el 09 de junio de 2007, de <http://www.sustainableseattle.org/pubs/1998IndicatorsRpt.pdf>

□ Varsavsky, Alicia. Fernández, Daniel. (2003) Indicadores de Sustentabilidad, ¿Se utilizan correctamente? Trabajo presentado en el 13° Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente, Buenos Aires, Argentina.

□ Velásquez, Luz Stella. (2001) Indicadores de gestión urbana. Los observatorios urbano – territoriales para el desarrollo sostenible. Manizales, Colombia. CEPAL, 30: 92-1-321778-1

□ Welsh, C.; Antequera, J.; Sureda, B.; González, E. (2006). Measuring Sustainability. in: Sustainable Development for Engineers. Mulder, K. (ed.). Greenleaf Publishing. ISBN: 00-1-874719-19-5
Capítulo del libro referenciado que trata sobre principios generales, metodología, herramientas de medida, cuestiones y ejercicios prácticos.

□ 3.1. OTROS INFORMES DE REFERENCIA

□ CDS, United Nations. Indicators of sustainable Development: Guidelines and methodologies. <http://www.un.org/esa/sustdev/publications/indisd-mg2001.pdf>

□ Glave, M.; Escobal, J. Indicadores de sostenibilidad para la agricultura andina. Debate Agrario No. 23 <http://www.ciedperu.org/bae/bae67/b67b.htm>

□ Hacia un perfil de la sostenibilidad local Indicadores comunes europeos. Comisión Europea. (2000) [haciaunperfil.pdf](http://www.ub.es/geocrit/b3w-586.htm)

□ Indicadores básicos para la planificación de la sostenibilidad urbana local <http://www.ub.es/geocrit/b3w-586.htm>

□ Indicadores de gestión urbana. Los observatorios urbano-territoriales para el desarrollo sostenible. <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/2/6292/P6292.xml&xsl=/tpl/p9f.xsl&ba>

□ Indicadores de sostenibilidad Balaton Group <http://www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf>

□ Indicadores de sostenibilidad para destinos maduros: balance y propuestas de aplicación. [indicadoresdestinosturismomaduro.pdf](http://www.iisd.org/pdf/balatonreport.pdf)

- Índice de desarrollo humano. Naciones Unidas
<http://hdr.undp.org/reports/global/2005/espanol>

- Informe sobre los indicadores locales de sostenibilidad utilizados por municipios españoles
informeindicadoreslocalesaarlborgcfs.pdf

- Meadows D. Indicators and information Systems of Sustainable Development.
<http://www.nssd.net/pdf/Donella.pdf>

- Metodología para estimar la sostenibilidad regional: Escenarios de futuro de Veracruz
resumentesiscarloswelsh.pdf

- Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Salvador Rueda. (1999).
<http://www.forumambiental.org/pdf/huella.pdf>

- Sustainable Seattle. Indicators of sustainable Community.
<http://www.sustainableseattle.org/Programs/RegionalIndicators/1998IndicatorsRpt.pdf>

- 3.2 ENLACES WEB

- Análisis de indicadores de sostenibilidad ambiental y urbana en las agendas 21 local y ecoauditorias
Tesis doctoral realizada por Maria Eliana Pino Neculqueo, el año 2001 en el Departamento de Construcciones arquitectónicas I de la Universidad Politécnica de Cataluña.
<http://www.tdx.cesca.es/TDX-0626103-132838/#documents>

- Banco Mundial
El banco Mundial publica cada año una serie de indicadores sobre la situación social, económica y ambiental de todos los países del mundo.
<http://www.bancomundial.org/>

- Carrying Capacity In East Sub-Saharan Africa: A multilevel integrated assessment
Tesis doctoral realizada en 1999 por el profesor Josep Xercavins Valls de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Cataluña.
<http://www.tdx.cesca.es/TDCat-0219103-085153/>

- CEPAL
Publica información sobre sostenibilidad y medio ambiente de los diversos países L.A.
<http://www.eclac.cl/dmaah/>

- Ciudades para un futuro más sostenible
Buenas prácticas, boletín de contacto periódico y documentos de interés
<http://habitat.aq.upm.es/>
- Comisión para el desarrollo sostenible de Naciones Unidas
Publica información sobre indicadores de desarrollo sostenible y para el seguimiento de los procesos de agendas 21.
<http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/isd.htm>
- Diseño de un sistema de evaluación de la sostenibilidad de ciudades medianas de América Latina
Tesis Doctoral realizada en el año 2003 por la profesora Luz Stella Velásquez de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, en el programa de doctorado de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la Universidad Politécnica de Cataluña.
<http://www.tdx.cesca.es/TDX-0630104-141737/>
- El debate actual sobre indicadores de sostenibilidad
<http://www.mideplan.go.cr/sinades/PUBLICACIONES/cambio-actitud/Articulo%20Edgar%20Furst.html>
- EUROSTAT
Web de la unión Europea que publica indicadores de desarrollo sostenible de los Países de la Unión Europea.
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1998,47433161,1998_47437052&_dad=portal&_schema=PORTAL
- IDEA Manizales (Colombia)
Pioneros en el desarrollo de los Observatorios de Sustentabilidad en Latinoamérica
<http://idea.manizales.unal.edu.co/SIODSII/html/index.htm>
- IDESCAT
Publica información sobre variables económicas, sociales y ambientales de Catalunya.
<http://www.idescat.net/territ/BasicTerr?TC=9>
- Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible
Publica información sobre indicadores de sostenibilidad
<http://www.iisd.org/measure/compendium/>
- Instituto Nacional de Estadística
Publica información sobre variables económicas, sociales y ambientales de España
<http://www.ine.es/inebase/cgi/um>

- INSURE. Regional Sustainability Indicators
 Combina la metodología de cálculo de indicadores de sostenibilidad con su proyección mediante dinámica de sistemas.
<http://www.insure-project.net/>
- La Agencia Europea de Medio Ambiente
 Publica indicadores sobre el estado del medio ambiente de los diferentes países europeos.
http://themes.eea.europa.eu/indicators/all_factsheets_box
- Living Planet WWF
 Informes anuales sobre la huella ecológica de los países y el índice del planeta vivo.
http://www.panda.org/news_facts/publications/key_publications/living_planet_report/index.cfm
- Ministerio de Medio Ambiente España
 Publica información y estadísticas sobre temas ambientales
http://www.mma.es/portal/secciones/info_estadistica_ambiental/
- Naciones Unidas, Objetivos del Milenio
 Información sobre la evolución de los Objetivos del Milenio en diferentes países del mundo.
http://millenniumindicators.un.org/unsd/mi/mi_goals.asp
- Observatorio de la Sostenibilidad en España
 Publica información y estudios sobre la evolución de la sostenibilidad en España así como indicadores
<http://www.sostenibilidad-es.org/observatorio%20sostenibilidad/>
- OCDE
 La OCDE publica estadísticas sociales, ambientales y económicas de todos los países del mundo.
http://www.oecd.org/statsportal/0,2639,en_2825_293564_1_1_1_1_1,00.html
- 4. SOBRE AGENDA 21:
- Alió, M^a Angels (1997). Cap a la reforma ambiental urbana. Aportacions des de la metodologia de les auditories municipals. Universidad de Barcelona y Diputación de Barcelona. Barcelona. .ISBN 84-475-1780-2.
 Análisis de la metodología utilizada en la realización de las auditorías ambientales municipales. Texto en catalán.
- Antequera J. (2005). El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos Edición electrónica a texto completo en: www.eumed.net/libros/2005/ja-sost/. ISBN: 84-689-5422-5
 Explica como desarrollar proyectos de sostenibilidad local a partir de los principios planteados en la Carta de Aalborg

- Antequera, J.; Carrera, E.; Evans, B.; García, E.; Germain, J.; Marchioni, M.; Theobald, K.. (2002).. Agenda 21. Revista "Sostenible?". nº 4. Cátedra UNESCO en Tecnología, Desenvolupament Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. UPC. Terrassa. ISSN: 1139-966X.
Monográfico de la revista "Sostenible?", que edita la Cátedra UNESCO de Sostenibilitat de la UPC, dedicado a la Agenda 21. Contiene diversos artículos sobre la agenda 21 local.

- Ayuntamiento de Calvià (1995). Agenda Local 21. Desarrollo y sostenibilidad en los destinos turísticos maduros del litoral mediterráneo: el caso de Calvià en Mallorca (Islas Baleares). Ayuntamiento de Calvià.
Libro que recoge experiencias de Calvia, municipio turístico costero ubicado en la Isla de Mallorca (España). Municipio pionero y de referencia internacional que ha recibido diversos reconocimientos internacionales en la aplicación de políticas locales de sostenibilidad y de implementación de la Agenda 21. Al tratarse de una localidad turística ha desarrollado también políticas y metodologías propias en el ámbito del turismo sostenible.

- Costa, Enrico (coord.) (2004). Pianificazione e sostenibilità. Agenda XXI locale. Quaderni del Dipartimento Scienze Ambientali e Territoriali. Gangemi Editore. Roma. ISBN:88-692-0561-9
Obra con la aportación de diversos autores que trata tanto de los objetivos de la Agenda 21, como del proceso de implantación y planificación seguido en Italia, así como la Agenda 21 temática y experiencias internacionales en su implantación. Texto en italiano.

- Diputación de Barcelona (2000-2003). Los procesos de las agendas 21 locales en los municipios de Barcelona. Área de Medio Ambiente de la Diputación de Barcelona. ISBN: 84-7794.719-8
Metodología de trabajo desarrollada por el Servicio de Medio Ambiente de la Diputación de Barcelona para la elaboración de Agendas 21 locales.
Volúmenes publicados:
 - I: Metodología para la elaboración de auditorias ambientales municipales.
 - II: La diagnosis ambiental documento básico de la auditoria ambiental Modelos de funcionamiento y calidad ambiental de los municipios.
 - III: Los flujos metabólicos en los municipios.
 - IV: Los planes de acción locales.
 - V: la participación y la Agenda 21 local.

- Franquesa, T. (ed.)(2001). Guia per l'Agenda 21 escolar. Ajuntament de Barcelona. Sector de Manteniment i Serveis. Direcció d'educació Ambiental i Participació. Barcelona. ISBN B-14612/01
Este interesante libro, redactado por la experta en educación ambiental Teresa Franquesa, constituye una guía utilizada por el Ayuntamiento de Barcelona para la implementación de la Agenda 21 en las escuelas e institutos de la ciudad. De gran

interés para las personas que quieran aplicar de forma práctica la Agenda 21 en las escuelas.

- Girardet, H. (2001). Creando ciudades sostenibles. Ed. Tilde, Valencia. ISBN84-95314-11-8
Explica las dinámicas urbanas y su transformación hacia la sostenibilidad
- ICLEI (1996). The local Agenda 21 planning guide. An Introduction to Sustainable Development Planning. SBN 0-88936-801-5
The Local Agenda 21 Planning Guide es una guía introductoria a los elementos, métodos e instrumentos de planificación que usan los gobiernos locales para implementar la Agenda 21 a nivel comunitario. Esta publicación desprende conclusiones generales del trabajo en curso a nivel local y recomienda aplicar a la planificación un enfoque general de desarrollo sostenible.
- Inter-American Development Bank. (1994). Agenda 21 and Latin America the Challenge o Implementing Environmental. Law and Policy. Inter-American Development Bank. Washington. D.C.
- Keating. M. (1996). Agenda 21. Fundació Terra. Editorial Mediterrània. ISBN 84-89622-32-9
Explica de manera sencilla los capítulos de la agenda 21 de Río 92
- Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (1998). Río 92. Programa 21. Naciones Unidas. 1992. Ministerio Obras Públicas y Transportes. Madrid. ISBN 84-7433-898-0
Documento original aprobado en Río de Janeiro el año 1992, en castellano.
- Moran, A. (ed.) (1997). Agenda 21 en el Mercosur. ¿Una opción para el medio ambiente?. CIEDLA. INAP. Buenos Aires. ISBN: 9509431583
Reflexión sobre las oportunidades y procesos de Agenda 21 en los países del Mercosur.
- Plessis du, Chrisna (2002). Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries. Editado por International Council for Research and Innovation in Building and Construction & United Nations Environment Programme-International Environmental Technology Centre. Pretoria. ISBN: 0-7988-5540-1
Obra realizada con la participación de expertos de Asia, Africa y América Latina. Propone una Agenda 21 para el sector de la construcción sostenible en países en desarrollo y plan de acción.
- Rubio, J. L.; García Novo, F.; Baldasano, J. M.; Martín Nieto, R. (2006). Estrategia Mediterránea de Desarrollo Sostenible. Generalitat Valenciana. Valencia. ISBN: 84-7579-844-6
El libro incluye una amplia descripción de los condicionantes físicos, territoriales y humanos que han conformado una manera de vivir y un modelo de desarrollo propio en el que conviven formas de vida y de desarrollo primarias, junto con otras

de carácter terciarizado. Además de profundizar sobre el concepto de desarrollo sostenible, trata sobre los usos del territorio, cambio climático, uso del agua, la interfaz clima-tierra y acción humana, turismo y conservación de los paisajes, innovación así como incluir los principios de calidad ambiental y sostenibilidad en el buen gobierno y en la gestión político-administrativa.

- Subirats, J.; Font, N. (2000). Local y sostenible: la agenda 21 local en España. Editorial Icària. Barcelona. ISBN: 84-7426-490-1
Este libro tiene por finalidad ofrecer un análisis de las respuestas de los municipios españoles a este programa. Para ello aborda el tema objeto de estudio desde una perspectiva global, estatal y territorial, haciendo hincapié en las experiencias más exitosas de implantación de la A21L. Con este análisis no sólo se pretende mostrar una panorámica global del estado de implementación de la A21L en España, sino también, a través del estudio exhaustivo de experiencias exitosas, ofrecer algunas claves y metodologías que puedan ser de utilidad para los agentes de la política ambiental.
- Union European. (1997). Agenda 21, the First Five Years: Implementation in the European Community. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg. ISBN: 92-828-0393-7
- Varios autores (1994). China's Agenda 21: White Paper on China's Population, Environment and Development in the 21st Century. Beijing. China Environmental Science Press. ISBN: 7-80093-6089-0
Uno de los pocos libros y referencias sobre la aplicación de la Agenda 21 en la China.
- Varios autores (1994). Local Agenda 21 and Environmental Education. Report of a Conference held at the University of Bradford. University of Bradford. ISBN: 1851431217
Experiencias de la aplicación de la Agenda 21 en el ámbito Universitario.
- Xercavins J. (Coord.) (2002). Qüestions conceptuals, metodològiques i bibliogràfiques entorn a les agendes 21. Càtedra UNESCO en Tecnologia, Desenvolupament Sostenible, Desequilibris i Canvi Global. Terrassa. ISBN: 84-600-9781-1
Este libro, elaborado por un grupo de profesores e investigadores de la Càtedra UNESCO de Sostenibilitat de la UPC, explica como se puede desarrollar una agenda 21 de carácter supramunicipal. Texto en catalán.